

# Strategie zum Umgang mit Wassermangel in Baden-Württemberg

Erfordernisse zur Verringerung von Risiken  
und Nutzungskonflikten bei Niedrigwasser  
und abnehmenden Grundwasserreserven

Foto: Uellue, Shutterstock



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT





Foto: Umweltministerium/Regenschicht

Liebe Leserinnen und Leser,

nach 2003 und 2015 waren auch die Jahre 2018 bis 2020 in weiten Landesteilen Baden-Württembergs von lang anhaltenden Trockenphasen mit ausgeprägtem Niedrigwasser und abnehmenden Grundwasserständen und Quellschüttungen geprägt. Dabei wurden gravierende Auswirkungen des Wassermangels auf die Natur und zahlreiche Verwendungen deutlich. Gewässerökologie und wasserabhängige Ökosysteme wurden massiv geschädigt. Die Land- und Forstwirtschaft verzeichnete große wirtschaftliche Verluste. Die Energieproduktion und industrielle Produktionsprozesse mussten zeitweise eingeschränkt werden. Wir müssen davon ausgehen, dass Niedrigwasser- und Trockenperioden durch die erwarteten Klimaänderungen künftig häufiger auftreten und wahrscheinlich auch länger andauern werden. Dadurch werden Konflikte bei der Wassernutzung steigen, denn die verschiedenen Nutzungsinteressen konkurrieren um ein zeitweise eingeschränkt verfügbares Gut. Deshalb gilt es, Bedarf und Interessenkonflikte auf die verfügbaren Ressourcen abzustimmen und vorausschauend zu steuern.

Unsere natürlichen Ressourcen Wasser und Boden sind mit zunehmenden gesellschaftlichen Nutzungen, stofflichen Belastungen und klimatischen Veränderungen konfrontiert. Unter dem Dach einer „Zukunftsstrategie“ arbeitet das Umweltministerium Baden-Württemberg an innovativen Ansätzen zum Schutz von Gewässern und Böden sowie zum Umgang mit Wasserextremen. Darin werden Handlungsansätze entwickelt, um unser Wasser zu schützen, den Umgang mit Wasser nachhaltig zu gestalten und die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser langfristig zu sichern. Dies gelingt nur, wenn verschiedene fachliche Disziplinen und Nutzungsansprüche mitbetrachtet werden und wenn das Bewusstsein für den Wert unserer wichtigsten Ressourcen gesteigert wird.

Die jetzt vorliegende Strategie zum Umgang mit Wassermangel stellt einen bedeutenden Baustein der Zukunftsstrategie dar. Damit wird der im Land bestehende Handlungsbedarf beim Umgang mit Wassermangel aufgezeigt, der über die Wasserwirtschaft hinaus auch in andere Fachgebiete hineinreicht. Grundlegend ist die Ausrichtung der Maßnahmen am Schutz der natürlichen Wasserressourcen und der Gewässerökosysteme. Dieser ist zusammen mit der vorausschauenden Bewirtschaftung der Gewässer eine wichtige Grundlage für die menschliche Daseinsvorsorge, die Volkswirtschaft und die Ökologie. Zentral sind die Erfordernisse zur Verbesserung der Daten- und Informationslage. Denn diese stellt die Grundlage aller Konflikt- und Lösungsanalysen und darauf aufbauender Entscheidungen dar. Die weitere Ausgestaltung der konkreten Aufgaben muss nun im Rahmen der strategischen Ziele und Ansätze interdisziplinär unter Beteiligung einzelner Nutzergruppen und räumlich differenziert erfolgen. Die Vermeidung von Risiken und Nutzungskonflikten bei Niedrigwasser und abnehmenden Grundwasserreserven in Baden-Württemberg bleibt eine dringende gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Das Umweltministerium wird deshalb den mit dieser Strategie begonnenen Dialog zum Umgang mit Wassermangel mit allen betroffenen Fachrichtungen und Verbänden fortführen.

Dabei wird die Realisierung finanzwirksamer Maßnahmen der Strategie zum Umgang mit Wassermangel in Baden-Württemberg im Rahmen einer nachhaltigen und vorausschauenden Finanzpolitik erfolgen. Eine solche Finanzpolitik erfordert einen verantwortungsgerechten Umgang mit den finanziellen Ressourcen. Im Hinblick auf die im Grundgesetz und in der Landesverfassung verankerte Schuldenbremse und die Priorisierungen durch den Haushaltsgesetzgeber kann es zu Verzögerungen bzw. zu Abweichungen kommen, weil alle zusätzlichen finanzwirksamen Maßnahmen unter Haushaltsvorbehalt stehen. Es ist außerdem Sache des jeweils zuständigen Ressorts, zu prüfen, ob die jeweilige Maßnahmen – soweit Kommunen berührt sind – Konnexität auslöst, und bei Bedarf die entsprechenden Folgerungen zu ziehen. Final bleibt die Bereitstellung von Ressourcen dem Haushaltsgesetzgeber vorbehalten und wird in den jeweiligen Haushaltsaufstellungsverfahren entschieden.

---

„Wir müssen davon ausgehen, dass Niedrigwasser- und Trockenperioden durch die erwarteten Klimaänderungen künftig häufiger auftreten und wahrscheinlich auch länger andauern werden.“

---

Thekla Walker MdL  
Ministerin für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

1	Wasser, ein knappes Gut? .....	4
2	Wassermangel in Baden-Württemberg .....	5
2.1	Ursachen.....	5
2.2	Auswirkungen .....	6
3	Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit.....	9
3.1	Trinkwasserversorgung.....	10
3.2	Bewässerung und Beregnung.....	10
3.3	Fischerei, Speisefischproduktion .....	12
3.4	Abwasserbeseitigung.....	13
3.5	Energiegewinnung, Kühlung und industrielle Produktion .....	13
3.6	Schifffahrt .....	15
3.7	Natur- und Artenschutz, Bodenschutz.....	19
3.8	Tourismus und Freizeit.....	16
3.9	Brandschutz.....	16



4 Aktuelle und zukünftige Bausteine zum Umgang mit Wasserknappheit ..... 17

4.1 Ressourcen schützen und Resilienz der Gewässerökosysteme stärken..... 18

4.2 Umweltmonitoring und Informationsbereitstellung ..... 22

4.3 Bewirtschaftung und Steuerung von Wassernutzungen ..... 25

4.4 Anreize, Förderung und Stärkung des Problembewusstseins..... 30

4.5 Notfallplanung..... 32

5 12-Punkte Plan für einen verbesserten Umgang mit Wasserknappheit..... 34

Literatur ..... 36



*Infolge von Niedrigwasser freigelegte Bühnen im Rhein bei Iffezheim*



Foto: reiszielinfo, Shutterstock

In Folge von Trockenheit abgestorbene Nadelbäume.

# 1 Wasser, ein knappes Gut?

☞ Gewässer sind landschaftsprägende Elemente und artenreiche Lebensräume für zahlreiche Tiere und Pflanzen. Wasser ist für jedes Leben unverzichtbar und Voraussetzung für unser gesamtes Ökosystem. Die Grundwasserreserven als Trinkwasserreservoir sind die Lebensgrundlage für die heutige und zukünftige Generationen.

Wasser galt in Baden-Württemberg bislang nicht als knappe Ressource. Das durchschnittliche jährliche Wasserdargebot durch Zuflüsse und Niederschläge beträgt 49 Milliarden Kubikmeter Wasser, was in etwa dem Volumen des Bodensees entspricht. Davon werden in Baden-Württemberg 10 Prozent genutzt: zur Gewinnung von Trinkwasser, als Kühl- und Produktionswasser für Industrie und Gewerbe oder um landwirtschaftliche Flächen zu bewässern. Eine nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser ist eine Voraussetzung für den Erhalt beziehungsweise die Wiederherstellung der natürlichen Funktionsfähigkeit der Gewässer.

Nach den vergangenen Niedrigwasserjahren 1976, 1991/1992, 2003, 2011 und 2015 haben insbesondere die Jahre 2018 bis 2020 eindrücklich gezeigt, dass der Klimawandel die Verfügbarkeit des Wassers deutlich beeinflusst (KLIWA-Heft 23, 2018, Seite 27 und folgende). Dabei war das Jahr 2018 sowohl in seiner zeitlichen als auch in seiner räumlichen Ausdehnung ein Jahr außerordentlichen Wassermangels in Baden-Württemberg. Der Rheinpegel Maxau führte an 27 Prozent des Jahres, das heißt an mehr als 70 Tagen Niedrigwasser und erreichte den niedrigsten Wasserstand seit dem Jahr 1972. Gemeingebrauch und Schifffahrt mussten eingeschränkt werden. Die wirtschaftlichen Schäden waren erheblich. 2020 war nach 2018 erneut ein Jahr

mit außergewöhnlichen Niedrigwassersituationen. Im Grundwasser wurden 2020 Niedrigwassermarken unterboten, bereichsweise wurde das sehr niedrige Niveau aus dem Jahr 2018 zum Jahresende noch unterschritten. Die klimatische Wasserbilanz wurde an fünf von sechs charakteristischen Standorten für Baden-Württemberg als deutlich negativ bewertet (LUBW 2021). Untersuchungen der Kooperation „Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft“ (KLIWA) kommen aufgrund der Langzeitentwicklung gemessener Niederschlagssummen zu dem Ergebnis, dass mit fortschreitendem Klimawandel wärmere und trockenere Sommer ein häufigeres Auftreten von sommerlichem Wassermangel zur Folge haben (KLIWA-Heft 23, 2018).

Die Wassernutzungen beziehungsweise -ansprüche der verschiedenen Akteurinnen und Akteure (siehe auch Kapitel 3) werden zunehmend miteinander konkurrieren. Ein verbesserter Kenntnisstand über verfügbare Wasserressourcen muss zu jedem Zeitpunkt gegeben sein, um den konkurrierenden Ansprüchen bestmöglich gerecht zu werden und diese vorausschauend planen und steuern zu können. Die Wasserwirtschaft hat mit dem aktuellen Koalitionsvertrag den Auftrag bekommen, eine „Niedrigwasserstrategie“ konzeptionell zu entwickeln, den Masterplan Wasserversorgung und ein Wasserressourcenmanagement umzusetzen sowie darauf aufbauend praxismgerechte Lösungen anzubieten. Es gilt, das bestehende Instrumentarium zu optimieren und weiter zu entwickeln, um in Phasen des Wassermangels die Ressourcen zielgerichtet bewirtschaften zu können und schon jetzt sichtbare ökologische und ökonomische Schäden zu begrenzen und zukünftig zu vermeiden.

Foto: Hubert Berberich (HubiB), eigenes Werk, <https://commons.wikimedia.org>, CC BY 3.0



Historisch niedriger Wasserstand von 88 Zentimeter am Rheinpegel Mannheim 2018.

## 2 Wassermangel in Baden-Württemberg

Die Ursachen für den Wassermangel im Grundwasser und in Oberflächengewässern sind vielfältig: Sie reichen von natürlichen Einflüssen über anthropogene Veränderungen in der Landschaft oder den Wasserkörpern bis zu den beobachteten und zukünftig erwarteten Klimaänderungen. Die beschriebenen Faktoren wirken in verschiedener Weise auf die Quantität und Qualität von Grundwasser, Oberflächengewässern und damit auch auf die Gewässerökologie.

### 2.1 URSACHEN

#### 2.1.1 NATÜRLICHE EINFLUSSGRÖSSEN

Niedrigwasser ist ein natürliches Ereignis. Ursache von Niedrigwasser ist meist eine länger andauernde Periode mit geringem Niederschlag. Diese führt zu geringer Boden- und Grundwasserspeicherung und geringem Abfluss. Zeitpunkt und Ausmaß des Niedrigwassers hängen von den speziellen Eigenschaften des hydrologischen Einzugsgebietes und vom Abflussregime ab. Dabei ist zu beachten, dass die meteorologische Ursache „Trockenperiode“ zeitlich weit vor der hydrologischen Wirkung „Niedrigwasserperiode“ liegen kann, da der natürliche Niedrigwasserabfluss von Oberflächengewässern aus dem Grundwasser gespeist wird und erhebliche Verzögerungen auftreten können.

#### 2.1.2 ANTHROPOGENE EINFLÜSSE

Veränderungen im Niedrigwasserabfluss, die durch den Menschen herbeigeführt wurden, lassen sich nur schwer gegenüber den natürlichen Schwankun-

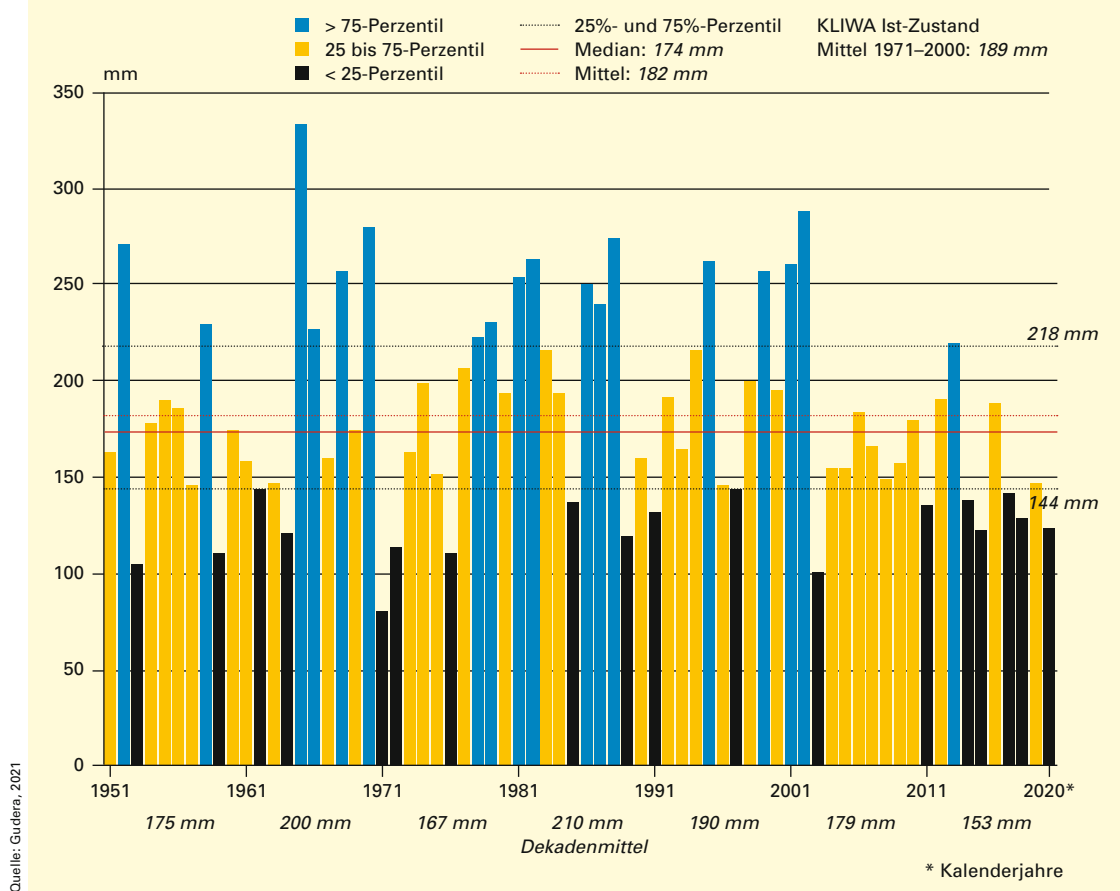
gen der hydrologischen Kenngrößen abgrenzen. Es wird zwischen direkten und indirekten Einflüssen unterschieden:

- Direkte Einflüsse sind im Wesentlichen Wasserentnahmen oder -einleitungen sowie die Bewirtschaftung von Speichern und Seen. Die Einflüsse können gemessen, überwacht und gesteuert werden.
- Indirekte Einflüsse beschreiben Eingriffe (zum Beispiel bauliche Veränderungen, Flächenversiegelungen, Bodenverdichtungen auf land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen, Drainagen) im Einzugsgebiet, resultierende Folgen für den Wasserkreislauf (zum Beispiel Änderung des Bodenwasserhaushalts in Form von verschlechterter Wasseraufnahmekapazität und geringerem Rückhaltevermögen) sowie für den Abfluss im Gewässer. Eine Quantifizierung der Folgewirkungen ist in der Regel schwierig.

*Flächenversiegelungen haben gravierende Auswirkungen auf den Wasserkreislauf.*



Foto: nitpicker, www.shutterstock.com


**ABBILDUNG 1: MITTLERE JÄHRLICHE GRUNDWASSERNEUBILDUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG**


### 2.1.3 EINFLÜSSE DES KLIMAWANDELS

Klimamodelle zeigen für Baden-Württemberg in der nahen Zukunft (2021 bis 2050) eine Temperaturzunahme um +0,8 °C bis +1,8 °C gegenüber der Durchschnittstemperatur des Vergleichszeitraums 1971 bis 2000. Ab Mitte des 21. Jahrhunderts zeigen die Klimamodelle eine weitere Beschleunigung der Temperaturveränderung. Für die ferne Zukunft (2071 bis 2100) wird ein Anstieg der Jahresmitteltemperatur von +3 °C bis +4,5 °C gegenüber 1971 bis 2000 erwartet (LUBW, UM 2021).

Auch die Niederschläge verändern sich, jedoch ohne eindeutige Richtung wie bei der Lufttemperatur. Bereits beobachtet wird eine deutliche Abnahme der mittleren Niederschläge in den Sommermonaten. In der fernen Zukunft (2071 bis 2100) zeigen fast alle Modelle eine Abnahme der Niederschläge im Sommer. Eine Entwicklung hin zu mehr Niederschlag im Winterhalbjahr könnte sich parallel einstellen.<sup>1</sup> Die Folgen könnten dann häufigere trockenere, heiße Sommer und milde, nasse Winter sein (LUBW, UM 2021).

### 2.2 AUSWIRKUNGEN

Die Veränderungen im Wasserdargebot und in der räumlichen wie zeitlichen Verteilung des Wassers haben Auswirkungen auf die vorhandene Menge (Quantität) des Grund- und Oberflächenwassers sowie auf die Qualität des Wassers. Diese Veränderungen wirken auf die Lebensraumqualität aller aquatischen Organismen sowie der Organismen wasserabhängiger Landökosysteme und auf die Nutzbarkeit des Wassers. Die veränderten Nutzungen wiederum haben Rückwirkungen auf die Quantität und Qualität. Das System wird somit durch komplexe Wechselwirkungen beeinflusst.

#### 2.2.1 AUSWIRKUNGEN AUF DAS GRUNDWASSER

Höhere Lufttemperaturen und ein verändertes Niederschlagsregime beeinflussen die Grundwasserneubildung: Bei steigenden Temperaturen erhöht sich die Verdunstung und es versickert weniger Wasser. Zunehmend auftretende Starkregenereignisse führen das Wasser schnell aus der Fläche in die Gewäs-

<sup>1</sup> Die Zahlen stammen aus einem Ensemble zehn dynamischer Klimamodelle für das Szenario RCP8.5, welches durch die LUBW für Baden-Württemberg ausgewertet wurde. Näheres hierzu auch im aktuellen Monitoringbericht zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel (LUBW, UM 2021) / KLIWA Faktenblatt: Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung, 2021 (nicht veröffentlicht)



ser ab. Zurückgehende Schneedecken in wärmer werdenden Wintern reduzieren die Rücklage für eine zur Grundwasserneubildung wirksame Versickerung. All diese Faktoren gehen zulasten der Grundwasserneubildung aus Niederschlag als wichtigste Zuflusskomponente für die Grundwasserressourcen (KLIWA 2021) (siehe Abbildung 1).

Des Weiteren wird die Grundwasserneubildung von verschiedenen nutzungsabhängigen Faktoren beeinflusst, zum Beispiel durch das Ausmaß an Bodenversiegelung oder verdichtende Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft. Ein weiterer Einflussfaktor auf die Grundwasserressourcen sind Wasserentnahmen für die Trinkwasserversorgung, für Industrie und Gewerbe, zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Flächen, Grünanlagen und forstlichen Kulturen sowie im Privatbereich. Bei den Entnahmen zur Bewässerung ist aufgrund des Klimawandels mit einer deutlichen Zunahme zu rechnen.

Bisherige Messdaten zeigen, dass Monate mit besonders hohen Grundwasserständen oder Quellschüttungen signifikant abgenommen haben. Seit 2002 sind in Baden-Württemberg keine grundwasserneubildungsreichen Jahre mehr zu verzeichnen. Die Grundwasserneubildungsrate lag meist deutlich unter dem langjährigen Mittel. Im Grundwasser tritt der Maximalwert im Jahresgang überwiegend früher auf, ein Resultat wärmerer Winter und abnehmender Schneedecke, aus dem im weiteren Jahresverlauf eine Verlängerung der sommerlichen Niedrigwasserperiode resultieren kann (KLIWA 2021). Sinkende Grundwasserstände können außerdem dazu führen, dass statt der Exfiltration von Grundwasser in Oberflächengewässer verstärkt eine Infiltration von Oberflächenwasser mit Abwasseranteilen ins Grundwasser erfolgt.

Die Verfügbarkeit von Grundwasser in ausreichender Quantität und hoher Qualität – wie von der EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) gefordert – ist unabdingbar, um ökologische Funktionen zu erhalten. Es speist Oberflächengewässer, Feuchtgebiete und Moore. Zudem ist das Grundwasser eine wichtige Trinkwasserressource. Die Verfügbarkeit von Grundwasser ist somit essenziell für die dauerhafte Aufrechterhaltung einer sicheren und bezahlbaren öffentlichen Versorgung mit Trinkwasser.

Aussagen zu den in den kommenden Jahrzehnten erwarteten Änderungen von Grundwasserständen und Quellschüttungen lassen sich methodisch gesichert noch nicht abschließend treffen. Berechnungen mit regionalen Klimaprojektionen zur zukünftigen Entwicklung der Grundwasserneubildung aus Niederschlag sowie die Entwicklung in den vergangenen Jahren lassen jedoch eine flächenhafte und teilweise deutliche Verringerung in der nahen und fernen Zukunft erwarten (KLIWA 2017; Fliß et al. 2021).



Foto: Jürgen Gerhardt, xx Design Partner

*Östliche Neckarzuflüsse wie die Jagst werden zukünftig verstärkt von einer Abnahme der Niedrigwasserabflüsse betroffen sein.*

## 2.2.2 QUANTITATIVE AUSWIRKUNGEN AUF OBERFLÄCHENGEWÄSSER: ABFLUSSMENGEN

Die Einflüsse von Klimaänderungen und Wassermangel auf Oberflächengewässer sind noch augenscheinlicher. Länger anhaltende Trockenzeiten mit Niederschlagsmangel und hoher potenzieller Verdunstung begünstigen die Entstehung von Niedrigwasser. Verschärfend wirken niedrige Grundwasserstände, da der Abfluss vieler Oberflächengewässer in Niedrigwasserphasen zu einem hohen Anteil vom Grundwasser gespeist ist.

Für die nahe Zukunft (bis zum Jahr 2050) zeigen regionsspezifische Auswertungen der Niedrigwasserabflüsse in Baden-Württemberg eindeutige Tendenzen. Die mittleren monatlichen und jährlichen Niedrigwasserabflüsse zeigen im Sommerhalbjahr vorwiegend deutliche Abnahmen (10 bis 20 Prozent). Betroffen sind dabei insbesondere der Oberlauf des Neckars und die östlichen Neckarzuflüsse sowie die südbadischen Rheinzufüsse, wobei die monatlichen Abnahmen in den betroffenen Gebieten insgesamt zwischen 13 und 44 Prozent variieren. Infolge der Abnahme der Niedrigwasserabflüsse steigt die Dauer von Niedrigwasserperioden, bezogen auf den heutigen Klimazustand, erheblich an.

Die klimatischen Veränderungen wirken sich auch auf die hydrologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet des Bodensees und im See selbst aus. Der Einfluss der klimatischen Entwicklung zeichnet sich in einer Veränderung des jährlichen Wasserstandsverlaufs ab. Die sommerlichen Pegelwerte lagen im Zeitraum seit 1990 im Durchschnitt circa 20 bis 30 Zentimeter tiefer als in den 30 Jahren zuvor. Die von November bis Januar beobachtete Zunahme der mittleren Wasserstände um circa 10 Zentimeter lässt sich durch die verringerte Schneespeicherung im Einzugsgebiet und dem somit erhöhten winterlichen Abfluss plausibel erklären.



Foto: Rostislav Stefanek, Shutterstock

Die Äsche benötigt kühle, sauerstoffreiche Gewässer. Steigende Wassertemperaturen sind Gift für sie.

### 2.2.3 QUALITATIVE AUSWIRKUNGEN AUF OBERFLÄCHENGEWÄSSER: WASSER- QUALITÄT UND GEWÄSSERÖKOLOGIE

Zusammen mit der Erhöhung der Lufttemperatur und der Sonneneinstrahlung sowie der Niedrigwassersituation steigen auch die Wassertemperaturen. Diese haben wiederum gesteigerte Stoffwechselraten von Wassertieren und einen erhöhten Sauerstoffbedarf zur Folge. Wasserpflanzen und Plankton vermehren sich stärker. Der Sauerstoffgehalt im Wasser sinkt bedingt durch die abnehmende Löslichkeit von Gasen und erhöhte Sauerstoffzehrung durch verstärktes Biomassewachstum. Durch die erhöhten Temperaturen im Gewässer werden außerdem Fischkrankheiten häufiger und breiten sich schneller aus.

Bei Niedrigwasser verlangsamt sich gleichzeitig die Fließgeschwindigkeit. Das teilweise Trockenfallen von Fließgewässerabschnitten unterbricht die biologische Durchgängigkeit. Durch Austrocknen von Uferbereichen oder von gewässernahen Biotopen sowie durch eine unzureichende Durchströmung der Fließgewässer gehen zeitweise Habitatfunktionen und wichtige Lebensräume verloren. So können für Fische und Wirbellose kritische Lebensbedingungen im Gewässer entstehen.

In Niedrigwasserperioden sind Gewässer in besonderem Maße anfällig für ökologische Schäden, die sich als Folge und durch Wechselwirkungen anthropogener Nutzungen ergeben können (siehe auch Kapitel 3). Wasserentnahmen, Wasserausleitungen, Aufstau und Einleitungen können die negativen Einflüsse auf das Ökosystem weiter verstärken (LUBW, UM 2021; RP Stuttgart 2019). Insbesondere bei niedriger Wasserführung belasten steigende Nähr- und Schadstoffkonzentrationen aufgrund einer verringerten Verdünnung von Einleitungen (unter anderem aus Abwasserbehandlungsanlagen)

oder thermische Belastungen infolge von Wärmeinleitungen das aquatische Ökosystem.

Die klimatische Erwärmung spiegelt sich auch in der Temperaturentwicklung an und in den Seen Baden-Württembergs wider. Die Temperaturverhältnisse beeinflussen zahlreiche hydrobiologische und hydrochemische Prozesse der Seen und sind zudem maßgeblich für die Schichtungs- und Durchmischungsvorgänge und somit für den vertikalen Stofftransport. Die veränderten Wasserstände sind vor allem für die Ufer- und Flachwasserbereiche von Bedeutung. Über das Grundwasser können sie auch Einfluss auf die benachbarten wasserabhängigen Ökosysteme haben.

Die WRRL verfolgt das Ziel, für Oberflächengewässer den guten ökologischen Zustand beziehungsweise das gute ökologische Potenzial sowie einen guten chemischen Zustand zu erreichen. Insbesondere ein guter ökologischer Zustand kann sich aber nur dann einstellen, wenn während Hitze- und Niedrigwasserperioden ein Mindestmaß an Wasser von guter Qualität im Gewässer vorhanden ist. Nur so kann das Ökosystem diese Perioden unbeschadet überstehen. Vor diesem Hintergrund gilt der wichtige Grundsatz, die Gewässer so weit wie möglich als naturnahe und funktionsfähige Ökosysteme zu gestalten.

Auch für ausgewiesene wasserabhängige Natura 2000-Gebiete (FFH- und Vogelschutzgebiete) ergibt sich eine Verpflichtung zur Erhaltung von wasserabhängigen Lebensraumtypen (Auenwälder, Fließgewässer mit flutender Wasservegetation und andere) und Lebensstätten von Arten (Fische, Krebse, Libellen und andere).



Von Vielen dringend benötigt: das kostbare Nass

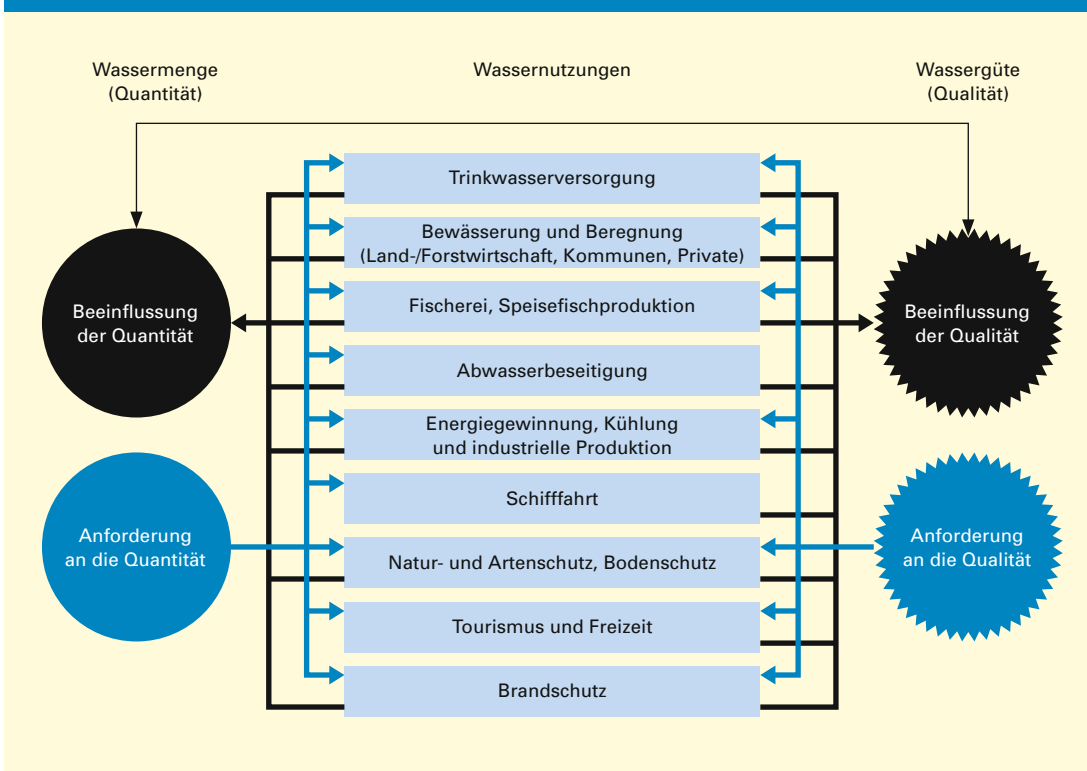
### 3 Ansprüche an die Wasserverfügbarkeit

Zahlreiche Nutzungen des Grund- und Oberflächenwassers sind abhängig von der Verfügbarkeit und Qualität des Wassers und dem in Niedrigwassersituationen höheren Bedarf.

Zugleich beeinflussen viele Nutzungen die Quantität und Qualität. Daher haben Akteurinnen und Akteure unterschiedliche Ansprüche bezie-

hungsweise Erfordernisse an die Wasserverfügbarkeit und die Güte (siehe Abbildung 2). Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte zusammengestellt, die beim Management der Wasserressourcen, insbesondere bei Knappheit oder Wassermangel, berücksichtigt und möglichst in Einklang gebracht werden müssen.

ABBILDUNG 2: ANSPRÜCHE VERSCHIEDENER NUTZUNGEN AN DIE WASSERVERFÜGBARKEIT



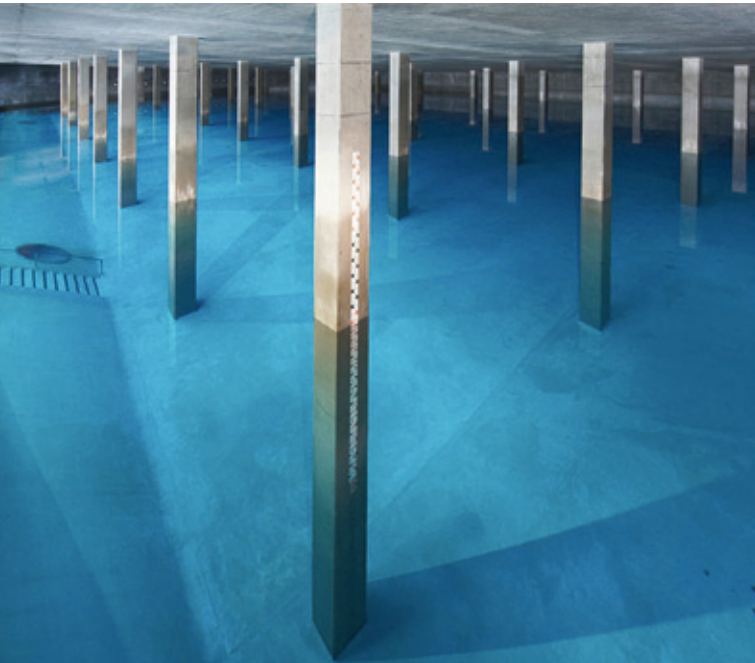


Foto: Zweckverband Bodensee Wasserversorgung

Trinkwasserspeicher

### 3.1 TRINKWASSERVERSORGUNG

Die Versorgung der Bevölkerung mit ausreichend und qualitativ einwandfreiem Trinkwasser ist essenzieller Bestandteil der Daseinsvorsorge. In Baden-Württemberg wird der Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung zu rund 73 Prozent aus Grund- und Quellwasser sowie zu rund 27 Prozent aus Oberflächenwasser (vorrangig aus dem Bodensee, der Donau sowie der Talsperre Kleine Kinzig) gedeckt. Zu einem kleinen Teil erfolgt die Eigenwasserversorgung, insbesondere im ländlichen Raum, auch aus privaten Quellen oder Brunnen. Die Grundwasservorkommen sind in Baden-Württemberg regional sehr unterschiedlich verteilt, wobei die größten in den Randbereichen des Landes liegen. Im Landesinneren und im Nordosten gibt es in Keuper, Muschelkalk und Buntsandstein eher waserarmer Gebiete (LUBW, UM 2021; UM 2013).

Um einen Ausgleich zwischen den Gebieten zu schaffen, hat sich langfristig ein weit verzweigtes Wasserversorgungsnetz entwickelt, welches sich aus kommunal geführter ortsnaher Wasserversorgung, Gruppenwasserversorgern (Gemeinde- und Zweckverbänden) und überregionalen kommunalen Fernwasserversorgern zusammensetzt. Diese Struktur hat sich bewährt, die Wasserversorgung in Baden-Württemberg ist grundsätzlich gut aufgestellt. Viele, insbesondere kleine Wasserversorger, verfügen jedoch über kein oder ein nicht ausreichendes zweites Standbein oder über Reserven, mit denen Versorgungsgaps überbrückt werden können.

In Zeiten von Wassermangel hat die Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser und damit die

Funktionsfähigkeit der öffentlichen Wasserversorgung zur Daseinsvorsorge allerhöchste Priorität.

Die Folgen des Klimawandels stellen die öffentliche Wasserversorgung vor große Herausforderungen. Geringe Quellschüttungen während lang anhaltender Trockenphasen, rückläufige Grundwasserneubildungsraten, qualitative Beeinträchtigungen des Rohwassers, erhöhte Gefahr einer Verkeimung im Trinkwasserverteilsystem durch steigende Temperaturen und ein hoher Wasserbedarf in sommerlichen Trockenperioden sind nur einige Herausforderungen, die bereits heute zu beobachten sind.

### 3.2 BEWÄSSERUNG UND BEREGNUNG

Der Bodenwasserhaushalt ist entscheidend für die Vegetation sowie für viele Prozesse im Boden. Doch hat sich der Bodenwasserhaushalt in den vergangenen Jahren signifikant verändert. Kommt es vermehrt zu längeren Trockenphasen während der Vegetationsperiode, ist mit Ertragsausfällen in der Landwirtschaft und Trockenschäden im Wald zu rechnen. Damit einher geht ein höherer Bewässerungsbedarf in der Landwirtschaft, aber auch in städtischen Grünanlagen und im Haus- und Kleingartenbereich. Nicht nur für das Pflanzenwachstum ist es entscheidend, dass Pflanzen und Böden in der heißen Jahreszeit gut mit Wasser versorgt sind: Sie verdunsten Wasser und tragen dadurch in ihrem Umfeld zu kühleren Temperaturen bei (LUBW, UM 2021).

#### 3.2.1 LANDWIRTSCHAFT

Wassermangel und Wasserknappheit betreffen die landwirtschaftliche Produktion in mehrerlei Hinsicht. Einerseits muss die Versorgung der Tiere mit ausreichend Wasser (über die Trinkwasserversorgung oder entsprechende Brunnen) sichergestellt werden, andererseits besteht regional bei verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen ein meist saisonaler Bedarf an Wasser zur Bewässerung oder zur Frostschutzberegnung.

Der Klimawandel führt auch zu einer Verlängerung der Vegetationszeit, verbunden mit einem immer früheren Vegetationsbeginn im Frühjahr. Die Gefahr von Spätfrösten nimmt somit für viele Kulturen im Obst- und Weinbau, bei Sonderkulturen, aber auch bei Frühkartoffeln zu. Werden Pflanzen oder deren Früchte durch Spätfröste geschädigt, ist dies mit einem Ertragsverlust und Qualitätseinbußen bis hin zum völligen Ertragsausfall verbunden. Um dem vorzubeugen, wird eine Frostschutzberegnung durchgeführt. Hierfür muss in kurzer Zeit eine ausreichende Menge an Wasser zur Verfügung stehen. Die Frostschutzberegnung erfolgt in der Regel nicht in Jahreszeiten mit extremen Trockenperioden.

Während der Vegetationszeit haben die einzel-



Foto: Jan von nebennan, Shutterstock

Um Ernteauffälle bei längeren Trockenperioden zu verhindern, wird der Bedarf an Bewässerung steigen.

nen Kulturen einen unterschiedlich hohen Bedarf an Wasser. Die Pflanzen benötigen das Wasser und die darin transportierten Nährstoffe für die Anlage der ertragsbildenden Komponenten sowie für deren weitere Ausbildung im Vegetationsverlauf. Steht für die Pflanzen zu diesen Zeiten nicht ausreichend Wasser aus dem Bodenwasserhaushalt oder über Niederschläge zur Verfügung, ist eine Bewässerung der Kulturen erforderlich, um Ertragseinbußen zu vermeiden. Die extremen Trockenperioden der vergangenen Jahre führten bereits zu hohen Ernteauffällen.

Ackerkulturen werden zurzeit nur untergeordnet bewässert. Betroffen sind unter anderem der Anbau von Frühkartoffeln und im Oberrheingraben der Anbau von Saat- und Körnermais. Im Jahr 2016 gaben etwa 9 Prozent der landwirtschaftlichen Betriebe an, über die Möglichkeit der Bewässerung oder Beregnung in ihrem Betrieb zu verfügen, was gegenüber 2010 eine Zunahme um 36 Prozent bedeutet; die bewässerbare Fläche stieg in diesem Zeitraum um 25 Prozent (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2017). Der betriebliche Schwerpunkt liegt im Anbau von Sonderkulturen, im Wein-, Garten- und Feldgemüsebau und bei den Obstanlagen.

Sollten die Trockenheit und der damit einhergehende Mangel an Bodenwasser und Niederschlag künftig zunehmen, zeichnet sich ab, dass die Anfragen nach Wasserentnahmen sowohl für die Trockenberegnung als auch die Frostschutzberegnung in den kommenden Jahren weiter deutlich zunehmen werden und der Bedarf das natürliche Wasserdargebot häufig übersteigt. Allerdings fehlen hierzu noch verlässliche Prognosen.

### 3.2.2 FORSTWIRTSCHAFT

Der Klimawandel beeinflusst vor allem durch trockene und heiße Witterungsphasen die Wasserverfügbarkeit für das Ökosystem Wald unmittelbar. Der Wald ist dabei nicht nur von Wasserknappheit betroffen, sondern hat außerdem wichtige Funktionen im natürlichen Wasserrückhalt und bei der Grundwasserneubildung. Eine nachhaltige, multifunktionale Waldbewirtschaftung und der Waldumbau hin zu einem klimaresistenteren Mischwald mit höherem Laubwaldanteil wirken sich grundsätzlich positiv auf die Grundwasserneubildungsraten aus.

Doch auch der Wasserbedarf der Forstwirtschaft steigt. Zum einen rechnet die Waldwirtschaft mit einem potenziell zunehmenden Bewässerungsbedarf für Kulturflächen, insbesondere im Rahmen der Wiederaufforstung von Kalamitätsflächen. Zum anderen werden vermehrt Nassholzlager eingerichtet, in welchen das gelagerte Holz zum Werterhalt beregnet wird. Durch den hohen Anteil an Schadholz aus den letzten Dürre Jahren und von Kalamitäten infolge Sturmereignissen ist der Bedarf, das geschlagene Holz länger zu lagern, deutlich gestiegen. Durch häufigere Trockenperioden und Sturmereignisse im Zuge des Klimawandels werden weiterhin mehr abgestorbene Bäume und Schädlinge erwartet. Daher wird der Bedarf an Nassholzlagern künftig noch steigen (MLR, UM 2021).

Mit zunehmenden Trockenperioden sind die Waldflächen außerdem einer steigenden Waldbrandgefahr ausgesetzt. Die Bereitstellung von ausreichend Löschwasser muss zu allen Zeiten sichergestellt sein (siehe auch Kapitel 3.9).



### 3.2.3 KOMMUNALE UND PRIVATE GRÜNFLÄCHEN

Städtisches Grün leidet während sommerlicher Trockenperioden in besonderem Maße unter Trockenstress. Zum einen heizen sich Städte bzw. versiegelte Flächen deutlich stärker auf als das Umland (städtischer Hitzeinseleffekt) und damit erhöht sich die potenzielle Verdunstung. Zum anderen haben Straßenbäume häufig deutlich weniger Bodenvolumen zur Durchwurzelung und Wasserspeicherung zur Verfügung. Städte und Gemeinden müssen deshalb während Trockenperioden das urbane Grün intensiv bewässern. Wird hierfür Wasser aus der öffentlichen Wasserversorgung eingesetzt, kann dies zu einer weiteren Erhöhung des Spitzenbedarfs in sommerlichen Trockenperioden führen.

Durch eine gut mit Wasser versorgte Vegetation wird über Verdunstungskühlung die Hitzebelastung in Siedlungsgebieten gemindert und die Frischluftproduktion erhöht. Deshalb entstehen auch in den Gemeinden Baden-Württembergs derzeit mehr Grünflächen, sodass auch dort der Bewässerungsbedarf tendenziell steigt. Außerdem kann die Beregnung von Sportplätzen durch Kommunen oder Vereine punktuell zu signifikanten Entnahmemengen insbesondere aus kleineren Gewässern führen.

Auch im privaten Bereich steigt der Wasserverbrauch für die Gartenbewässerung und die Nutzung privater Schwimmbecken. Allerdings sind hier die verfügbaren Daten bislang mit großen Unsicherheiten verbunden. Es ist davon auszugehen, dass die Versorgung von Gärten und Schwimmbecken hauptsächlich aus dem Trinkwassernetz, aber auch aus privaten Brunnen erfolgt.

### 3.3 FISCHEREI, SPEISEFISCHPRODUKTION

Sowohl die Produktion von Fischen in Teichen und Fließrinnen als auch die Erwerbs- und Freizeitfischerei in natürlichen Gewässern sind von der Wasserquantität und -qualität in Oberflächengewässern abhängig (siehe auch Kapitel 2.2.3).

In Aquakulturanlagen wird Wasser aus Oberflächengewässern oder aus Quellen als Prozesswasser genutzt. Es fließt durch die Anlage hindurch und gelangt am Ende wieder in das Gewässer. Ein ausreichendes Wasserdargebot ist zur Sicherung der aquatischen Lebensgemeinschaften einschließlich der Wildfischbestände für die Erwerbs- und Freizeitfischerei essenziell. Niedrigwasser mit verringertem Abfluss und unzureichendem Restwasser hat außerdem eine übermäßige Erwärmung des Wassers zur Folge, was die Ausbreitung und Auswirkungen von (neuen) Fischkrankheiten und parasitären Infektionskrankheiten sowie eine Neuansiedlung und Etablierung von Neozoen begünstigt.

Durch die zunehmende Wasserknappheit erproben Betreiber von Aquakulturanlagen, wie sie einen Teil des Prozesswassers im „Teilkreislauf“ führen können, um dem abnehmenden Wasserdargebot begegnen zu können. Um der steigenden Wassertemperatur zu begegnen, werden Aquakulturanlagen zunehmend überdacht und dadurch beschattet.

Die Sicherstellung einer ausreichenden Wassermenge in geeigneter Temperatur ist für die Sicherung der aquatischen Lebensgemeinschaften einschließlich der Wildfischbestände sowie für den Betrieb von Aquakulturen für die Erwerbs- und Freizeitfischerei zwingend notwendig. Ebenso bedeut-



Foto: kobra78, Adobe Stock

Aufgrund der Wasserknappheit erproben Betreiber von Aquakulturen Prozesswasser im Teilkreislauf zu führen.

sam ist der Erhalt beziehungsweise die Wiederherstellung der natürlichen Klimaresilienz der Oberflächengewässer.

### 3.4 ABWASSERBESEITIGUNG

Die kommunale Abwasserbeseitigung ist ein essenzieller Teil der Daseinsvorsorge. Die Reinigungsleistung selbst ist in der Regel nicht von Niedrigwasser betroffen, wohl aber das aufnehmende Gewässer hinsichtlich des Mischungsverhältnisses von Kläranlagenablauf und dem Abfluss im Gewässer. Im Rahmen der Einleiterlaubnis werden die zulässigen Ablaufkonzentrationen für Nährstoffe und die organische Restbelastung festgesetzt. Für die Prüfung schädlicher oder nachteiliger Gewässeränderungen im Sinne von §§ 12, 13 WHG wird ein Bemessungsabfluss im Gewässer zugrunde gelegt. Laut Berechnungen der LUBW (2016) besteht der Durchfluss des Neckars bei mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ) zu etwa einem Drittel aus geklärtem Abwasser. Insbesondere bei ungewöhnlich lang anhaltendem Niedrigwasser können sich Einleitungen aus Abwasserbehandlungsanlagen auf Grund der verringerten Verdünnung, der damit verbundenen erhöhten Stoffkonzentration sowie gegebenenfalls einer Temperaturerhöhung im Gewässer sowohl auf die Gewässerökologie als auch auf andere Nutzungen negativ auswirken.

Bei abflussarmen Gewässern führt der Kläranlagenablauf in längeren Trockenperioden oftmals dazu, dass die geringe Wasserführung nicht weiter abnimmt, ein Gewässer nicht trockenfällt und die Gewässerfunktion grundsätzlich erhalten bleibt. Dann entspricht aber die Wasserqualität weitgehend der des Kläranlagenablaufes. Für Kläranlagen, die in ein Gewässer einleiten, das zeitweise oder vollständig versickert oder dessen Abwasseranteil bei mittlerem Niedrigwasserabfluss (MNQ) besonders hoch ist, sieht die Spurenstoffstrategie des Landes Baden-Württemberg daher den Ausbau mit einer weitergehenden Reinigungsstufe vor.

Außerdem können Spülstöße aus Misch- und Regenwasserentlastungen bei stärkeren Regenereignissen zu einer Verschlechterung der Sauerstoffverhältnisse führen, insbesondere wegen der nach längeren Trockenperioden höheren organischen Belastung aus Ablagerungen im Kanalnetz.

### 3.5 ENERGIEGEWINNUNG, KÜHLUNG UND INDUSTRIELLE PRODUKTION

#### 3.5.1 WASSERKRAFT

Elektrische Energie aus Wasserkraft wird überwiegend von Flusskraftwerken an den Staustufen kanalisierter Flüsse, von Kleinwasserkraftanlagen oder von Wasserkraftanlagen an Talsperren beziehungs-



Foto: Büro am Fluss

*Durch geringere Verdünnung des Kläranlagenablaufs bei Niedrigwasser steigen Stoffkonzentrationen im Gewässer an.*



Foto: Jürgen Gerhardt, xx Design Partner

*Dicht gedrängt am Neckar bei Stuttgart: Industrie und Energiewirtschaft*

weise Pumpspeicherseen erzeugt. Ein weiterer Teil stammt aus Ausleitungswasserkraftanlagen, meist ehemalige Mühlenbetriebe, an Mittelgebirgsgewässern. In Baden-Württemberg stammten im Jahr 2019 insgesamt 7,9 Prozent der Bruttostromerzeugung aus Wasserkraft (Deutschlandweit: circa 3,6 Prozent). Neben 65 Anlagen, die mit einer Leistung von mehr als einem Megawatt zur großen Wasserkraft zählen, sind rund 1.700 Anlagen mit einer Leistung unter einem Megawatt (die sogenannte kleine Wasserkraft) anzutreffen. Da im Rahmen der Wasserkraftnutzung direkt in die Gewässer eingegriffen wird, können Konflikte mit der Gewässerökologie und der Fischerei entstehen, die bei niedriger Wasserführung potenziell noch verschärft werden.

Rechtliche Rahmenbedingungen für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis zu 1.000 Kilowatt sind in einer gemeinsamen Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Ministeriums für



Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz vereinbart. Diese enthält fachliche Kriterien für die Gesamtbeurteilung einer Wasserkraftnutzung, die auch das Vorgehen zur Festlegung einer erforderlichen Mindestwasserführung bei Ausleitungskraftwerken umfasst. Bei Wasserkraftanlagen führt eine geringere nutzbare Wassermenge während einer Niedrigwasserperiode zur Verringerung der Kraftwerksleistung und zu zeitlichen Einschränkungen des Turbinenbetriebes. Bereits vor einer Abschaltung der Wasserkraftanlagen wegen geringer Wasserführung kann es verstärkt zur Ausbildung von Schwall- und Sunk-Situationen kommen. Auch eine unterschiedliche Zielsetzung kann hier relevant sein: Strom-Eigennutzer haben Interesse, den Strom dann zu produzieren, wenn dieser benötigt wird, Strom-Einspeiser hingegen haben Interesse an einer gleichmäßigen Wasserführung und Stromproduktion, da so die Produktion maximiert und das Material durch die Verringerung von Regelungsvorgängen geschont wird. Durch eine sensibel eingestellte Regelung der Anlagen können Schwall- und Sunk-Situationen induziert oder verstärkt werden. Eine intensivere wasserwirtschaftliche Steuerung beziehungsweise eine Abstimmung mit den Betreibern ist erforderlich, um Schwall- und Sunk-Effekte so weit wie möglich zu vermeiden.

### **3.5.2 ZUKUNFTS- / BRÜCKENTECHNOLOGIEN AN DER SCHNITTSTELLE ENERGIE- UND WASSERWIRTSCHAFT**

In Zukunft können weitere Themen, die wasserwirtschaftlich relevant sind und Schnittstellen zum Management von Wassermangel haben, in der Energiewirtschaft an Relevanz gewinnen. Diese müssen hinsichtlich ihrer Anforderungen, der möglichen negativen Auswirkungen sowie positiven Effekte auf das Grundwasser und die Oberflächengewässer sorgfältig geprüft werden. So bilden sich in neuen Anwendungen wie der Elektrolyse auch neue Wasserbedarfe, die je nach Entwicklung der Märkte für Wasserstofftechnologien oder der rechtlichen Vorgaben im Zusammenhang mit der Umsetzung der Energiewende sehr hoch sein können. Auch für die Wärmegewinnung durch den Betrieb von Flusswärmepumpen ist ein Mindestpegel an Flusswasser notwendig. Große Flusswärmepumpen sind in Mannheim und Stuttgart in Planung, kleinere Anlagen sind bereits installiert, zum Beispiel in Rottenburg am Neckar. Die Nutzung dieser Technologie könnte sich durch den Wärmeentzug unter bestimmten Bedingungen positiv auf das Temperaturniveau von Flüssen auswirken. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, die Technologie zur Kühlung von Gebäuden zu nutzen. Durch den Wärmeeintrag können sich dann negative Effekte für die Gewässer und das Grundwasser ergeben.

### **3.5.3 KRAFTWERKSKÜHLUNG**

In Baden-Württemberg wird ein Großteil des entnommenen Oberflächenwassers für die Kühlung in thermischen Kraftwerken (Kohle- und Kernkraft) eingesetzt. Je nach installiertem Kühlsystem wird ein großer Teil des entnommenen Wassers erwärmt wieder in das Oberflächengewässer eingeleitet oder teilweise über Kühltürme verdunstet (LUBW, UM 2021). Steigende Wassertemperaturen führen für die Kraftwerksbetreiber zunächst zu einer Reduktion der Kraftwerkskühlung und damit der produzierten Leistung. Die zuständige Wasserbehörde setzt konkrete wasserrechtliche Vorgaben für die Aufwärmspanne, die maximale Mischwassertemperatur im Fluss und zum Teil auch für die zur Verdunstung herangezogene Wassermenge fest, mit dem Ziel, die gewässerökologischen Anforderungen zu erfüllen. Bei Erreichen der wasserrechtlichen Schwellenwerte muss die Energieproduktion gedrosselt oder eingestellt werden.

Die Wärmeeinleitungen von thermischen Kraftwerken in Baden-Württemberg haben seit 2000 kontinuierlich abgenommen, ebenso die für die Kraftwerkskühlung entnommenen Wassermengen (seit 1998). Dies ist zum einen auf die zunehmende Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen zurückzuführen, für die in der Regel keine Kühlwassernutzung notwendig ist. Daneben führt der Kohle- und Kernenergieausstieg zu einer deutlichen Reduktion des Wärmeeintrags.

Zum anderen hat das Instrument des Wasserentnahmeentgelts und dessen Erhöhung im Jahr 1998 einen Technologiewandel unterstützt: Die Kraftwerksbetreiber setzen vermehrt auf wassersparende Technologien (unter anderem Ablaufkühlung, Kreislaufkühlung, Mehrfachsysteme), um Kosten zu sparen (LUBW, UM 2021) (siehe auch Kapitel 4.4). Diese Technologien werden insbesondere bei modernen Kraftwerken und den in Planung befindlichen erdgasbefeuerten GuD-Anlagen zum Ersatz von Kohleanlagen umgesetzt.

### **3.5.4 INDUSTRIELLE PRODUKTIONSPROZESSE**

Für industrielle Produktionsprozesse wird insgesamt deutlich weniger Wasser aus Grund- und Oberflächengewässern entnommen als für die Kraftwerkskühlung. Je nach Produktionsprozess wird das entnommene Wasser nach der Nutzung und Reinigung zu einem geringeren Anteil wieder in das Gewässer eingeleitet. Auch bei der industriellen Produktion sind die Wasserbedarfe rückläufig, was mit der Modernisierung der Technik und den oben erwähnten finanziellen Anreizen zusammenhängt. Die Wasserentnahme ist jedoch bei bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnissen nicht immer an einen Mindestwasserabfluss gekoppelt. Dies ist insbeson-



dere auf fehlende Abflussdaten zurückzuführen, denn das bestehende Pegelmessnetz ist zu weitmaschig, um lokal nutzbar zu sein. Ähnliches gilt auch für temperaturabhängige Einleitungserlaubnisse und Temperaturmessdaten.

### 3.6 SCHIFFFAHRT

Seit 2015 gab es entlang der für Baden-Württemberg bedeutenden Bundeswasserstraße<sup>2</sup> Rhein in jedem Jahr Einschränkungen der Schifffahrt wegen Niedrigwasser mit jeweils unmittelbarer Auswirkung für die Schifffahrt auf dem Neckar (LUBW, UM 2021). Die Schifffahrt auf dem Neckar hat enorme wirtschaftliche Bedeutung, da Massengüter wie Kohle, Erdöl oder Kies und Sand hauptsächlich über den Wasserweg nach Baden-Württemberg gelangen oder abtransportiert werden. Das Ausweichen auf andere Verkehrsträger während Niedrigwasserperioden hat in den vergangenen Jahren hohe Kosten für die Unternehmen sowie die Verbraucherinnen und Verbraucher (zum Beispiel durch gestiegene Benzin- und Ölpreise) verursacht.

Nach den Erfahrungen der vergangenen Jahre setzen sich immer mehr der von der Schifffahrt abhängigen Unternehmen in Baden-Württemberg mit Möglichkeiten der Anpassung und Vorsorge auseinander (zum Beispiel erhöhte Lagerkapazitäten, Entwicklung angepasster Verkehrskonzepte). Zudem hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur gemeinsam mit den am Rhein ansässigen großen Unternehmen den Aktionsplan „Niedrigwasser Rhein“ entwickelt. Dieser stellt acht

Punkte in vier Handlungsfeldern vor, mit welchen zuverlässig kalkulierbare Transportbedingungen am Rhein geschaffen werden sollen. Bei Niedrigwasser können sich außerdem Einschränkungen für motorisierte Privatboote und Passagierschifffahrt ergeben.

### 3.7 NATUR- UND ARTENSCHUTZ, BODENSCHUTZ

Wasserabhängige Ökosysteme wie Fließ- und Stauwasser, Moore, Feucht- und Nasswiesen, Sumpfwälder, Bruch-, Moor- und Auenwälder sind von sommerlicher Austrocknung bedroht und die Gesamtwasserbilanz kann sich verringern. In Baden-Württemberg existieren insgesamt 43.350 Hektar Anmoor-, Niedermoor oder Hochmoorflächen. Bereits durch die projizierten Zunahmen der Lufttemperaturen kommt es zu einer Verringerung der für Moorstandorte klimatisch geeigneten Räume. Zudem verschärft die erwartete sommerliche Wasserknappheit die Situation. In diesen Ökosystemen leben einige bedrohte Arten (laut Rote Liste und Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie) und Lebensraumtypen, die häufig sehr empfindlich gegenüber Änderungen ihrer Umweltbedingungen sind. Hinzu kommt, dass Moore als CO<sub>2</sub>-Senke auch für den Klimaschutz eine wichtige Rolle spielen (UM 2013).

Nicht nur Moore und Feuchtgebiete, alle Böden nehmen zentrale Funktionen im Wasserhaushalt ein: Sie speichern Wasser und tragen so zur Grundwasserneubildung bei, sie filtern das Wasser und dienen somit als Schadstoffpufferung. Daneben sichern Böden die Wasser- und Nährstoffversorgung von



Foto: Henry Schmitt, Adobe Stock

Die Schifffahrt auf dem Neckar ist für den Transport von Massengütern von großer wirtschaftlicher Bedeutung für Baden-Württemberg.

<sup>2</sup> Für die Verwaltung und Betrieb der Wasserstraßen ist nach Artikel 89 des Grundgesetzes der Bund beziehungsweise die Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes zuständig.



Foto: Markus Zeiler, Shutterstock

Als wichtige Wasser- und CO<sub>2</sub>-Speicher sind Moore wie das Schwenninger Moos zunehmend von Austrocknung bedroht.

Pflanzen. Außerdem stellen Böden an sich einen wichtigen Lebensraum dar, der wiederum die Bodeneigenschaften selbst beeinflusst. Diese Funktionen können durch langfristige Veränderungen im Bodenwasserhaushalt erheblich verändert und beeinträchtigt werden: Das Ökosystem Boden wird geschädigt und die physikalischen Eigenschaften (zum Beispiel Wasserspeicher- und Infiltrationskapazität) können sich nachteilig verändern, bis hin zum Verlust des Bodens durch Erosion.

Damit ist auch eine weitere zentrale Funktion der Böden als Natur- und Kulturgeschichtliches Archiv gefährdet. Böden konservieren archäologische Fundstücke und bilden die Geschichte unserer Natur- und Kulturlandschaft ab. Feuchte Bodenmilieus, insbesondere Moore, erhalten archäologische Reste besonders gut. Der Erhalt von Mooren ist somit auch für die Bodendenkmalpflege von Bedeutung.

### 3.8 TOURISMUS UND FREIZEIT

Flüsse, Seen und Talsperren sind beliebte Naherholungs- und Tourismusziele. Während Trockenperioden oder bei niedrigem Wasserstand können bestimmte Freizeitaktivitäten wie Baden oder Wassersport aufgrund ungenügender Wasserqualität und erhöhter Keimzahl verboten oder durch unzureichende Wassertiefen eingeschränkt sein. Wassersport bei niedrigen Wasserständen kann empfindliche Flachwasserbereiche und die dort lebenden Gewässerorganismen schädigen.

### 3.9 BRANDSCHUTZ

Mit zunehmenden Trockenperioden, besonders in Kombination mit sommerlichen Hitzewellen, steigt die Häufigkeit und Intensität von Bränden. Insbesondere Waldflächen sind gefährdet. Die Löschwasserversorgung erfolgt im Siedlungsbereich im Allgemeinen über die öffentliche Wasserversorgung. Bei Waldbränden erfolgt die Löschwasserentnahme in der Regel aus offenen Gewässern (Bächen, Flüssen, Teichen und so weiter) oder Brunnen. Da dieser Löschwasserbedarf aus Gewässern in Trockenperioden zunehmend nur begrenzt oder gar nicht gedeckt werden kann, sind ergänzende Maßnahmen zur Sicherstellung der Löschwasserversorgung erforderlich.



Foto: turtlesz, Adobe Stock

Nur bei ausreichender Wassertiefe möglich: Kanufahren auf der oberen Donau




Foto: mhfp, Shutterstock

Waldbrand: Sicherstellung Löschwasserversorgung erforderlich.



Um zukünftige Trockenperioden überbrücken zu können, müssen neue strategische Maßnahmen zum Wassermanagement auf den Weg gebracht werden.

## 4 Aktuelle und zukünftige Bausteine zum Umgang mit Wasserknappheit

 Zahlreiche effektive Bausteine zum Umgang mit Wasserknappheit vor und während Trockenperioden existieren in Baden-Württemberg bereits seit Jahren, andere müssen erst noch entwickelt werden. Sie stellen zusammen ein komplexes Geflecht von erforderlichen Regelungen und Aktivitäten dar, die im Sinne eines strategischen Managementsystems jedes für sich wirkungsvoll weiterentwickelt und gleichzeitig effektsteigernd aufeinander abgestimmt sein müssen.

Wichtigste Grundlage für den Erhalt von wasserbezogenen Ökosystemen und für alle nutzungsseitigen Steuerungsmaßnahmen ist die Sicherung der natürlichen Wasserressourcen in Grund- und Oberflächengewässern und deren nachhaltige Bewirtschaftung. Die zentralen Steuerungsmöglichkeiten basieren auf der Kenntnis und Verbreitung der Fakten, Prognosen und Wirkungsmechanismen zu Ökosystemen, zur Infrastruktur und zu den Nutzungen (Monitoring und Information).

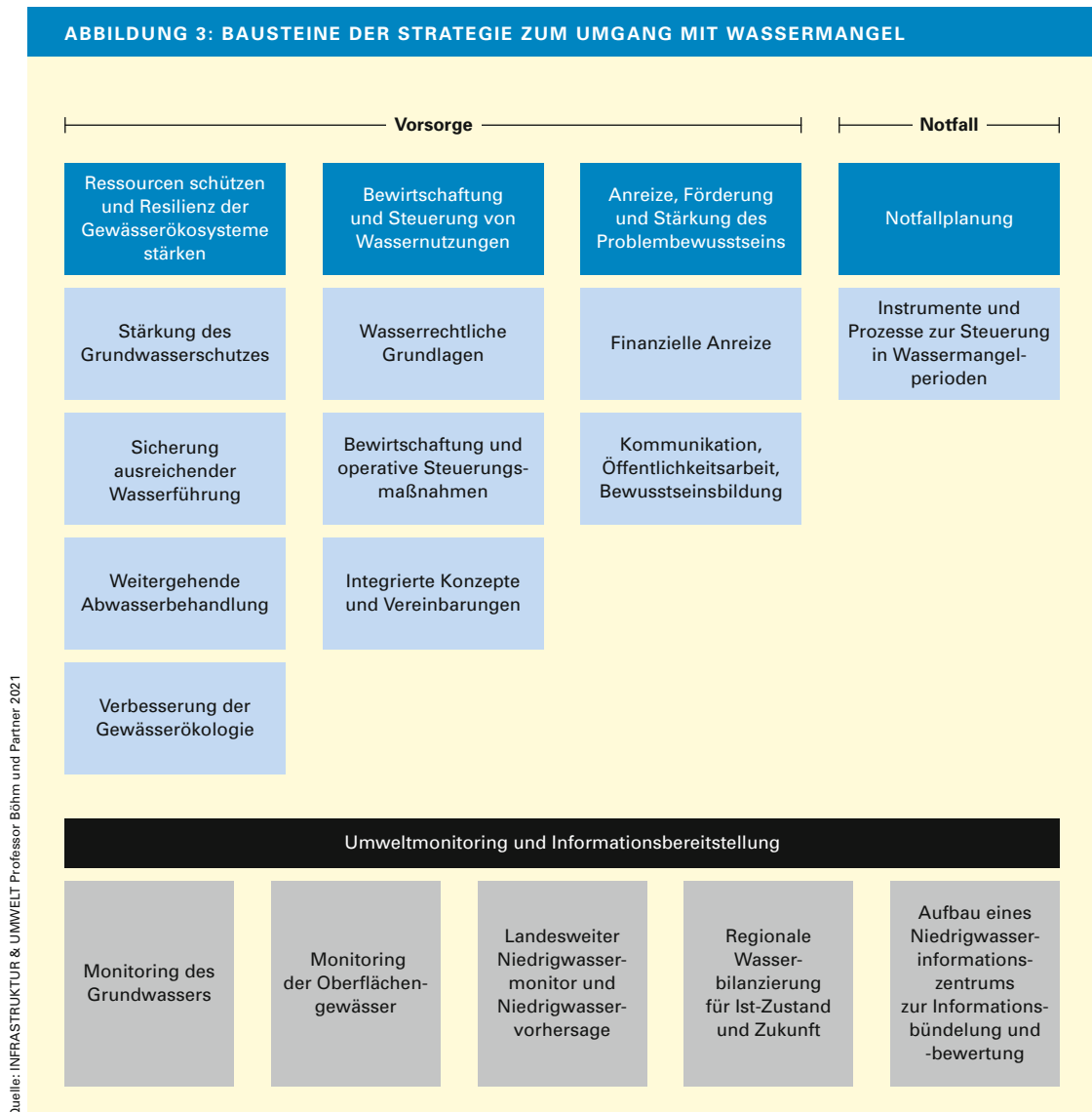
Aufbauend auf diesen Grundlagen müssen die erforderlichen Wassernutzungen mit der aktuellen und zukünftigen Verfügbarkeit und Güte der Ressourcen untereinander koordiniert und gesteuert werden. Da die Vorsorge für Trockenperioden allein die Problematik nicht lösen kann, ist eine Notfallplanung beziehungsweise die notfallbedingte Steuerung der Wasserressourcen ein eigenes Aufgabefeld.

Schließlich soll die Realisierung strategischer Maßnahmen durch alle relevanten Akteurinnen und Akteure mithilfe gezielter finanzieller Förderung

sowie durch Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit dazu beitragen, dass die Gesamtstrategie zügig und effektiv umgesetzt werden kann.

Im Folgenden werden die zentralen Bausteine der Strategie vorgestellt und erläutert (siehe Abbildung 3, Seite 18) sowie Chancen und Hürden für deren Fortentwicklung benannt. Damit die nachfolgend beschriebenen Handlungsansätze nachhaltig und integrativ Wirkung entfalten können, sind die aus fachlicher Sicht notwendigen strategischen Steuerungsmaßnahmen in alle Ebenen der räumlichen Planung zu integrieren und mit den jeweiligen raum- und umweltplanerischen Instrumenten umzusetzen: der Landesplanung mit dem Landesentwicklungsplan, Regionalplanung mit dem Regionalplan, der kommunalen Bauleitplanung mit dem Flächennutzungsplan und den Bebauungsplänen sowie der Landschaftsplanung mit dem Landschaftsprogramm, den Landschaftsrahmenplänen, Landschaftsplänen und den Grünordnungsplänen. Alle raumbedeutsamen Planungen sind in den jeweiligen Planungsverfahren mit den relevanten Fachplanungsträgern beziehungsweise Fachressorts – hier insbesondere den Wasserbehörden – durch Beteiligung im Verfahren abzustimmen.

Die Kommunen sind darüber hinaus angehalten, die informellen Instrumente der Stadt- und Ortsentwicklung zu nutzen. Insbesondere die Aushandlung unterschiedlicher Ansprüche an die knappen Flächenressourcen muss auf der übergeordneten strategischen Planungsebene der Kommunen stattfinden, um eine nachhaltige Siedlungsentwicklung (zum Bei-


**ABBILDUNG 3: BAUSTEINE DER STRATEGIE ZUM UMGANG MIT WASSERMANGEL**


Quelle: INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner 2021

spiel durch die Schaffung „blau-grüner“ Infrastrukturen, multifunktionaler Flächennutzungen, Freihaltung oder Entsiegelung von Flächen) vorzubereiten.

#### 4.1 RESSOURCEN SCHÜTZEN UND RESILIENZ DER GEWÄSSERÖKOSYSTEME STÄRKEN

Um den nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels und einem steigenden Nutzungsstress begegnen zu können, ist die Sicherung der natürlichen Wasserressourcen eine zwingende Grundlage für alle nutzungsseitigen Steuerungsmaßnahmen. Folgende wesentliche Ziele werden dabei verfolgt:

- Die Grundwasserressourcen müssen sowohl quantitativ als auch qualitativ für künftige Generationen erhalten und eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sichergestellt werden. Dies ist auch eine Voraussetzung für den „guten Zustand“ des Grundwassers (LUBW 2020).
- In Oberflächengewässern ist eine ausreichende Wasserführung zu sichern, damit die vielfältigen Funktionen von Fließgewässern und Seen gewährleistet sind.
- An besonders empfindlichen Gewässern oder Gewässern mit einer hohen Abwasserbelastung sind Maßnahmen der Abwasserbehandlung zur Reduktion des Eintrages von Phosphor und der Ausbau mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination entsprechend der Spurenstoffstrategie des Landes Baden-Württemberg weiter voranzutreiben.
- Die Resilienz von Fließgewässerökosystemen ist gegenüber den Auswirkungen von Niedrigwasser und dessen Folgen für die Wasserqualität in Hinblick auf das Bewirtschaftungsziel „guter ökologischer und chemischer Zustand“ der Gewässer zu erhöhen.



Foto: RicoBest, Shutterstock

*Damit sich Grundwasser neu bilden kann, muss eine beschleunigte Ableitung von Niederschlagswasser in Oberflächengewässer vermieden werden.*

#### 4.1.1 STÄRKUNG DES GRUNDWASSERSCHUTZES

Der Grundwasserschutz umfasst quantitative (Erhalt beziehungsweise Erhöhung der Grundwasserneubildung, Abflussrückhalt in der Fläche) sowie qualitative Aspekte (Verhinderung von Schadstoffeintrag). Beide werden maßgeblich durch die Flächennutzung und Bodenbearbeitung beeinflusst. Im Hinblick auf Wassermangelsituationen stehen jedoch quantitative Aspekte im Fokus der Strategie.

Wie in Kapitel 2.2.1 erläutert, ist in den vergangenen Jahren eine rückläufige Grundwasserneubildungsrate zu beobachten. Daher ist die Förderung der Grundwasserneubildung insbesondere aus Niederschlag eine wichtige Maßnahme für das Management knapper Wasserressourcen. Die durch den Klimawandel bedingten Veränderungen im Niederschlagsverhalten können sich zusätzlich nachteilig auf das Neubildungspotential auswirken.

Hierfür ist die Minimierung des Oberflächenabflusses durch den Erhalt beziehungsweise die Verbesserung von Bodeneigenschaften mit Bedeutung für das Wasserrückhaltevermögen der Landschaft (Infiltrationsfähigkeit der Böden) erforderlich; ebenso der Erhalt abflussverzögernder Landschafts- und Vegetationsstrukturen und die Steigerung der schadlosen dezentralen Niederschlagsversickerung. Zum Schutz der vorhandenen Ressourcen gehören auch die naturnahe Entwicklung der Gewässer und Auen, die Revitalisierung von naturfern ausgebauten Gewässerabschnitten oder die Wiedervernässung von Mooren sowie die angepasste Nutzung von Moorböden und weiteren grundwasserbeeinflussten Böden. Höhere Grundwasserstände in den Auen können zu einer Erhöhung des nutzbaren Grundwasserdargebots in den angrenzenden Einzugsgebieten führen.

Landwirtschaftlich genutzte Kulturlflächen tragen ebenfalls zur Grundwasserneubildung bei. Aufgrund der Zunahme von Starkregenereignissen sollten diese Flächen daher so bewirtschaftet werden, dass eine beschleunigte Ableitung des Niederschlagswassers in die Oberflächengewässer vermieden wird. Eine an den Standort angepasste Bodenbearbeitung kann einen positiven Beitrag leisten. Durch das Befahren bei zu großer Bodenfeuchte neigen Böden zur Verdichtung, was das Versickerungsvermögen beeinträchtigt. Eine zu fein bearbeitete Bodenoberfläche führt ebenso zu einer reduzierten Infiltration. Vernässungsstellen wurden für eine bessere Nutzbarkeit und Befahrbarkeit oftmals entwässert oder dräniert. Wasserrückhalt auf der Fläche bedeutet deshalb, soviel Wasser wie möglich so lange wie möglich auf der Fläche zu halten und die Versickerung vor Ort zu begünstigen. Es stehen zahlreiche bodenschonende Bewirtschaftungsmaßnahmen und Verfahren zur Verfügung, die die Infiltrationsleistung der Böden erhalten und verbessern können.

Gleichzeitig müssen die Bemühungen zur Reduktion des Nitrat- und Schadstoffeintrags in das Grundwasser weitergeführt werden. Insbesondere in Trockenzeiten ist eine veränderte Dynamik hinsichtlich des Eintrags in das Grundwasser zu erwarten.

In der Waldbewirtschaftung ist der naturnahe, multifunktionale Ansatz beizubehalten. Die laufenden Aktivitäten zum Waldumbau, Walderhalt und zur Wiederbewaldung (zum Beispiel gemischte Wälder und moderne bodenschonende Arbeitsverfahren) zeigen bereits positive Wirkungen hinsichtlich der Wasserfunktionen. Die Sicherstellung einer trockenstresstoleranten Waldbedeckung ist die notwendige Voraussetzung dafür, dass die Wasserspende sich über das Jahr gleichmäßig verteilt und durch Kalamitäten (großflächige Waldschäden) verursachte

Nitratausträge vermieden werden. Auch Waldwege, Entwässerungseinrichtungen sowie der Befahrungszustand von Waldböden haben einen messbaren Einfluss auf den Oberflächenabfluss. Es sollte außerdem beachtet werden, dass bei Neuanlage von Waldwegen kein Grundwasserleiter angeschnitten und geeignetes, das heißt unbelastetes Material verwendet wird.

Ferner ist die Vermeidung bzw. Minimierung der Bodenversiegelung notwendig. Hier haben Träger der Bauleit-, Stadt- und Verkehrsplanung zentrale Rollen inne: So sollen ausreichend unversiegelte Freiflächen vorgesehen werden, gegebenenfalls unter Berücksichtigung multifunktionaler Flächennutzungen, die eine urbane Nutzung und gleichzeitig die Versickerung von Niederschlagswasser zulassen. Für versiegelte Flächen sind konsequent die Möglichkeiten der schadlosen dezentralen Niederschlagswasserbeseitigung zu nutzen.

Raumplanerische und wasserrechtliche Instrumente, die dem flächigen vorsorgenden Grundwasser- und Trinkwasserschutz dienen, sind konsequent einzusetzen. Diese Belange müssen entsprechend ihrer existenziellen Bedeutung zur Daseinsvorsorge eine hohe Gewichtung in allen Abwägungsverfahren erhalten. Maßnahmen hierfür sind:

- Die zügige Neuausweisung und Aktualisierung von Wasserschutzgebieten für die öffentliche Wasserversorgung nach dem Stand der Technik.
- Die landesweite Festlegung von Vorrang- und Vorbehaltsgebieten zur Sicherung von Wasservorkommen im Rahmen der Regionalplanung (die Pflicht zu entsprechenden Festlegungen ergibt sich aus den Zielen von Plansatz 4.3.1 des Landesentwicklungsplans 2002).

#### 4.1.2 SICHERUNG AUSREICHENDER WASSERFÜHRUNG

Ausreichende Wasserführung ist auch in langen niederschlagsfreien Perioden die Voraussetzung sowohl für eine intakte Gewässerökologie (siehe auch Kapitel 4.1.4) als auch für viele anthropogene Nutzungen. Da sich Oberflächengewässer in Trockenzeiten weit überwiegend aus dem Grundwasser speisen, sind die in Kapitel 4.1.1 beschriebenen Maßnahmen zur Stärkung der Grundwasserneubildung auch bei Niedrigwasser in Oberflächengewässern wirksam. Auch eine vorsorgende Nutzungssteuerung sowie eine vorausschauende wasserwirtschaftliche Bewirtschaftung sind Bausteine, um eine ausreichende Wasserführung zu gewährleisten (siehe auch Kapitel 4.3.2).

#### 4.1.3 WEITERGEHENDE ABWASSERBEHANDLUNG

Eine ordnungsgemäß und zuverlässig funktionierende Abwasserreinigung trägt insbesondere in Niedrigwasserzeiten zur Erreichung der quantitativen und qualitativen Anforderungen im Gewässer bei. Es ist davon auszugehen, dass auf lange Sicht die Veränderungen des Abflussgeschehens, vor allem die Abnahme des mittleren Niedrigwasserabflusses, zu weitergehenden Anforderungen an die Reinigungsleistung von Abwasserbehandlungsanlagen führen werden.

Die im Rahmen des WRRL-Maßnahmenprogramms eingeleiteten Anstrengungen zur Reduktion des Eintrags von Phosphor über Kläranlagen und die Mischwasserbehandlung sind weiter voranzutreiben. Dank der Spurenstoffstrategie des Landes Baden-Württemberg wird der Ausbau von Kläranlagen mit einer Reinigungsstufe zur Spurenstoffentfernung bereits sehr erfolgreich gefördert: Vor allem an besonders empfindlichen Gewässern sowie an Gewässern, die zeitweise oder vollständig versickern oder deren Abwasseranteil im Gewässer bei mittlerem Niedrigwasserabfluss besonders hoch ist.

Einleitungen aus Regenwasseranlagen haben einen erheblichen Anteil an den stofflichen Einträgen in die Gewässer, insbesondere bei stärkeren Regenereignissen nach längerer Trockenperiode. Maßnahmen des urbanen Wasserressourcenmanagements wie Abkopplung von Flächen und ortsnahe Versickerung können einen Beitrag leisten, die potenziellen Schmutzfrachtabgaben in Gewässern zu reduzieren. Wo dies nicht möglich ist, kann der Eintrag an einzelnen Anlagen, zum Beispiel durch Einbau von Retentionsbodenfiltern oder Schrägklärern, reduziert werden. Gemeinden und Gemeindeverbände als Betreiber von Kläranlagen und Regenüberlaufbecken müssen bis 31.12.2024 alle Regenentlastungsanlagen mit Messeinrichtungen ausstatten und das Funktionieren der Messanlagen nachweisen (UM-Erlass vom 02.07.2021). Auch gilt es,



Foto: Jürgen Gerhardt, xx Design Partner

Die Reinigungsstufe zur Spurenstoffentfernung im Klärwerk Tübingen



Foto: Jürgen Gerhardt, xx Design Partner

*Ufernahe Vegetation wirkt einer Erhöhung der Wassertemperatur entgegen.*

Verbesserungen in der Reinigungsleistung und Rückhaltungsmöglichkeiten zu verwirklichen. Kanäle und Stauräume sind regelmäßig zu reinigen, um größere Schmutzansammlungen vorzubeugen.

Ergänzend kann die Abwasserwärmenutzung aus dem Auslauf von Kläranlagen – bei der dem eingeleiteten Wasser selbst die Wärme entzogen wird – einen positiven Beitrag für den Wärmehaushalt der Oberflächengewässer leisten.

#### 4.1.4 VERBESSERUNG DER GEWÄSSERÖKOLOGIE

Die aquatischen Lebensräume werden sich aufgrund eines geänderten Temperaturregimes wandeln. Einzelne Arten oder bestimmte Nahrungsnetze haben sehr spezielle Anforderungen an ihren Lebensraum und können sich kaum an veränderte Umweltfaktoren wie wärmeres Wasser, höhere Nährstoffgehalte oder fehlende Lebensräume anpassen. Aufgrund unzureichender Vernetzung (Durchgängigkeit) können potenzielle Lebensräume nicht erschlossen werden. Insgesamt wird die Gewässerökologie als hoch vulnerabel eingestuft und es bedarf daher eines besonderen Augenmerks bei der Erhöhung der Widerstandsfähigkeit.

Bereits kurzzeitige Extremtemperaturen des Wassers gepaart mit niedrigem Sauerstoffgehalt – was bei geringem Wasserabfluss sehr viel eher auftritt als bei normalem Abfluss – führen zu physiologischem Stress und erhöhten Stoffwechselraten bei Fischen und einheimischen Krebsen. Dies kann sich negativ auf die Populationen auswirken. In Niedrigwasserperioden sind bereits jetzt die Wassertiefen und Fließgeschwindigkeiten für einige Fischarten zu gering.

Aber nicht nur Fische und einheimische Krebse, sondern auch andere Gewässerorganismen wie zum Beispiel die am Gewässerboden lebenden wirbellosen Organismen (Makrozoobenthos) sind empfindlich gegenüber Niedrigwasserständen, geringen Fließgeschwindigkeiten und hohen Wassertemperaturen. Wärmeempfindliche Arten werden aufgrund der Erwärmung in kühlere Bereiche aufwärts wandern. Kälteliebende Arten werden verdrängt oder finden keine geeigneten Lebensräume mehr vor. In kleineren Fließgewässern kann es in Niedrigwasserperioden künftig vermehrt zu einer Gefährdung durch Austrocknung kommen.

Naturnahe Ufervegetation wie Wald, Galerie oder Röhricht hat einen wichtigen Einfluss auf die Gewässerökologie, sie beschattet das Gewässer und wirkt einer Erhöhung der Wassertemperaturen entgegen. Dieser Effekt ist besonders bei kleineren Fließgewässern zu beobachten, bei größeren Gewässern hat die Beschattung durch die begleitende Ufervegetation einen geringeren Einfluss auf die Wassertemperatur.

Resilienz und Anpassungskapazität gegenüber Extremereignissen sind umso größer, je besser der Zustand eines Gewässersystems und dessen Strukturvielfalt sind. Daher müssen folgende Maßnahmen in Hinblick auf die Vorsorge vor Niedrigwasser- und Hitzeperioden ergriffen werden:

- Gewässerumbau und -unterhaltung müssen an natürlichen Gewässerstrukturen orientiert werden, da diese dem Ökosystem Fließgewässer ermöglichen, mit Niedrigwasserzeiten besser umzugehen. Gewässer sind daher durchgängig naturnah zu gestalten beziehungsweise zu ent-



wickeln. Die Erkenntnisse und Konzepte aus der Landesstudie Gewässerökologie sind dabei konsequent umzusetzen. Rückzugsräume für die Fauna sind so zu entwickeln, dass sie auch in Niedrigwasserzeiten zur Verfügung stehen.

- Niedrigwasserrinnen und Kolke sind gerade für die Niedrigwasser-Resilienz von großer Bedeutung.
- Kühlere, durch einen gewässertypspezifischen Gehölzsaum beschattete Uferbereiche als Rückzugsraum für wärmesensible Arten tragen zur Verbesserung der Lebensraumbedingungen bei. Hierzu ist ein konsequenter Schutz von Gewässerrandstreifen entsprechend den gesetzlichen Regelungen (§ 29 Wassergesetz) erforderlich.
- Zur Stabilisierung des Ökosystems Gewässer mit Aue gegenüber Trockenheit und Niedrigwasser können gewässernahe Bereiche mit entsprechendem Entwicklungspotenzial gesichert werden. Die Grundlagen aus der Landesstudie Gewässerökologie sind dabei zu beachten. Über den Biotopverbund Gewässerlandschaften können Synergien zur Entwicklung von Auen oder Feuchtstandorten erschlossen werden.

#### 4.2 UMWELTMONITORING UND INFORMATIONSBEREITSTELLUNG

Die LUBW ist als Trägerin des gewässerkundlichen Dienstes beauftragt, Wassermenge und -qualität von Grund- und Oberflächengewässern in Baden-Württemberg regelmäßig zu überwachen. Für das Management von Extremwettersituationen wie Niedrigwasser und Trockenperioden besteht ein darüber

hinausgehender Bedarf an flächendeckenden, laufenden Aufzeichnungen und kurzfristigen Auswertungen von Daten als wichtige Grundlage für Situationsanalysen und Vorhersagen. Nur wenn die notwendigen Grundlagen und Einrichtungen geschaffen werden, kann die LUBW alle erforderlichen Daten und Analysen für das Management der vielfältigen Anforderungen diverser Akteurinnen und Akteure bei Wassermangel bereitstellen. Der hierzu erforderliche Bedarf wird nachfolgend näher dargestellt.

##### 4.2.1 MONITORING DES GRUNDWASSERS

Der Überwachung des Grundwassers kommt eine zentrale Bedeutung zu, um kritische Entwicklungen zu erkennen und Defiziten in der Qualität und Menge des Grundwassers entgegenzuwirken.

Die Ergebnisse der Untersuchungen des gewässerkundlichen Dienstes werden jährlich von der LUBW im Bericht zum Grundwasserüberwachungsprogramm veröffentlicht. Sie sind auch Grundlage für die Bewertung des chemischen und mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper gemäß Wasserrahmenrichtlinie sowie für die Bewertung mit Nitrat belasteter Gebiete gemäß Düngeverordnung. Einen Beitrag zum qualitativen Grundwassermonitoring in den Wasserschutzgebieten Baden-Württembergs leistet die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO). Im Rahmen der SchALVO werden jährlich die Wasserschutzgebiete auf Grundlage des Kooperationsmessnetzes der Wasserversorgungsunternehmen (circa 2.400 Messstellen) auf Nitrat und Pflanzenschutzmittel unter-



Peilrohr einer Grundwassermessstelle in Baden-Württemberg





Wassergütemessstation Karlsruhe beim Rheinhafen

sucht. Darüber hinaus werden die Informationen zu Grundwasserquantität und -qualität für das Monitoring der Trinkwasserversorgung benötigt.

Für das Klimafolgen-Monitoring besteht bei der Grundwasserüberwachung Handlungsbedarf. Um eine größere räumliche Abdeckung zu erreichen und die Datenqualität zu verbessern, sind die vorhandenen Messnetze anzupassen und weitere Grundwassermessstellen einzurichten. Ebenso ist zu prüfen, inwieweit Messstellen, zum Beispiel der Wasserversorgungsunternehmen, für das Monitoring genutzt werden können. Bestehende Messstellen sind mit Datenloggern und Temperatursonden auszustatten, um den Datenabruf zu automatisieren und zeitnahe Prognosen zu ermöglichen.

Für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung sind regionale oder lokale Wasserbilanzen erforderlich, die über Grundwasser- und Wasserhaushaltsmodelle ermittelt und bereitgestellt werden müssen. Sie sind als Entscheidungshilfe notwendig, um zukünftig Grundwassererschließungen und -entnahmen, Wasserrechtsverfahren, konkurrierende Nutzungsinteressen et cetera ressourcengerecht beurteilen zu können.

Es ist notwendig, dass Echtzeitdaten, Langzeitbeobachtungen und Statistiken zu Grundwasserständen und -temperaturen und Quellschüttungen über das Internet und Intranet zur Verfügung gestellt werden. Es sind (öffentliche) Downloadoptionen einzurichten, die es möglich machen, die Daten in gängigen Dateiformaten zu exportieren. Diese dienen als Datenbasis für regionale Grundwassermodelle und -bilanzen.

#### 4.2.2 MONITORING DER OBERFLÄCHEN-GEWÄSSER

Als Teil des gewässerkundlichen Dienstes in Baden-Württemberg nimmt das hydrologische Landesmessnetz mit seinen 256 Pegeln eine zentrale Rolle ein. Auf Basis der gewonnenen Pegelmesswerte werden flächendeckende Aussagen zu hydrologischen Abfluss-Kennwerten am Gewässer für fast 13.000 Einzugsgebiete in Baden-Württemberg abgeleitet: darunter der mittlere Abfluss [MQ], der mittlere Niedrigwasserabfluss [MNQ] und Hochwasserabflüsse wie MHQ, HQT und HQExtrem (LUBW 2021b). Nur rund die Hälfte der 256 Pegel (genau: 132 Pegel) sind „ideal“ oder „gut“ geeignet für verlässliche Aussagen zum Niedrigwasserabfluss. Dies bedeutet, dass die Messunsicherheit bei niedrigen Abflüssen und geringen Wassertiefen hoch sein kann. Zur Schaffung eines flächendeckenden Niedrigwassermessnetzes müssen Pegelanlagen an Oberflächengewässern teilweise optimiert oder neu errichtet werden, insbesondere an Gewässern II. Ordnung. Ebenso ist zu prüfen, ob auch Pegelanlagen privater Betreiber für das Monitoring mit verhältnismäßigem Aufwand nutzbar gemacht werden können.

Um kritische regionale Entwicklungen rechtzeitig erkennen zu können, sind zukünftig mehr Abflussmessungen und zeitnahe Auswertungen erforderlich. Empfohlen wird auch die Herausgabe eines gewässerkundlichen Jahresberichtes und die regelmäßige, beispielsweise alle fünf Jahre aktualisierte Fortschreibung und Bewertung von Niedrigwasser-

kennwerten sowie von Trendanalysen zum regionalen Abflussgeschehen.

Im Hinblick auf die gewässerökologische Relevanz sind neben dem Abfluss, Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit wichtige Parameter. Diese werden derzeit nur an 26 Gewässergütestationen kontinuierlich erfasst – schwerpunktmäßig am gestauten Neckar und seinen Zuflüssen sowie an Rhein und Donau. Temperatur- und weitere Gütedaten werden gemessen und im Internet dargestellt. An den meisten dieser Messstellen ist auch eine Temperaturprognose für neun Folgetage verfügbar. Es werden aber räumlich höher aufgelöste Informationen benötigt, um künftig tagesaktuell regionale Lageeinschätzungen als Grundlage für Sofortmaßnahmen (zum Beispiel Einschränkung von Wasserentnahmen) geben zu können und die Datengrundlage für längerfristige Maßnahmen zu schaffen. Hierzu müssen Pegel mit den entsprechenden Sensoren ausgestattet werden. Zusätzlich wird es in Zukunft notwendig sein, Daten privater Betreiber aus der Anlagenüberwachung hinzuzuziehen, wo dies mit verhältnismäßigem Aufwand möglich ist.

#### 4.2.3 LANDESWEITER NIEDRIGWASSERMONITOR UND NIEDRIGWASSERVORHERSAGE

Es wird nicht möglich sein, an allen Gewässern (Oberflächengewässer und Grundwasserleiter) mit Wasserentnahmen einen Zeigerpegel zur objektiven Niedrigwasserbewertung einzurichten. Um den Wassernutzern auch für Gewässer ohne Messdaten eine objektive Information zur Niedrigwasserlage bereitstellen zu können, bedarf es einer regionsbezogenen Niedrigwasserklassifizierung bis in kleine Einzugsgebiete. Vergleichbar zur regionalen Hoch-

wasserfrühwarnung der LUBW ist die Bereitstellung einer täglich aktualisierten landesweiten Karte zur Niedrigwasserlage mit „Ampelfarben“ erforderlich, sowohl für den aktuellen Zustand als auch eine Abschätzung für die Folgetage. Diese regional einzugsgebietsbezogene Information – eine Frühwarnung zur Niedrigwasserlage („Niedrigwassermonitor“) – ist eine wesentliche Ergänzung zu den punktuellen Pegelmessungen.

Im Bereich der pegelbezogenen Niedrigwasservorhersage für rund 100 Gewässerpegel in Baden-Württemberg gibt es derzeit einen Vorhersagezeitraum und damit einen Planungshorizont von maximal 10 Tagen in die Zukunft. Seitens der Wassernutzer im Land besteht ein großer Bedarf, diesen Planungshorizont hin zu hydrologischen Mittel- und Langfristabschätzung deutlich zu erweitern. Behörden, Naturschutz, Landwirte, Unternehmen sowie private Haushalte könnten so frühzeitig vorsorgende Maßnahmen ergreifen.

#### 4.2.4 REGIONALE WASSERBILANZIERUNG FÜR IST-ZUSTAND UND ZUKUNFT

Aufgrund des Klimawandels werden sich im jahreszeitlichen Verlauf die Bodenfeuchtigkeit und Grundwasserneubildung, die Wasserverfügbarkeit in den Gewässern sowie das Auftreten und die Größenordnungen von Hoch- und Niedrigwasser verändern. Auch bei den Wassertemperaturen werden deutliche Änderungen eintreten.

Über das landesweite Wasserhaushalts- und Wärmemodell LARSIM (LARSIM-Entwicklergemeinschaft 2020) lässt sich dies sowohl in Echtzeit (HVZ) als auch für Klimaprojektionen (KLIWA) und vergangene Dekaden räumlich hochaufgelöst für die gesamte Landesfläche berechnen.

In den Wasserhaushalts- und Grundwassermodellen können nicht nur aktuelle wasserwirtschaftlichen (Bilanz-)Daten, wie zum Beispiel Wasserentnahmen, sondern auch unterschiedliche Zukunftsszenarien untersucht und bewertet werden. Auch das Zusammenwirken unterschiedlicher Maßnahmen in den Gewässer- und Grundwassereinzugsgebieten wird betrachtet. Hierzu bedarf es zuverlässiger Prognosen für den zukünftigen Wasserbedarf zum Beispiel im landwirtschaftlichen Bereich.

Angesichts der ökologischen, gesellschaftlichen und ökonomischen Bedeutung auch zukünftig gesicherter Wasserressourcen bedarf es des Aufbaus eines On-Demand-Dienstes „Wasserbilanz“ im Intranet. Über diesen sollen die Vollzugsbehörden und andere Nutzer detaillierte regionale Szenarien für die berechneten aktuellen und zukünftigen Bilanzen zur Wasserverfügbarkeit abrufen können. Zusätzlich sind die Daten in Form eines landesweiten Informationsdienstes „Wasserbilanz“ (Prognosedienst) aufzubereiten, über den die verschiedenen Größen



Foto: Firm, Shutterstock

Auch für die Niedrigwasservorhersage bilden Pegelmessungen die Grundlage.

der Wasserbilanz (zum Beispiel die aktuelle Bodenfeuchte analog Dürremonitor sowie Niedrigwasser- und Grundwasserneubildungskennwerte) für die Öffentlichkeit in Kartenform abrufbar und auswertbar sind. Nicht nur für den Ist-Zustand (tägliche HVZ-Berechnung), sondern auch als Monats- oder Jahresmittelwerte sowie für die Zukunftshorizonte nah (2021 bis 2050), mittel (2051 bis 2070), fern (2071 bis 2100) und für vergangene Dekaden (2000 bis 2020) sollen die Daten abrufbar sein. Die Darstellung von Zukunftshorizonten kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die Dringlichkeit von Handlungserfordernissen auch in Gebieten zu unterstreichen, die zwar aktuell noch nicht betroffen sind, es in Zukunft aber sein werden.

#### 4.2.5 AUFBAU EINES NIEDRIGWASSER-INFORMATIONSZENTRUMS ZUR BÜNDELUNG UND BEWERTUNG DER INFORMATIONEN

Damit das bisherige, das aktuelle und das zukünftige Wasserdargebot in Baden-Württemberg sowie dessen Veränderung erfasst werden und die Einflüsse der unterschiedlichen Wirkgrößen auch regional-spezifisch umfassend bewertet werden können, bedarf es eines Ausbaus des Monitorings, des Einsatzes wasserwirtschaftlicher Modelle, einer systematischen Erfassung und zeitaktueller Aufbereitung relevanter wasserwirtschaftlicher Daten und des Aufbaus eines Wassermangel- und Niedrigwasserwarnsystems.

Es ist erforderlich, die zur Verfügung stehenden Informationen basierend auf moderner Dateninfrastruktur in einem bei der LUBW neu einzurichtenden Niedrigwasserinformationszentrum (NIZ) zu bündeln, weiterzuverarbeiten und nutzergruppenspezifisch zur Verfügung zu stellen. Dem NIZ ob-

liegt nicht nur der Bündelung der genannten Mess- und Modellinformationen aus den Bereichen Oberflächengewässer (einschließlich Seen), Grundwasser und Gewässerökologie, sondern als Kompetenzzentrum auch die Gesamtkoordination im Fachbereich Wasser. Ebenso bewertet das NIZ die Fülle der Informationen und stellt den wasserwirtschaftlichen Akteurinnen und Akteuren neben den Auswertungen auch Leitfäden, Handlungsempfehlungen und Arbeitsanleitungen zur Verfügung.

Der Aufbau und der Betrieb des NIZ führt eine Vielzahl der bisherigen Aktivitäten der LUBW zusammen und ergänzt diese durch zahlreiche Neuerungen. Es erfordert jedoch zusätzliche Ressourcen, um den in den Kapiteln 4.2.1 bis 4.2.4 beschriebenen Anforderungen gerecht zu werden.

#### 4.3 BEWIRTSCHAFTUNG UND STEUERUNG VON WASSERNUTZUNGEN

Die Abstimmung der Wassernutzungen und deren Steuerung hinsichtlich verschiedener Nutzungserfordernisse und -möglichkeiten gehört zu den zentralen Aufgaben der Wasserwirtschaft. Das Wasserrecht schafft den Rahmen dafür, was in der Praxis durch die zuständigen Wasserbehörden umgesetzt wird. Außerdem besteht in Baden-Württemberg ein etablierter und intensiver Austausch zwischen der Wasserwirtschaftsverwaltung, den verschiedenen Nutzungen und Nutzergruppen, den wasserwirtschaftlichen Fachverbänden sowie Wissenschaft und Forschung. Dieser Austausch stellt eine wichtige Grundlage für die zukünftige nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen dar. Die Wasserwirtschaftsverwaltung leistet den wesentlichen ressourcenbezogenen Dateninput und bringt die fachlichen sowie rechtlichen Grundlagen für das



Foto: Malte Florian Klein, Adobe Stock

Entscheidend für nachhaltiges Wasserressourcenmanagement: der Austausch zwischen Wasserwirtschaft und Nutzergruppen.



wasserwirtschaftliche Niedrigwassermanagement ein. Ziele sind zum einen die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer und der Wasserressourcen und zum anderen ein gemeinwohlorientierter, gesellschaftlich akzeptierter Ausgleich der Nutzerinteressen an Grundwasser und Oberflächengewässern. Die Grundsätze der Raumordnung sind im Sinne einer nachhaltigen Raumentwicklung anzuwenden und in Raumordnungs- und Bauleitplänen zu konkretisieren. Dabei ist auch den räumlichen Erfordernissen im Zuge des Klimawandels Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen.

#### 4.3.1 WASSERRECHTLICHE GRUNDLAGEN

##### Wasserrechtliche Grundsätze

Das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) legt in § 5 sogenannte „Allgemeine Sorgfaltspflichten“ fest, die künftig mit den zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels eine größere Bedeutung als bisher erlangen werden. So ist jede Person verpflichtet, bei Maßnahmen, mit denen Einwirkungen auf ein Gewässer verbunden sein können, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine mit Rücksicht auf den Wasserhaushalt gebotene sparsame Verwendung des Wassers sicherzustellen und die Leistungsfähigkeit des Wasserhaushalts zu erhalten (§ 5 Abs. 1 Nr. 2 und 3 WHG).

Daneben regelt das WHG in § 6 sogenannte „Allgemeine Grundsätze der Gewässerbewirtschaftung“. Danach hat eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer vor allem zum Ziel, ihre Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern, insbesondere durch den Schutz vor nachteiligen Veränderungen der Gewässereigenschaften. Ein weiteres Ziel ist es, möglichen Folgen des Klimawandels vorzubeugen. Zugleich können Gewässer zum Wohl der Allgemeinheit und im Einklang mit ihm auch im Interesse Einzelner genutzt werden; bestehende oder künftige Nutzungsmöglichkeiten, insbesondere für die öffentliche Wasserversorgung sind zu erhalten oder zu schaffen.

Über die verschiedenen wasserwirtschaftlichen Instrumente, zum Beispiel die Bewirtschaftungsplanung, die Festsetzung von Wasserschutzgebieten oder die Zulassung der einzelnen Gewässerbenutzungen, wird eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung im Sinne der Zielvorgaben von den Wasserbehörden des Landes angestrebt. Diese Vorgaben sind daher bei der Planung von Gewässerbenutzungen, aber auch bei anderen Maßnahmen, wie Gewässerunterhaltung und Gewässerausbau, zu berücksichtigen.

Die Regelungen des WHG werden in Baden-Württemberg durch Allgemeine Grundsätze in § 1 des Landes-Wassergesetzes (WG) ergänzt, wonach mit dem Allgemeingut Wasser sparsam und effizient umzugehen ist und die Anpassung an die Folgen des Klimawandels berücksichtigt werden sollen.

##### Wasserrechtliche Zulassung von Gewässerbenutzungen

Gewässerbenutzungen bedürfen einer wasserrechtlichen Zulassung (§§ 8, 9 WHG, § 14 WG). Hierzu zählen zum Beispiel das Entnehmen und das Ableiten von Wasser aus oberirdischen Gewässern, die Benutzung von Grundwasser oder die Einleitung von Abwasser in ein Gewässer. In der Zulassung werden der Zweck sowie Art und Maß der Nutzung festgelegt und diese sind in aller Regel befristet (§§ 10, 13 WHG). Grundsätzlich wird die Zulassung in Form der Erlaubnis erteilt. In besonders gelagerten Fällen und bei Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen kommt, ebenfalls auf Antrag, eine gehobene Erlaubnis oder eine Bewilligung in Betracht (§§ 14, 15 WHG). Die Erlaubnis kann widerrufen werden, während der Widerruf einer Bewilligung nur unter den Voraussetzungen von § 18 Abs. 2 WHG erfolgen kann. Unschädliche Gewässerbenutzungen können zulassungsfrei sein (dazu unten).

Die gesetzlichen Regelungen lassen eine Berücksichtigung des Klimawandels und den künftig erwarteten häufigeren, intensiveren und längeren Trocken- und Hitzephasen schon bei der Zulassung von Gewässerbenutzungen zu. Ebenso kann den im Sommer steigenden Wassertemperaturen der Fließgewässer und stärker abnehmenden Abflussmengen durch nachträgliche Beschränkungen (zum Beispiel Einschränkung des Gemeingebrauchs durch Allgemeinverfügung oder Rechtsverordnung aufgrund von § 21 WG) Rechnung getragen werden. Für das Aufstauen, das Entnehmen oder Ableiten von Wasser aus einem oberirdischen Gewässer ist die sogenannte Mindestwasserführung ausdrücklich geregelt (§ 33 WHG). Dies ist zum Beispiel bei der Nutzung der Wasserkraft von Bedeutung, bei der in Baden-Württemberg auch Schwall und Sunk zu vermeiden sind und nur ausnahmsweise gestattet werden können (§ 23 Abs. 2 WG). Wird Wasser entnommen oder abgeleitet, soll dieses nach der Nutzung ortsnah zurückgeleitet werden (§ 14 Abs. 2 WG). Auch dürfen Benutzungen des Grundwassers grundsätzlich im Sinne einer nachhaltigen Nutzung nur im Rahmen der Neubildung zugelassen werden (§ 12 Abs. 4 WG). Darüber hinaus enthält § 22 WHG auch eine Regelung für den Ausgleich zwischen konkurrierenden Gewässerbenutzungen.

Die zuständige Wasserbehörde kann auch nachträglich bei bereits bestehenden Zulassungen In-

halts- und Nebenbestimmungen anordnen (§ 13 WHG). Generell sind erteilte wasserrechtliche Zulassungen für Gewässerbenutzungen regelmäßig sowie aus besonderem Anlass zu überprüfen und, soweit erforderlich, anzupassen (§ 100 Abs. 2 WHG).

#### Zulassungsfreie Gewässerbenutzungen

Im Rahmen des sogenannten Gemeingebrauchs ist die Benutzung von oberirdischen Gewässern unter den Voraussetzungen von § 25 WHG in Verbindung mit § 20 Abs. 1 S. 1 WG jeder Person gestattet. So bedarf zum Beispiel das Schöpfen mit Handgefäßen keiner Erlaubnis. Zulässig sind nur Entnahmen, die in ihrer Menge unschädlich für das Gewässer sind.

Für die Landwirtschaft, die Forstwirtschaft und den Gartenbau lässt § 20 Abs. 1 S. 2 WG Wasserentnahmen in geringer Menge zu. Was eine „geringe Menge“ ist, hängt im jeweiligen Einzelfall von Kriterien wie dem Wasserdargebot, den Auswirkungen auf den örtlichen Wasserhaushalt und der absoluten Entnahmemenge ab und wird behördlich überprüft. Auch diese Entnahmen müssen letztlich für das Gewässer unschädlich sein.

Aus Gründen des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere der Ordnung des Wasserhaushalts und des Schutzes der Natur kann die Ausübung des Gemeingebrauchs geregelt, beschränkt oder gänzlich verboten werden (§ 21 Abs. 2 WG).

Das Entnehmen, Zutagefördern, Zutageleiten oder Ableiten von Grundwasser für den Haushalt oder den landwirtschaftlichen Hofbetrieb ist erlaubnisfrei, soweit keine signifikanten nachteiligen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt zu besorgen sind (§ 46 Abs. 1 WHG). Nur unter dieser Voraussetzung ist in Baden-Württemberg auch die Benutzung von Grundwasser zum Zwecke der Bewässerung kleingärtnerisch genutzter Flächen in geringen Mengen zulassungsfrei (§ 42 Abs. 2 WG). Diese Voraussetzungen werden im Einzelfall von der Wasserbehörde überprüft. Bohrungen in Grundwasserleiter bedürfen einer Erlaubnis (§ 43 Abs. 2 WG).

#### 4.3.2 BEWIRTSCHAFTUNG UND OPERATIVE STEUERUNGSMASSNAHMEN

In der Praxis existiert neben den rechtlichen Rahmenbedingungen ein weitreichendes Instrumentarium, mit dem die zuständigen Wasserbehörden das Wasserrecht umsetzen, um die Ressourcen zu bewirtschaften und deren Nutzung zu steuern. Jedoch wurden im Vollzug verschiedene Problemstellungen beim Management von Niedrigwasserereignissen und Trockenheit identifiziert, deren Ursache in vielen Fällen in fehlenden oder nicht ausreichenden Daten liegt (siehe auch Kapitel 4.2). Dies betrifft zunächst die vorsorgende Bewirtschaftung und Nutzungssteuerung im Hinblick auf einen vorausschau-

enden Ressourcenschutz. Auch für den Niedrigwasserfall selbst müssen Abläufe, Maßnahmen und Eingriffsmöglichkeiten in bestehende Wasserrechte geklärt sein. Diese müssen für verschiedene Nutzungen sowie (ökologische) Anforderungen der Gewässer differenziert dargestellt sein.

Für die vorausschauende Nutzungssteuerung vor und während Niedrigwassersituationen bedarf es aber auch, neben vollständigen Daten zum Wasserdargebot in Abhängigkeit von der hydrologischen Lage, einer verlässlichen, differenzierten Datenlage der tatsächlichen Wasserbedarfe und -entnahmen. Nur so kann eine standardisierte Betrachtung der Summationseffekte einzelner Entnahmen und Einleitungen für das jeweilige Einzugsgebiet vorgenommen werden. Mit einer darauf aufbauenden verbesserten regionalen Wasserbilanzierung (siehe auch Kapitel 4.2.4) kann die Bewirtschaftung zum Schutz der Ressourcen und zur Berücksichtigung der Nutzungserfordernisse zum Nutzen aller Beteiligten optimiert werden.

Für den wasserwirtschaftlichen Vollzug sind einheitliche und transparente Regelungen für den Ausgleich konkurrierender Gewässerbenutzungen und Maßnahmen im Niedrigwasserfall erforderlich. Dabei sind, neben der generellen Wassermengenbewirtschaftung, insbesondere folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

##### Tagesaktuelle Wassertemperaturprognosen

Für das Niedrigwassermanagement in Fließgewässern ist die Berücksichtigung von Güteaspekten einschließlich der Wassertemperatur ein wichtiger Baustein. Bislang veröffentlicht die LUBW tagesaktuelle Temperaturprognosen nur für den Rhein und den Neckar. Eine Ausweitung der Berechnungsmodelle auf weitere Flüsse ist als Grundlage für die Temperatursteuerung und für Einleitungsbeschränkungen sowohl im vorsorgenden Niedrigwassermanagement als auch in akuten Wassermangelperioden erforderlich. Betriebliche Gewässerbenutzungen sind hierbei einzubeziehen. Darauf aufbauend sind weitere Vollzugshilfen zur thermischen Nutzung von Gewässern mit Bezug zur Prozesskühlung in Industrie und Gewerbe zur Reduzierung von Wärmeeinleitungen in Gewässer notwendig, um die Nutzungen untereinander und gegenüber dem Ziel des Ressourcenschutzes steuern zu können.

##### Verminderung von Schwall- und Sunk-Effekten

Ein Betrieb, der Schwall- und Sunk-Effekte hervorruft, ist grundsätzlich nicht zugelassen und rechtlich zu ahnden (siehe auch Kapitel 4.3.1). In Zeiten mit geringem Abfluss können starke Abflussschwankungen in den Fließgewässern beobachtet werden, die zu erheblichen Belastungen der Gewässerfauna



(siehe auch Kapitel 3.5) führen können. Diese Abflussschwankungen lassen sich auf Schwall- und Sunk-Effekte, ausgelöst durch Wasserkraftanlagen bereits vor deren Abschaltung, zurückführen. Um Anlagen, die die Schwankungen auslösen oder diese verstärken, zu identifizieren und konsequent zu verfolgen, benötigen die Wasserbehörden leicht abrufbare beziehungsweise einsehbare Messwerte für jede Anlage. Diese sind technisch mit verhältnismäßigem Aufwand realisierbar.

Die Ursache für Schwall- und Sunk-Effekte liegt auch bei fehlerhaften oder zu sensibel reagierenden Steuerungen von Wasserkraftanlagen im Zusammenhang mit der Stauzielvorgabe. Um die Entstehung von Schwall- und Sunk-Effekten und damit zusätzlichen Stress auf das Gewässer in Zeiten niedriger Wasserführung zu vermeiden, sollte ein Katalog mit Optionen und Maßnahmen zur Unterstützung der Wasserbehörden und der Wasserkraftbetreiber erarbeitet werden.

#### Speicher und Speicherbewirtschaftung

Es ist zu prüfen, ob technische Maßnahmen zur Bewirtschaftung von Flussgebieten zum Ausgleich kritischer Niedrigwassersituationen erforderlich und wirksam sind. Hierzu bedarf es belastbarer quantitativer und zeitlicher Prognosen sowohl zum zukünftigen regionalen Wasserdargebot als auch zum regionalen und lokalen Wasserbedarf.

Als mögliche technische Maßnahmen kommen insbesondere Speicher zur Niedrigwasseraufhöhung in Betracht. Es ist zu prüfen, inwieweit vorhandene Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken einen Beitrag leisten können. Einige Anlagen, zum Beispiel im Regierungsbezirk Stuttgart sind bereits für die Niedrigwasseraufhöhung ausgerüstet. Es ist

zu prüfen, inwieweit weitere Anlagen durch Einbau geeigneter Entnahmebauwerke sowie durch Dauerstauerweiterung Beiträge leisten können. Weiterhin kommen technische Maßnahmen zur Abdeckung von Spitzenlasten (zum Beispiel Frostschutzberegnung, Nassholzlagerplätze) in Betracht. Für das Wassermanagement in der Landwirtschaft ist die Realisierung nachhaltiger Systeme wie Regen- und Wasserrückhaltesysteme sowie die Reaktivierung von Zisternen und Hochbehältern vorzusehen.

Die Realisierbarkeit, die Finanzierung von Investitionen und Betrieb sowie die Auswirkungen der Maßnahmen sind eingehend zu überprüfen. Die Steuerung vorhandener Einrichtungen wie Speicher, Überleitungen et cetera ist für die verschiedenen relevanten Szenarien zu überprüfen und gegebenenfalls zu optimieren.

#### 4.3.3 INTEGRIERTE KONZEPTE UND VEREINBARUNGEN

Die Ansprüche und möglichen Konflikte zwischen verschiedenen Nutzungen beziehungsweise Nutzergruppen (siehe auch Kapitel 3) erstrecken sich über zahlreiche Interessenslagen und fachliche Schwerpunkte. Die Wasserwirtschaft hat die Aufgabe, die verschiedenen Nutzungsmöglichkeiten untereinander und auf die Erfordernisse des Ressourcenschutzes abzustimmen und zu steuern. Jedoch kann dies nur in intensivem Austausch mit den betroffenen Fachbereichen und Interessensgruppen gelingen und nur wenn auch diese ihren Beitrag für die Vereinbarung gemeinsamer Konzepte leisten.

Zunächst müssen alle Akteurinnen und Akteure in ihrem Zuständigkeits- und Wirkungsbereich dafür sorgen, Maßnahmen zum möglichst sparsamen Umgang mit Wasser umzusetzen. Dabei wird regelmäßig die Frage der Verhältnismäßigkeit gestellt, zugleich muss sich die Minimierung der Wassernutzung auch an den Zielen des Ressourcenschutzes orientieren.

Um die Wechselwirkungen zwischen Ressourcenschutz und Nutzungserfordernissen nachhaltig und strategisch zu steuern, müssen vermehrt interdisziplinäre, integrierte Konzepte erarbeitet und ressortübergreifend verbindliche Vereinbarungen getroffen werden. Diese haben das Ziel, Transparenz zu schaffen und eine gerechte und planbare Bewirtschaftung sowie den Schutz der Wasserressourcen zu ermöglichen. Auch der Austausch auf regionaler Ebene muss forciert werden.

Es gibt bereits zahlreiche gute Beispiele für solche Vereinbarungen, von denen im Folgenden einige ausgewählte dargestellt werden. Auch die Bereiche Waldbrandgefahr und Brandschutz sowie Notfallplanung kommen für weitere Vereinbarungen infrage (siehe auch Kapitel 4.5).



Foto: Robert Schneider, Shutterstock

Die Nagoldtalsperre sorgt für Ausgleich bei Hoch- und Niedrigwassersituationen.

## Masterplan Wasserversorgung Baden-Württemberg

Vor dem Hintergrund der Folgen des Klimawandels (siehe auch Kapitel 3.1) hat das Land Baden-Württemberg den „Masterplan Wasserversorgung“ initiiert, in dem landesweit die Entwicklung der Trinkwasserressourcen bis zum Jahr 2050 abgeschätzt und die Struktur der öffentlichen Wasserversorgung erhoben und analysiert wird. Die Ergebnisse des Masterplans bilden eine fachliche Grundlage, auf der die für die öffentliche Wasserversorgung zuständigen Gemeinden und Verbände eigenverantwortlich entscheiden, welche Maßnahmen für die Sicherstellung einer zukunftsfähigen Wasserversorgung zu ergreifen sind. Das Ziel ist, Trinkwasser in guter Qualität und mit hoher Versorgungssicherheit zu einem angemessenen Preis jederzeit zur Verfügung zu stellen. Nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung und vorrangige Nutzung regionaler Verbundsysteme und ortsnaher Wasservorkommen sollen dabei berücksichtigt werden.

Die Erhebungen erfolgen pro Landkreis für alle Gemeinden im Land und starteten im vierten Quartal 2021 in elf Städten und Landkreisen. Die Projektleitung liegt beim Umweltministerium in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz. Der Masterplan Wasserversorgung umfasst folgende Bausteine:

- Erstellung einer Wasserdargebots- und -bedarfsbilanz für die öffentliche Wasserversorgung
- Erfassung der Struktur der öffentlichen Wasserversorgung
- Evaluation der Versorgungssicherheit
- Handlungsempfehlungen für eine zukunftsfähige Wasserversorgung

## Förderung Gemeinschaftlicher Bewässerungsinfrastruktur in der Landwirtschaft

Da sich der Klimawandel durch die zunehmende Trockenheit und häufige Spätfrostereignisse in den vergangenen Jahren in der Landwirtschaft bereits bemerkbar gemacht hat, hat das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) das Förderinstrument „Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur“ ins Leben gerufen. Damit wird das Ziel verfolgt, die Ressourceneffizienz zu steigern, wirtschaftliche Schäden zu vermeiden, die eigenverantwortliche betriebliche Risikovorsorge landwirtschaftlicher Unternehmen zu stärken und eine umweltgerechte und nachhaltige Lebensmittelproduktion zu sichern. Gefördert wird insbesondere:

- der Aufbau gemeinschaftlicher Infrastruktureinrichtungen zur Bewässerung und Frostschutzbe-

regnung landwirtschaftlicher Kulturen von der Wasserentnahmestelle bis zur Übergabestelle an das jeweilige einzelbetriebliche Bewässerungsnetz

- konzeptionelle Vorarbeiten, wie Durchführbarkeitsstudien und erforderliche Gutachten, im Zusammenhang mit den Investitionen zum Neubau oder zur Erweiterung und Modernisierung bereits bestehender überbetrieblicher Bewässerungsinfrastruktur

Unabhängig von dem Förderinstrumentarium muss insgesamt auf die effiziente Nutzung der Wasserressourcen geachtet werden:

- Konsequente Umstellung auf Wassersparteknik
- Nutzung einer effizienten Bewässerungsweise, um Verdunstungsverluste zu reduzieren
- Standortgerechte Umstellung auf trockenstresstolerantere Kulturpflanzen

Sinnvoll ist zudem eine Zusatzabsicherung für Zeiten fehlender Wasserverfügbarkeit. Die Wiederverwendung von Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung ist keine Option, da diese nicht den Grundsätzen des vorsorgenden Boden- und Grundwasserschutzes entspricht und eine laufende Qualitätskontrolle inklusive alternativer Optionen für die Landwirte nicht handhabbar ist.

## Handreichung zur Errichtung von Nassholzlagerplätzen

Eingeschlagenes Holz, welches nicht direkt vermarktet werden kann, wird zur Qualitätserhaltung in Nassholzlagerplätzen beregnet. Das Wasser wird meist aus Fließgewässern entnommen. Eine ausrei-



Foto: The PhotoFab, Shutterstock

Nassholzlagerplatz im Schwarzwald

chende Wasserführung der Gewässer ist daher entscheidend für den Betrieb der Lagerplätze.

Eine gemeinsam von den Ministerien für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) und für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) Baden-Württemberg erarbeitete Handreichung gibt einen kompakten Überblick über die aktuellen Rahmenbedingungen zur Zulassung und zum Betrieb von Nassholzlagerplätzen.

### Urbanes Wasserressourcenmanagement

Auch im Siedlungsbereich von Städten und Gemeinden hat der Klimawandel neben einer Zunahme des Überflutungsrisikos zunehmende Hitze und Trockenheit zur Folge. Die Auswirkungen sind im urbanen Raum aufgrund von hohen Versiegelungsraten und wenig Raum für Wasser besonders deutlich zu spüren. Dies stellt die Bevölkerung und die für die Planung von Gebäuden, Infrastrukturen sowie Frei- und Grünflächen Verantwortlichen vor Herausforderungen, denen sich zahlreiche Akteurinnen und Akteure gemeinsam stellen müssen (LAWA 2021).

Entsprechend dem Auftrag des Koalitionsvertrags sind ein urbanes Wasserressourcenmanagement konzeptionell zu entwickeln und darauf aufbauend praxisgerechte Lösungen zu erarbeiten: Im Gegensatz zu der bisher gängigen Praxis einer möglichst raschen Ableitung von Regenwasser in die Kanalisation ist das Ziel zu verfolgen, dezentrale Lösungen zur Versickerung, Verdunstung, Nutzung sowie zur Speicherung und gedrosselten Ableitung von Regenwasser umzusetzen (Schwammstadt-Prinzip). Neben der Entsiegelung von geeigneten Flächen wird das in bebauten Gebieten anfallende Regenwasser gesammelt, gespeichert und versickert.

So wird es für die Grundwasserneubildung, die Vegetation und die Verdunstung (und damit die Kühlung) verfügbar gemacht. Gleichzeitig sollen potenzielle Schäden infolge von Überflutungen durch Starkregen minimiert werden.

Dazu ist auf allen Ebenen der räumlichen Planung eine in den Planverfahren frühzeitig angelegte fachübergreifende Abstimmung zwischen Stadtplanung, Siedlungswasserwirtschaft und Unteren Wasserbehörden sowie anderen Akteurinnen und Akteuren erforderlich. Denn eine wesentliche Grundlage für die Wahl geeigneter Maßnahmen ist es, die Zusammenhänge zwischen Niederschlag, Wasserabfluss, Überflutung, Bebauung, öffentlichem Raum, Erschließung und vorhandener Topografie frühzeitig in den Planungsprozessen zu klären (Scoping). Die gemeinsame wasserwirtschaftliche und städtebauliche Förderung entsprechender Maßnahmen und eine enge Zusammenarbeit zwischen den betroffenen Ressorts ist unentbehrlich.

### 4.4 ANREIZE, FÖRDERUNG UND STÄRKUNG DES PROBLEMBEWUSSTSEINS

Die Umsetzung von ordnungsrechtlichen und planerischen Steuerungsmaßnahmen muss durch Anreize und diskursive Instrumente (Information, Kommunikation) unterstützt werden, um für ausreichendes Problembewusstsein und Akzeptanz bei allen relevanten Akteurinnen und Akteure und zielgerichtete Mitwirkung zu sorgen.

#### 4.4.1 FINANZIELLE ANREIZE

Die Umsetzung der bislang aufgeführten Maßnahmen kann gezielt durch finanzielle Anreize unterstützt werden. Zahlreiche Instrumente sind bereits etabliert, müssen aber in Hinblick auf den Erhalt der natürlichen Wasserressourcen und wasserabhängige Ökosysteme sowie einen sparsameren Umgang mit der Ressource Wasser regelmäßig überprüft und gegebenenfalls angepasst werden. Förderungen, die den Zielen der Strategie nicht entsprechen, sind im Rahmen der regelmäßigen Novellierungen zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen.

#### Wasserentnahmeentgelt

Baden-Württemberg erhebt seit dem 01.01.1988 ein Wasserentnahmeentgelt (WEE). Mit der Wasserrahmenrichtlinie und ihrer Umsetzung im Rahmen der Wassergesetze von Bund und Ländern wird Ressourcenschonung weiterentwickelt und konkretisiert. Mit dem Gesetz zur Änderung der Vorschriften über das Wasserentnahmeentgelt vom 29.07.2010, das am 01.01.2011 in Kraft getreten ist, wurde diesen wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Aufgabenstellungen Rechnung getragen. Das WEE



Foto: Jine Valokivaus, Shutterstock

Regenwasserversickerung statt Einleitung in die Kanalisation



leistet heute als ökonomisches Instrument wichtige Impulse zur Bewirtschaftung der Gewässer. Praktikabilität und Umsetzung sowie die Steuerungswirkungen der geltenden Regelungen werden regelmäßig evaluiert und bei Bedarf angepasst.

#### Abwasserabgabe

Nach dem Abwasserabgabengesetz wird für das Einleiten von Abwasser in ein Gewässer eine Abgabe erhoben, die sich nach der Schädlichkeit des Abwassers richtet. Die Abwasserabgabe ist eine Lenkungsabgabe. Ihr Ziel ist es, wirtschaftliche Anreize zu schaffen, die Leistungsfähigkeit von Kläranlagen und Regenwasserbehandlung zu verbessern und damit die Schadstofffrachten im Abwasser zu verringern. Die Abwasserabgabe trägt als Lenkungsfunktion zu einer Reduzierung der Schadstoffeinführung in Gewässer bei und regt als Anreizfunktion zu Investitionen im Abwasserbereich, die überwiegend mit der Abwasserabgabe verrechnet werden können, an.

#### Anreize für dezentrale Regenwasserbewirtschaftung/ Gesplittete Abwassergebühr

Die Einführung der gesplitteten Abwassergebühr und die Verordnung des Umweltministeriums über die dezentrale Beseitigung von Niederschlagswasser vom 22.03.1999 üben Anreize auf Grundeigentümer aus, die Versiegelung von Freiflächen und die Menge des von befestigten Flächen in die Kanalisation abgeleiteten Niederschlagswassers so gering wie möglich zu halten. Auch die Speicherung in Zisternen und das Versickern über Sickermulden wird über eine geringere Niederschlagswassergebühr finanziell belohnt. Da das entsprechende Niederschlagswasser dann besser der örtlichen Versickerung überlassen wird, trägt diese Regelung zur Stärkung der lokalen Grundwasserneubildung (im urbanen Raum) bei.

#### Forschung und Förderung wassersparender Technologien und zum Bodenschutz

Um die Verwendung wassersparender Technologien zu intensivieren und so zur Verringerung des Wasserbedarfs beizutragen, erscheint es sinnvoll, die Forschung zu wassersparenden Technologien in den unterschiedlichen Sektoren zu intensivieren. Technische, Akzeptanz fördernde und ökonomisch sinnvolle Lösungen sowie die praxistaugliche Umsetzung sollten dabei im Vordergrund stehen. Zudem kann die Förderung von wassersparenden Technologien und Regenwasserspeicherung in der Landwirtschaft, Stadtentwicklung, im Gewerbe und in Privathaushalten zur Verringerung des Wasserbedarfs beitragen. Insbesondere in Hanglagen trägt eine verstärkte Förderung erosionsmindernder Boden-

bearbeitung dazu bei, den Oberflächenabfluss und Erosion zu verringern und damit die Infiltration und Grundwasserneubildung zu verbessern.

#### 4.4.2 KOMMUNIKATION, ÖFFENTLICHKEITS- ARBEIT, BEWUSSTSEINSBILDUNG

Es sind zwei Kommunikationsziele zu unterscheiden: zum einen die Information und Kommunikation zur generellen Stärkung von Problemkenntnis und Problembewusstsein; zum anderen die Entwicklung und Vorhaltung von Kommunikationswerkzeugen für den Einsatz in Trockenperioden und im konkreten Niedrigwasserfall.

Es liegen bereits umfangreiche Materialien für die Information, die Erhöhung des Problembewusstseins und die Akzeptanzförderung bei der Wassermangel-Thematik vor. Ergänzend haben die anhaltenden Trockenperioden und Hitzesommer der vergangenen Jahre in der Öffentlichkeit und bei Akteurinnen und Akteuren das Bewusstsein für die drohenden Engpässe und Folgen der Wasserknappheit bereits geschärft. Allerdings muss zur Erreichung tatsächlicher Verbesserungen und vor allem zur vorsorgenden Notfallplanung und Priorisierung von Nutzungen eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie das Management knapper Wasserressourcen flankieren. Diese sollte insbesondere folgende Fragen für die Öffentlichkeit und Nutzergruppen thematisieren:

- Gefahren und Risiken sowie individuelle Betroffenheit
- Räumliche Gefahren- und Risikoschwerpunkte (unter anderem als Grundlage der räumlichen und kommunalen Planung)
- Akteurspezifische Handlungsoptionen der Vorsorge und notwendige Einschränkungen, wo erforderlich
- Konfliktpotenziale und Konfliktlösungsstrategien
- Notfallvorsorge, Notfallmaßnahmen und Priorisierung von Nutzungen im Notfall

Im Rahmen der akteursbezogenen Kommunikationsstrategie sollten folgende Aspekte zwischen den Akteurinnen und Akteuren untereinander und mit der Wasserwirtschaft thematisiert und diskutiert werden: Mitwirkung an Konfliktlösungen bei Wassermangel und Nutzungskonflikten, an Konfliktlösungs- und Steuerungsgremien, die Einbindung in die Notfallplanung sowie weitere Fragen der interdisziplinären Kommunikation. Diese Strategien haben landesweite und regionale Aspekte. So könnten im Vorfeld eintretender Notlagen Runde Tische und Krisenstäbe zur Konfliktlösung in Risikoschwerpunkten beitragen, müssen aber nicht überall notwendig sein.



#### 4.5 NOTFALLPLANUNG

Um während anhaltender Trockenperioden, wenn nicht für alle Erfordernisse ausreichende Wasserressourcen verfügbar sind, örtliche oder regionale Konflikte um die Verteilung bewältigen zu können, ist die vorsorgliche Aufstellung von Notfallplänen notwendig. Diese Pläne müssen ganzheitliche Steuerungsmaßnahmen und Prioritäten zur Gefahrenabwehr für bestimmte Niedrigwasserzustände beinhalten. Bereits für die Erarbeitung sind die für das Wasserressourcenmanagement in Mangelsituationen erforderlichen Akteurinnen und Akteure einzubeziehen. Konzepte für die Notfallpläne sind noch zu erarbeiten. Zu einigen Fragen besteht noch Erkenntnis- beziehungsweise Forschungsbedarf, wie zum Beispiel hinsichtlich der Definition ökologischer Grenzwerte, bei deren Erreichen bestimmte Maßnahmen zur Notfallsteuerung ergriffen werden müssen. Inhalte eines Notfallplanes müssen sich auf lokale oder regionale Gegebenheiten beziehen:

- Definition von Notfallzuständen und -kriterien
- Generelle Gefahren und Risiken für die Notfall-Zustände
- Konkrete räumliche, institutionelle und personenbezogene Betroffenheiten und Risiken und jeweilige Handlungsoptionen
- Priorisierung der Handlungsoptionen je nach Notfall-Zustand, insbesondere im Hinblick auf Nutzungsbeschränkungen
- Krisenmanagementprozesse und -gremien sowie zugehörige Entscheidungsverfahren beziehungsweise Konsensbildungsstrategien
- Kommunikations- und Informationsprozesse und Zuständigkeiten

- Mögliche Wechsel- und Folgewirkungen von Maßnahmen auf andere Sektoren, Umwelt, ökonomische und soziale Aspekte
- Grenzüberschreitende Wirkungen und damit verbundene Kommunikations- und Regelungserfordernisse
- Datenverfügbarkeiten und Zugriffsmöglichkeiten
- Standardprotokolle und Dokumentationsverfahren

Ergänzend zu einem ganzheitlichen Notfallplan sind gegebenenfalls spezifische Notfallpläne für einzelne besonders kritische Nutzungen zu erstellen, wie zum Beispiel für die Trinkwasserversorgung, die Löschwasserversorgung (siehe auch Kapitel 3.9) oder für den Energiesektor und das Gewerbe. Dazu gehören auch die bereits existierenden Übereinkünfte mit Wärmekraftwerksbetreibern (siehe auch Kapitel 3.5), in welchen auch ein Krisenmanagementgremium verankert ist (siehe auch Sauerstoffreglement Neckar).

##### 4.5.1 SAUERSTOFFREGLEMENT NECKAR

Ein bereits eingeführtes Notfallmanagement-Instrument ist das Sauerstoffreglement Neckar. Sinken die Sauerstoffgehalte im gestauten Neckarabschnitt an den Messstationen auf ökologisch kritische Werte, wird durch Belüftungsmaßnahmen – insbesondere an den Wasserkraftanlagen – Sauerstoff eingetragen, um Fisch- oder Muschelsterben zu verhindern. Die Grundlage bildet eine Vereinbarung des Landes mit Betreibern von Anlagen, an denen eine Belüftung möglich ist.

##### 4.5.2 VERDUNSTUNGSREGLEMENT NECKAR

Auch das Verdunstungsreglement Neckar ist bereits installiert: Bei sehr geringen Neckarabflüssen greift eine Regelung, die die Verdunstung an den Kühltürmen der Wärmekraftwerke begrenzt. Verdunstetes Wasser wird dem Neckar dauerhaft entzogen und verschärft dadurch Niedrigwassersituationen zusätzlich. Die Regelungen sind Bestandteil der wasserrechtlichen Zulassungen der Kraftwerke.



Foto: Jürgen Gerhardt, xx Design Partner

Schleuse und Wasserkraftwerk Esslingen am Neckar


---

„Wasserkrise gehören mittlerweile  
zu den größten globalen Risiken  
für Wirtschaft und Gesellschaft.“

*Prof. Dr. Dieter Gerten,  
Professor für Klimasystem und Wasserhaushalt im Globalen Wandel  
an der Humboldt-Universität zu Berlin 2018*

---

# 5 12-Punkte-Plan für einen verbesserten Umgang mit Wasserknappheit

 Durch den fortschreitenden Klimawandel werden in Baden-Württemberg Trockenperioden mit sommerlichem Wassermangel häufiger auftreten. Für die Folgen des Wassermangels und Konflikte um konkurrierende Wassernutzungen muss Vorsorge getroffen werden. Eine integrierte Bewirtschaftung der Ressourcen und die Steuerung von Wassernutzungen müssen vorausgeplant und vorsorgende Aktivitäten zum Schutz ergriffen werden. Dazu ist

ein verbesserter Kenntnisstand zu den verfügbaren Wasserressourcen sowie des Wasserbedarfs eine wichtige Voraussetzung. Für Perioden der Wasserknappheit sind eine gründliche Notfallplanung und Vorbereitung auf ein angemessenes Krisenmanagement erforderlich. Aus der Analyse von Rahmenbedingungen und Einflussmöglichkeiten ergeben sich die folgenden 12 Punkte für einen verbesserten Umgang mit Wasserknappheit:

## Ressourcen schützen und Resilienz der Gewässerökosysteme stärken

### 1 GRUNDWASSER- UND NIEDRIGWASSERMANAGEMENT STÄRKEN

Verbesserungen im Monitoring (siehe Punkt 4) sowie in der Modellierung von Abfluss und Grundwasserständen (siehe Punkt 5) bilden die zentrale Grundlage für weitere Maßnahmen. Darauf aufbauend müssen Maßnahmen zum quantitativen und qualitativen Schutz der Oberflächengewässer und des Grundwassers konsequent umgesetzt werden. Neben der Steuerung von Nutzungen und einem sparsamen Umgang mit der Ressource können der Wasserrückhalt in der Fläche und die Stärkung der Grundwassererneuerung einen Beitrag leisten. Das geschieht zum Beispiel durch Festlegungen im Rahmen der Regional- und Bauleitplanung, durch Revitalisierung von Mooren und Feuchtgebieten oder durch nachhaltigen Waldumbau. Die Wiederverwendung von Abwasser zur Bewässerung ist aufgrund nachteiliger Auswirkungen auf Boden und Grundwasser dagegen keine Option.

## 2. QUALITATIVE VERBESSERUNG DER ABWASSEREINLEITUNGEN

Maßnahmen zur Reduktion des Eintrages von Phosphor sowie der Ausbau mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination an besonders empfindlichen Gewässern oder Gewässern mit einer hohen Abwasserbelastung sind weiter voranzutreiben. Die Maßnahmen werden entsprechend der Spurenstoffstrategie des Landes Baden-Württemberg umgesetzt. Wo erforderlich, sind in Abhängigkeit des veränderten Abflussgeschehens weitere Verbesserungen der Reinigungsleistung der Kläranlagen und der Regenwasserbehandlung anzustreben.

## 3. VERBESSERUNG DER GEWÄSSERÖKOLOGIE

Die Resilienz von Fließgewässerökosystemen gegenüber den Auswirkungen von Niedrigwasser und dessen Folgewirkungen (Güte und Temperatur, Hydromorphologie) muss gestärkt werden. Gewässerrandstreifen müssen konsequent geschützt werden. Maßnahmen zur Revitalisierung der Gewässer, zur Herstellung der Durchgängigkeit und zur Beschattung müssen so umgesetzt werden, dass die aquatischen Lebensräume wieder stabiler werden. Um das zu erreichen, sind insbesondere die Konzepte der Landesstudie Gewässerökologie umzusetzen.

## Umweltmonitoring und Informationsbereitstellung

### 4. DATENGRUNDLAGEN VERBESSERT

Das Monitoring von Oberflächengewässern und Grundwasser muss intensiviert werden. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse stellen die wesentliche Grundlage der Konflikt- und Lösungsanalysen und darauf aufbauender Maßnahmen dar. Hierfür müssen zahlreiche Messeinrichtungen im Land für Wassermangel- und Niedrigwassersituationen optimiert und zur Erfassung wichtiger Kenngrößen nachgerüstet werden. Das Messnetz für das Monitoring der Oberflächengewässer und des Grundwassers muss ausgebaut werden.

**5. EINRICHTUNG EINES NIEDRIG-WASSERINFORMATIONSZENTRUMS (NIZ)**

Über ein NIZ sollen die erfassten Daten ausgewertet, entsprechend den Nutzeranforderungen und bezogen auf Einzugsgebiete aufbereitet und zeitnah bereitgestellt werden. Um Veränderungen rechtzeitig zu erkennen, sind zyklisch (zum Beispiel alle fünf Jahre) Trendanalysen und Bewertungen zum regionalen Niedrigwassergeschehen in Oberflächengewässern und im Grundwasser durchzuführen. Außerdem sind von dem NIZ qualifizierte Niedrigwasser- und Temperaturprognosen zu erstellen, welche sowohl für verschiedene Nutzergruppen (zum Beispiel Wasserversorger, Landwirtschaft, Industrie) als auch im wasserwirtschaftlichen Vollzug genutzt werden. Um den aktuellen Niedrigwasserzustand sowie die Entwicklung in den Folgetagen auch für Gewässer ohne Messeinrichtung aufzuzeigen (Frühwarnung mit Ampelkonzept), ist ein landesweiter Niedrigwassermonitor einzuführen. Als Planungsgrundlage für langfristig gesicherte Wasserressourcen ist ein On-Demand-Dienst „Wasserbilanz“ aufzubauen, über den Berechnungen für das regionale Wasserdargebot (Abfluss in Fließgewässern, Grundwasserneubildung und -stand) für vergangene Dekaden, den Ist-Zustand sowie für unterschiedliche Zukunftshorizonte bereitgestellt werden.

**Bewirtschaftung und Steuerung von Wassernutzungen**

**6. WASSERINFRASTRUKTUREN UND VERSORGUNGSSICHERHEIT WEITER VERBESSERN**

Der Masterplan Wasserversorgung ist umzusetzen. Der Ausbau der Zusammenarbeit zwischen Kommunen und sonstigen Verbundsystemen ist zur Verbesserung der Versorgungssicherheit mit Trinkwasser weiter voranzutreiben. Ein ausreichendes zweites Standbein der Wasserversorgung dient dazu, auch mögliche zukünftige Engpässe zu überbrücken.

**7. ENTWICKLUNG UND UMSETZUNG EINES URBANEN WASSER-RESSOURCENMANAGEMENTS**

Durch Maßnahmen des urbanen Wasserressourcenmanagements wie Versickerung, Speicherung, Verdunstung und Nutzung von Regenwasser sollen der natürliche Wasserkreislauf gestärkt, Oberflächengewässer und Grundwasser vor nachteiligen Veränderungen geschützt und Wasserressourcen geschont werden. Zur Unterstützung der Kommunen bei der Umsetzung ist zunächst eine fachübergreifende Abstimmung von Prozessen und Unterstützungsinstrumenten notwendig.

**8. VOLLZUGSUNTERSTÜTZUNG ANBIETEN**

Als wichtige Grundlagen werden auf Einzugsgebiete bezogene Wasserbilanzen und eine verbesserte Datenbasis mit Vorhersage von kritischen Situationen (siehe Punkte 4 und 5) benötigt. Genehmigte Wasserentnahmen und regionale Summationswirkungen müssen bekannt sein. Darauf aufbauende flussgebietsbezogene Schwellenwerte und Priorisierungen machen Entscheidungen transparent und nachvollziehbar. Zahlreiche praktische Fragen sind zu untersuchen und Vollzugshilfen zu erstellen.

**9. INTEGRIERTE KONZEPTE UND VEREINBARUNGEN VORANTREIBEN**

Eine gerechte und nachhaltige Bewirtschaftung der Wasserressourcen kann nur gelingen, wenn sich die Wasserwirtschaft intensiv mit den betroffenen Akteurinnen und Akteuren sowie Interessensgruppen austauscht und Vereinbarungen über die Nutzungssteuerung zur Sicherung lebenswichtiger Entnahmen trifft. Dafür sind belastbare Prognosen sowohl zum zukünftigen regionalen Wasserdargebot als auch zum Entnahmebedarf erforderlich. Alle Akteurinnen und Akteure müssen in ihrem Zuständigkeits- und Wirkungsbereich für einen möglichst sparsamen Umgang mit Wasser sorgen. Die Verminderungsziele müssen sich vor allem an den Zielen des Ressourcenschutzes orientieren. Interdisziplinäre, integrierte Konzepte müssen in ressort-

übergreifende verbindliche Vereinbarungen münden. Der Austausch auch auf regionaler Ebene muss forciert werden.

**Anreize erhöhen und Problembewusstsein schärfen**

**10. ANREIZE FÜR MASSNAHMEN ZUM WASSERRESSOURCENSCHUTZ**

Anreize für Maßnahmen zum Wasserressourcenschutz, wie zum Beispiel dem Schutz der Grundwasserressource, zum Wassersparen oder für die Nutzung wassersparender Technologien in Landwirtschaft, Industrie und im privaten Bereich sollten geprüft und verstärkt werden.

**11. KOMMUNIKATIONSSTRATEGIE ERARBEITEN**

Die zielorientierte Entwicklung und Installation von Kommunikationssträngen, -plattformen und -prozessen für Nutzer, Planungsträger und die Öffentlichkeit sind von zentraler Bedeutung für die Umsetzbarkeit und Akzeptanz der Gesamtstrategie. Die formulierten Herausforderungen sollten in Kombination mit übertragbaren Lösungswegen und Best-Practice-Beispielen vermittelt werden.

**Notfallplanung**

**12. PROZESSE UND ENTSCHEIDUNGEN FÜR DEN KRISENFALL VERBESSERN**

Zur Gefahrenabwehr in Trockenperioden müssen Notfallpläne mit Notfallschwellen, Schutzmaßnahmen, Priorisierungen von Nutzungen und Aspekten des Krisenmanagements erarbeitet und beschlossen werden. Nutzer müssen in die Gefahrenabwehr einbezogen werden.



# Literatur

Arbeitskreis KLIWA, KLIWA-Berichte, Heft 21 (2017): Entwicklung von Bodenwasserhaushalt und Grundwasserneubildung in Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz (1951–2015)

Arbeitskreis KLIWA, KLIWA-Berichte, Heft 23 (2018): Niedrigwasser in Süddeutschland. Analysen, Szenarien und Handlungsempfehlungen

Arbeitskreis KLIWA, KLIWA-Faktenblatt (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserversorgung. Zur internen Nutzung in den Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder Baden-Württemberg, Bayern, Hessen und Rheinland-Pfalz

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2016): Niedrigwasser in Bayern – Grundlagen, Veränderung und Auswirkungen (Stand Dezember 2016)

Veit Blauhut, Klaus Meyer, Malin Herke, Raphael Strecker, Georges Brunes, Anette Eltner, Markus Weiler, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (o. J.): Auf dem Weg zum Niedrigwassermanagement: Longitunale, hydrologische Monitoringsysteme; DRIeR – Drought Processes, Impacts and Resilience

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (2007): Leitlinien für ein nachhaltiges Niedrigwassermanagement (Materialien)

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (2010): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (2017): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft – Bestandsaufnahme, Handlungsoptionen und strategische Handlungsfelder

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (2019): Umgang mit Zielkonflikten bei der Anpassung der Wasserwirtschaft an den Klimawandel (Abschlussbericht)

Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, LAWA (2021): Auf dem Weg zur wassersensiblen Stadtentwicklung – Erfordernisse aus Sicht der Wasserwirtschaft (Positionspapier)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; Umweltbundesamt (2017): Wasserwirtschaft in Deutschland. Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen (Stand Mai 2018)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) (2019): Diskussionspapier zum Thema Nutzungskonflikte

Ronja Fliß, Christof Baumeister, Thomas Gudera, T. et al. (2021): Auswirkungen des Klimawandels auf das Grundwasser und die Wasserversorgung in Süddeutschland; in: Grundwasser – Zeitschrift der Fachsektion Hydrogeologie 26, S. 33–45 <https://doi.org/10.1007/s00767-021-00477-z> (abgerufen am: 20.12.2021)

Erik Gawel, Wolfgang Bretschneider (2016): Das Wasserentnahmeentgelt in Baden-Württemberg, Bestandsaufnahme und Evaluierung (Endbericht); im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg

Thomas Gudera (2021): Klimawandel in Baden-Württemberg: Ist eine Veränderung des nutzbaren Grundwasserdargebots zu erwarten?; in: WasserWirtschaft 6/2021, S. 12-17

Wolfgang Hennegriff, Jürgen Ihringer, Vassilis Kolokotronis (2008): Fachbeitrag Prognose von Auswirkungen des Klimawandels auf die Niedrigwasserverhältnisse in Baden-Württemberg; in: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft, 6/2008 S. 309 ff.; hrsg. von DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2016): Abfluss-BW – Regionalisierte Abfluss-Kennwerte Baden-Württemberg – Mittlere Abflüsse und mittlere Niedrigwasserabflüsse

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2017): Nutzungskonflikte bei zukünftigen Niedrigwasserständen. Analyse und Ableitung von Handlungsempfehlungen an den Beispielen Murg und Kocher (Reihe KLIMOPASS-Berichte)

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2020): Grundwasser-Überwachungsprogramm (Ergebnisse 2018 und 2019)

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2021): Hohe Temperaturen und Trockenheit hinterlassen ihre Spuren – Eine klimatische Einordnung des Jahres 2020 für Baden-Württemberg

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW (2021b): Hydrologie – Abflusskennwerte <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/regionalisierte-abflusskennwerte> (abgerufen am: 20.12.2021)

Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg LUBW, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2021): Monitoringbericht 2020 zur Anpassungsstrategie an den Klimawandel in Baden-Württemberg

LARSIM-Entwicklergemeinschaft (2020): Das Wasserhaushaltsmodell LARSIM-Modellgrundlagen und Anwendungsbeispiele; [www.larsim.info/dokumentation/LARSIM-Dokumentation.pdf](http://www.larsim.info/dokumentation/LARSIM-Dokumentation.pdf) (abgerufen am: 21.12.2021)

Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2021): Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz zur Förderung gemeinschaftlicher Bewässerungsinfrastruktur zur Bewässerung und Frostschutzberegnung (VwV Gemeinschaftliche Bewässerungsinfrastruktur)

Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2021): Handreichung zur Errichtung von Nassholzlagerplätzen

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg (2021): Landesniedrigwasserkonzept Brandenburg

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2013): Anpassungsstrategie Baden-Württemberg an die Folgen des Klimawandels, Fachgutachten für das Handlungsfeld Wasserhaushalt, Teil A (Langfassung)

Regierung von Unterfranken (2020): Niedrigwassermanagement zur Steuerung von Grundwasserentnahmen am Beispiel der landwirtschaftlichen Bewässerung (Abschlussbericht und Diskussionspapier)

Regierungspräsidium Stuttgart, Baden-Württemberg (2019): Niedrigwasser in den Fließgewässern – Niedrigwasserperiode 2019. Aktualisierung des Rundschreibens des Regierungspräsidiums Stuttgart vom 01.08.2018, Az.: 53-8965.10; Stuttgart; 19.07.2019

Statistische Landesamt Baden-Württemberg (2017): Landwirtschaftliche Betriebe setzen vermehrt auf Bewässerung. Pressemitteilung 172/2017; [www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2017172](http://www.statistik-bw.de/Presse/Pressemitteilungen/2017172) (abgerufen am: 21.12.2021)

Michael Stölzle, Christian Iber, Maria Foltyn, Wolfgang Hennegriff (2017): Niedrigwassermanagement – Synthese und Auswirkungen aus den Pilotgebieten und resultierende Handlungsempfehlungen; in: KLIWA Klimaveränderung und Wasserwirtschaft (2017), 6. KLIWA-Symposium 2017, S. 204 ff.

Umweltbundesamt (2020): Projektinformation – Niedrigwasser, Dürre und Grundwasserneubildung – Bestandsaufnahme zur gegenwärtigen Situation in Deutschland, den Klimaprojektionen und den existierenden Maßnahmen und Strategien



Foto: J.Brinkmann.de, Adobe Stock

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, Telefon: +49 711 126-0

### Redaktion

Markus Lehmann, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg,  
INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner, Darmstadt

### Fachliche Koordination

Arbeitsgruppe „Niedrigwasser“

Leitung:

Markus Lehmann, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Mitglieder:

Uwe Bergdolt, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; Manfred Bremicker, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; Gabriel Fink, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Angelika Gross, Landratsamt Enzkreis; Thomas Gudera, Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg; Eva de Haas, Regierungspräsidium Stuttgart; Peter Heiland, INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner; Felix Herma, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Axel Hollenbach, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Oliver Huber, Regierungspräsidium Karlsruhe; Laura Kieser, INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner; Friedrich Klein, Regierungspräsidium Tübingen; Michael Koch, Regierungspräsidium Freiburg; Stephanie Korte, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Harald Miksch, WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH; Sören Ohm, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Klaus Ruff, Landratsamt Bodenseekreis; Michael Stölzle, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg; Sevan Tecer, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; Stefan Tony, Landratsamt Sigmaringen; Stefanie Weiner, INFRASTRUKTUR & UMWELT Professor Böhm und Partner

### Bildnachweise

Bildnachweise sind an den Bildern angegeben. Für Bilder ohne Quellenangabe ist seitens der Rechteinhaberin oder des Rechteinhabers keine Nennung der Quelle gewünscht oder die Urheberrechte sind zeitlich abgelaufen.

### Gestaltung

xx Design Partner, Stuttgart

### Veröffentlichung

Juli 2022

