

Bericht der
Expertenkommission

A decorative graphic consisting of several overlapping, wavy lines in a light blue color, positioned horizontally across the middle of the page.

Wasser- versorgung in Bayern

Expertenkommission Wasserversorgung in Bayern

LAND: schaf(f)t: WASSER

17. Juni 2021

Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes (Sprecher)

Prof. Dr. agr. Karl Auerswald

Prof. Dr.-Ing. Markus Disse

Prof. Dr. rer. silv. Annette Menzel

Prof. Dr.-Ing. Stephan Pauleit

Prof. Dr. sc. techn. Peter Rutschmann

Prof. Dr.-Ing. Theodor Strobl

Prof. Dr.-Ing. Silke Wieprecht

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Übergreifende Ziele für eine sichere Wasserzukunft in Bayern	6
2 Wasserverfügbarkeit und Planungssicherheit nehmen ab	8
3 Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt	12
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	12
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	12
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	13
4 Überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots	18
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	18
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen für eine nachhaltige technische Wassersicherheit	19
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	20
5 Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers	23
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	23
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen für die Sicherung der Wasserversorgung	24
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	26
6 Klimaresiliente Siedlungsentwicklung	28
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	28
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	29
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	31
7 Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen	32
<i>Status quo</i> und zukünftige Herausforderungen	32
Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen	35
Maßnahmen und Handlungsempfehlungen	35
8 Empfehlungen an die Politik	38

Vorwort

Im Herbst 2020 beauftragte die Bayerische Staatsregierung eine Expertenkommission, bestehend aus acht Professor*innen, Gestaltungsvorschläge für eine zukunftssichere Wasserversorgung im Freistaat Bayern zu entwickeln. Die Sicherung dieser wertvollen Ressource betrifft unterschiedliche Bereiche ganz unmittelbar, wie etwa den Landschaftswasserhaushalt, die überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots, die Wasserversorgung und Sicherung unseres Trinkwassers, die Siedlungsstrukturen und die Wahrung der Ökosystemfunktionen. Angesichts der sich rasch verändernden Rahmenbedingungen nimmt dieser Bericht Stellung zu notwendigen Maßnahmen einer Umorientierung hin zu einer zukunftssicheren und nachhaltigen Wasserversorgung in Bayern und gibt klare Empfehlungen an die Politik. Dieser Strukturwandel ist eine Generationenaufgabe, die wegweisender Entscheidungen mit Weitsicht bedarf, Gewohnheiten in Frage stellt, aber auch Neuland betritt und dadurch neue Chancen schafft. Diese Aufgabe wird nur gelingen, wenn alle Beteiligten an einem Strang ziehen. In vielen Bereichen ist ein Umdenken erforderlich, denn mit den heutigen Strategien und Planungen können wir den zukünftigen wasserwirtschaftlichen Erfordernissen nicht gerecht werden.

Um einen praxisnahen Bericht anzufertigen, war es der Expertenkommission wichtig, den direkten Austausch mit allen Beteiligten zu suchen. Dafür wurden Fachleute des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie der nachgeordneten Landesämter befragt. Außerdem wurden Gespräche mit Vertretern*innen von 34 einschlägigen Verbänden und Organisationen aus Bayern geführt.

Die Expertenkommission wurde in ihrer Arbeit organisatorisch maßgeblich durch die Abteilung „Wasserwirtschaft und Bodenschutz“ des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz und dem IESP e. V. – Internationales Expertennetzwerk für Earth System Preservation an der Technischen Universität München unterstützt.

Wir bedanken uns sehr herzlich bei der Bayerischen Staatsregierung für das in uns gesetzte Vertrauen, sie bei dieser wichtigen und zukunftsweisenden Aufgabe zu unterstützen. Allen an diesem Prozess Beteiligten danken wir für ihre wertvollen Beiträge und vorgetragenen Standpunkte, ohne die dieser Bericht unvollständig geblieben wäre. *Wir möchten jedoch ausdrücklich betonen, dass der Bericht nicht mit den Beteiligten abgestimmt ist, sondern die Standpunkte der Expertenkommission darstellt.*

Bayerische Staatsregierung
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz
Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e. V.
Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e. V. – Bewässerungsforum Bayern
Bayerische Akademie Ländlicher Raum e. V.
Bayerischer Bauernverband
Bayerischer Brauerbund e. V.
Bayerischer Erwerbsobstbau-Verband e. V.
Bayerischer Gärtnerei-Verband e. V.
Bayerischer Gemeindetag
Bayerischer Industrieverband - Baustoffe, Steine und Erden e. V.
Bayerischer Waldbesitzerverband e. V.
Bund deutscher Baumschulen, Landesverband Bayern e. V.
BUND Naturschutz in Bayern e. V.
DVGW e. V. – Landesgruppe Bayern
DWA – Landesverband Bayern
Fernwasserversorgung Franken
Fränkischer Weinbauverband e. V.
Hopfenpflanzerverband Hallertau e. V.
HVG Spalt Hopfenverwertungsgenossenschaft e. G.
Infineon Technologies AG
IG gesunder Boden e. V.
Landesverband Bayerischer Feldgemüsebauer e. V.
Landesbund für Vogelschutz in Bayern e. V.
Landesfischereiverband Bayern e. V.
Landesvereinigung für den ökologischen Landbau in Bayern e. V.
Uniper SE
Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft e. V.
Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Bayern e. V.
VKU -Verband kommunaler Unternehmen e. V. Landesgruppe Bayern
Verband Bayerischer Papierfabriken e. V.
Verband der Bayerischen Papier, Pappe und Kunststoff verarbeitenden Industrie e. V.
Verband der Chemischen Industrie e. V., Landesverband Bayern
Verein der Bayerischen Chemischen Industrie e. V.
Verband Deutscher Mineralbrunnen e. V.
vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft
Vereinigung Wasserkraftwerke in Bayern e. V.
Zweckverband der Wasserversorgung Laber-Naab

1 Übergreifende Ziele für eine sichere Wasserzukunft in Bayern

Wasser ist unser wichtigstes Lebensmittel und eine Schlüsselressource für das menschliche Leben sowie die belebte Umwelt. Das Aufgabenfeld der Wasserwirtschaft beeinflusst zahlreiche Sektoren unseres gesellschaftlichen Umfeldes, insbesondere die Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, Siedlungen, Strom- und Wärmeerzeugung, Schifffahrt, Naherholung, den Naturschutz und den Tourismus. Ein schonender Umgang mit der Ressource Wasser sowie deren effektiver Schutz sind essentiell für ihre nachhaltige Existenz und den Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern.

Der Freistaat Bayern ist ein wasserreiches Land mit einer hochentwickelten Wasserinfrastruktur einschließlich der dazugehörigen Überwachungssysteme. Wasserknappheit trat bisher allenfalls lokal und für kurze Zeiträume auf. Seit den letzten Jahren verändern sich jedoch wichtige Rahmenbedingungen derart stark, dass diese Gewissheit nicht länger trägt. Die Auswirkungen des Klimawandels sind immer deutlicher sichtbar in Veränderungen im Niederschlags- und Verdunstungsregime, in langanhaltenden Trockenzeiten mit Hitzerekorden, in vermehrt auftretenden Sturzfluten, in eingeschränkten Ökosystemfunktionen, in einem sich ändernden Bodenwasserhaushalt sowie in abnehmenden Grundwasserneubildungsraten. Daraus resultieren erhebliche Folgen für den gesamten lokalen und regionalen Wasserhaushalt, die bayerische Wasserwirtschaft und die Gewässerökologie. Dies wird die Umsetzung und Zielerreichung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL)¹ weiter erschweren.

Über die letzten Jahrzehnte werden zudem ländliche Räume und Siedlungsstrukturen im gesamten Freistaat in einem Ausmaß verändert, so dass weder in der freien Landschaft noch in Siedlungen ein ausreichender Wasserrückhalt möglich ist. Immer häufiger zu beobachtende und längere Trockenphasen erhöhen den Druck auf die Ressource Wasser zusätzlich. Nutzungskonflikte nehmen zu und verschärfen sich (Abb. 1). Bisherige Maßnahmen können diese Konflikte weder lösen noch ihnen vorbeugen. Für eine zukunftssichere Wasserbewirtschaftung, die die Resilienz² des bayerischen Landschaftswasserhaushalts in den Mittelpunkt stellt, müssen daher neue Ziele gesetzt werden. Der notwendige Prozess zu deren Erreichung ist langfristig zu planen und nachhaltig über die nächsten Jahrzehnte umzusetzen.

LAND: schaf(f)t: WASSER bietet hierfür Orientierungspunkte.

¹Die **Europäische Wasserrahmenrichtlinie** (Richtlinie 2000/60/EG) des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000, kurz EU-WRRL, soll die Wasser-Politik der Europäischen Union vereinheitlichen und stärker auf eine nachhaltige und umweltverträgliche Wassernutzung ausrichten. Sie verpflichtet die Mitgliedstaaten der EU bis 2015 und in Ausnahmefällen bis 2027 alle Gewässer in einen „guten ökologischen“ und „guten chemischen Zustand“ zu bringen. Für Grundwasser ist sowohl ein „guter mengenmäßiger“ als auch ein „guter chemischer Zustand“ zu erreichen.

²**Resilienz** ist die Fähigkeit eines Ökosystems, nach einer Störung zum Ausgangszustand zurückzukehren.

LAND: schaf(f)t: WASSER



Abbildung 1. Landnutzungsänderungen und Klimawandel verändern den Wasserhaushalt massiv. Die Stärkung der Resilienz des natürlichen Wasserhaushalts an Schlüsselstellen ist Grundvoraussetzung für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement, das ein erweitertes Set an Werkzeugen umfassen muss.

Was wir an Bayern schätzen wollen wir auch in Zeiten des Klimawandels erhalten: sauberes Trinkwasser und regional erzeugte Ernährung, ansprechende „grüne“ Landschaften einschließlich deren Erholungswert, resiliente Ökosysteme und eine gesunde Wirtschaft. Eine sichere Wasserzukunft in Bayern sollte sich folgende übergreifende, allgemeine Ziele setzen:

- Die Speicherfähigkeit der bayerischen Landschaft wiederherstellen.
- Lokal verfügbare und erneuerbare Wasserressourcen immer bevorzugt nutzen.
- Für wasserintensive Nutzungen die jeweils nachhaltigste Wasserressource verwenden.
- Öko-Suffizienz³ vor Effizienz, d. h., die natürlichen Grenzen der Wasserverfügbarkeit respektieren.
- Reduktion des Wasserfußabdrucks bei landwirtschaftlichen und industriellen Produktionsprozessen.
- Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen wiederherstellen und bewahren.
- Ökologisch notwendige Mindestabflüsse der Oberflächengewässer sicherstellen.
- Einträge persistenter Stoffe in Wasserressourcen konsequent minimieren.

³**Suffizienz**, steht gegenüber **Effizienz** für Begrenzen und ein „Weniger“. Es zielt im Bewusstsein der begrenzten natürlichen Ressourcen, des Klimawandels und drohenden Artenverlusts darauf, absolut Energie und Material zu sparen (Quelle: BUND).

- **Grüne und blaue Infrastruktur** vorrangig entwickeln.
- **Nachhaltiges Wassermanagement** ermöglichen.
- Biodiversität, Bodenschutz, Erholungsqualität, Landschaftsbild und **nachhaltiges Wirtschaften** fördern.

LAND: schaf(f)t: WASSER formuliert Leitgedanken zur Ausgestaltung einer sicheren Wasserkunft in Bayern, ergänzt durch Vorschläge für praktische Maßnahmen und abschließend mit konkreten Handlungsempfehlungen für folgende Bereiche:

- Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt
- Überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots
- Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers
- Klimaresiliente Siedlungsentwicklung
- Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen

Dieser Bericht beinhaltet keine vertiefte Diskussion um den **Wasser-Fußabdruck**⁴ industrieller und landwirtschaftlicher Produktionsketten.

2 Wasserverfügbarkeit und Planungssicherheit nehmen ab

Niederschläge speisen den natürlichen Wasserkreislauf. Eine treibende Kraft für die Veränderung regionaler und lokaler Niederschläge sowie das zeitliche Auftreten von Niederschlagsereignissen sind der globale Klima- und Landnutzungswandel. Die starken Veränderungen in der Landnutzung einschließlich einer weitreichenden Landschaftsüberformung⁵ haben außerdem den Bodenwasserhaushalt nachteilig beeinflusst, insbesondere nehmen die (lateralen) Abflüsse stark zu und damit die tatsächliche Wasserspeicherkapazität ab. Die Klima- und die Landnutzungsänderungen verstärken sich gegenseitig. Ein Beispiel dieses Effektes sind die in den letzten Jahren zu beobachtenden Perioden ausgeprägter Trockenheit.

Regionale Klimamodelle prognostizieren durch den globalen Temperaturanstieg tendenziell abnehmende Niederschläge sowie zunehmend häufigere und längere Trockenperioden in den Frühjahrs- und Sommermonaten in Bayern. Damit einher gehen häufigere und heftigere Starkregenereignisse mit gesteigerten Erosionseffekten⁶, bis hin zu Sturzfluten. Im Winter werden Niederschläge eher zunehmen, wenngleich diese aufgrund der stark differenzierten Topographie des Freistaates räumlich stark variieren können.

⁴**Wasser-Fußabdruck** gibt die Wassermenge an, die zur Herstellung und Nutzung eines individuellen menschlichen Produkts oder Dienstleistung erforderlich ist. Dabei wird zwischen einzelnen Produktionsabschnitten und einem Gesamtprodukt unterschieden. Der Wasserfußabdruck schließt auch sogenanntes „virtuelles Wasser“ ein. Auf dieses Thema wird in den folgenden Ausführungen jedoch kein Bezug genommen, da entsprechende Betrachtungen den Rahmen des Berichts weit überschreiten würden. Der Wasser Fußabdruck wird auch als Maßeinheit der menschlichen Wertschätzung für Wasser – abgebildet in dessen Nutzung und Schutz – bezeichnet.

⁵Das Konzept umfasst alle relevanten Veränderungen von der Versiegelung durch urbane und Verkehrsstrukturen über Veränderung der Gewässer, Trockenlegung von Feuchtflächen, Hochwasserschutz, Ausräumen der Landschaft, Egalisierung von Mulden, Umbau der Wälder usw.

⁶Erosion bezeichnet in diesem Zusammenhang das Abschwemmen von Oberboden in die Gewässer.

In vielen Landesteilen Deutschlands, einschließlich Bayern, sind diese Prognosen bereits Realität geworden. Gerade die Frühlings- und Frühsommermonate werden trockener und wärmer, dadurch setzt die Vegetationsperiode früher ein, die Verdunstung erhöht sich und der Wasser-

*Unsere Landschaften
sind ein „Auslaufmodell“!*

Entwässerung als Problem der
Ländlichen Entwicklung in Bayern.
StMELF, Fachgespräch
am 19.02.2021

bedarf der Ökosysteme steigt. In Folge leert sich auch der Boden(wasser)speicher früher, was die Wasserverfügbarkeit für Flora und Fauna drastisch reduziert und zu sichtbaren Schäden führt.

Den Erfordernissen, die aus diesen klimatischen Veränderungen resultieren, steht insbesondere die Landnutzung der vergangenen Jahrzehnte diametral gegenüber. Böden werden versiegelt, einer schützen-

den Bedeckung beraubt, verdichtet und erodiert. Dadurch geht ihre Fähigkeit zurück, Regen rasch aufzunehmen und das Wasser zu speichern. Gleichzeitig wurde eine effiziente Entwässerungsinfrastruktur durch Drainage der landwirtschaftlichen Flächen, Straßengräben, Verrohrungen, Begradigungen und Kanalisierung geschaffen. Insbesondere die im Winter oder im Sommer als Starkregen fallenden Niederschläge werden dadurch rasch abgeführt und sind nicht mehr für den Bodenwasserhaushalt und die Grundwasserneubildung nutzbar. Natürliche Rückhalteflächen wie Moore und Auen wurden weiträumig ihrer Funktionsfähigkeit beraubt. Das Ausmaß dieser Entwicklungen ist regional unterschiedlich, ebenso wie die lokale Sensitivität gegenüber Änderungen im Niederschlagsregime und die Grundwasserneubildung.

Vor allem Unterfranken, Mittelfranken und einige Bereiche südlich der Donau weisen bereits jetzt die höchsten Trockenheitsindizes in Bayern auf. Doch während Gebiete im Alpenvorland mehr als 300 mm/a Grundwasser bilden, bleiben die Neubildungsraten in Regionen wie Unter- und Mittelfranken deutlich unter 100 mm/a. Hinzu kommt, dass weite Gebiete im Norden und Osten des Freistaates, geologisch bedingt, kaum über substantielle Grundwasserspeicher verfügen. In Regionen mit begrenzter (oftmals beeinträchtigter) Aufnahmefähigkeit des Bodenspeichers kann selbst erhöhter Niederschlag im Winter nur bedingt zu Grundwasserneubildung führen. Angesichts der vielfältigen Änderungen im Niederschlagsregime und der Landnutzung bei gleichzeitig steigenden Temperaturen, Einstrahlung und Verdunstung wird sich das Grundwasserdargebot insgesamt weiterhin verschlechtern.

Die jährlichen Höchstwerte der Grundwasserstände und Quellschüttungen treten in Bayern zunehmend am Ende des Winters auf. Vor allem in den Frühjahrs- und Sommermonaten, wenn der Bedarf phasenweise besonders hoch ist, ist die Wasser- und Trinkwasserverfügbarkeit dadurch eingeschränkt. Setzt sich dieser Trend fort, werden die nutzbaren Grundwasservorräte und damit auch Wassergewinnungsanlagen mit kleinen Einzugsgebieten, nachhaltig beeinträchtigt. Schon heute ist Bayerns Wasserversorgung aus Quellwasser davon betroffen. Es kann mittelfristig zu starken Engpässen bei der Trinkwasserversorgung kommen. Dies betrifft

vor allem die grundwasserarmen Regionen Bayerns, wie das Ostbayerische Kristallin und das Moränenland sowie Teile des Nordbayerischen Schichtstufenlandes. Zusätzlich wird das nutzbare Grundwasserdargebot durch einen steigenden Bedarf für landwirtschaftliche Bewässerung in Zeiten anhaltender Trockenheit belastet. Zwar hat die Jahresniederschlagsmenge insgesamt nicht signifikant abgenommen, aber die Verteilung des Niederschlags im Jahresverlauf. Daher müssen umfassende Maßnahmen getroffen werden, um sowohl die Niederschläge im Winterhalbjahr als auch die Starkregen im Sommerhalbjahr in der Fläche zurückzuhalten und der Versickerung zuzuführen.

Für Fließgewässer und Seen ist aufgrund der landnutzungs- und klimawandelbedingten Veränderungen eine stärkere Fluktuation der Wasserstände zu erwarten, die mit einem Rückgang der Abflüsse einhergeht. Dies führt einerseits zu Verlandungen und Austrocknung, andererseits zu einer erhöhten Belastung durch Stoff- und Wärmeeinträge, da diese nicht ausreichend verdünnt werden. Daraus resultieren Probleme für die Gewässerökologie und die in Bayern favorisierte naturnahe Trinkwassergewinnung. Hinzu kommen Probleme durch vermehrt auftretende Starkniederschläge in kleinen und urbanen Einzugsgebieten (Sturzfluten).

Die zentrale Aufgabe und das Selbstverständnis der Wasserwirtschaft ist die Bewirtschaftung ober- und unterirdischer Gewässer, die Bereitstellung von Wasser in adäquater Menge und Qualität für Natur und Mensch, die sichere Ausleitung von Abwasser aus Siedlungen und dem ländlichen Raum sowie deren Schutz vor Hochwasser⁷. Angesichts der skizzierten Herausforderungen wird deutlich, dass die Probleme von morgen NICHT alleine mit den heutigen Methoden bewältigt werden können. Bisher lag dem gesellschaftlichen Umgang mit Wasser folgender Leitgedanke zugrunde: Das natürliche Wasserdargebot ist relativ konstant und wird technisch für den gesellschaftlichen Bedarf erschlossen. Der neue Leitgedanke des vorgeschlagenen Konzepts **LAND: schaf(f)t: WASSER** ist folgender:

Wasserressourcen werden durch alles menschliche Handeln, nicht nur durch deren Nutzung und Verbrauch, beeinflusst. Die tiefgreifende Veränderung und Überformung der gesamten Landschaft und des Bodens spielt eine zentrale Rolle für deren Verfügbarkeit. Daher müssen Landschaft, Relief, Ufer, Boden und Siedlungen als wesentliche Einflussfaktoren der Wasserbewirtschaftung verstanden werden und ebenfalls unter diesem Aspekt nachhaltig bewirtschaftet werden (Abb. 2).

⁷ **Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik Deutschland §1:** Zweck dieses Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen.



Abbildung 2. Das Konzept LAND: schaf(f)t: WASSER für eine zukunftsweisende Wasserwirtschaft.

Ein Umdenken in der Wasserbewirtschaftung ist in allen Sektoren notwendig. Außerdem muss ein Umdenken in der Landbewirtschaftung und in der Siedlungstätigkeit stattfinden. Insbesondere die ausgleichenden Maßnahmen zwischen natürlichem Wasserdargebot und gesellschaftlichem Bedarf sollten eine Anpassung und gegebenenfalls Reduktion der Wassernutzung im Fokus haben. Alle Formen von Speichermöglichkeiten müssen als temporäre und räumliche Ausgleichsmaßnahmen berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden. Dabei ist der Boden der weitaus größte und effizienteste Speicher. Der Wasserrückhalt in land- und forstwirtschaftlichen Flächen sowie in Siedlungsräumen ist daher vordringlich zu verbessern. Maßnahmen an bestehenden Talsperren und der Bau von neuen Speichern und Fernwasserleitungen können dies nicht flächendeckend leisten, sondern nur punktuell ergänzen.

Aufgrund wachsender Unsicherheiten bei der Verfügbarkeit von Wasserressourcen und der beobachteten Konsequenzen ist es höchste Zeit, die bisherigen Planungsansätze und wasserwirtschaftlichen Instrumente zu überprüfen, die Wasserbewirtschaftung mit der Priorisierung bestimmter Bereiche, wie z. B. der Trinkwasserversorgung, neu aufzustellen, um mit neuen Ideen die zukünftigen Herausforderungen zu bewältigen.

3 Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt

Status quo und zukünftige Herausforderungen

Der Landschaftswasserhaushalt wird entscheidend durch die Landnutzung beeinflusst. In der Vergangenheit stand besonders die Ableitung von Überschusswasser durch Drainagen oder Wegseitengräben und eine Ausrichtung an die Mechanisierbarkeit der Land- und Forstwirtschaft im Vordergrund. Die Zunahme der Siedlungsfläche, die z. B. zu einem engeren Straßennetz führt, verstärkt diese Entwicklung weiter. Besonders Oberflächenabflüsse, die sonst den Wasserhaushalt einer Landschaft auffüllen und stabilisieren, gehen durch diese Veränderungen verloren. Gleichzeitig überschreiten Bodenerosion und Bodenverdichtung seit Jahrzehnten tolerierbare Grenzen. Dies wird v. a. ausgelöst durch intensivere Bearbeitung, größere Felder, Ersatz von Klee gras durch Silomais, Zunahme der Maschinengewichte und Überfah rungshäufigkeiten, die die Aufnahmefähigkeit des Bodens stark beeinträchtigen. Ohne diese Beeinträchtigungen können tiefgründige Böden ein Viertel bis ein Drittel der gesamten jährlich für die Verdunstung⁸ benötigten Wassermenge speichern.

Gerade in sommerlichen Trockenperioden kommt es daher zu drastischen Einschränkungen in der Verdunstung. Zusätzlich nimmt der aus der Landverdunstung stammende „sekundäre“ Niederschlag ab. Es entstehen Dürre- und Hitzewellen, die sich selbst verstärken und an Intensität und räumlicher Ausdehnung rasch zunehmen. Durch den Klimawandel befeuert kann dieser Effekt leichter und häufiger auftreten, da regenfreie Phasen länger andauern. Das führt zu einer starken Zunahme von Trockenheitsproblemen, aber auch zu lokalen und schwer vorhersagbaren Sturzfluten oder sogar – ebenfalls verursacht durch die klimawandelgetriebenen persistenteren Wetterlagen – länger anhaltende Regenphasen, welche die Gefahr von großräumigen Hochwasserereignissen erhöhen.

Die Resilienz des Landschaftswasserhaushaltes ist durch die substantiellen Eingriffe und veränderte klimatische Rahmenbedingungen verlorengegangen und muss dringend wiederhergestellt werden, um den erkennbaren negativen Effekten wie fallende Grundwasserstände, unbefriedigende landwirtschaftliche Erträge und forstliche Vitalität oder das zeitweise Austrocknen von Fließgewässern entgegenzuwirken. Besonders groß ist der positive Beitrag gesunder Mischwälder, die den Bodenspeicher tiefgründig erschließen und die Luftfeuchtigkeit erhöhen, was wiederum zu mehr Niederschlag führen kann.

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen

Die zukünftige Entwicklung von land- und forstwirtschaftlich geprägten Kulturlandschaften muss deren inhärentes Potential zur Wasserspeicherung stärken. Dadurch kann der natürliche Wasserhaushalt wiederhergestellt und die verstärkten Trockenheits- und Starkregenextreme zumindest teilweise wieder ausgeglichen werden. Klimaresiliente Landschaften sind multifunktional. Sie gewährleisten eine umweltverträgliche Produktion von Nahrungsmitteln und

⁸Verdunstung schließt den Bedarf der Pflanzen ein.

Naturprodukten. Außerdem sichern sie die Biodiversität der Region und stellen den Menschen Erholungsräume mit hoher Qualität zur Verfügung.

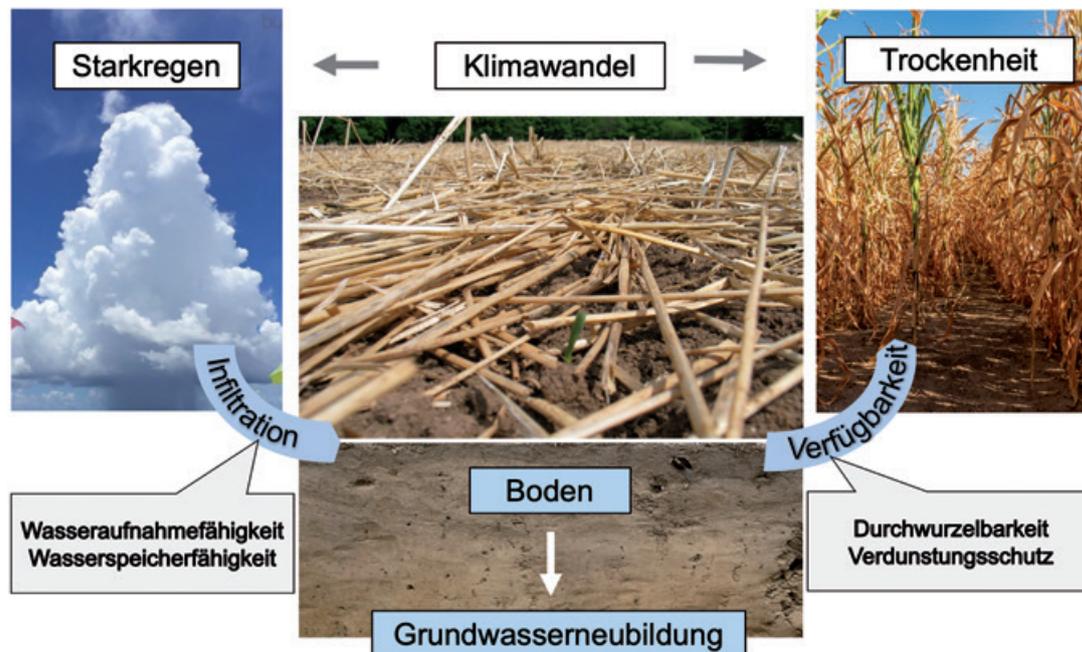


Abbildung 3. Der zentrale Puffer, der den Ausgleich zwischen Winterniederschlägen, Starkregen und sommerlicher Trockenheit schaffen kann, ist der Boden. Bei fehlender Vegetationsbedeckung sind Pflanzenrückstände auf der Bodenoberfläche die effektivste Maßnahme, um sein Potential zu stärken.

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen

Nachhaltige Bodenpflege ist die wichtigste Maßnahme, um Infiltration, Speicherung und Verdunstung von Wasser in der Fläche zu optimieren.

- Verbesserte Infiltration: Um ausreichend Wasser in Trockenperioden zur Verfügung zu haben und gleichzeitig hochwasserfördernden Oberflächenabfluss zu vermeiden, sollte die Bodenbedeckung mit Pflanzen und Pflanzenreststoffen durch z. B. geringere Bodenbearbeitungsintensitäten verbessert (Abb. 4) sowie Achslasten und die Überfahungshäufigkeit vermindert werden.
- Verminderung der Bodenverdunstung: Eine Bodenbedeckung mit Pflanzenreststoffen vermindert gleichzeitig die Bodenverdunstung (Abb. 4).

Die Umsetzung von Maßnahmen hängt vom Leidensdruck ab!

Fazit der Verbändegespräche am
19.02, 15./19./22.03. & 19.05

Infiltration und Bodenverdunstung lassen sich also durch die gleiche Maßnahme steuern und wirken vor allem bei Kulturen mit weitem Reihenabstand und/oder langsamen Wachstum (wie Gemüse, Kartoffeln, Mais, Hopfen). Durch diese Maßnahmen kann vielerorts Wasser in einer ähnlichen Größenordnung (ca. 100 mm/a) verfügbar gemacht werden, wie sie für die Bewässerung notwendig wäre.

- Erhalt der Wasserspeicherkapazität: Erosion und Verdichtung schädigen die Wasserspeicherkapazität der Böden. Sie können durch die gleichen Maßnahmen stark vermindert werden, die auch die Infiltration verbessern.
- Humusaufbau: Langfristig lässt sich durch Humusaufbau die Wasserspeicherkapazität verbessern und gleichzeitig die Kohlenstoffspeicherung erhöhen.

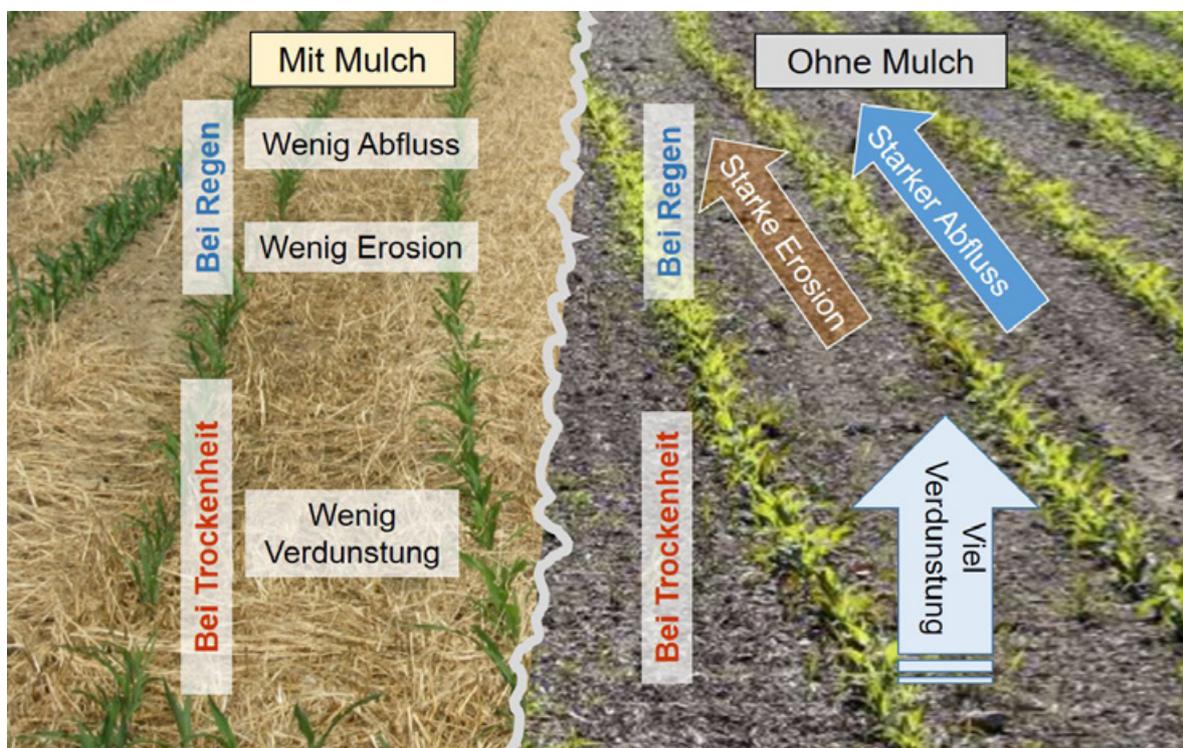


Abbildung 4. Dreifache Wirkung einer Mulchbedeckung auf Ackerflächen mit wenig Vegetationsbedeckung.

- Bewässerung: In einer sich wandelnden Welt sind Anpassungen der Landwirtschaft unvermeidlich. Dabei wird Regenfeldbau angesichts knapper Wasserressourcen der Standard bleiben müssen, sodass auch neue Kulturpflanzen in Betracht zu ziehen sind. Bewässerung, v. a. durch künstliche Beregnung, ist ambivalent. Einerseits kann sie kleinräumig und kurzfristig Dürre beseitigen, andererseits steigert sie den Gesamtwasserverbrauch und mindert die Aufnahmekapazität des Bodens für Regenwasser, indem sie den Bodenwasservorrat künstlich auffüllt. Es ist daher erstrebenswert, moderne Techno-

logien wie **Smart Irrigation**⁹ und ein engmaschiges Monitoring der entnommenen Wassermengen zu etablieren und weiterzuentwickeln. Mindestabflüsse der Gewässer, Mindestgrundwasserstände und Maximalentnahmen (z. B. max. 30 % Grundwasserneubildung) müssen definiert und sichergestellt werden. Eine Bewässerung sollte bevorzugt aus gespeichertem Niederschlags- oder Oberflächenwasser bedient werden (siehe „dezentrale Speicherbecken“). Eine Bewässerung scheint besonders als Frostschutz im Obstbau (insb. Steinobst) sinnvoll, weil hier Alternativen fehlen; darüber hinaus beim Anbau von gärtnerischen Kulturen. Voraussetzung für Bewässerung muss jedoch auch hier die Verfügbarkeit nachhaltig nutzbarer Wasserressourcen sein. Andere Kulturen sollten nur in Ausnahmefällen als bewässerungswürdig eingestuft und nur unter der Vorgabe der Ausschöpfung begleitender Maßnahmen zur Verbesserung des Boden- und Landwasserhaushalts sowie der Verwendung sparsamer Technologien bewässert werden (siehe „Maßnahmen in der ländlichen Flur“ und „Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen“). Es muss aber sichergestellt werden, dass die Bewässerungsflächen nicht (zu stark) vergrößert werden, da ansonsten der Effekt der wassersparenden Bewässerung zunichtegemacht wird. Der Einsatz wassersparender Verfahren ist daher zu fordern aber nicht zu fördern, um Rebound-Effekte zu vermeiden. Generell sollte eine Beregnung ohne staatliche Förderung erfolgen.

- Drainage: Das Drainagemanagement in Bayern muss grundlegend neu gedacht werden. Dazu ist ein Kataster der vorhandenen Entwässerungsstrukturen zu entwickeln. Der Altbestand an Drainagen sollte zurückgebaut oder zumindest grundwasserschonend gesteuert und gestaltet werden. Neuanlagen müssen genehmigungspflichtig sein.

Maßnahmen im Wald

- Waldumbau: Wälder sollten forciert in klimaresiliente Mischwälder umgebaut werden. Dazu gehört auch der Testanbau alternativer, heimischer und nicht heimischer, Baumarten. Ein sogenannter Voranbau, also das Einbringen klimaresilienter Baumarten in Altbestände, sollte insbesondere in Trinkwassereinzugsgebieten vorgesehen werden. Um den Waldumbau zu erleichtern, sollte der Grundsatz „Wald vor Wild“ konsequent umgesetzt werden.
- Wasserrückhalt: (Boden-)schonende Waldbewirtschaftung und Förderung des Wasserrückhalts im Wald (auch durch dezentrale Kleinrückhalte) sollte verstärkt umgesetzt werden. Durch Forststraßen abgefangenes Regen- und Hangzugswasser sollte am talseitigen Straßenrand reinfiltrierte oder in Becken für Bewässerungszwecke von Forstkulturen in den ersten Jahren nach Kulturbegründung, z. B. zur Minderung des Ausfallrisikos seltener Baumarten, aufgefangen werden. Ein Kataster der Entwässerungsstrukturen in Bayern sollte auch den Wald miteinschließen.

⁹**Smart Irrigation**, umfasst verschiedene Maßnahmen, angefangen von Methoden der Fernerkundung, um einen möglichen Bewässerungsbedarf möglichst stark räumlich und zeitlich einzugrenzen, Wetterprognosen über mehrere Monate, um natürliche Niederschläge bestmöglich zu berücksichtigen und wassersparende Verfahren wie Tröpfchenbewässerung und das Auffüllen des Bodenwasservorrats nur bis zur Hälfte der nutzbaren Feldkapazität, um die Wasseraufnahmekapazität für natürliche Regen zu erhalten und die Auswaschung von Agrochemikalien zu begrenzen.

Maßnahmen in der ländlichen Flur

- Dezentrale Speicherbecken: Kleine, in der Landschaft verteilte Becken, deren Funktion über mittelfristige Wettervorhersagemodelle optimiert werden kann, sollten multifunktional ausgebildet sein. Das bedeutet, diese sollten sowohl Oberflächenabfluss von Starkregen und Schneeschmelze zurückhalten als auch Wasser für die Bewässerung zur Verfügung stellen. Sie unterscheiden sich von großen, zentralen Becken¹⁰ darin, dass sie schnell und preisgünstig und zum Teil genehmigungsfrei errichtet werden können. Sie decken die Fläche hinsichtlich Hochwasserschutz und Wasserbereitstellung gleichmäßiger als große Becken ab und stehen in unmittelbarer Verantwortung einzelner oder weniger privater Landnutzer oder Kommunen. Zusatzfunktionen wie Freizeitnutzung, Energie- oder Trinkwassergewinnung können sie dagegen nicht erfüllen.
- Entwässerungsgräben: Sie sollten aufgelassen oder zu verbessertem Rückhalt umgestaltet werden. Ebenso sollten abflussbremsende und versickerungsfördernde Landschaftsstrukturen, wie begrünte Mulden entlang von Fließwegen von wild abfließendem Wasser, geschaffen werden und das Verbot von Geländeauffüllungen und Planierung von Mulden konsequent umgesetzt werden. Abwechslungsreiche Landschaftsstrukturen bieten zudem Vorteile für Biodiversität und Erholungsqualität.
- Windbremsende Strukturen: Hecken, Agroforstsysteme oder vertikale Agrophotovoltaikanlagen werden benötigt, um die Verdunstung zu mindern und damit den Ertrag zu steigern. Diese Strukturen beugen vor allem aber einer übermäßigen Winderosion vor (siehe auch „Verminderte Bodenverdunstung“).
- Feuchtgebiete: Vor allem Moore sollten konsequent geschützt werden, um deren Speicherfunktion zu erhalten oder wiederherzustellen. Wiedervernässte Flächen können ggf. auf Paludikulturen¹¹ umgestellt werden.

Maßnahmen in und an Fließgewässern

- Auen: Sie sollten als oberirdischer Puffer für Hochwasser und als unterirdischer, oberflächennaher Grundwasserspeicher regeneriert werden. Dazu ist grundsätzlich auch die hydraulische Anbindung der Fließgewässer an das Grundwasser zu gewährleisten (Minimierung der Kolmation¹²).
- Gewässerrand: Auch an wasserführenden Gräben sind Randstreifen vorzusehen. Sie bremsen den Oberflächenabfluss und vermindern dadurch Einträge in die Gewässer. An allen (natürlichen und künstlichen) Fließgewässern sind Uferstreifen von mindestens einseitig 10 m Breite mit schattenspendendem Baum- und Strauchbewuchs vorzusehen,

¹⁰ **Siehe Kapitel 4** „Überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots“.

¹¹ **Paludikulturen** sind land- und forstwirtschaftlich genutzte, nasse Hoch- und Niedermoore; z. B. Schilfanbau für Dachreet, Nutzung von Röhrichten für neue Baustoffe oder die energetische Verwertung, Kultivierung von Torfmoosen als Torfersatz.

¹² **Kolmation** bezeichnet eine verringerte Wasserdurchlässigkeit des subaquatischen Bodens durch vermehrte Ablagerung und Infiltrieren von Feinsedimenten und der daraus resultierenden Verstopfung der natürlichen Bodenporen.

die das Gewässer vor Erwärmung schützen und durch ihren kühlenden und die Luftfeuchtigkeit erhöhenden Effekt den Trockenstress der umgebenden Flächen mindern. Außerdem stabilisieren sie die Gewässerufer, reduzieren die Notwendigkeit harter Verbauungen, fördern Biodiversität, Biotopverbund und Landschaftsbild. Eine Zielerreichung der EU-WRRL ist nur denkbar, wenn die Uferstreifen ihre Funktionen erfüllen.

Planung als strategisches Instrument der Steuerung

Für eine nachhaltige Wassernutzung, die gleichzeitig den Zielen Biodiversität, Bodenschutz, Erholungsqualität, Landschaftsbild, Versorgung mit regionalen Lebensmitteln und nachhaltigem Wirtschaften gerecht wird, ist eine zum Teil weitreichende Anpassung und Umgestaltung der bayerischen Landschaftsräume erforderlich. Dazu müssen die unterschiedlichen Instrumente der Raum- und Landschaftsplanung mit den Schutz-, Planungs- und Förderinstrumenten im Bereich Naturschutz, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie der Wasserwirtschaft abgestimmt werden. Die Planung muss außerdem eine frühzeitige und enge Beteiligung der Bevölkerung und ihren Interessensgruppen sicherstellen.

Alle Entscheidungsebenen müssen sich der Umsetzung dieser starken, strategisch orientierten Planung mit höchster Dringlichkeit widmen, da diese, insbesondere unter Berücksichtigung der Bundesebene, viel Zeit erfordert.¹³ Dazu müssen mittel- bis langfristige Ziele definiert, ein koordiniertes Vorgehen aller Fachplanungen gefördert und zivilgesellschaftliche Beteiligungsprozesse organisiert werden.

Die auf bayerischer Landesebene bestehenden Instrumente und Förderprogramme¹⁴ müssen finanziell und personell massiv gestärkt werden. Sie müssen dabei für eine klimaresiliente Landschaftsentwicklung weiterentwickelt und darüber hinaus mit der im Naturschutzgesetz verankerten Landschaftsplanung enger verknüpft werden.¹⁵ So können Synergien und Kohärenzen zwischen Landschaftsentwicklung, Boden- und Naturschutz effizient und effektiv genutzt werden. Vor allem die Instrumente und Programme der Ländlichen Entwicklung bieten hierfür erhebliches Potenzial. Integrierte Ländliche Entwicklungskonzepte, z. B. des StMELF, ermöglichen darüber hinaus gemeindeübergreifende Gewässerentwicklungskonzepte. Schließlich muss die Agrarförderung (in Bayern und der EU) in Hinblick auf eine klimaresiliente Landschaftsentwicklung und Landnutzung umgestellt werden und sich zukünftig stärker am Gemeinwohl orientieren.¹⁶

¹³**Beispiele:** Bundesmoorschutzstrategie des BMU, geplante Bundeswasserstrategie, Bundeskonzept Grüne Infrastruktur.

¹⁴Flurbereinigung, regionale Entwicklungskonzepte, gemeindeübergreifende Integrierte Ländliche Entwicklungskonzepte, Dorferneuerung und speziell die für die Förderung von Biodiversität, Boden- und Gewässerschutz entwickelten Programme **Bodenständig und FlurNatur**

¹⁵Beispielsweise gemeinsame Informationsgrundlagen, übergeordnete Zielkonzeption der Landschaftsplanung als Ausgangspunkt für **Integrierte Ländliche Entwicklung**.

¹⁶Für die Einführung einer **Gemeinwohlprämie** liegen Vorschläge des Deutschen Verbands für Landschaftspflege vor, deren Umsetzbarkeit erprobt und zur Förderung von klimaresilienten Landschaften weiterentwickelt werden sollte.

4 Überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots

Status quo und zukünftige Herausforderungen

In Bayern dienen heute 15 der 25 staatlichen Talsperren der Niedrigwasseraufhöhung, um eine ausreichende Wasserführung in den anschließenden Gewässerabschnitten sicher zu stellen. Mit Hilfe des existierenden Überleitungssystems kann zudem das Regnitz-Main-Gebiet mit Wasser aus dem Donaueinzugsgebiet (ca. 150 Mio. m³ pro Jahr) gestützt werden. In vergangenen Trockenperioden sind diese Systeme bereits an ihre Grenzen gekommen (z. B. Unterbrechung der Kanalüberleitung bei Donauniedrigwasser, Reduzierung der Abgabe Brombachsee). Um auf zukünftige Anforderungen durch Wasserentnahmen für Landwirtschaft, Industrie, Haushalte und Stromerzeugung zu reagieren – aber auch zur Stützung der Ökosysteme – wäre es erforderlich, die vorhandenen Werkzeuge, wie z. B. die Überleitung von Wasser von Süd nach Nordbayern oder die Bewirtschaftung der vorhandenen Speicher, besser zu nutzen. Die Optimierung der Steuerung in Trockenperioden bringt eine Priorisierung zwischen Allgemeinwohl und anderweitiger Interessen mit sich, die sorgfältig abgewogen werden muss. Neue Niedrigwasserspeicher könnten im Einzugsgebiet von Iller und Wertach ebenfalls in Betracht gezogen werden. Allerdings kann auch mit großen Speichern keine dauerhaft flächige Bewässerungslandwirtschaft ermöglicht werden.

Bayerns Trinkwasserversorgung wird neben dezentralen kommunalen Versorgungsstrukturen auch über Fernwassernetze sichergestellt. Hierfür sind die zwei Trinkwassertalsperren Mauthaus und Frauenau sowie die Grundwassergewinnung im Mündungsgebiet des Lechs in die Donau¹⁷ samt der Fernwasserleitung nach Franken wichtige Schlüsselinfrastrukturen. Ebenso wird z. B. aus dem Main begleitenden Grundwasserstrom Uferfiltrat gewonnen, wodurch auch die Niedrigwasseraufhöhung indirekt die Versorgungssicherheit stützt (Redundanz¹⁸).

Neben dem Überleitungssystem zur Niedrigwasseraufhöhung (Überleitung von Altmühl- und Donauwasser) gibt es die Trinkwasser-Rohrleitung der Fernwasserversorgung (s. Kapitel 5 „Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers“). Beide Systeme sind für die Herausforderungen der Zukunft in Bezug auf Kapazität und Versorgungssicherheit (sog. Redundanz) zu optimieren und zu ergänzen.

¹⁷**Die Grundwasserentnahme** aus dem Mündungsgebiet des Lechs in die Donau und Überleitung für die Fernwasserversorgung nach Franken wird im Kapitel 5 „Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers“ behandelt. Hier wurden bisher bis zu 30 Mio. m³ pro Jahr im Maximum übergeleitet.

¹⁸**Redunanz** beschreibt das nebeneinander Vorhandensein ähnlich funktionaler Strukturen oder Organismen. In komplexen Systemen wie Wasser- oder Energieversorgung bietet sie einen Weg, um Ressourcen aus unterschiedlichen Quellen verfügbar zu machen und dadurch die lokale Abhängigkeit und Störungsanfälligkeit zu reduzieren, also die Resilienz zu erhöhen.

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen für eine nachhaltige technische Wassersicherheit

Eine nachhaltige Wasserwirtschaft in Bayern sollte sich an folgenden übergreifenden Leitplanken und Zielgrößen orientieren:

- **Die Bereitstellung von ausreichendem Wasser in adäquater Qualität ist eine entscheidende Daseinsvorsorge.**
- Die **Wassersicherheit basiert auf den natürlichen erneuerbaren Wasservorkommen.**
- Die **Veränderung** der jährlichen Niederschlagsverteilung durch den **Klimawandel** ist zu berücksichtigen.
- Allgemeinwohl hat Vorrang vor Einzelinteressen. **Unterschiedliche Interessenlagen bedingen Bereitschaft zum Kompromiss.**
- Die **Bewirtschaftung vorhandener Speicher** ist nicht nur für den Hochwasserschutz, sondern auch für **Niedrigwassererhöhung zu erweitern.**
- **Heute vorhandene „Notreserven“ in den Talsperren** (unterhalb des bestehenden Absenkeziels) für die Niedrigwasseraufhöhung müssen dem „Worst Case“ vorbehalten bleiben.
- Der **Neubau von Niedrigwasserspeichern** sollte nur als **Ultima Ratio** in Betracht gezogen werden.
- Der **Ausbau und die Schaffung von zusätzlichen Redundanzen in der Fernwasserversorgung (Trinkwasser)** in Nordbayern ist eine Zukunftsaufgabe.



Abbildung 5. Mehrzwecknutzung von Talsperren auch für Naherholung am Beispiel der Brombachtalsperre.

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Der Grundgedanke bei nachfolgenden Handlungsempfehlungen ist die Optimierung der vorhandenen wasserbaulichen Anlagen mit Blick auf mögliche Veränderungen im Betrieb und/oder ergänzende bauliche Maßnahmen. Dabei sollte auch verstärkt auf mittelfristige numerische Wettervorhersagemodelle zurückgegriffen werden. Als Ultima Ratio wäre auch an den Neubau von ausgesprochenen („großen“) Niedrigwasserspeichern im Einzugsgebiet von Iller, Wertach und Main zu denken. Da beim Bau neuer Talsperren ein Eingriff in Landschaft und Ökologie unvermeidbar ist, sollte hier eine strenge Abwägung hinsichtlich möglicher Vor- und Nachteile erfolgen. Da Talsperren meistens Mehrzweckspeicher (Hochwasserschutz, Naherholung, Ökologie, Niedrigwasseraufhöhung) sind (Abb. 5), müssen bei einer Änderung der Bewirtschaftung die Folgen abgeschätzt werden. Die Bereitschaft der Gesellschaft, auch hier Kompromisse einzugehen, ist erforderlich und durch partizipative Ansätze zu fördern.

- **Nutzung technischer Reserven des Hochwasserschutzes auch für Niedrigwasseraufhöhung durch Neubewertung der Stauziele**

Die Erfordernisse für Hochwasserschutz und Niedrigwasseraufhöhung können je nach Einzugsgebiet und Niederschlagsverteilung jahreszeitlich deutlich auseinanderliegen. Dadurch kann in Zeiten niedrigerer Hochwasserwahrscheinlichkeit dieser Stauraum für die Niedrigwassererhöhung vorgesehen werden. Gegebenenfalls wäre dazu auch der Linienschutz unterhalb der Speicher anzupassen. Zum Beispiel wird am Froschgrundsee und am Förmitzspeicher im Oberlauf des Mains der Hochwasserschutzraum vor allem in den Wintermonaten benötigt. Deshalb könnte der Speicherraum im Sommer für die Niedrigwasseraufhöhung auch mit reduziertem Freibord¹⁹ genutzt werden.

- **Vergrößerung der Niedrigwasserreserve vorhandener Speicher durch Stauerhöhung**

Bei der Erhöhung von Stauzielen ist zu beachten, dass der aus Sicherheitsgründen notwendige Freibord vorhanden sein muss. Dieses Freibordmaß wäre flexibel entsprechend der Hochwasserwahrscheinlichkeit zu gestalten. Die Stauerhöhung wäre weiterhin durch eine Erhöhung des Absperrbauwerkes möglich. Auch hierfür käme beispielhaft der Froschgrundsee im Oberlauf des Mains in Frage. Bei einer Erhöhung des Absperrbauwerkes um 2 m könnte ein zusätzlicher Stauraum von 2 Mio. m³ gewonnen werden.

Das Absperrbauwerk des Sylvenstein-Speichers im Oberlauf der Isar könnte man um weitere zwei Meter erhöhen, ohne dass dadurch Siedlungen beeinträchtigt würden. Dadurch kann ein zusätzlicher Stauinhalt für die durch die Klimaänderung zu erwartende Verschärfung der Hochwasserzuflüsse gewonnen werden. Gleichzeitig würde man durch die dadurch mögliche Anhebung des Stauziels um zwei Meter 8 Mio. m³ für die Niedrigwassererhöhung gewinnen. Die Bereitstellung von zusätzlichen 10 Mio. m³ für die Niedrigwasseraufhöhung entspricht vom Volumen her etwa dem Bau einer neuen Talsperre.

¹⁹Freibord ist der Abstand zwischen dem Stauziel und der Talsperrenoberkante.

- **Nutzung vorhandener Speicher für Wasserkraft**

In einer veränderten Bewirtschaftungsstrategie sollte sich die Wasserabgabe aus Speichern nicht mehr primär nach der Stromerzeugung, sondern den Notwendigkeiten einer Niedrigwasseraufhöhung (auch einzugsgebietsübergreifend) orientieren; hierfür stünde zusätzlicher Stauraum zur Verfügung. In Analogie zu einer heute schon möglichen Kraft-Wärme-Kopplung könnte das Konzept einer Kraft-Wasserwirtschaft-Kopplung eingeführt werden. Stromverluste müssten gegebenenfalls finanziell abgegolten oder könnten durch eine Stauzielerhöhung kompensiert werden.

- **Nutzung von natürlichen Seen**

In Zeiten von Wasserknappheit wäre als Trinkwasserreserve auch Wasser aus tieferen bayerischen Seen (z. B. Bodensee, Starnberger See, Walchensee oder Königsee), mit entsprechender Ausweisung eines Schutzgebietes, denkbar (siehe auch Kapitel 5 „Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers“).

- **Erweiterter Ausgleich der hydrologischen und hydrogeologischen Gegensätze zwischen Süd- und Nordbayern durch Optimierung der Wasserüberleitung**

Mit einer Optimierung der Niedrigwasseraufhöhung in Franken können Grundwasserentnahmen vermindert und die Gewässerqualität von Rednitz, Regnitz und Main stabilisiert werden. Dies wirkt sich positiv auf die Qualität des für die Wasserversorgung aus diesen Flüssen entnommenen Uferfiltrats aus. Für eine Optimierung sind vor allem zwei Möglichkeiten vorhanden:

- Erhöhung des Niedrigwasserabflusses der Donau zur Reduzierung der Unterschreitungstage mit weniger als 140 m³/s am Pegel Kelheim, unter dem kein Wasser für die Überleitung durch den Main-Donau-Kanal entnommen werden darf. Dies kann beispielsweise durch die gezielte Abgabe von Wasser aus dem Forggensee und begrenzt aus dem Rottachsee und gegebenenfalls aus neuen Speichern geschehen.
- Mit einer Rohrleitung von der Scheitelhaltung des Main-Donau-Kanals zum Brombachsee könnte die Bewirtschaftung des Brombachsees deutlich erweitert werden. Derzeit kann der Brombachsee, der das zweite wichtige Standbein der Überleitung ist, nur durch Hochwässer aus der Altmühl gefüllt werden. Da der Brombachsee gleichzeitig eine wichtige Funktion für die wasserorientierte Erholung hat, unterliegt die Absenkung des Seespiegels gewissen Zwängen aus der Freizeitnutzung im Fränkischen Seenland. Durch die Anbindung des Brombachsees an die Donau könnte somit ein Defizit im Zufluss aus dem Altmühlsee ausgeglichen werden (Abb. 6). Gerade in den letzten Jahren hat sich gezeigt, wie wichtig die Wasserabgabe aus dem Brombachsee in den Sommermonaten werden kann.

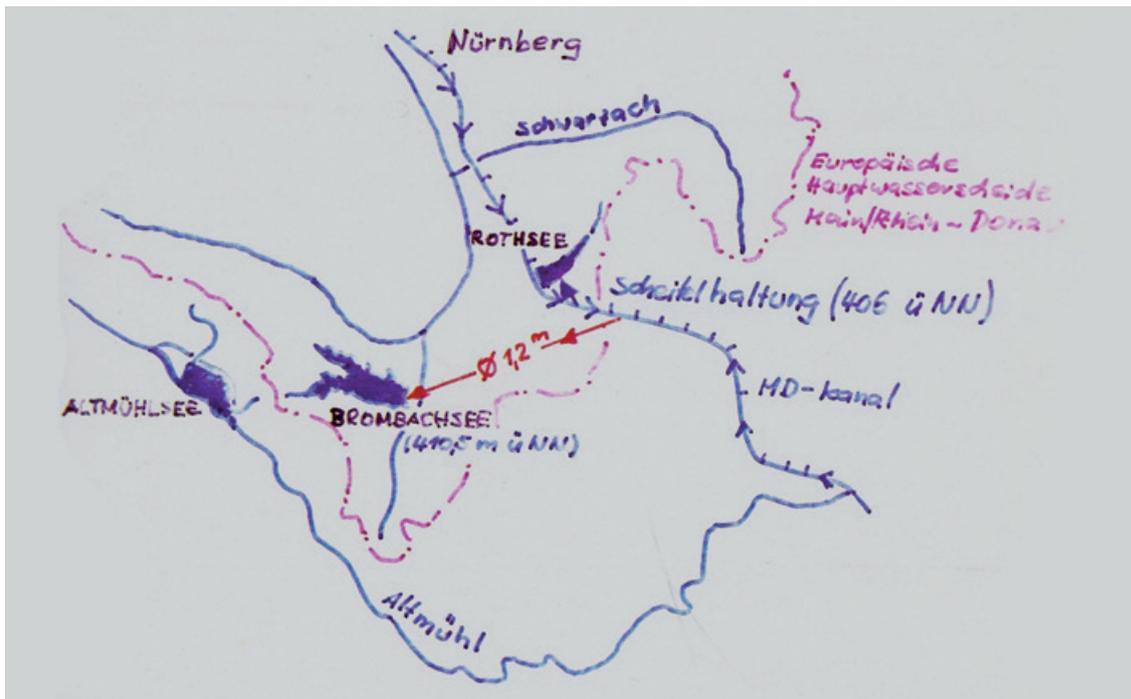


Abbildung 6. Planskizze zur Verbindung des Main-Donau-Kanals mit dem Brombachspeicher (1987). Durch die Verbindung würde sich das potentiell zur Verfügung stehende Einzugsgebiet von jetzt ca. 600 km² auf 23 000 km² vergrößern.

In Ergänzung zu den in Kapitel 3 („Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt“) erwähnten Maßnahmen bestehen folgende weitere Möglichkeiten einer dezentralen Wasserspeicherung, die Trinkwasserversorgung und Landschaftswasserhaushalt technisch stützen:

- **Durch eine „Modellierung“ oder Strukturierung der Morphologie im Einzugsgebiet von kleineren Gewässern** kann ein lokaler kleinräumiger Rückhalt in Form von Zwischenspeichern erreichen werden (z. B. kleine Senken, Tümpel, Anpassung im Wegebau etc. bevorzugt in Waldgebieten, da hier die Verdunstung geringer ist). Dies wird derzeit ansatzweise praktiziert und sollte verstärkt Eingang in die Landschaftsplanung finden.
- **In Waldgebieten und auf geeigneten landwirtschaftlichen Flächen** sollten Pilotprojekte gefördert werden, bei denen Versickerung und Grundwasserneubildung durch gezielte Feuchtemessungen im Boden in verschiedenen Tiefen optimiert wird. Ziel ist es, ein modellgestütztes Management der ungesättigten Bodenzone und des Grundwassers zu entwickeln.
- **Ausbau von Feuchtgebieten (Moore)** durch kontrollierte Anhebung des Grundwasserstandes (z. B. Donaumoos).
- **Bau von kleinen Wasserrückhaltespeichern** zum Rückhalt von Starkniederschlägen und anschließender Verbesserung der Grundwasserneubildung. Dazu müssen gute Bedingungen zur Versickerung geschaffen werden. Zusätzlich ergeben sich Nutzungsoptionen für das temporär zwischengespeicherte Oberflächenwasser.

- **Speichermöglichkeiten in oberflächennahen Grundwasserleitern** sind eine technisch aufwändige Maßnahme und der natürlichen Grundwasseranreicherung ist der Vorzug einzuräumen (siehe Kapitel 3 „Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt“).
- **Reduktion von Stoff- und Sedimenteinträgen** aus der Fläche in Oberflächengewässer sind essentielle Voraussetzung für ein zukünftiges Funktionieren der Wasserspeicherung.

5 Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers

Status quo und zukünftige Herausforderungen

Die langfristige Sicherung der Wasserversorgung in Bayern bedarf eines nachhaltigen Ressourcenschutzes und Anpassungen bei den Wasserversorgungsstrukturen.

Ressourcenschutz

Der Großteil des Trinkwassers in Bayern wird aus Grundwasser gewonnen. Daher betreffen Änderungen im Grundwasserdargebot die Trinkwasserversorgung unmittelbar. Daneben leisten Fließgewässer über die Uferfiltration einen wichtigen Beitrag bei der Trinkwassergewinnung (in Bayern ca. 25 %). Kurzfristigere Änderungen im Wasserdargebot betreffen schon heute Wasserversorgungsanlagen aus Quellschüttungen, aber die abnehmende Grundwasserneubildung in wasserarmen Regionen Bayerns wird mittelfristig Anpassungsmaßnahmen erforderlich machen. Bei erhöhter Verdunstung und steigendem Wasserbedarf für Trinkwasser, Bewässerung und Kühlwasser im Sommerhalbjahr werden die Abflüsse in den Oberflächengewässern zurückgehen und beeinträchtigen die naturnahe Trinkwassergewinnung via Uferfiltration. Mikrobielle und chemische Schadstoffe aus kommunalen und industriellen Einleitungen belasten die Fließgewässer und beeinträchtigen damit auch diese Art der Trinkwassergewinnung.

Die Rückführung von Kläranlageneinleitungen (sog. Klarwasser) unterstützt bei kleinen Fließgewässern gerade in den Sommermonaten die Sicherung ökologischer Mindestabflüsse. Umso wichtiger ist dabei die Qualität des eingeleiteten Klarwassers, denn durch verminderte Zuflüsse und erhöhte Nährstoffeinträge steigt die Gefahr von Algenblüten (z. B. durch Cyanobakterien) oder Sauerstoffdefiziten mit direkten Konsequenzen für die Fischfauna, wirbellose Kleinlebewesen und andere Organismen.

Landwirtschaftliche Einträge, insbesondere Stickstoff, beeinträchtigen vielerorts die Trinkwassergewinnung aus oberflächennahen Grundwasserressourcen aufgrund zu hoher Nitratkonzentrationen. Auch in den Wäldern Bayerns besteht ein erhebliches Risiko der Stickstoffsättigung, wodurch es bei über einem Viertel der Waldböden bereits zu Nitrataustrag kommt. Der qualitative Schutz der lokalen Wasserressourcen durch die Ausweisung adäquater Schutzgebiete mit entsprechenden Nutzungseinschränkungen ist daher essentiell.

Vermeehrt auftretende Starkregenereignisse können die natürliche Filtrationswirkung der Bodenpassage vermindern und in Folge mikrobiologische Beeinträchtigungen nach sich ziehen,

die dann bei einer naturnahen Trinkwassergewinnung nicht immer sicher ausgeschlossen werden können.

Wasserversorgungsstrukturen

Der Freistaat Bayern zeichnet sich im Vergleich mit anderen Bundesländern durch eine sehr dezentrale und kleinräumige Wasserversorgungs- und -entsorgungsstruktur aus. 42 % der Unternehmen versorgen jeweils weniger als 1.500 Einwohner mit Wasser. Diese kleinräumige Struktur erschwert Anpassungen an sich rasch wandelnde Randbedingungen. Daneben, gibt es in Bayern 12 Großraum- und Fernwasserversorgungsunternehmen, von denen sechs Wasser vom süd- in den nordbayerischen Raum bringen.

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen für die Sicherung der Wasserversorgung

- Die **Bereitstellung von Trinkwasser ist ein essentieller Teil der staatlichen Daseinsvorsorge**.
- Das **Primat der öffentlichen Trinkwasserversorgung** darf trotz berechtigter Interessen anderer Wassernutzer **nicht in Frage gestellt werden**, da dadurch Schutzanstrengungen und die **Versorgung zukünftiger Generationen** aus der lokalen Ressource dezimiert würden.
- Angesichts einer zunehmend knapperen Ressource sind **rigorosere Wasserschutzmaßnahmen** auf Seiten aller Endverbraucher, aber insbesondere im Bereich der Landwirtschaft und Industrie, notwendig.
- Das Wasserhaushaltsgesetz in Kombination mit der Bayerischen Gemeindeordnung sehen eine **ortsnahe Trinkwasserversorgung** durch die Kommunen vor. Dabei soll Trinkwasser bevorzugt aus besonders geschütztem Grundwasser in der Heimat der Verbraucher*innen gewonnen und möglichst naturbelassen zu moderaten Preisen geliefert werden. Dieser Vision folgend, ist auch unter künftigen Rahmenbedingungen Trinkwasser in ausreichender Menge und einwandfreier Beschaffenheit durch eine **naturnahe Wassergewinnung** bereitzustellen.
- Das Konzept einer naturnahen Wassergewinnung via Uferfiltrat erfordert jedoch eine **deutliche Reduktion von Einträgen persistenter Stoffe**²⁰ aus Einleitungen wie kommunalen Kläranlagen und diffusen Quellen (Agrarchemikalien, Luftimmissionen und Altlasten) in die Oberflächengewässer.
- Die Versorgungssicherheit ist durch **unabhängige und redundante Standbeine** zu gewährleisten. Darüber hinaus können im Zuge des Regionalitätsprinzips neben ortsnahen Strukturen auch **überregionale Verbünde** (wie Fernwasserversorgungen oder regionale Verbände) geschaffen werden, um lokale Engpässe auszugleichen. Insbesondere für das Fernwassernetz ist für die Redundanz der Gewinnung und Verteilung eine Kombination von folgenden Maßnahmen zu empfehlen (Abb. 7):
 - Quellenredundanz durch weitere Trinkwassertalsperren und/oder
 - Quellenredundanz durch einen innerbayerischen Verbund der bisherigen Fernversorgungssysteme und/oder

²⁰**Freibord** sind organische, gut wasserlösliche Verbindungen, die in der Umwelt nur sehr langsam abgebaut werden. Diese Gruppe umfasst neben Pestiziden auch pharmazeutische Reststoffe sowie Haushalts- und Industriechemikalien.

- Quellenredundanz durch Verbund mit Nachbarländern
- Verteilungsredundanz durch Ringschlüsse sowie
- temporäre Resilienz durch Hochbehälter/Zwischenspeicher

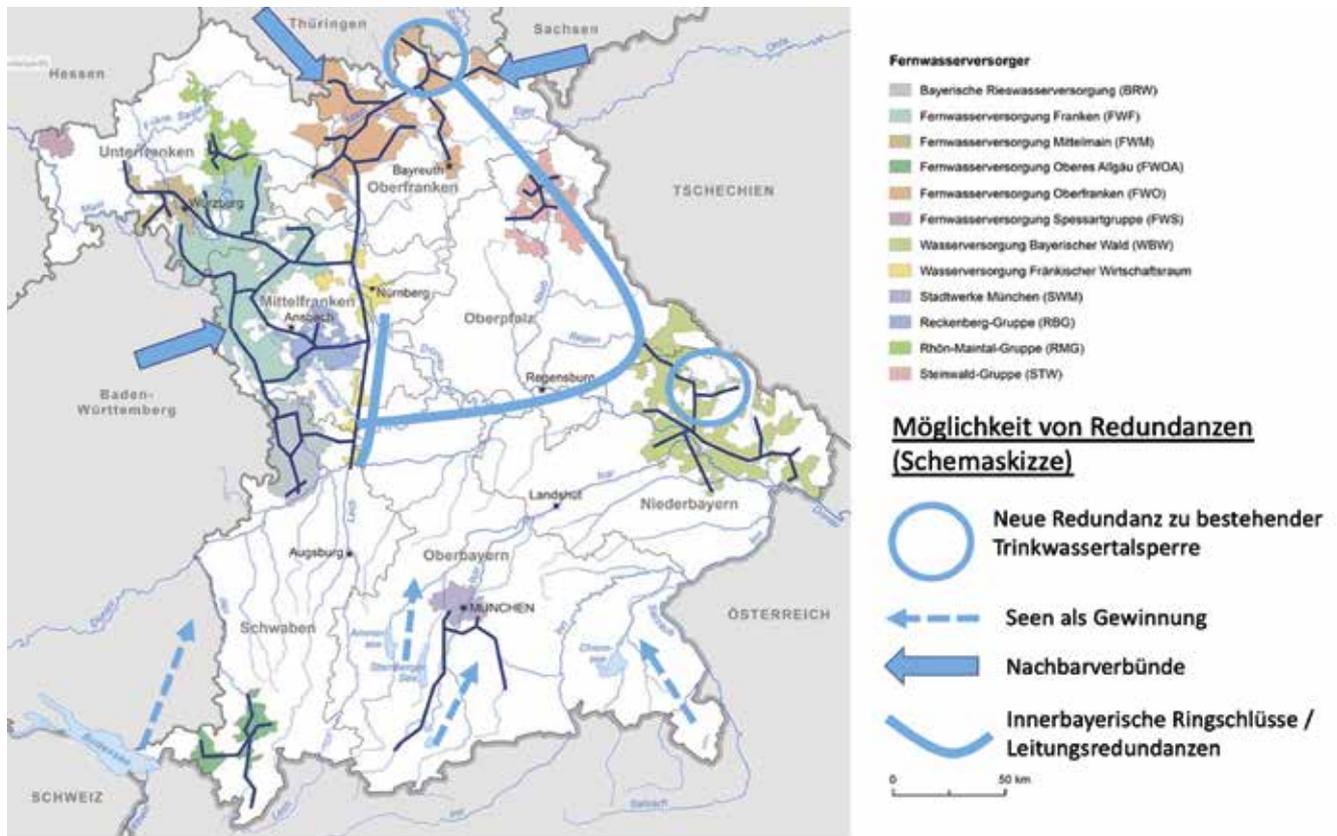


Abbildung 7. Planungsoptionen zur Verbesserung der Redundanz für das bayerische Fernwassernetz.

Zum Schutz dieser lokalen Ressource vor anthropogenen Einträgen müssen adäquate **Wasserschutzgebiete ausgewiesen** oder an **lokale Bedingungen** angepasst werden. Darüber hinaus sind Wasserschutzgebiete dauerhaft zu erhalten und nicht aufzulassen. Auch wenn diese möglicherweise temporär nicht gebraucht werden, stellen sie wichtige Handlungsoptionen und Reserven für die Zukunft dar.

- Die öffentliche Wasserversorgung steht in Konkurrenz zu ökologischem Bedarf und anderen Nutzungsansprüchen, z. B. des Gewerbes, der Industrie, der Schifffahrt, der Stromerzeugung und der Landwirtschaft. Der traditionelle Ansatz einer bedarfsgerechten Verteilung von Wasserressourcen („Supply Management“) muss in Wassermangelgebieten durch eine vorrangige

*Die größte Herausforderung sind die **Veränderungen durch menschliche Einflüsse** zusätzlich zum Klimawandel.*

Trinkwasserversorger, Fachgespräch
am 15.03.2021

Bewirtschaftung des Wasserverbrauchs („Demand Management“) ergänzt werden (siehe Abb. 2). Dies bedeutet einen **Paradigmenwechsel** in der Wasserwirtschaft, der in Zukunft die Grundlage für eine regionale Wasserbewirtschaftungsplanung sein muss.

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Wasserversorgungsstrukturen und Wassermengenwirtschaft

- Trotz der **Vorteile einer ortsnahen Versorgung** gilt generell, dass die kleinräumige Organisation der Wasserversorgung für Strukturanpassungen, wie technische Maßnahmen und eine enge betriebliche Überwachung bei angespannten **quantitativen sowie qualitativen Versorgungssituationen**, eine große Herausforderung ist. Daher bedarf es in Zukunft regional angepasster Lösungen, wie die Etablierung kommunaler Wasserversorgungsverbände für eine **neue interkommunale Zusammenarbeit**. Örtliche Strukturen können auf diese Weise mit überregionalen Strukturen effizient verknüpft werden, einschließlich der Anbindung an Fernwasserversorgungsstrukturen sowie den Ausbau von Speichern.
 - Für eine **zukunftsichere Fernwasserversorgung** bedarf es der Durchführung von Systemanalysen, die die Verfügbarkeit von Menge und Qualität, die **Ausfallsicherheit** und zur Verfügung stehende **Redundanzen** überprüft. Dafür sind Optionen für einen strukturellen Austausch zwischen Regionen zu schaffen, einschließlich **Notüberleitungen** aus angrenzenden Bundesländern.
 - Die **Überleitung** von Wasserressourcen aus dem Einzugsgebiet des Lechs zur Stützung des Wasserhaushalts in Franken ist auch weiterhin das **Rückgrat der nordbayerischen Wasserversorgung**. Allerdings ist die Sicherstellung des **Mindestwasserabflusses** der Donau auch unter Klimawandelbedingungen zu **gewährleisten**.
 - Die **Nutzung von Quellschüttungen** muss insbesondere in Regionen, wo der Abfluss dringend für die Stützung des lokalen natürlichen Wasserhaushalts gebraucht wird, **begrenzt** werden.
- Die lokale öffentliche Wasserversorgung ist dort durch regionale Verbände oder den Anschluss an die Fernwasserversorgung zu gewährleisten. Gegebenenfalls muss bei anderen Nutzern in diesen Regionen der **Verbrauch gesenkt und an das limitierte Wasserdargebot angepasst werden**.
- Das „Demand Management,“ muss für alle Wassernutzungen das bisher vorherrschende Paradigma des „Supply Management“ maßgebend ergänzen, insbesondere für den Bedarf der Landwirtschaft und der Industrie. Dafür ist eine flächendeckende Datenerfassung von Dargebot und Bedarf, einschließlich anfallender Abwassermengen sowie Wasserqualitäten, essentiell. Sie bildet die Grundlage für eine regionale Bewirtschaftung, die außerdem eine durchgängige Versorgungsstrategie bis auf Gemeindeebene beinhaltet.
 - Um Dargebotsengpässe rechtzeitig zu erkennen und abzuschätzen, können Ansätze der Numerik und Sensorik gekoppelt werden. Für kurzfristige Schätzungen etwa können Frühwarnsysteme für Grundwasserabsenkungen oder für ein prospektives Versorgungsmanagement mit mittelfristiger Wettervorhersage eingesetzt werden, die entsprechend (weiter) entwickelt werden sollten.

*Wir müssen überregionale Strukturen mit lokalen **Strukturen verknüpfen**. Und dafür brauchen wir ein **Wasserbeschleunigungsgesetz**.*

Trinkwasserversorger, Fachgespräch
am 15.03.2021

- Die von den Bezirksregierungen erstellten Wasserbedarfsprognosen (für 2035) sollten kurzfristiger aktualisiert und um Dargebotsprognosen unter Klimawandelbedingungen ergänzt werden. Diese Ergebnisse können genutzt werden, um Hotspotgebiete in den einzelnen Regierungsbezirken für das jetzige und zukünftige Klima zu identifizieren.
- Eine ausreichende und nachhaltige Wasserversorgung sichert gleichzeitig den Wasserbedarf des Industriestandorts Bayern. Trotz berechtigter Interessen gewerblicher und industrieller Wassernutzer muss die Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung jedoch weiterhin Vorrang genießen, da andernfalls Schutzanstrengungen für die lokal verfügbare Ressource und die Versorgung zukünftiger Generationen gefährdet würden.
- Eine knapper werdende Ressource erfordert auch rigorosere Wassersparmaßnahmen bei allen Endverbrauchern, insbesondere aber der Landwirtschaft und der Industrie. Um Nutzungskonflikten in von Trink- und Brauchwasser vorzubeugen, sollten insbesondere die Möglichkeiten der Substitution von Teilmengen durch Regenwasser oder recyceltes Wasser verstärkt eingesetzt werden.
- Der Wasserbedarf sollte durch eine stärkere Bepreisung gelenkt werden. Dafür bietet sich die Einführung eines „**Wasser Cent**“, wie auch in anderen Bundesländern üblich, an. Mit diesem Instrument können erhebliche Anreize zur Wassereinsparung und Wassersubstitution (v. a. durch Brauchwassernutzung) geschaffen werden.
- Die Lenkungswirkung (bundes-)staatlicher Förderung von Planungsstudien und Verbundleitungen sollte verbessert werden. Sie kann produktive, klare Anreize schaffen und Mehrwert generieren, vor allem, wenn sie sich an den regionalen Wasserbewirtschaftungsplänen orientiert.
- Die Erstellung von Regenwasserzisternen für urbane Bewässerungszwecke sollte grundsätzlich bei Neubaumaßnahmen in der Bauleitplanung (örtliche Bebauungspläne) in Gebieten mit Wasserknappheit gefordert werden. Es sollte weiterhin darauf hingewiesen werden, diese bei notwendigem Umbau oder Sanierungsmaßnahmen im urbanen Raum nachzurüsten.
- Die Sensibilisierung für Wasserknappheit muss proaktiv durch Kampagnen in der Öffentlichkeit und betroffenen Sektoren begleitet werden. Umfassende Aufklärungsmaßnahmen wirken einerseits bewusstseinsbildend und reduzieren durch fundierte Information Konfliktpotential, das z. B. durch Ängste und Fehlinformation entsteht.

Sicherung der Wasserqualität/Ausweisung von Schutzgebieten

- Die Sicherung einer ortsnahe Trinkwasserversorgung kann nur durch eine Erweiterung der Ausweisung von Schutzgebieten (nach DVGW W101 das gesamte Einzugsgebiet) gelingen. Deren Umsetzung auf operativer und kommunaler Ebene benötigt effektive Kontrollsysteme mit entsprechender Personalausstattung. Bestehende Bewilligungen zur Wasserentnahme sollten angesichts der Klimafolgen entsprechend angepasst und aktualisiert werden. Die Festsetzungsverfahren von Wasserschutzgebieten sollten durch neue administrative und rechtliche Strukturen im Hinblick auf den bestmöglichen Trinkwasserschutz deutlich beschleunigt werden.

- Die anthropogenen Stoffeinträge in Fließgewässer und Seen übersteigen zunehmend deren natürliche Selbstreinigungskapazität, was sich unmittelbar auf die aquatischen Ökosysteme, aber auch die Trinkwassergewinnung auswirkt. Vor allem der Eintrag persistenter Stoffe sollte gegen Null gehen, um die ökologische Funktion der betroffenen Gewässer zu verbessern und deren Funktion als Trinkwasserressource zu erhalten. Eine über den aktuellen Standard hinausgehende Abwasserbehandlung kann die Rohwasserqualität bezüglich persistenter Schadstoffe deutlich verbessern und Uferfiltratgewinnung konsequent schützen. Vorrangig sollten dazu kommunale Kläranlagen im Einzugsgebiet des Lechs, entlang des Mains und der Fränkischen Rezat sowie der oberen Altmühl (für die Brombachüberleitung) mit einer weitergehenden Abwasserbehandlung ausgestattet werden.
- Die momentan zur Verfügung stehende Bewertungsmatrix für die Auswirkungen der Oberflächenwasserqualität auf die Uferfiltration ist unzureichend und muss dringend angepasst sowie um ein Frühwarnsystem für kurzfristig auftretende Gewässerbelastungen ergänzt werden.

6 Klimaresiliente Siedlungsentwicklung

Status quo und zukünftige Herausforderungen

Für einen nachhaltigen und klimaresilienten Umgang mit Wasser in den Siedlungsbereichen Bayerns steht die Bewältigung von zwei großen Herausforderungen im Vordergrund: die Verbesserung des natürlichen Wasserhaushalts und eine nachhaltige Wassernutzung.

Natürlicher Wasserhaushalt

- In Bayern werden durch anhaltend starkes Siedlungswachstum täglich fast elf Hektar Land in Siedlungs- und Verkehrsflächen umgewandelt und etwa zur Hälfte versiegelt. Das entspricht pro Jahr mehr als einem Drittel der gesamten Siedlungs- und Verkehrsfläche von Nürnberg. Durch die Flächenversiegelung kann Wasser im Siedlungsbereich in den Böden schlecht gespeichert werden, gleichzeitig wird dessen Abfluss stark beschleunigt.
- Die Kanalisationen werden zunehmend überlastet. Überflutete Straßen, Unterführungen und Keller führen zu hohen Sachschäden und gefährden die Sicherheit und Gesundheit der Menschen. Besonders gefährdet sind die Ballungsräume, wie München und Nürnberg, aber auch Siedlungen in anderen Regionen Bayerns.
- Das verfügbare Wasser ist für die Versorgung der Vegetation und zur Grundwasserneubildung nicht ausreichend. Die Trockenjahre 2018 und 2019 haben besonders in Nordbayern die Folgen von Wassermangel auf die städtische Vegetation verdeutlicht. Der Bewässerungsbedarf für Stadtgrün im Allgemeinen steigt.
- Weniger vitale und absterbende Vegetation hat wegen der fehlenden Verdunstung und Beschattung eine geringere Kühlwirkung. Grüne Vegetation ist aber in den überwärmten Siedlungen, besonders während der zunehmend häufigeren und stärkeren Hitzewellen im Sommer, wichtig.

- Neben Regenwasser, das durch den Ablauf über Dächer, Wände und Straßen oft verschmutzt ist, führt die Einleitung von behandeltem kommunalen Abwasser zu einer Belastung der Fließgewässer und Seen mit im Abwasser gelösten Stoffen, die bei fehlender Verdünnung, insbesondere während langanhaltender Trockenperioden, nachteilige Auswirkungen auf die aquatischen Organismen, aber auch für die Trinkwassergewinnung hat.
- Aufgrund des Klimawandels werden sich diese Probleme verschärfen und zunehmend auf die menschliche Gesundheit auswirken.

Wassernutzung

- Die Bayerische Wasserversorgung stellt für alle Nutzungen beste Trinkwasserqualität zur Verfügung, obwohl diese für viele Anwendungen nicht benötigt wird, wie z. B. Toiletten-spülung, Bewässerung, Autowäsche, private Swimming Pools etc.
- Die Abwasserentsorgung in Städten beruht bis heute auf dem Konzept der Schwemmka-nalisation des 19. Jahrhunderts. Dabei dient Wasser primär dazu, Schmutzstoffe abzu-transportieren, bevor es nach entsprechender Behandlung, unterhalb der Siedlung in ein Gewässer eingeleitet wird. Angesichts zunehmender Wasserverknappung muss diese Transportfunktion grundsätzlich in Frage gestellt werden. Gerade für Neuplanungen erge-ben sich daher große Chancen alternative Sanitärkonzepte einzuführen, die den lokalen Frischwasserbedarf deutlich senken können.
- Anstatt als Entsorgungsproblem wird Abwasser zunehmend als Ressource erkannt, aus der Energie, Nährstoffe oder Wärme, insbesondere aber Wasser, gewonnen werden kön-nen. Die Wasserinfrastruktur, wie wir sie heute kennen, lässt diese Wiedernutzung der Ressourcen jedoch nur bedingt zu.

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen

- Leistungsfähige und effiziente wasserwirtschaftliche Infrastrukturen schaffen die Grund-voraussetzungen für ein sicheres und gesundes Leben in unseren Städten und Kommunen.
- Zukunftsstädte sind „wasserbewusst“ und folgen dem Leitbild der „**Schwammstadt**“ (engl. Sponge City) und des „Schwammdorfs“ für eine klimaresiliente Siedlungsentwicklung. Die Schwammstadt verbessert gleichzeitig das Stadtklima, die Biodiversität sowie die Mög-lichkeit, sich in der Stadt zu erholen und Natur zu erleben. Sie trägt dadurch zu Gesundheit und Wohlbefinden der Menschen bei (Abb. 8) und ist Teil einer gesundheitsfördernden Landschaft in Bayern.
- In der „Schwammstadt“ bzw. dem „Schwammdorf“ werden Niederschläge – soweit mög-lich – direkt dort wo sie anfallen, in Grünflächen gespeichert, gereinigt, versickert, ver-dunstet oder wiederverwendet, etwa zur Bewässerung. Das bestehende Kanalnetz sollte an die Erfordernisse der Schwammstadt angepasst werden.

- Einträge von persistenten, mobilen oder toxischen Stoffen in den Wasserkreislauf sollten im Zuge einer sachgerechten Bewertung des Risikos quellenbezogen, anwendungsbezogen und nachgeschaltet gegen Null verringert werden.
- Die **Prinzipien der Kreislaufwirtschaft** sollten auch im Bereich der Wasserwirtschaft konsequent befolgt werden. Sachgerechte Wiederverwendung oder Nutzung von Regenwasser bieten alternative Ressourcen für die Bewässerung landwirtschaftlicher und urbaner Flächen oder anderer Anwendungen, um regional in Zeiten zunehmender Trockenheit Ressourcen bedarfsgerecht zu entlasten.



Abbildung 8. In Kopenhagen werden versiegelte Plätze, Straßen und Höfe stadtwweit umgestaltet, um Regenwasser zurückzuhalten, zu versickern und zu verdunsten. Die Überflutungsgefahren bei Starkregen werden so effektiv gemindert, das Stadtklima verbessert, und die Biodiversität gefördert. Diese Maßnahmen steigern die Lebensqualität für die Bewohner beträchtlich.

*Eines der wenigen Beispiele für die Anwendung des Schwammstadtprinzips in bayerischen Kommunen ist das Eco-Quartier in Pfaffenhofen, das Wohnen für etwa 450 Einwohner*innen mit Arbeiten verbindet. Regenwasser wird nicht nur zurückgehalten und versickert, sondern auch in Zisternen gesammelt und als Brauchwasser genutzt. Auch gering verschmutztes Abwasser wird gesammelt, in einer Pflanzenkläranlage gereinigt und in das Brauchwasserssystem eingespeist.*

Zit. nach <https://stadtundgruen.de/artikel/eine-neue-wasserkultur-braucht-eine-andere-planungskultur-1444.html>.

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Die Maßnahmenvorschläge und Handlungsempfehlungen für eine klimaresiliente Siedlungsentwicklung richten sich an den Freistaat und die Kommunen. Primäre Aufgabe des Freistaat Bayern muss es sein, die richtigen Rahmenbedingungen für eine klimaresiliente Siedlungsentwicklung in den Kommunen zu setzen:

- Für die Umsetzung der **wasserbewussten Zukunftsstadt** sind **grüne und gewässergeprägte Freiräume** als eine unverzichtbare **grüne Infrastruktur** zu entwickeln. Die grüne Infrastruktur bezieht alle öffentlichen und privaten Freiflächen ein. Darin sind Maßnahmen für einen Regenwasserrückhalt, -versickerung und -verdunstung so zu integrieren, dass gleichzeitig die **Biodiversität, das Stadtklima und die Freiraumqualität verbessert** werden. Dem Schutz und der Entwicklung der städtischen **Baumbestände** sollte dabei, wegen ihrer hohen klimatischen Leistungen, ganz besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.
- Die grüne Infrastruktur sollte zur **kommunalen Pflichtaufgabe** werden und im Landesentwicklungsprogramm verankert sein.
- Entscheidend für die Umsetzung der Schwammstadt ist eine verbesserte und frühzeitigere **Integration der Wasserwirtschaft in die Stadtentwicklungsplanung** mit ihren Bezügen zur Bauleitplanung, Landschaftsplanung und Raumordnung. Die Umgestaltung zur Schwammstadt betrifft alle Siedlungsbereiche. **Vordringlich sollten aber hochversiegelte Bereiche**, wie Innenstädte, Gewerbe- und Industriegebiete behandelt werden. Um diesen Prozess zu beschleunigen, sollten Leuchtturmvorhaben etabliert und gefördert werden.
- Der Freistaat sollte auf **eine Anpassung der Bau- und Wasserhaushaltsgesetzgebung** des Bundes hinwirken. Vor allem sollte er seine eigenen Gesetze und Regelungen prüfen, damit die Umsetzung des Schwammstadtkonzepts beschleunigt wird und Hindernisse abgebaut werden. Die Einführung eines wasserwirtschaftlichen Begleitplans kann eine wasserbewusste Bauleitplanung zusätzlich unterstützen.
- Eine weitere Zunahme der **Flächenversiegelung muss stark eingeschränkt werden**. Die Festsetzung von „**Grünkennwerten**“, die für die unterschiedlichen Siedlungsgebiete angibt, wie hoch der verpflichtende Anteil von Grünflächen mit quantifizierbaren ökologischen Leistungen sein muss, um sinnvoll wirksam zu sein, sollte für Kommunen verbindlich werden.
- Um die Einleitung von **persistenten Chemikalien** zu minimieren, müssen **Maßnahmen zur Nullemission** bei den Verursachern – sowohl Direkteinleiter als auch Indirekteinleiter – etabliert werden. Das gilt ebenso für eine weitergehende Abwasserbehandlung (sog. „4. Reinigungsstufe“ oder besser).
- Durch diese Maßnahmen kann qualitativ hochwertiges Nutzwasser als eine **trockenheitsunabhängige alternative Wasserressource für Bewässerung und andere Brauchwassernutzungen/Grauwassernutzung** (fit-for-purpose) zur Verfügung gestellt werden. Diese alternativen Konzepte könnten als Leuchtturmvorhaben und Multiplikatoren in Bayern etabliert und gefördert werden.

- In Gebieten mit Wasserknappheit sollte bei städtischen, gewerblichen und privaten Neuplanungen ein **innerhäusliches Brauchwassersystem und der Ausbau einer dezentralen Regenwasserspeicherung** verpflichtend vorgeschrieben werden.
- Die **personellen Kapazitäten der Fachbehörden und Behördenkooperationen** müssen notwendigerweise auf- bzw. ausgebaut werden. Insbesondere Koordinationsfunktionen, auch für den Einbezug der Bevölkerung, sollten gestärkt werden.
- Die **Belange der Kommunalunternehmen, Politik, Bevölkerung und Wirtschaft** sollten frühzeitig und umfassend eingebunden werden. Dazu müssen innerhalb der Kommunen integrierende Planungs-, Kommunikations- und Entscheidungsstrukturen etabliert werden.

7 Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen

Status quo und zukünftige Herausforderungen

Die Notwendigkeit des Schutzes der Natur und Landschaft ist schon aufgrund ihres eigenen Wertes unbestritten. Gleichzeitig gilt es zu betonen, dass intakte Ökosysteme die Grundvoraussetzung unserer Zivilisation sind und ein Ausfall von Ökosystemfunktionen technisch nicht oder kaum kompensiert werden kann. Ungefähr 80 % der bayerischen Flüsse und Seen befinden sich **NICHT** in einem nach der EU-WRRL geforderten guten ökologischen Zustand. Ohne eine beschleunigte und intensivierete Maßnahmenumsetzung ist das Risiko groß, dass bei 70 % der bayerischen Flusswasserkörper die Ziele der EU-WRRL bis 2027 verfehlt werden. Um diese Defizite, insbesondere in der Hydromorphologie, zu kompensieren, müssen ganzheitliche Umsetzungskonzepte mit großräumigen und effektiven Maßnahmen ergriffen werden.

Viele der naturnah (rück-)gestalteten Gewässersysteme befinden sich in einem sehr instabilen und leicht aus dem Gleichgewicht zu bringendem Zustand. Zusätzliche Stressoren, wie Maßnahmen, die der Sicherung der Wasserbereitstellung dienen (z. B. Erhöhung der Entnahmemenge von Uferfiltrat oder von Kühl- und Bewässerungswasser), können Schädigungen des ökologischen Zustands aller Gewässer verursachen. Für Gewässersysteme, die sich bereits jetzt nicht in einem guten Zustand befinden, kann das Erreichen der Ziele nach EU-WRRL somit in weite Ferne rücken oder gar unerreichbar werden.

Bei jedem Eingriff in Gewässer muss bedacht werden, dass selbst einzelne, lokale Maßnahmen das Gesamtgewässersystem beeinflussen können, sowohl nach ober- als auch nach unterstrom. Es besteht die Gefahr, dass sich Eingriffe in anthropogen stark überprägte Gewässerabschnitte selbst auf benachbarte Teile in einem ökologisch guten Zustand negative Auswirkungen haben.

Identifikation der vermeintlichen Ursachen und Probleme

Dass die angestrebten Ziele nach EU-WRRL trotz der bisher umgesetzten Maßnahmen kurzfristig nicht erreichbar sind, liegt unter anderem an einem erhöhten Nutzungsdruck (Wasserentnahmen, Stoff- und Bodeneinträge aus der Landschaft, Wasserkraft, Kühlwassereinleitungen, Flächenbedarf etc.) zusammen mit den klimabedingten Veränderungen von Wassertemperatur, Abfluss und Wasserqualität, die zu einem Wandel der Artenzusammensetzung und der Häufigkeiten von aquatischen Arten führen.

- Simulationsrechnungen für Süddeutschland mit unterschiedlichen Klimaszenarien zeigen, dass sich die mittleren monatlichen Niedrigwasserabflüsse im Sommer bis zu 20 % verringern und die Niedrigwasserdauer zukünftig erheblich ansteigen kann. Diese Ergebnisse beziehen sich zwar teilweise auf „worst-case“-Klimaszenarien, mit Blick auf die allgemeine Erderwärmung hat uns die Realität jedoch bereits eingeholt und wir liegen schon heute außerhalb der Leitplanken dieser Szenarien.
- Niedrigwasser kann zum Trockenfallen von Uferbereichen, der Bildung von Sandbänken oder zum vollständigen Austrocknen eines Gewässers führen. Dann fehlen in strukturalarmen Gewässern Rückzugsräume für aquatische Arten und die nicht mehr vorhandene Durchgängigkeit der zwischen durch Niedrigwasser beeinträchtigten Abschnitte behindert deren Wiederbesiedlung.
- Insbesondere im Fall von stehenden Gewässern und größeren Wasserflächen (z. B. Staubereiche) gibt es eine erhöhte Tendenz zur Verdunstung und Temperaturzunahme. Letztere bedingt eine größere Sauerstoffzehrung und damit eine verringerte Konzentration von gelöstem Sauerstoff. Bereits kurzzeitige Extremtemperaturen erzeugen physiologischen Stress sowie erhöhte Stoffwechselraten und wirken sich negativ auf aquatische Tierpopulationen aus. Gestresste Populationen haben eine höhere Anfälligkeit gegenüber Krankheiten, Parasiten, Prädatoren sowie der Einwanderung von Neozoen und Neophyten.
- Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung bis an den Gewässerrand sind Uferstreifen mit natürlichem Strauch- und Baumbewuchs weitgehend verlorengegangen. Dadurch fehlt einerseits ihre Rückhaltefunktion für erodierten Boden aus den entwässernden anliegenden Ackerflächen. Andererseits geht deren wichtige Funktion der Beschattung und ihr Beitrag für die Biodiversität verloren (siehe Kapitel 6 „Klimaresiliente Siedlungsentwicklung“). Zusammen mit der Verschärfung der Niedrigwassersituation führt dies zu einer Temperaturerhöhung in langen Sommerperioden, die den Lebensraum aquatisch gebundener Arten stark gefährdet.
- Die veränderte Temperatur und die Sonneneinstrahlung bewirken, dass sich aquatische Lebensräume in ihrer räumlichen Ausdehnung verschieben, Wander- und Laichzeiten sich verändern und gewässerspezifische Arten wandern oder absterben. Die bei Niedrigwasser verkleinerte Wasserfläche reduziert weiterhin das Nahrungsangebot. Der fehlende Lebensraum und die dadurch bedingt hohen Individuendichten schaffen zusätzlichen Stress für die betroffenen Organismen.

- Mit der Intensivierung der Landwirtschaft sind in den letzten Jahrzehnten erhebliche Belastungen für alle Gewässer entstanden. Düngemittel- und Pestizideinsätze sowie die Einträge in die Oberflächengewässer sind weiterhin zu hoch.
- In Folge häufigerer und extremerer Niedrigwassersituationen verschlechtert sich temporär die Stoffkonzentration und erhöht damit die chemische Belastung der Gewässer. Dies führt zu einer entsprechenden Belastung der Organismen (siehe Kapitel 5 „Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers“).
- Viele Einzugsgebiete sind durch Wegseitengräben engmaschig erschlossen, die den Abfluss und Abtrag bei Starkregenereignissen kurzfristig aufnehmen, eine Grundwasserinfiltration in der Flur verhindern und spülstoßartig direkt in die Gewässer drainieren. Dies hat außerdem eine erhöhte Feinsedimentfracht zur Folge. Bei längeren Niedrigwasserphasen, führen die hohen Schwebstoffkonzentrationen zu vermehrter Kolmation¹² (FN. 11), die die Verbindung zum Grundwasser behindert sowie zu Wasserqualitätsproblemen führt (z. B. erhöhte Schwebstoffkonzentration, reduzierte Sauerstoffkonzentration).
- Kolmation kann dazu führen, dass die Kommunikation zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern vollständig unterbunden wird. Dadurch ist eine Grundwasseraufhöhung (wie z. B. durch Niedrigwasseraufhöhung aus Speichern) erschwert oder in Abschnitten nicht möglich.



Abbildung 9. Naturnah gestalteter Bach in der Isaraue.

Übergreifende Leitplanken und Zielgrößen

Gewässer sind eines der prägendsten Elemente einer Landschaft. Sie werden als wesentlicher Bestandteil wahrgenommen und sind Magnet für jeden Erholungssuchenden. Flüsse und Bäche sind Schatzkammern für Tiere und Pflanzen; allerdings geht die Biodiversität und Qualität dieser natürlichen Räume immer mehr verloren und werden dadurch immer kostbarer (Abb. 9). Funktionierende Naturlandschaften bieten einen wichtigen Rückzugs- und Erholungsraum, dessen Bedeutung in der Zukunft noch deutlich zunehmen wird.

Das maßgebende Leitbild definiert ein Fließgewässer mit der zugehörigen Aue oder Seen mit natürlicher Uferstruktur, die in der Lage sind, die Vielfalt und Fülle der natürlichen Funktionen zu sichern und sog. Öko-Dienstleistungen zu erbringen. Dafür ist der Erhalt der ökologischen Funktionsfähigkeit unabdingbar.

- Übergeordnetes Ziel ist der Erhalt resilienten, naturnaher Gewässerökosysteme im Kontext einer anthropogen überprägten Landschaft.
- Basis dafür ist ein guter chemischer und guter ökologischer Zustand, wie er in der EU-WRRL festgeschrieben und definiert ist.
- Als Leitbild dienen Gewässersysteme mit einer hohen, naturnahen Biodiversität. Ausreichende und qualitativ hochwertige Lebensräume unterstützen das Bestreben den Artenschwund aufzuhalten.
- Ziel ist es, Gewässer zu etablieren, die auch eine positive Wirkung für den Menschen entfalten und damit Grundbestandteil einer gesundheitsfördernden Landschaft bilden.

Maßnahmen und Handlungsempfehlungen

Da alle Maßnahmen, die an Gewässern und deren Einzugsgebieten durchgeführt werden, interagieren und sich gegenseitig beeinflussen, ist eine holistische Betrachtung, sowohl im räumlichen Sinn als auch in den langzeitlichen Auswirkungen, unabdingbar. Daraus begründet sich das Erfordernis einer ökosystemischen Analyse und Bewertung aller potentiellen Maßnahmen. Dazu zählen auch diejenigen aus anderen Bereichen, wie überregionale Verteilung und Speicherung, Trinkwasserversorgung, Landschaftswasserhaushalt oder Siedlungsentwicklung. Grundsätzlich ist die rasche und konsequente Umsetzung der EU-WRRL, also die Erhaltung und Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen, die Erreichung eines guten ökologischen und chemischen Zustands, ein wesentlicher Beitrag zum Erhalt der Ökosystemfunktionen.

- Der ökologische **Mindestwasserabfluss in Oberflächengewässern** muss sichergestellt werden. Dies bedingt, in extremen Niedrigwasserzeiten die Wasserentnahme, z. B. zur Bewässerung, für Industrieprozesse oder zur Wasserkraftnutzung einzustellen, und falls erforderlich durch Bei- oder Überleitungen (z. B. aus Speichern) aufzuheben.
- Die Schaffung **hydromorphologischer Strukturen** trägt dazu bei, in Stresssituationen zumindest lokal und temporär Rückzugsrefugien für die Gewässerpopulation bereitzustellen. Dazu gehören etwa angebundene Altarme und Auenbereiche sowie ausreichende Wassertiefen und -mengen.

- Die **Durchgängigkeit von Fließgewässern** ist erforderlich, um eine Wiederbesiedlung durch Einwanderung von gewässertypspezifischen Arten, z. B. nach periodischem Trockenfallen, zu ermöglichen.
- Naturnahe Gewässer und deren **Anbindung an die Auen** sind wesentlich für die Speicherfunktion und die Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts. Neben dem Rückhalt bei Hochwasser tragen sie auch zur Entspannung von Niedrigwassersituationen bei.
- Dauerhafte **Uferstreifen** in der gebotenen Breite von mind. 10 m und **mit ausreichend Vegetation** (Strauch- und Baumbewuchs ähnlich Heckenstruktur) schützen das Gewässer vor Erwärmung und mindern durch ihren kühlenden und die Luftfeuchtigkeit erhöhenden Effekt den Trockenstress im Einzugsgebiet. Dabei sollte die Unterscheidung in natürliche Gewässer und Entwässerungsgräben oder künstliche Gewässer für die Festlegung eines Uferstreifens entfallen.
- **Bewuchs im Uferstreifen** in ausreichender Breite trägt außerdem zum **Sedimentrückhalt** bei. Das Abschwemmen von Oberboden in die Gewässer verstärkt den Feinsedimenteintrag, der zunehmend die Gewässer kolmatiert. Vermehrte Starkregenereignisse führen bei schlechter Infiltration zu großem Oberflächenabfluss und entsprechendem Bodenabtrag, insbesondere bei unbedecktem Boden (siehe Kapitel 6 „Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt“).
- Neben Regenwasser führt die Einleitung von behandeltem kommunalen Abwasser zu einer Belastung des Fließgewässers. Die Stoffeinträge übersteigen zunehmend die natürliche Selbstreinigungskapazität der Gewässer, mit unmittelbaren Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme aber auch auf die Trinkwassergewinnung. Bei fehlender Verdünnung bei langanhaltenden Trockenperioden führt dies zu nachteiligen Auswirkungen. Die **Minimierung von Einträgen, insbesondere persistenter Stoffe**, gegen Null in die Fließgewässer und Seen würde sowohl deren ökologische Funktion und Erholungswert als auch deren Funktion als Trinkwasserressource nachhaltig sichern (siehe Kapitel 5 „Wasserversorgung und Schutz des Trinkwassers“).
- Die Einrichtung von **Frühwarnsystemen** für Wasserqualitätsparameter (spezifische Schadstoffe, Sauerstoffkonzentration, Temperatur) ist in großen Gewässersystemen weiter auszubauen.
- **Die Gewässerrenaturierung** stärkt die Vernetzungsfunktion und Artenvielfalt und erhöht den Erholungs- und Erlebniswert in und am Gewässer. Dies bietet Naturerlebnisse direkt vor der Haustür, lehrt die Natur wertzuschätzen und fördert die ökologisch orientierte Naturerfahrung.

Eine Förderung der für Bayern typischen Lebensräume wie Flüsse und Auen, aber auch Teichlandschaften steigern nicht nur die Biodiversität, sondern sichern auch einen ausgeglichenen, stabilen Landschaftswasserhaushalt

Trinkwasserversorger, Fachgespräch
am 15.03.2021

- Zur Erreichung der Umweltziele nach EU-WRRL ist eine beschleunigte und intensivierete **Umsetzung von Konzepten** erforderlich, die einen ganzheitlichen Ansatz mit großräumigen und aufeinander abgestimmten Maßnahmen verfolgen.
- Die notwendige Anlage von Uferstreifen und damit einhergehend dringende naturnahe **Gewässerentwicklung** sollte mit geeigneten Maßnahmen **erleichtert und beschleunigt** werden.
- Bei den nichtstaatlichen Gewässern dritter Ordnung, die ca. 90 % der Gesamtgewässerslänge ausmachen, gibt es noch kein Gewässerentwicklungskonzept. Mit dessen Hilfe können zielgerichtet die notwendigen hydromorphologischen Maßnahmen abgeleitet, ein Umsetzungskonzept erstellt und so die Umweltziele erreicht werden. Dafür sind die zuständigen **Kommunen finanziell und fachlich** besser zu **unterstützen**.

Es liegt nicht an zu wenigen Konzepten. Was uns fehlt, sind die „sozialen Werkzeuge“, um Menschen zu bewegen.

StMELF, Fachgespräch am 19.02.2021

8 Empfehlungen an die Politik

Folgende Empfehlungen werden als **Eckpfeiler** angesehen, um zukünftig die Wasserversorgung in Bayern zu sichern. Einzelmaßnahmen werden in den jeweiligen Unterkapiteln ausführlich dargestellt.

Speicherfähigkeit der bayerischen Landschaft wiederherstellen

- Der Boden ist der zentrale Filter und Puffer im Wasserhaushalt. Seine Funktionen sind zu erhalten und zu stärken.
- Die wichtigsten Maßnahmen für einen klimaresilienten Landschaftswasserhaushalt sind die Infiltration flächendeckend zu fördern und die Entwässerung zu reduzieren. Dazu sind notwendig:
 - eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung mit Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenstruktur, zum Humusaufbau und zur Vermeidung von Erosion und Verdichtung,
 - der Rückbau von Drainagen und sonstigen Entwässerungsstrukturen,
 - die Wiedervernässung von Mooren und die Renaturierung von Auen sowie
 - ein verbesserter Regenwasserrückhalt in der Fläche.
- Der Regenfeldbau in der Fläche muss auch weiterhin der Standard in Bayern sein, dafür sollte sich die Landwirtschaft an die wandelnden Bedingungen durch innovative Methoden anpassen (z. B. durch angepasste Kulturen, verbesserter Bodenwasserhaushalt).
- Bewässerung ist nur möglich, wo sie nachhaltig erfolgt. Dazu sind innovative Methoden (wie Tröpfchenbewässerung, Unterflurbewässerung, Bewässerungsmonitoring, „in-door-farming“) einzusetzen.
- Wälder sind weiter konsequent in klimaresiliente Mischwälder umzubauen.
- Beratung und Förderung der Land- und Forstwirtschaft sollte sich an der Maxime eines Erhalts der natürlichen Bodenfunktionen, eines klimaresilienten Landschaftswasserhaushalts und stärker am Gemeinwohlprinzip orientieren.

Überregionale Speicherung und Verteilung des Wasserdargebots langfristig sichern

- Die Grundpfeiler der überregionalen Verteilung von Wasser in Bayern von Süd nach Nord bleiben die Überleitung von Altmühl- und Donauwasser in das Regnitz-Main-Gebiet sowie die Fernwasserversorgung. Diese Verteilungs- und Speicherinfrastruktur muss jedoch optimiert werden:
 - Kapazitätserweiterung u. a. auch zur Schonung der örtlichen Grundwasservorkommen, aber auch von Quellen und wasserabhängigen Ökosystemen.
 - Redundanzen zur Überbrückung von regionalen und technischen Engpässen.
 - Überprüfung von weiteren Überleitungen aus dem Donauegebiet und des Verbunds zu Baden-Württemberg, Thüringen und Sachsen.

- Die Vergrößerung der Niedrigwasserreserven der vorhandenen Talsperren durch eine Erhöhung der Absperrbauwerke sollte mittelfristig umgesetzt werden. Im Vergleich zu neuen Talsperren ist die Erhöhung der Absperrbauwerke aus finanziellen und auch aus naturschutzfachlichen Gründen vorrangig zu betrachten.
- Durch eine Verbindung der Scheitelhaltung des Main-Donaukanals mit der Brombachtalsperre würde die Nutzung der vorhandenen Infrastruktur zur Überleitung von Wasser aus dem Süden in den Norden Bayerns wesentlich verbessert. Dies gilt auch in Hinblick auf die Mehrzwecknutzung des Speichers für Niedrigwassererhöhung und Naherholung. Diese Maßnahme sollte mittelfristig verwirklicht werden.
- Der Neubau von in der Fläche dezentral verteilten Speicherbecken ist zu prüfen. Maßgebend für die Entscheidung für zusätzliche Becken sind die Wirksamkeit für die Verbesserung des Wasserdargebots (insbesondere Grundwasseranreicherung) unter Berücksichtigung von Starkregenereignissen sowie ökonomische, ökologische und landschaftsästhetische Kriterien.

Trinkwasserversorgung durch nachhaltigen Ressourcenschutz und Wasserversorgungsstrukturen sichern

- Die bisherige bedarfsgerechte Verteilung von Wasserressourcen („Supply Management“) muss durch eine Bewirtschaftung des Wasserverbrauchs („Demand Management“) ergänzt werden. Beide Elemente müssen in Zukunft die Grundlage für eine regionale Wasserbewirtschaftungsplanung sein.
- Die ortsnahe Trinkwasserversorgung ist auch in Zukunft durch eine naturnahe Trinkwassergewinnung beizubehalten. Die kleinräumige Struktur der bayerischen Wasserversorgung ist aber durch leistungsfähigere kommunale Wasserversorgungsverbände und die Schaffung überregionaler Versorgungsstrukturen zu stärken.
- Ein „Wasserbeschleunigungsgesetz“ kann die erleichterte Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten und Schaffung neuer Wasserstrukturen unterstützen. Vorrang sollten weiterhin das „Wasser vor Ort“ und örtliche Strukturen haben, vor einer Anbindung an die Fernwasserversorgung.
- Die ortsnahe Trinkwasserversorgung erfordert eine Erweiterung der Ausweisung von Schutzgebieten sowie effektive Kontrollsysteme auf operativer und kommunaler Ebene mit entsprechender Personalausstattung.
- Die Minimierung von persistenten Stoffeinträgen gegen Null in Fließgewässer und Seen verbessert nicht nur die ökologische Funktion der Gewässer, sondern sichert insbesondere deren Funktion als Trinkwasserressource für die Uferfiltratgewinnung nachhaltig. Dafür sind prioritär betroffene kommunale Kläranlagen mit einer weitergehenden Abwasserbehandlung auszustatten.
- Der Wasserbedarf muss durch eine stärkere Bepreisung (Wasser Cent) gelenkt werden, wodurch Anreize zur Wassereinsparung und Wassersubstitution (durch Nicht-Trinkwasserqualitäten) geschaffen werden können.

- Ungenehmigte Wasserentnahmen z. B. in der Landwirtschaft, müssen verhindert und erteilte Erlaubnisse überwacht werden – dazu sind die staatlichen Überwachungsstrukturen, d. h. die technische Gewässeraufsicht personell zu stärken. Nur mit einer strikten Überwachung und durch politische Unterstützung lassen sich die erkannten nötigen Grenzen der Nutzung auch durchsetzen.
- Der *Wasser Fußabdruck* landwirtschaftlicher und industrieller Produktionsketten ist zu reduzieren.

Klimaresiliente Siedlungen durch eine grüne und blaue Infrastruktur schaffen

- Sofortiges Handeln ist unbedingt erforderlich, weil Starkregen, Hitze und Dürre die Städte und ihre Bewohner ernsthaft bedrohen. Dazu ist konsequent das Schwammstadt Konzept zu verfolgen und eine grüne und blaue Infrastruktur zu entwickeln. Daher bedarf es gesetzlicher Rahmenbedingungen, die die Schwammstadt priorisieren und den Kommunen klare Vorgaben machen. Dabei ist Wert auf umfassende Behördenkooperation und Bürgerbeteiligung zu legen und es müssen die finanziellen und personellen Voraussetzungen in der Verwaltung für die Umsetzung geschaffen werden.
- Die Regionalplanung muss gestärkt werden, um kommunenübergreifende Herausforderungen, wie die nachhaltige Sicherung und Entwicklung von Wasserretentionsräumen, Luftschneisen, Kaltluftentstehungsgebieten in den wachsenden Ballungsräumen, erfolgreich zu bewältigen.
- Die Kommunen spielen eine Schlüsselrolle zur Umsetzung des Schwammstadtprinzips. Dafür ist Sorge zu tragen, dass die Belange des Schwammstadtprinzips frühzeitig und umfassend in die kommunale Planung der Siedlungsentwicklung mit ihren Bezügen zur Bauleitplanung und Landschaftsplanung integriert werden.
- Die Begrenzung der Flächenversiegelung und die Entwicklung einer ökologisch leistungsfähigen grünen Infrastruktur ist durch verbindliche Vorgaben einzufordern (z. B. Grünkennwerte für größere Städte).
- Die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft sollten auch im Bereich der Wasserwirtschaft konsequent befolgt werden. Daraus erwachsen Chancen durch die Bereitstellung eines qualitativ hochwertigen Nutzwassers (Wasserwiederverwendung) als eine trockenheitsunabhängige alternative Wasserressource für Bewässerungszwecke und andere Brauchwassernutzungen/Grauwassernutzung (fit-for-purpose).
- Eine Ausrichtung hinsichtlich einer klimaresilienten Siedlungsentwicklung erfordert den Aufbau personeller Kapazitäten in der Verwaltung (insbes. Planungs- und Umweltämter, Wasserwirtschaftsämter), Fortbildung sowie zur Unterstützung der Planung und Umsetzung von Maßnahmen in der Siedlungsentwicklung.

Die Ökosystemfunktionen von Fließgewässern und Seen bewahren und wiederherstellen

- Eine nachhaltige Entwicklung und Sicherung der Wasserbewirtschaftung ist nur möglich unter gleichzeitigem und gleichberechtigtem Einbezug von Ökologie, Ökonomie und Technik.

- Das Ziel der EU-WRRL eines ökologisch und chemisch guten Zustands der Gewässer ist, angesichts des Klimawandels und der anthropogen überprägten Landschaften, wichtiger denn je. Die zügige Umsetzung von Konzepten und spezifischen Maßnahmen ist vordringlich:
 - Schaffung hydromorphologischer Strukturen
 - Erhalt und Wiederherstellung der Durchgängigkeit von Fließgewässern
 - Anbindung und Renaturierung der Auen
- Der ökologische Mindestwasserabfluss in Oberflächengewässern ist auch zu extremen Niedrigwasserzeiten sicherzustellen und andere Nutzungen sollten dann eingestellt werden.
- Dauerhafte Uferstreifen in der gebotenen Breite von mindestens 10 m und mit ausreichend Vegetation (Strauch- und Baumbewuchs ähnlich Heckenstruktur) sind vorzusehen. Dabei sollte die Unterscheidung in natürliche Gewässer und Entwässerungsgräben oder künstliche Gewässer entfallen.
- Gewässer dritter Ordnung dürfen bei der Umsetzung der EU-WRRL nicht vergessen werden. Hier bedarf es der finanziellen und personellen Unterstützung der Kommunen, um die Umweltziele zu erreichen.

Notwendige Ressourcen für das Konzept LAND: schaf(f)t WASSER

- Anpassungen im Wassersektor benötigen lange Zeiträume (Jahrzehnte) und daher eine **langfristig verlässliche und aufgrund der steigenden Herausforderungen aufgestockte Ressourcenausstattung** (Personal in der betroffenen Staatsverwaltung, Finanzen, Verwaltungsstrukturen, Fachkräfteausbildung, Dienstleister wie Ingenieurbüros und Firmen). Die Einführung eines **Wasser Cents** als Steuerungsinstrument aber auch, um eine derartige Ressourcenausstattung dauerhaft sicherzustellen, kann hier Abhilfe schaffen. Weitere Finanzierungsquellen für Mehrkosten sind Programme der EU, des Bundes oder des Landes aber auch Abgaben wie – neben dem Wasser Cent – eine Anpassung der Abwasserabgabe oder andere verbrauchsbezogene Abgaben (analog CO²-Steuer).
- Einführung eines
Wasser Cents
als Steuerungsinstrument und
ggf. zur langfristigen
Ressourcenausstattung.*

Diskussion Verbändegespräch Ländliche
Entwicklung am 19.03.2021
- Die **technischen Infrastrukturen** müssen angepasst und teils ausgebaut werden. Hier ist mit zusätzlichen Kosten **von weit mehr als 3 Mrd. € auf etwa 20 Jahre zu rechnen**. Nachfolgend exemplarisch eine grobe Kostenschätzung für lediglich einige Schlüsselmaßnahmen:

• Nachrüstung „4. Reinigungsstufe“ bei den wichtigsten Kläranlagen	700 Mio. €
• Ertüchtigung Überleitungssystem	200 Mio. €
• Optimierung vorhandener Talsperren (ggf. Speichererhöhung)	300 Mio. €
• Ausbau Fernwasserversorgung (2. Leitung)	1.300 Mio. €
• Nachrüstung lokale Trinkwasserversorgungen (Notverbände)	700 Mio. €
• Investitionsstau für die bestehende Infrastruktur, insbesondere die vorhandenen, Wasser- und Abwasserleitungen von weit über	6 Mrd. €

*Ein langfristig gesichertes **Investitionsprogramm** „Trockenheit“ muss aufgestellt werden! (Vgl. Hochwasser-Aktionsprogramm 2020plus)*

Fazit Verbändegespräch am 19.03.2021

- Nur ein intakter Landschaftswasserhalt kann das **Problem der Trockenheit in der Fläche lösen**. Daher ist es erforderlich die Maßnahmen der Kapiteln 3, 5 und 7 („Klimaresilienter Landschaftswasserhaushalt“, „Klimaresiliente Siedlungsentwicklung“ bzw. „Ökosystem funktionen von Fließgewässern und Seen“) beschleunigt in der Fläche umzusetzen. Freiwilligkeit und Förderangebote für Maßnahmen in der Fläche sind wichtig, reichen aber nicht aus. Sie müssen durch verstärkte Schulung, Beratung und Überprüfung ergänzt werden, um ein Umdenken für eine nachhaltige Wasserwirtschaft zu erreichen. Neben der Wasserwirtschaftsverwaltung betrifft dies alle in der Fläche tätigen Verwaltungen (Forst, Landwirtschaft, Ländliche Entwicklung...). Deren Tätigkeiten sind zielgerichtet auf die Herausforderungen auszurichten und ihre personelle, finanzielle Ausstattung entsprechend sicherzustellen.
- Im Rahmen der Tätigkeit der Expertenkommission ist der dafür notwendige Finanzbedarf schwer abschließend bestimmbar, da teils Maßnahmen auch über eine Anpassung bisheriger Förderinstrumente (z. B. alternative Nutzung der Gemeinsamen Agrarpolitik-Förderungen) oder über gesetzliche Anforderungen realisierbar sind. Allein die darüber hinausgehende Finanzsumme wird deutlich über den Kosten für die technische Infrastruktur liegen. Für deren Umsetzung (Investitionen), die notwendige Partipation und Kommunikation, Monitoring und sonstige unterstützende Dienstleistungen für Dritte (Kommunen, Land- und Forstwirte etc.) sind die Verwaltungen auch personell²¹ besser auszustatten und organisatorisch weiterzuentwickeln.

*Wir haben ein Problem in der Fläche. Die **Verwaltungen sind derzeit alleine schon personell nicht für die nötigen Aufgaben (...) ausgestattet...***

Fazit Verbändegespräch am 19.03.2021

Diese Investitionen in landschaftsbezogene Maßnahmen amortisieren sich bei weitem durch Resilienzsteigerung, Schadensvermeidung und viele weitere positive Effekte in allen Bereichen wie Gesundheit, Biodiversität oder Ertragsfähigkeit der Flur und sind z. B. für die

²¹Das hierfür zusätzlich erforderliche Personal kann seitens der Expertenkommission nicht geschätzt und müsste seitens der Verwaltungen ermittelt werden. Bei der Wasserwirtschaftsverwaltung könnte als erste Grobschätzung die Personalstärke der bis Ende der 1990er Jahre in der Fläche tätigen Sachgebiete „Nichtstaatliche Wasserwirtschaft“ dienen (ca. 250 – 300 Stellen). Ähnliche Entwicklungen des Rückzugs aus der Fläche trafen auch andere Verwaltungen und sind in gleicher Größenordnung zu korrigieren

Zielerreichung der EU-WRRL unerlässlich. Nachfolgende beispielhafte Zahlen und Schätzung können lediglich einen ersten Eindruck über die notwendigen Dimensionen geben.

- EU-WRRL Umsetzung in Bayern (nach Schätzung der LAWA) ~ **2.7 Mrd. €**
- Uferstreifen (auf einer Seite auf 10 m Breite) ausgestattet mit Gehölz (Schattenwirkung) entspricht bei 65 % der Fließgewässer einer landwirtschaftlichen Fläche von ca. 21.000 ha (Zum Vergleich: Der jährliche Siedlungsflächenzuwachs in Bayern liegt momentan bei ca. 4.000 ha).
- Die Maßnahmen zur Schwammstadt für eine klimaresiliente Siedlungsentwicklung betreffen prinzipiell eine Fläche von mehr als 500.000 ha²².
- Bodenbedeckung, betrifft eine Fläche von ca. 2.000.000 ha (in erster Näherung wurde die Ackerfläche²³ angenommen).
- Waldumbau auch zum Erhalt der wasserwirtschaftlichen Funktionen, allein in der Waldumbauoffensive 2030 ist bayernweit ein Umbau von rund 200.000 ha im Privat- und Körperschaftswald bis 2030 geplant. Untersuchungen zeigen, dass im Laufe dieses Jahrhunderts sich das Vorkommen der jeweils führenden Baumart in allen Teilen Bayerns (außer Alpen und Bayerischer Wald) deutlich verringern könnte.

Notwendige Forschung und wissenschaftliche Begleitung

Einzelne von der Expertenkommission empfohlene innovativen Maßnahmen, Instrumente und Ansätze sind bereits heute verfügbar oder werden vereinzelt bereits umgesetzt. Dennoch besteht für ihre flächendeckende Implementierung und die Schaffung einer sicheren Wasserzukunft in Bayern Bedarf an Forschung und wissenschaftlicher Begleitung. Diese gewährleistet eine unabhängige interdisziplinäre Bewertung der Umsetzung und gewählten Strategien sowie eine schnellere Anpassung an sich ändernde Rahmenbedingungen und den sich weiterentwickelnden Stand der Forschung und Technik. Dafür bietet der Wissenschaftsstandort Bayern exzellente Anknüpfungspunkte an vorhandene Forschungsstrukturen und -netzwerke.

Die Transformation zu einer sicheren Wasserzukunft bietet durch eine enge Verzahnung von wasserwirtschaftlicher Praxis und Spitzenforschung enormes Potential für innovative Entwicklungen, die eine hohe Strahlkraft für den Freistaat, aber auch für den Wissenschaftsstandort Bayern haben können.

- Daher sollte die Etablierung eines interdisziplinären Exzellenzclusters **„LAND: schaf(f)t: WASSER“** durch die bayerische Staatsregierung gefördert werden, um durch die Vernetzung unterschiedlicher Disziplinen eine kohärente, leistungsfähige und zielgerichtete Kooperation von Universitäten mit außeruniversitären Partnern zu schaffen und dadurch die Implementierung einer sicheren Wasserzukunft deutlich zu beschleunigen.

²²Siehe, Bayerisches Landesamt für Statistik (2020), Pressemitteilung, <https://www.statistik.bayern.de/presse/mitteilungen/2020/pm274/index.html>

²³Siehe, Bayerischer Agrarbericht 2020, <https://www.agrarbericht.bayern.de/politik-strategien/index.html>

- Zusätzlich bietet sich die Etablierung eines Expertennetzwerkes „Sichere Wasserzukunft Bayern“ an, welches an einer zentralen Koordinationsstelle verortet und durch diese unterstützt wird.
- Die Umsetzung kann deutlich beschleunigt werden durch die Schaffung von Leuchtturmprojekten mit Multiplikatorfunktionen.

Notwendigkeit einer interministeriellen Strategie zur Umsetzung des Konzepts

LAND: schaf(f)t: WASSER

Die Empfehlungen dieses Berichtes betreffen mehrere Ressorts. Daher wird vorgeschlagen, dass unter dem Dach der Staatskanzlei von den jeweils betroffenen vier Ministerien Umwelt, Landwirtschaft, Bau und Wirtschaft in deren Verantwortung die Umsetzung vorliegender Empfehlungen vorbereitet und durchgeführt wird.

Bildnachweis

- Abbildung 1.** Annette Menzel, Expertenkommission & Alissa Lüpke (TUM).
- Abbildung 2.** Markus Disse, Expertenkommission.
- Abbildung 3.** Karl Auerswald, Expertenkommission.
- Abbildung 4.** Theodor Strobl, Expertenkommission.
- Abbildung 5.** Wasser für Franken, Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.
- Abbildung 6.** Theodor Strobl.
- Abbildung 7.** Bayerisches Landesamt für Umwelt, mit schematischen Ergänzungen der Expertenkommission.
- Abbildung 8.** Wassersensible Siedlungsentwicklung, Bayerisches Landesamt für Umwelt.
- Abbildung 9.** Peter Rutschmann.