

Forschungsbedarf und Zukunftsimpulse für die Wasserwirtschaft

Gemeinsame strategische
Innovationsagenda (SIA)
des Water Innovation Circle (WIC)
von DVGW und DWA

**AUS DER
PRAXIS**



Präambel der Vereinspräsidien

Die deutsche Wasserwirtschaft steht angesichts globaler und lokaler Herausforderungen unter erheblichem Transformationsdruck. Der Klimawandel führt zunehmend zu extremen Wetterereignissen, die sowohl die Verfügbarkeit als auch die Qualität von Wasserressourcen beeinträchtigen, während geopolitische Krisen wie der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine die Energieversorgung und auch die Rohstoffverfügbarkeit beeinflussen, aber auch die Krisenvorbereitung besonders fordern. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Energiewende weiter an Bedeutung, während die aktuellen haushaltspolitischen Rahmenbedingungen die finanziellen Spielräume für Forschung im Bereich Wasser und Klima deutlich einschränken. Dabei ist gerade diese Forschung zentral, um innovative, resiliente und nachhaltige Lösungen zu entwickeln. Die dringend notwendige Transformation hin zu einer wasserbewussten Stadtentwicklung und einem naturnahen Landschaftswasserhaushalt verläuft bislang schleppend. Um eine „wasserbewusste Gesellschaft“ zu etablieren, braucht es gezielte Investitionen in Forschung – sie liefern wesentliche Grundlagen für zukünftige Entscheidungen und sind Ausgangspunkt für Next-Level-Innovationen.

Die Bewältigung der anstehenden Herausforderungen erfordert eine systemische und interdisziplinäre Herangehensweise. Digitalisierung, demografischer Wandel und veränderte gesellschaftliche Erwartungen müssen integrativ in wasserwirtschaftliche Strategien eingebunden werden. Nur durch die enge Zusammenarbeit aller Akteure entlang des Wasserkreislaufs – von Versorgungs- und Entsorgungsbetrieben über Verwaltungen, Ingenieurbüros und Hersteller bis hin zu Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen – kann eine kohärente und zukunftsfähige Wasserwirtschaft gestaltet werden. Ebenso wichtig ist ein gestärktes gesellschaftliches Bewusstsein für die Bedeutung der Ressource Wasser und deren nachhaltige Nutzung. Politische Entscheidungsträger sind gefordert, geeignete Rahmenbedingungen zu schaffen, um diese Transformation aktiv zu unterstützen.

Als zentrale Plattform für praxisorientierte Wasserforschung in Deutschland spielt der Water Innovation Circle (WIC) eine entscheidende Rolle. Die gemeinsame Initiative der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) und des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW) bringt Forscher und Betreiber von Wasserinfrastrukturen zusammen. Seit 2014 dient der WIC als Arbeitsplattform und Sprachrohr, um den konkreten Forschungsbedarf der Praxis zu formulieren und Impulse für eine zukunftsorientierte Wasserwirtschaft zu setzen. In diesem Sinne freuen wir uns, die neue strategische Innovationsagenda (SIA) des WIC mit dem Titel „Forschungsbedarf und Zukunftsimpulse für die Wasserwirtschaft – Aus der Praxis“ vorzustellen.



Dr. Dirk Waider
Vizepräsident Wasser des DVGW

A handwritten signature in blue ink, reading "D. Waider".



Prof. Dr. Uli Paetzel
Präsident der DWA

A handwritten signature in blue ink, reading "Uli Paetzel".

Begleitwort

Die vorliegende Neuauflage der Strategischen Innovationsagenda des Water Innovation Circle (WIC-SIA) baut unmittelbar auf der letzten Überarbeitung aus dem Jahr 2021 auf, die sich als tragfähige Grundlage für die strategische Ausrichtung von Forschung und Entwicklung in der Wasserwirtschaft bewährt hat. Seitdem haben sich die Rahmenbedingungen jedoch erneut spürbar verändert: Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, technologische Fortschritte und geopolitische Entwicklungen stellen die Branche vor zusätzliche, teils tiefgreifende Herausforderungen. Das kürzlich erschienene Jahresgutachten der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) sowie das aktuelle Hauptgutachten des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) „Wasser in einer aufgeheizten Welt“ verdeutlichen eindrucksvoll, wie dringlich und komplex die Anforderungen an ein zukunftsfähiges Wassermanagement geworden sind. Beide Gutachten benennen konkrete politische und gesellschaftliche Handlungserfordernisse, die auch für die Weiterentwicklung der WIC-SIA richtungsweisend waren.

Aus Sicht des WIC haben darüber hinaus insbesondere die Themen Wasser-Energie-Nexus, Resilienz von Versorgungs- und Lieferketten, intensivierte Kreislaufwirtschaft, Cyber-Sicherheit sowie der Einsatz von Künstlicher Intelligenz weiter an Bedeutung gewonnen. Diese Schwerpunkte werden in der aktuellen Fassung der Agenda besonders hervorgehoben.

Die bewährte thematische Struktur, die sich an den drei zentralen Handlungsfeldern der Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen orientiert, wurde beibehalten. Ergänzt wurde die Agenda erstmals um ein neues Kapitel zum „Praxistransfer“, das methodische Hinweise und Empfehlungen dazu enthält, wie Forschungsergebnisse besser in die praktische Anwendung überführt werden können.

Erstmals wurden bei der Erstellung der Agenda auch Partnerorganisationen aktiv eingebunden. Unser besonderer Dank gilt der DECHEMA, der Wasserchemischen Gesellschaft und der Water Science Alliance für ihre wertvollen Beiträge und Anregungen.

Mit dieser Neuauflage möchte der WIC einen Beitrag dazu leisten, die Wasserwirtschaft zukunftsfähig aufzustellen und den aktuellen wie auch den kommenden Herausforderungen proaktiv zu begegnen. Wir laden alle Akteure der Wasserwirtschaft ein, sich aktiv an der Umsetzung dieser Agenda zu beteiligen und gemeinsam innovative Lösungen zu entwickeln.



Dagny Wienes
WIC Co-Vorsitzende

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'D. Wienes'.



Dr. Kim Augustin
WIC Co-Vorsitzender

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'K. Augustin'.





Die Deutsche Wasserwirtschaft in Zahlen

ÖKONOMISCHE KENNZAHLEN

Dürre und Hitze haben im Jahr 2022 **wirtschaftliche Verluste in Höhe von 40 Mrd. €** verursacht. In der Folge strebt die EU-Kommission eine Verbesserung der Wassereffizienz um 10 Prozent an. ^[1]

Seit 2010 sind für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland Kosten in Höhe ca. 27 Mrd. € angefallen, bis zur Umsetzung der Ziele in allen Wasserkörpern sind zusätzlich schätzungsweise **weitere 30 Mrd. € erforderlich**. ^[2]

Die deutsche Wasserwirtschaft investierte 2023 ca. 10 Milliarden Euro in ihre Infrastrukturen. ^[3]

Für die Trinkwasserbereitstellung entstehen **pro Einwohner durchschnittliche Kosten von 0,35 € pro Tag**. Die Ableitung und Behandlung des Abwassers **kostet jeden Einwohner pro Tag im Durchschnitt 0,38 €**. ^[3]

Insgesamt sind von der öffentlichen Wasserversorgung **im Zeitraum 1990 bis 2023 87,8 Milliarden Euro** (nominal) in Wassergewinnung, Aufbereitung und Speicherung, in Wassertransport- und Wasserverteilungsanlagen sowie in Zähler und Messgeräte **investiert worden**. ^[4]



1. Trinkwasserschutzgebiete

→ **Ca. 15,4 Prozent der Landesfläche** der Bundesrepublik (55.000 km²) sind als Wasserschutzgebiete ausgewiesen und unterliegen besonderen Anforderungen an die Flächenbewirtschaftung. [5] → **Mehr als 70 Prozent** des deutschen Trinkwassers werden aus Grundwasser (62,5 Prozent) und Quellwasser (8,1 Prozent) gewonnen. 30 Prozent entfallen auf Oberflächengewässer wie See- und Talsperren (12,3 Prozent), Uferfiltrat (8 Prozent) und angereichertes Grundwasser (7,8 Prozent). [4]



2. Trinkwassergewinnungsanlagen

→ **Die öffentliche Wasserversorgung nutzt jährlich rund 5,3 Mrd. m³ Wasser.** Dies entspricht weniger als 1/3 der jährlichen Gesamtwasserentnahmen und ca. 3 Prozent des langjährigen Gesamtwasserdargebots in Deutschland [6] → Die deutsche Wirtschaft (insb. Energieversorgung und verarbeitendes Gewerbe) **nutzt ca. 12,6 Mrd. m³ Wasser pro Jahr.** [7] → Je nach Messnetz wird an **17 bis 25 Prozent** der Grundwassermessstellen in Deutschland der gesetzliche Grenzwert **für Nitrat überschritten** [8, 9]. Die Aufbereitung zu Trinkwasser ist hier mit einem deutlich erhöhten technischen Aufwand verbunden.



3. Trinkwasseraufbereitungsanlagen

→ Der durchschnittliche **Wassergebrauch der Bevölkerung lag 2024 bei 122 Liter pro Einwohner und Tag.** [6] → **88,6 Prozent der Bevölkerung** Deutschlands beziehen ihr Trinkwasser **aus zentralen Wasserversorgungsanlagen**, die mehr als 1.000 m³ pro Tag abgeben oder mehr als 5.000 Personen versorgen. [10]



4. Trinkwasserverteilnetz

→ **Die öffentliche Wasserversorgung stellt 89 Prozent der entnommenen Wassermenge** (~4,7 Mrd. m³/a) als Trinkwasser zur Verfügung. Davon gehen 82 Prozent an private Haushalte und Kleingewerbe und 18 Prozent an Schulen, Behörden, Krankenhäuser und an größere gewerbliche Unternehmen. [11] → Die Gesamtlänge des deutschen **Versorgungsnetzes beträgt ca. 530.000 km**, dies entspricht dem 13-fachen Erdumfang. [12]



5. Abwasserkanalnetz

→ **96,2 Prozent der Einwohner** in Deutschland sind **an die öffentliche Kanalisation angeschlossen.** [13]



6. Abwasserbehandlungsanlagen

→ Die insgesamt 8.891 kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen in Deutschland haben eine **Ausbaukapazität von 152,1 Mio. Einwohnerwerten** [14] → Lediglich 4 Prozent der Kläranlagen weisen eine Ausbaugröße > 100.000 Einwohnerwerte (GK 5) auf, gleichzeitig repräsentieren diese Anlagen aber 54 Prozent der Gesamtausbaugröße in Deutschland. [14] → **8,3 Mrd. m³ Abwasser werden jährlich in der Bundesrepublik behandelt.** [15] Zum Vergleich: Der Starnberger See besitzt ein Volumen von knapp 3 Mrd. m³. → Der gesamte Stromverbrauch kommunaler Kläranlagen in Deutschland liegt bei etwa 4.400 Gigawattstunden (GWh) pro Jahr, **was dem Strombedarf von rund 900.000 Vier-Personen-Haushalten entspricht.** [16]



7. Gewässerunterhaltung

→ **Das Fließgewässernetz in Deutschland umfasst mehr als 500.000 Kilometer** [17] → Lediglich **13 Prozent der Flüsse und 20 Prozent der Seen** in Deutschland befinden sich in einem **sehr guten oder guten ökologischen Zustand** [2]



8. Wasserkraftanlagen

→ **Die Wasserkraft liefert in Deutschland jährlich etwa 18 bis 21 Terawattstunden Strom**, was rund **4 Prozent der gesamten Bruttostromerzeugung** und etwa 7–8 Prozent des erneuerbaren Stroms ausmacht [18]

ZIELPERSPEKTIVE

Vision einer zukunftsorientierten Wasserwirtschaft in einer wasserbewussten Gesellschaft

In einer wasserbewussten Gesellschaft wird Wasser ganzheitlich als Bestandteil seines natürlichen Kreislaufs betrachtet und der Wert von sauberem Wasser als essentielle Grundlage für Mensch und Natur anerkannt. Die Wasserwirtschaft nutzt den technologischen Fortschritt, um globalen Herausforderungen vorausschauend zu begegnen, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklungen zu unterstützen und dabei das Recht auf Wasser für Mensch und Ökosysteme durchzusetzen. Wesentliche Eckpunkte sind aus heutiger Sicht:

- Die verfügbaren Wasserressourcen werden in Menge und Qualität verlässlich prognostiziert, ebenso wie die nachhaltigen Bedarfe für die menschliche Nutzung und den Erhalt der Ökosysteme. Ein stabiler rechtlicher Rahmen und geeignete organisatorische, technische und digitale Mechanismen sichern die Identifikation und Lösung von Nutzungskonflikten zwischen den verschiedenen Sektoren wie Siedlung, Industrie, Landwirtschaft und Naturschutz.
- Die Infrastrukturen der Wasserwirtschaft sind klimaneutral und lassen sich flexibel an die wechselnden Dargebots- und Bedarfssituationen anpassen. Intelligente digitale Systeme ermöglichen eine effiziente und nachhaltige Betriebsführung. Alle wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen sind auf hohe Resilienz gegenüber wasserbezogenen Naturgefahren wie Starkregen, Hochwasser, Dürre und anthropogen bedingten Gefährdungen ausgelegt. Diese Anpassungsfähigkeit stellt sicher, dass die Daseinsvorsorge der Wasserwirtschaft den Anforderungen des Klimawandels und demografischer Veränderungen gerecht wird.
- Die Wasserwirtschaft trägt entscheidend zum Schutz der Gesundheit von Menschen und Natur bei. Unerwünschte Stoffeinträge in Gewässer werden durch Zusammenwirken aller beteiligten Akteure, insbesondere Industrie und Gesetzgebung, schon an der Quelle vermieden, oder entsprechende Qualitätsbeeinträchtigungen werden bis zur Nutzung minimiert. Naturnahe Gewässerbewirtschaftung und die Entfernung unvermeidbarer Einträge durch effiziente Aufbereitungsverfahren gewährleisten eine hohe Wasserqualität. Die dafür anfallenden Kosten werden gerecht verteilt und sozialverträglich gestaltet. Die erweiterte Herstellerverantwortung fördert eine umweltbewusste Produktentwicklung und -anwendung.

- Schnelle und zuverlässige Methoden zur Identifikation und Bewertung von Einträgen in den Wasserkreislauf tragen dazu bei, deren Auswirkungen zu minimieren. In einer wasserbewussten Gesellschaft wird die Wasserwirtschaft in eine Kreislaufwirtschaft eingebettet, in der wiederverwertbare Ressourcen aus dem Wasserkreislauf sinnvoll genutzt werden.

Die kontinuierliche Forschung und Innovation in der Wasserwirtschaft fördert den nachhaltigen Umgang mit Wasser und liefert den relevanten Akteuren wie Unternehmen, Verwaltungen, Politik und Gesellschaft zukunftsorientierte Lösungen. Wissenschaft und Praxis arbeiten in interdisziplinären Forschungsverbünden zusammen, um die Wasserwirtschaft weiterzuentwickeln und global vernetzte Lösungen zu finden.

INNOVATIONSFELDER

Um die Vision einer zukunftsorientierten Wasserwirtschaft für eine wasserbewusste Gesellschaft zu ermöglichen, bedarf es aus Sicht der Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen innovativer Lösungen in drei zentralen Handlungsfeldern:

- **Gesundheit von Mensch und Umwelt sichern**
- **Zukunftsfähige, robuste/resiliente Infrastrukturen schaffen**
- **Ressourcen nachhaltig bewirtschaften und schützen**

Die Forschung für die Wasserwirtschaft der Zukunft muss sich dabei insbesondere mit den folgenden drei Herausforderungen und Chancen auseinandersetzen:

- **dem Klimawandel begegnen**
- **Digitalisierungspotenziale und neue Technologien erschließen**
- **gesellschaftlichen Fortschritt ermöglichen und dem demografischen Wandel begegnen.**

Zielmatrix der WIC-SIA mit Innovationsfeldern

Zielmatrix der Strategischen Innovationsagenda (SIA) mit Innovationsfeldern, die sich aus der Überlagerung von Handlungs- und Gestaltungsfeldern mit Herausforderungen/Chancen der Wasserwirtschaft ergeben

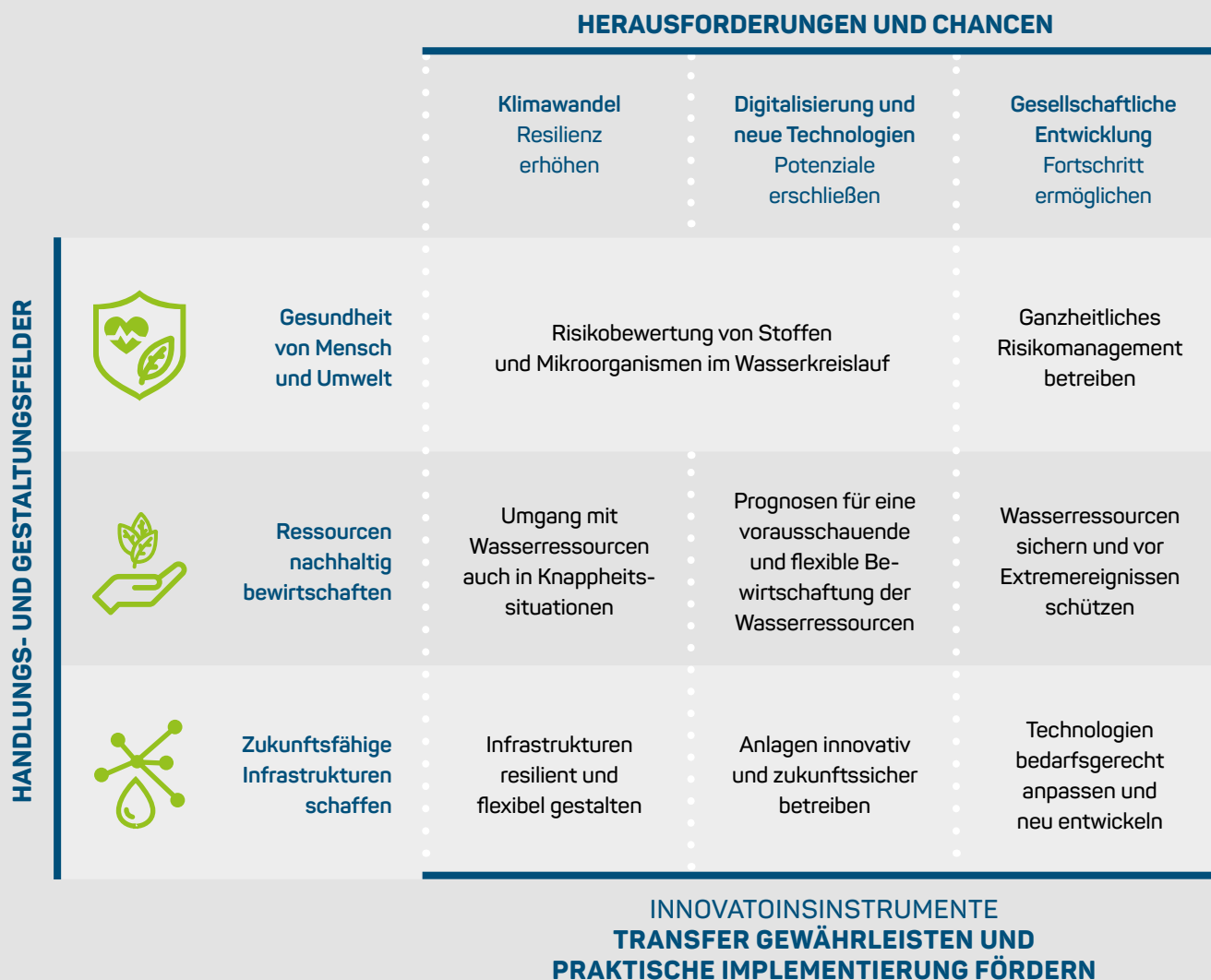


ABBILDUNG 1: STRUKTUR DER STRATEGISCHEN INNOVATIONSAGENDA (SIA)

Die sich aus den Zusammenhängen von Handlungs- / Gestaltungsfeldern und Herausforderungen/Chancen ergebende Zielmatrix der Strategischen Innovationsagenda ist in Abbildung 1 dargestellt. Sie bildet den Rahmen für acht aus der Vision abgeleitete Innovationsfelder mit spezifischen FuE-Bedarfen. Übergreifende gesellschaftliche und globale Trends werden dabei als weitere Randbedingungen verstanden, die sowohl zusätzlichen Innovationsbedarf als auch eigene Innovationspotenziale beinhalten.

Bei der Umsetzung der Innovationsziele hängen Effizienz und Effektivität maßgeblich von den angewendeten Innovationsmethoden ab. Besonders geeignet sind Innovationsinstrumente, die einen reibungslosen Transfer von Forschungsergebnissen gewährleisten und deren Umsetzung in die Praxis fördern.



Themen



1. Gesundheit von Mensch und Umwelt 10

1.1. Bewertung von Stoffen und Mikroorganismen im Wasserkreislauf 12

1.2. Ganzheitliche Risikomanagementstrategien aufbauen 13



2. Ressourcen nachhaltig bewirtschaften und schützen 14

2.1. Prognosen für eine vorausschauende und flexible Bewirtschaftung 16

2.2. Umgang mit vorhandenen Ressourcen auch in Knappheitssituationen 17

2.3. Wasserressourcen sichern und vor Extremereignissen schützen 17



3. Zukunftsfähige Infrastrukturen schaffen 18

3.1. Infrastrukturen resilient und flexibel gestalten 20

3.2. Wasserwirtschaftliche Anlagen innovativ und zukunftssicher betreiben 21

3.3. Technologien und Verfahren bedarfsgerecht anpassen und neuentwickeln 21



4. Praktische Implementierung fördern 22

4.1. Branchenentwicklung: Transformationsforschung und proaktiv gestalten 23

4.2. Praxistaugliche Lösungen entwickeln und demonstrieren 24

4.3. Standards und Regelwerke als Transferinstrumente nutzen 24

4.4. Forschung und Regulierung synchronisieren 25



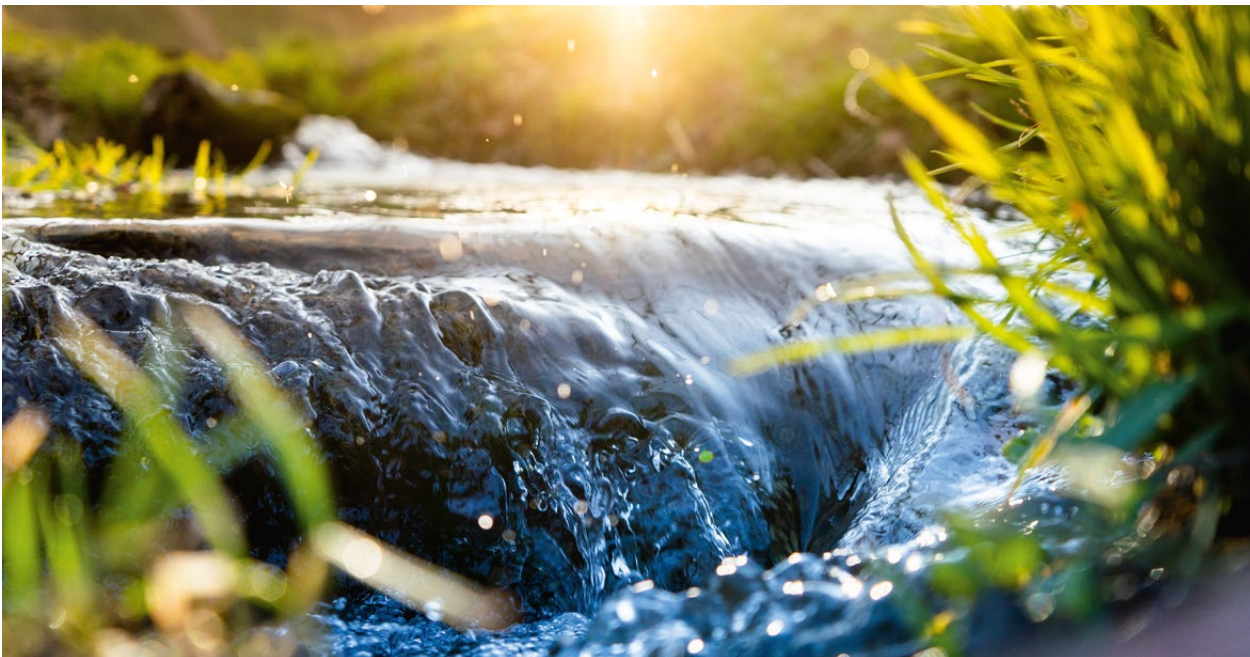
1. Gesundheit von Mensch und Umwelt sichern



Die Wasserwirtschaft orientiert ihre Zielsetzungen und Anforderungen maßgeblich an der zentralen Bedeutung des Wasserkreislaufs für die menschliche Gesundheit. Aus dieser Perspektive betrachtet gewährleistet das bestehende System aus technischen Verfahren sowie rechtlichen und organisatorischen Strukturen in Deutschland grundsätzlich ein hohes Schutzniveau. Es bestehen jedoch erhebliche Defizite im Hinblick auf den qualitativen Schutz der Wasserressourcen selbst. Diese rechtlichen und organisatorischen Lücken müssen unter Einbeziehung gezielter, auf die spezifischen Anforderungen der relevanten Regelungsbehörden abgestimmter Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen geschlossen werden. Vor dem Hintergrund tiefgreifender klimatischer Veränderungen sowie dynamischer gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen ergeben sich darüber hinaus stetig neue Einflussfaktoren, die die Wasserqualität beeinflussen.

Prominente Beispiele wie PFAS und Antibiotikaresistenzen verdeutlichen die Dringlichkeit, Stoffe, Substanzen und Mikroorganismen im Wasserkreislauf frühzeitig zu identifizieren und zu bewerten. Ebenso wichtig ist die vorausschauende Analyse potenzieller Entstehungs- und Eintragspfade.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, sowohl neue analytische Methoden und Verfahren zu entwickeln als auch existierende Überwachungsansätze kontinuierlich weiterzuentwickeln. Insbesondere die Nutzung digitaler Technologien – etwa im Bereich der Online-Analytik und der vernetzten, KI-gestützten Datenauswertung – bietet hier große Chancen. Sie ermöglichen es, kritische Veränderungen der Wasserqualität frühzeitig zu erkennen und gezielt Gegenmaßnahmen einzuleiten.





1.1. BEWERTUNG VON STOFFEN UND MIKROORGANISMEN IM WASSERKREISLAUF

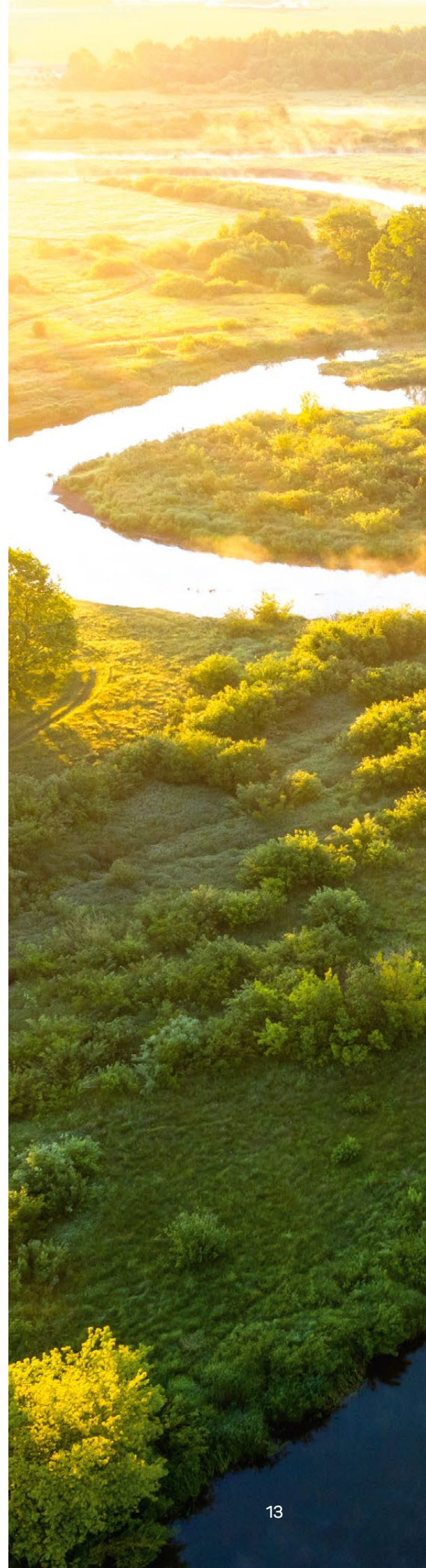
Die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung und des Gewässerschutzes erfordert eine fortlaufende Überwachung sowohl vorhandener/bekannter als auch neu auftretender/entdeckter Stoffe und Krankheitserreger (z. B. Viren, Bakterien, Antibiotikaresistenzen). Neue Entwicklungen und Erkenntnisse führen zur Identifizierung neuer Kontaminanten und zur Notwendigkeit der Bewertung von potenziell gesundheitsrelevanten Risiken. Eine ganzheitliche Bewertung erfordert darüber hinaus das Verständnis von Anwendungsbedingungen, Eintragspfaden, Transformations- und Abbauprozessen, biologischen Aktivitäten sowie Wechselwirkungen zwischen Stoffen und Mikroorganismen. Verstärkende Effekte, die aufgrund sich ändernder klimatischer, gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Randbedingungen immer schneller auftreten, müssen weitergehend untersucht werden. FuE-Bedarf besteht in folgenden Bereichen:

- ▶ Entwicklung und Standardisierung analytischer Methoden zur Identifizierung und Quantifizierung neuer Stoffgruppen, z.B. Weiterentwicklung und Anwendung von „Target-“, „Non-Target-Analytik“, sowie molekularbiologischer Methoden zur Erfassung von Ausbreitung, Eintrag und Entstehung von mikrobiellen Antibiotikaresistenzen im Wasserkreislauf (Abwasser, Oberflächengewässer und Grundwasser).
- ▶ Entwicklung von Konzepten und Methoden zur Überwachung, Bewertung und Priorisierung insbesondere von Stoffen, die persistent, mobil und toxisch sind (PMT-Stoffe), z.B. PFAS.
- ▶ Vertiefung des Verständnisses von Infektionsketten, Verhalten und Wirkung von Krankheitserregern im Wasserkreislauf und Weiterentwicklung der abwasserbasierten Epidemiologie.
- ▶ Aufklärung der komplexen Transformations- und Abbauprozesse im Wasserkreislauf.
- ▶ Verbesserung des Verständnisses der Emissions- und Expositionspfade von (Spuren-)Stoffen und deren Wirkung auf Mensch und Umwelt sowie Ableitung von Steuerungsinstrumenten für die Gesetzgebung.
- ▶ Entwicklung von Methoden und Konzepten im Bereich der wirkungsbezogenen Analytik.
- ▶ Charakterisierung und Quantifizierung des Abbau- bzw. Eliminationsvermögens von bestimmten Stoffen im Grundwasserleiter (insbesondere Nitrat); Entwicklung und Einführung eines geeigneten Online-Monitorings und digitaler Instrumentarien zur schnellen Überwachung und Bewertung der Wasserqualität.
- ▶ Erforschung der hygienischen Auswirkungen niedrigerer Temperaturen in Warmwassersystemen der Trinkwasserinstallationen durch Energiesparmaßnahmen/ Wärmepumpenanwendungen. Erforschung der Auswirkung erhöhter Temperaturen im Rohrnetz infolge des Klimawandels.
- ▶ Nachweis und Bewertung veränderter mikrobiologischer Populationen sowie Vorkommen und Relevanz von Neozoen.
- ▶ Folgenabschätzung bei neuen gesetzlichen Vorgaben (Grenzwerte, Nachweismethoden und Überwachungspflichten) für Stoffe und Mikroorganismen.

1.2. GANZHEITLICHE RISIKOMANAGEMENT-STRATEGIEN AUFBAUEN

Mit Blick auf den Wasserkreislauf mit seinen vielfältigen Nutzungen und einer sich kontinuierlich und zum Teil unvorhersehbar entwickelnden Gewässerökologie sind gesundheitlich bedenkliche Entwicklungen in vielen natürlichen Gewässern absehbar. Je nach Wasserherkunft sind bei der Trinkwasserversorgung neue Risikobewertungs- und Minimierungskonzepte erforderlich. Im Fall der Abwasserbehandlung sind klare Kriterien und Finanzierungskonzepte notwendig, wann zusätzliche Reinigungsstufen zur zielgerichteten Elimination von Spurenstoffen, Keimen oder sonstigen Belastungen erforderlich sind. Es gilt die Risiken ganzheitlich zu berücksichtigen und durch technologische und gesetzliche Rahmenbedingungen zu minimieren/optimieren. Zusammenfassend lässt sich folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf formulieren:

- Entwicklung von stoffgruppenspezifischen Minderungs- und Vermeidungsstrategien insbesondere für Schadstoffe und Keime am Ort der Entstehung.
- Substitutionsmöglichkeiten human- und ökotoxikologisch kritischer Stoffe durch unbedenkliche Stoffe.
- Zielgerichtete Elimination von Spurenstoffen im Rahmen der Abwasserbehandlung unter Berücksichtigung der Bildung von Transformations- und Abbauprodukten.
- Aufbau und Entwicklung datenbasierter Ansätze und kollaborativer Datennutzung zur Identifizierung und Vorhersage von Risiken und Verbesserung der Prognosefähigkeit (stochastische Modelle, KI-Methoden).
- Erweiterung von Kosten-Nutzen-Analysen als Grundlage für die Bewertung von Lösungskonzepten und Technologien.
- Entwicklung von Entscheidungstools für weitergehende Maßnahmen bei der Trinkwasser- und Abwasseraufbereitung für Risikoszenarien.
- Mengenbilanzen und daraus resultierende Belastungen von Grund- und Oberflächenwasser für bestimmte Stoffgruppen bei ausgewählten Nutzungen.
- Auswirkungen von zusätzlichen (dezentralen) Rückhaltmethoden: Großräumige Strategien zur Verbesserung der Wasserqualität (z. B. Einzugsgebietsebene).
- Entwicklung von Methoden für die Risikokommunikation zwischen Entscheidungsträgern, Experten, betroffenen Gruppen und allgemeiner Öffentlichkeit.





2. Ressourcen nachhaltig bewirtschaften und schützen



Wasserressourcen umfassen Oberflächengewässer und Grundwasserkörper, die Ausgangs- und Endpunkte des Wasserkreislaufs darstellen: Aus ihnen werden die benötigten Wassermengen entnommen und nach der Nutzung durch den Menschen wieder zugeführt. Neben der Bewirtschaftung durch die Wasserwirtschaft (Ver- und Entsorgung) bestehen vielfältige gesellschaftliche Ansprüche an unser Wasser, z.B. für Landwirtschaft und Industrie, oder als ästhetisches und funktionales Landschaftselement mit Erholungs- und Freizeitwert. Die Prognose- und Handlungsfähigkeit sind zentrale Elemente für eine vorausschauende und flexible Bewirtschaftung und bilden daher wesentliche Bestandteile des Ressourcenmanagements. Sowohl in Zeiten der

Verknappung als auch bei Überfluss der Ressource Wasser sind zukünftige Konventionen zu entwickeln und zu sichern. Die daraus resultierenden Ansprüche aus den geänderten Rahmenbedingungen erfordern neue Lösungen mit Blick auf die sektoralen Bedarfe im gesamtgesellschaftlichen Kontext, sowohl auf lokaler als auch regionaler Ebene. Neue Technologien innerhalb der Wasserwirtschaft und die Digitalisierung bieten Werkzeuge für die Umsetzung des Ressourcenmanagements und die Handlungsoptionen. Beispiele sind das Monitoring, die Verknüpfung von Bedarfs- und Verbrauchsdaten der Ressource Wasser vor allem mit Daten zu wasserwirtschaftlichen Anlagen oder zu den metro-hydrologischen Randbedingungen.





2.1. PROGNOSEN FÜR EINE VORAUSSCHAUENDE UND FLEXIBLE BEWIRTSCHAFTUNG

Wasserressourcen unterliegen natürlichen und anthropogen beeinflussten Mengenschwankungen. In Zeiten des globalen Wandels, in denen die Schwankungsbreiten durch klimatische und soziodemographische Änderungen deutlich gestiegen sind, ist ein nachhaltiges integriertes Wasserressourcenmanagement erforderlich. Von Bedeutung ist dabei das Prozessverständnis in Verbindung mit den naturräumlichen Rahmenbedingungen, die das Wasserdargebot bestimmen. Sind diese Prozesse lokal, regional und saisonal erforscht, können sie in Modelle umgesetzt werden, um zukünftige Entwicklungen des Wasserdargebots zu prognostizieren und zu simulieren. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, die die Notwendigkeit einer Neubewertung von Wasserentnahmen sieht. Dabei geht es um die Frage, wie steigender Wasserbedarf und erhöhte Qualitätsanforderungen in den Wirtschaftssektoren befriedigt werden können. Hier besteht aktuell folgender Forschungs- und Entwicklungsbedarf:

- Forschungstransfer von Prognosemodellen auf lokale Anwendungen für ein zukunftsorientiertes Resilienzmonitoring der Wasserversorgung. Untersuchung von Veränderungen in der Grundwasserneubildung und deren Auswirkungen auf Rohwasser (Quantität und Qualität) und Basisabfluss, insbesondere unter dem Einfluss des Klimawandels.
- Analyse von Veränderungen des Wasserhaushalts unter Anwendung hochaufgelöster Klimaszenarien für die nahe Zukunft in Einzugsgebieten, aufgrund klimawandelbedingter Veränderungen von Niederschlags- und Evapotranspirationsmustern (unter Berücksichtigung der Landnutzung).
- Modelle und Methoden zur Verbesserung des Prozessverständnisses von Gewässersystemen bei verschiedenen Nutzungsoptionen und bei (Renaturierungs-) Maßnahmen an Gewässern unter Berücksichtigung biologischer, morphodynamischer, stofflicher und anthropogener Faktoren.

2.2. UMGANG MIT VORHANDENEN RESSOURCEN AUCH IN KNAPPHEITS-SITUATIONEN

Digitale Werkzeuge ermöglichen bereits heute die Messung und Überwachung vieler Naturgüter; eine intelligente Vernetzung wird in Zukunft helfen, die Bedarfe effizienter und schneller zu steuern, ohne die Ressource zu übernutzen. Forschungsbedarf besteht, um Nutzungskonflikte um die Ressource Wasser auf Einzugsgebietsebene zu vermeiden oder so weit wie möglich zu reduzieren. Dazu müssen in Zukunft gezielt Daten erhoben und so miteinander verknüpft werden, dass auch in zukünftigen Extremsituationen (Dürre, Starkregen, etc.) die dringlichsten Bedarfe nach vorher festzulegenden Prioritäten gedeckt werden können. In den Städten der Zukunft muss es ein Ziel sein, dem (natürlichen) Wasserkreislauf möglichst nahe zu kommen.

- Konzepte zur Festlegung sektoraler Wassernutzungsbudgets, die in Extremsituationen dynamisch angepasst werden, so dass eine vorher festgelegte Priorisierung automatisiert wird.
- Wasserwiederverwendung durch die flexible Aufbereitung und Speicherung bislang ungenutzter Wasserressourcen sektorübergreifend ermöglichen, wobei eine bedarfsgerechte Bereitstellung unterschiedlicher Qualitäten (fit for purpose) unter Einhaltung technischer und hygienischer Standards zu gewährleisten ist.
- Entwicklung eines möglichst naturnahen Wasserkreislaufs in Siedlungen/Städten, bei dem auch Stoffströme in den Quartieren geschlossen werden; Identifikation der dafür notwendigen rechtlichen Veränderungen und Ergänzungen.
- Entwicklung von Methoden zur Ableitung einer Clustering, Rangfolge und Priorisierung von Handlungsoptionen/Maßnahmen für Defizite im Gewässerzustand unter definierten Randbedingungen
- Vermeidung von Zielkonflikten bei der jeweiligen sektoralen Anpassung an den Klimawandel (z. B. Wasserrückhalt in der Fläche statt Bewässerung) durch gemeinsame Bewirtschaftungspläne und Berücksichtigung von Bedarfsprognosen.

2.3. WASSERRESSOURCEN SICHERN UND VOR EXTREMEREIGNISSEN SCHÜTZEN

Um den Druck auf unsere Wasserressourcen durch Übernutzung zu reduzieren, werden Methoden und Strategien zur Verbesserung der Wasserverfügbarkeit benötigt. Zudem müssen Nutzungen priorisiert und effizienter gestaltet werden. Auf der anderen Seite muss der Gefahr von Überflutungen, aber auch extremer Trockenheit begegnet werden. Hier muss ein Paradigmenwechsel etabliert werden, weg vom Ansatz, Niederschlagswasser möglichst schnell abzuleiten, hin zum Ansatz, Niederschlagswasser in der Fläche zurückzuhalten. Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht in folgenden Bereichen:

- Intelligente Konzepte zur Bewirtschaftung von Mischwasser- und Regenwasserspeichern (zentral, semizentral und dezentral), z. B. durch Grundwasseranreicherung/Managed Aquifer Recharge in wasserreichen Zeiten und Nutzung in wasserarmen Zeiten.
- Entwicklung wasserwirtschaftlicher Konzepte für den Ausstieg aus dem Kohlebergbau mit dem Ziel, möglichst schnell einen ausgeglichenen Wasserhaushalt zu erreichen und gleichzeitig die erforderlichen Wassernutzungen zu gewährleisten.
- Entwicklung von Ansätzen und Methoden zum Umgang mit Starkregenereignissen in urbanen Räumen – Vermeidung unerwünschter Stoffeinträge und hygienischer Beeinträchtigungen.
- Entwicklung von Konzepten, die den Wasser-Energie-Nexus ganzheitlich beschreiben, langfristig auf einen ausgeglichenen Wasserhaushalt ausgerichtet sind und Gewässerbelastungen vermeiden.





3. Zukunftsfähige Infrastrukturen schaffen

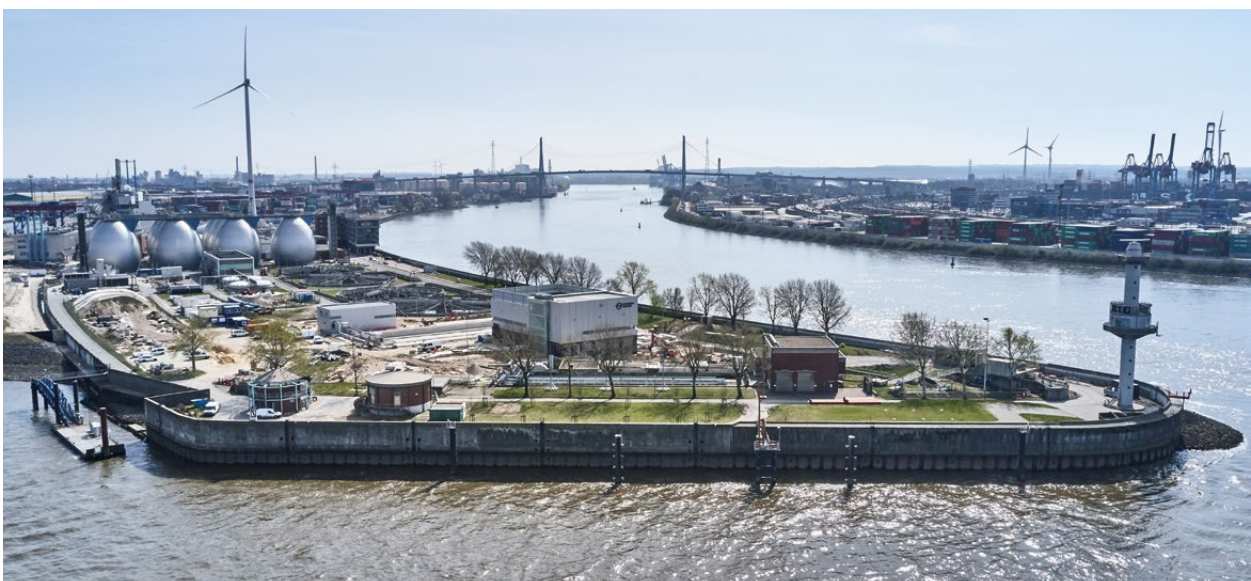


Deutschland ist geprägt von den lokalen und regionalen Strukturen seiner wasserwirtschaftlichen Anlagen mit einem sehr hohen Niveau der Verfügbarkeit sämtlicher Wasserdienstleistungen und Wassernutzungsmöglichkeiten. Dies wird in der öffentlichen Wahrnehmung oft als selbstverständlich angesehen. Eine funktionierende und verlässliche Wasserwirtschaft mit dem daraus resultierenden hohen Standard der Versorgung, der Entsorgung, der Hygiene und Gesundheitsvorsorge, des Schutzes der natürlichen Ressourcen und der vielfältigen Nutzungen – auch im internationalen Vergleich – muss stärker als bisher in den Fokus der öffentlichen Wahrnehmung und der politischen Unterstützung gerückt werden.

Der Funktions- und Werterhalt der wasserwirtschaftlichen Infrastruktur stellt die elementare Voraussetzung für eine hohe Ver- und Entsorgungssicherheit, geringe Schadens- und Ausfallraten und eine qualitativ hochwertige Produktdienstleistung an jedem Tag und zu jeder Stunde dar (24/7). Die vorhandenen Anlagen und Systeme

sind nicht nur wertbeständig zu erhalten, sondern auch im Hinblick auf sich ändernde Anforderungen und Rahmenbedingungen oder Alternativen im systemischen und technischen Bereich weiterzuentwickeln. Das Zielbild sind Anlagen mit innovativen, flexiblen bzw. modularen, resilienten und wirtschaftlichen Verfahren in einem System vernetzter, sicherer Infrastruktureinrichtungen bei größtmöglichem Schutz der natürlichen Ressourcen.

Die Entwicklung neuer Verfahren zur Trink- und Abwasserbehandlung von der Konzeption bis zur Umsetzung und Markteinführung ist von zentraler Bedeutung. Automatisierungs-/Digitalisierungs- und Instandhaltungsstrategien erfordern gerade in der Wasserwirtschaft ein Umfeld mit hoher Zuverlässigkeit digitaler Infrastrukturen auf angemessenem Sicherheitsniveau sowie verlässliche Rahmenbedingungen für Investitionen und Innovationen. Durch den Einsatz aufgabenorientierter künstlicher Intelligenz könnten Systeme entstehen, die eine oder mehrere definierte Aufgaben besonders gut bewältigen.

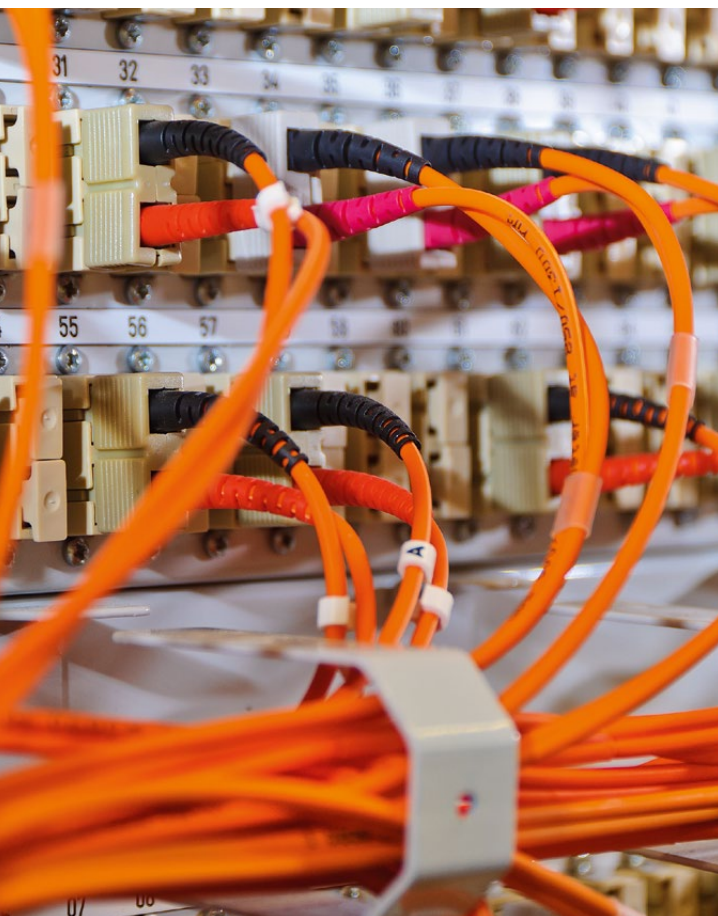




3.1. INFRASTRUKTUREN RESILIENT UND FLEXIBEL GESTALTEN

Eine sichere Investitionsplanung basiert auf einem systematischen Ansatz, der sowohl betriebliche Maßnahmen (insbesondere zur Instandhaltung) als auch den Reinvestitionsbedarf klar aufzeigt. Asset Management ist jedoch mehr als die Bewertung von Anlagen. Es ist ein integraler Ansatz zu entwickeln, der betriebliche und politische Zielsetzungen (z. B. Anforderungen an die Abwasser- und Trinkwasserinfrastruktur, Umweltbelastungen, Energiemanagement) sowie sich verändernde gesellschaftliche Rahmenbedingungen (Wandel der Sozialstrukturen, Werte- und Anspruchswandel etc.) und technologische Entwicklungen (Digitalisierung, Arbeitsbedingungen etc.) mit berücksichtigt und sowohl betriebliche Maßnahmen als auch Investitionen systematisch darauf ausrichtet. Vordringlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht in folgenden Bereichen:

- Entwicklung von Data-Mining-Methoden zur Gewinnung von Informationen über den Zustand und die Systemleistung von Anlagen. Dabei werden verschiedene Betriebs-, Umwelt- und Ressourcenfaktoren berücksichtigt.
- Entwicklung von Ansätzen zur Risiko- bzw. Zuverlässigkeitsbewertung einschließlich neuer Überwachungs- und Inspektionstechniken sowie neuer Instandhaltungs- und Instandsetzungsverfahren und betrieblicher Handlungsstrategien.
- Entwicklung und Anwendung von Modellen zur Zustandsentwicklung und zur Qualitätsänderung im Leitungsnetz in Abhängigkeit von Anlagenbewertung und Betriebsbedingungen, Möglichkeiten zur laufenden Kalibrierung und einfachen Anpassung an die jeweils vorherrschenden anlagenspezifischen Bedingungen.
- Neue Planungsinstrumente, Betriebsprozesse und technische Gestaltungselemente zur Flexibilisierung der Wasserwirtschaft als Vorbereitung auf sich ändernde Rahmenbedingungen (z. B. Nutzung erweiterter Digital-Twin-Ansätze zur Simulation ganzheitlich veränderter Systemrahmenbedingungen).
- Entwicklung/Verbesserung von Managementstrategien und deren Unterstützung durch betriebswirtschaftliche Instrumente (Lebenszykluskostenrechnung) einschließlich Werkzeugen zur Operationalisierung und Akzeptanzförderung in kleinen, mittleren und großen Unternehmen.



3.2 . WASSERWIRTSCHAFTLICHE ANLAGEN INNOVATIV UND ZUKUNFTSSICHER BETREIBEN

Der Betrieb wasserwirtschaftlicher Anlagen ist der zentrale Prozess in den Unternehmen. Alle Aktivitäten sind darauf ausgerichtet, denn nur hier entsteht Wertschöpfung. Auf sich schnell ändernde Rahmenbedingungen muss mit betrieblichen Maßnahmen reagiert werden. Der wirtschaftlich effiziente und sichere Betrieb der Anlagen muss klare Entscheidungsgrundlagen für zukünftige Betriebsanforderungen haben. Aus Informationen über den Anlagenzustand müssen darüber hinaus auch klare Impulse für Investitionen und Weiterentwicklung abgeleitet werden. Handlungsoptionen müssen auf einer transparenten Entscheidungsgrundlage mit sicherer Bewertung von Zusammenhängen und Wirkungsmechanismen basieren. Vordringlicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht in folgenden Bereichen:

- Entwicklung wasserwirtschaftlicher Anlagen mit minimalem Energiebedarf zur Erreichung der Klimaneutralität.
- Wirksame und umweltverträgliche Aufbereitungsstoffe mit gesicherten Lieferketten.
- Konzeption von zukunftsfähigen Automatisierungsprozessen, die eine Verbesserung der Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Stabilität der betrieblichen Abläufe erwarten lassen.
- Mindestanforderungen an die IT-Sicherheit mit einfachen, wenig aufwendigen Umsetzungs- und Überprüfungsmöglichkeiten für die Anwender, dass diese Systeme die Sicherheitsanforderungen tatsächlich erfüllen.
- Einsatz von KI in Angriffserkennungssystemen zur Verbesserung der Abwehrfähigkeit von KRITIS-Betreibern gegenüber ungezielten und gezielten Cyberangriffen.
- Entwicklung von digitalen Tools für die Dokumentation und Auswertung von Betriebsdaten in einem zentralen System mit integrierten Schnittstellen zur Erfüllung der Berichts- und Informationspflichten gegenüber Behörden und Kunden.
- Entwicklung von „Cyber Physical Systems“ (CPS) für die Wasserwirtschaft zur Produktivitätssteigerung bzw. Prozessoptimierung.
- Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Identifizierung von sicheren Betriebszuständen und Handlungsoptionen in Krisenfällen.
- Neue technologische Lösungen (insb. Funk- und Übertragungstechnologien) zur Kommunikation im Krisenfall.
- Entwicklung von Robotik Lösungen zur Inspektion und Überwachung von (Ab-)Leitungsnetzen

3.3. TECHNOLOGIEN UND VERFAHREN BEDARFSGERECHT ANPASSEN UND NEUENTWICKELN

Die Entwicklung und Anpassung von Verfahrensentwicklung und -anpassung hat in der Wasserwirtschaft eine lange Tradition. Sie muss jedoch verstärkt auf neue Anforderungen und Rahmenbedingungen sowie auf die Erfordernisse der Praxis ausgerichtet werden, um eine rasche Umsetzung zu ermöglichen. Vordringlicher FuE-Bedarf besteht in folgenden Bereichen:

- Anpassung und Optimierung bestehender technischer Verfahren zur Abwasserbehandlung, Wasseraufbereitung und Desinfektion unter Minimierung von Zusatzstoffen, Rückständen, Energiebedarf und Betriebsaufwand.
- Entwicklung von Techniken zur selektiven und wirtschaftlichen Entfernung von zunehmend relevanten Stoffen sowie zur Kreislaufführung, Mehrfachnutzung und Verwertung unter Berücksichtigung der Voraussetzungen zur Integration in bestehende Prozessketten und Anlagen.
- Bewertung der Potenziale von Abwasser zur Unterstützung und Einbindung in das Energiemanagement und insbesondere zur Rückgewinnung begrenzter Wertstoffe und systematische Entwicklung zielgerichteter Verfahren.
- Entwicklung mathematischer Tools zur Bilanzierung von Stoffströmen und zur Ermittlung der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit neuer Verfahren unter Berücksichtigung von Investitions- und Betriebskosten sowie von Energie-, CO₂- und Stoffbilanzen.
- Weiterentwicklung der Membran- und UV-Technologie, elektrochemischer Verfahren (z.B. Elektrodialyse) sowie selektiver oder textiler Materialien im Hinblick auf neue Aufbereitungsziele und Bewertung unter Praxisbedingungen.
- Entwicklung von Kombinations- und Hybridverfahren mit Bewertung des Gesamtprozesses einschließlich der Überführung in die Praxis im Rahmen von Demonstrationsprojekten.
- Intensive Erforschung der Stoffwechselwege von Mikroorganismen und deren Potenzial für neue biologische Verfahren zur Abwasserbehandlung.



4. Praktische Implementierung fördern



4.1. BRANCHENENTWICKLUNG DURCH TRANSFORMATIONSFORSCHUNG SYSTEMATISIEREN UND PROAKTIV GESTALTEN

Die Wasserwirtschaft in Deutschland wird in den nächsten Jahrzehnten von verschiedenen Trends und Entwicklungen (Klimawandel, Transformation der Wirtschaft, gesellschaftlicher Wandel) beeinflusst werden. Um brancheninterne Veränderungsprozesse proaktiv anstoßen und branchenübergreifende Transformationspfade aufzeigen zu können, bedarf es einer frühzeitigen Antizipation der relevanten Wandelfaktoren sowie deren Wechselwirkungen und Implikationen für zukünftige Ver- und Entsorgungsstrukturen. Die nationale Wasserstrategie liefert hierfür bereits einen groben strategischen Orientierungsrahmen. Sie betont insbesondere die Notwendigkeit integrierter, vorausschauender Planung und resilienter Infrastrukturen – Aspekte, die durch systematische Transformationsforschung gestützt und auf regionaler Ebene weiterentwickelt und umgesetzt werden müssen. Um die begrenzten Mittel für FuE in der Wasserwirtschaft effizient einzusetzen, ist eine Koordination und Fokussierung der Forschungsaktivitäten generell sinnvoll.

Sondierende Forschungsvorhaben, die auf der Basis nachvollziehbarer Kosten-Nutzen-Abwägungen konkrete Entwicklungspfade aufzeigen, können hier eine hilfreiche Orientierung zur Entscheidungsunterstützung sowohl für politische Entscheidungsträger als auch für Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen liefern. Um die gesell-

schaftliche Akzeptanz, insbesondere gegenüber vorsorgenden und nichttechnischen Anpassungsmaßnahmen, zu erhöhen umfasst die Transformationsforschung auch die Entwicklung von Strategien für die Risikokommunikation zwischen den Stakeholdern und der allgemeinen Öffentlichkeit. Um die Anschlussfähigkeit von Ergebnissen der Transformationsforschung zu gewährleisten, ist die Umsetzung unter enger Beteiligung der relevanten Stakeholder aus Politik, Gesellschaft und Wasserwirtschaft empfohlen (vgl. > Praxistaugliche Lösungen entwickeln und demonstrieren).

Ein aktuelles Beispiel für einen branchenweiten Transformationsprozess ist die Umsetzung des KRITIS-Dachgesetzes, das ab 2025 erstmals sektorübergreifende Mindeststandards für den physischen Schutz kritischer Infrastrukturen – darunter auch die Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung – festlegt. Es stärkt die Resilienz der Wasserwirtschaft gegenüber zunehmenden Risiken wie Extremwetterereignissen, Cyberangriffen oder Versorgungsausfällen. Transformationsforschung kann hier gezielt dazu beitragen, die Anforderungen des Gesetzes in innovative technische und organisatorische Lösungen zu übersetzen und so die Umsetzung zu unterstützen.



4.2. PRAXISTAUGLICHE LÖSUNGEN ENTWICKELN UND DEMONSTRIEREN

Im Sinne eines möglichst reibungslosen und breiten Forschungstransfers der erzielten Ergebnisse ist die Bedeutung der Praxis- und Transferfähigkeit hervorzuheben. Hierzu dienen u.a. Demonstrations-, Transfer- und Leuchtturmprojekte, um erfolgreiche Umsetzungsbeispiele und Erfahrungen für Betreiber, Öffentlichkeit und Politik sichtbar zu machen sowie Ergebnisse und konkrete Ansatzmöglichkeiten zu vermitteln.

Die Einbeziehung von Stakeholdern im Rahmen von Modellprojekten/-regionen kann akzeptanzsteigernd wirken und damit als wesentlicher Grundstein für die erfolgreiche Umsetzung von technischen, organisatorischen, prozessualen oder sozialen Innovationen angesehen werden. Insbesondere Reallabore können als offene Innovationsökosysteme in realen Umgebungen dazu beitragen, innovative Lösungsansätze abseits bestehender Konventionen praxisnah zu erproben. Erste Ansätze auf europäischer Ebene zeigen bereits den Nutzen dieser Forschungsmethodik auf. Auf nationaler Ebene werden derzeit mit dem in Planung befindlichen Reallabor-Gesetz neue Rahmenbedingungen geschaffen, die es ermöglichen innovative Lösungsansätze im geschützten Umfeld unter behördlicher Aufsicht zu erproben. Um die Möglichkeiten, die die neue Gesetzgebung bietet, effizient im Sinne der Allgemeinheit auszuschöpfen, ist eine enge Abstimmung politischer und wasserwirtschaftlicher Akteure erforderlich.

4.3. STANDARDS UND REGELWERKE ALS TRANSFERINSTRUMENTE NUTZEN

Die Weiterentwicklung und Bewertung (z. B. technischer Reifegrad, Praxistauglichkeit) verfügbarer und neuer/innovativer Technologien und Verfahren für die Anwendung in der Praxis ist entscheidend für einen erfolgreichen Transferprozess. Im Sinne eines möglichst reibungslosen und breiten Forschungstransfers in die Praxis sollten derartige Prozesse (Erarbeitung eines Regelwerks) bestmöglich durch diese vorbereitet werden. Mit Blick auf digitale Lösungen ist zudem die Definition von branchenspezifischen Datenmanagementstandards sinnvoll, um die Interoperabilität von Technologien und Produkten zu fördern.





4.4. FORSCHUNG UND REGULIERUNG SYNCHRONISIEREN

Forschungsprogramme und rechtliche Regulierung sind besser aufeinander abzustimmen. Die Analyse und Weiterentwicklung von Grundsätzen und Möglichkeiten des staatlichen Handelns bilden die Basis für die Entwicklung, Durchsetzung und Unterstützung zielgerichteter Maßnahmen auf den verschiedenen Handlungsebenen. Durch die konkrete Nutzung von Forschungsprogrammen und -ergebnissen für politische Handlungsfelder können Maßnahmen fachlich untermauert und geeignete Instrumente für den Vollzug entwickelt werden. Zudem lassen sich auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse ordnungsrechtliche Maßnahmen passgenau zuschneiden. Auch für die Rahmensetzung durch langfristige Konzepte und Planungen spielen Förderprogramme und Forschungsergebnisse eine wesentliche Rolle als Quelle für grundlegende Daten.



**Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e.V.**



Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
Tel.: +49 2242 872-0
E-Mail: info@dwa.de
> www.dwa.de

Kontakt

Sabine Thaler
Leiterin der Stabsstelle Forschung und Innovation
Tel.: +49 2242 872-142
E-Mail: thaler@dwa.de

**Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein**



Josef-Wirmer-Straße 1 – 3
53123 Bonn
Tel.: +49 228 9188-5
E-Mail: info@dvgw.de
> www.dvgw.de

Kontakt

Dr.-Ing. Mathis Keller
Leiter Wasserforschung
Tel.: +49 228 9188-727
E-Mail: mathis.keller@dvgw.de

AUTOREN

Dr. Kim Augustin

Hamburger Wasserwerke GmbH

Prof. Matthias Barjenbruch

TU Berlin

Prof. Mathias Ernst

DVGW-Forschungsstelle TUHH

Ulrike Franzke

Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR

Regina Gnirß

Berliner Wasserbetriebe AöR

Dr. Friedrich Hetzel

DWA e.V.

Marika Holtorff

DVGW e.V.

Dr. Mathis Keller

DVGW e.V.

Dr. Josef Klinger

DVGW-Technologiezentrum Wasser TZW

Dr. Klaus Piroth

CDM Smith Consult GmbH

Luisa Riegel

Stadtentwässerungsbetriebe Köln AöR

Dr. Carsten Schmidt

RheinEnergie AG

Dr. Yvonne Schneider

Ruhrverband

Prof. Holger Schüttrumpf

RWTH Aachen

Sabine Thaler

DWA e.V.

Dr. Kristina Baillot

IWW Wasserforschung gGmbH

Dagny Wienes

Hamburger Wasserwerke GmbH

Dr. Gudrun Winkler

Hamburger Wasserwerke GmbH

QUELLENANGABEN

- [1] Europäische Union, EMPFEHLUNG (EU) 2025/1179 DER KOMMISSION vom 4. Juni 2025
- [2] DWA: Politikmemorandum 2024
- [3] Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2025, in Vorbereitung
- [4] Umweltbundesamt: Öffentliche Wasserversorgung. Dessau-Roßlau, 10.09.2024
- [5] BMU; Umweltbundesamt (Hrsg.): Wasserwirtschaft in Deutschland: Grundlagen, Belastungen, Maßnahmen. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, 2017
- [6] BDEW: Wasserfakten im Überblick – April 2025. Berlin, 05.05.2025
- [7] Statistisches Bundesamt (Destatis): Deutsche Wirtschaft nutzt 12,75 Milliarden Kubikmeter Wasser im Jahr 2022. Pressemitteilung Nr. 068 vom 21.02.2025
- [8] Umweltbundesamt: Indikator: Nitrat im Grundwasser. Dessau-Roßlau, 30.01.2025.
- [9] BMEL; BMUV; Umweltbundesamt (Hrsg.): Nitratbericht 2024. Dessau-Roßlau, 2024
- [10] Umweltbundesamt; Bundesministerium für Gesundheit: Bericht über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch in Deutschland 2020–2022. Reihe: Umwelt und Gesundheit 03/2025. Dessau-Roßlau, Februar 2025
- [11] Umweltbundesamt: Öffentliche Wasserversorgung. Dessau-Roßlau, 10.09.2024
- [12] Umweltbundesamt: Wasserwirtschaft in Deutschland – Ein Überblick. Flyer. Dessau-Roßlau, 2014
- [13] BDEW: Karten der Wasserwirtschaft in Deutschland. Berlin, 2025
- [14] DWA: Leistungsvergleich kommunaler Kläranlagen 2023. Broschüre, 2024
- [15] Statistisches Bundesamt (Destatis): Öffentliche Abwasserbehandlung 2022: Über 8,3 Milliarden Kubikmeter Abwasser in Kläranlagen behandelt. Pressemitteilung Nr. 382 vom 17.10.2024

- [16] Umweltbundesamt: Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen. UBA-Texte 85/2009. Dessau-Roßlau, 2009
- [17] Umweltbundesamt: Flüsse. Dessau-Roßlau, 30.08.2023
- [18] Statistisches Bundesamt (Destatis): Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern 2019–2024. Wiesbaden, 2025

BILDNACHWEIS

- U1 iStock / Daniel Balakov
U2 StEB Köln / Christopher C. Franken
S. 1 oben Gelsenwasser AG
S. 1 unten EGLV / Klaus Baumers
S. 2 oben Hamburg Wasser / Ulrich Perrey
S. 2 unten Hamburg Wasser / Ulrich Perrey
S. 3 Berliner Wasserbetriebe
S. 4 Hamburg Wasser / Kristina Steiner
S. 6 StEB Köln / Florian Baukmann
S. 8 Berliner Wasserbetriebe
S. 10 AdobeStock / JenkoAtaman
S. 11 shutterstock / Stanislavskiy
S. 12 StEB Köln / Christopher C. Franken
S. 13 AdobeStock / dzmitrock87
S. 14 iStock / mel-nik
S. 15 StEB Köln / Robin Steffens
S. 16 AdobeStock / Hermann
S. 17 StEB Köln / PJ-Photography
S. 18 Trinkwasserverband Verden
S. 19 Hamburg Wasser / Kristina Steiner
S. 20 oben iStock / AndreyPopov
S. 20 unten StEB Köln / PJ-Photography
S. 22 Hamburg Wasser / Kristina Steiner
S. 24 oben iStock / pixelfit
S. 24 unten Trinkwasserverband Verden
S. 25 unten iStock / Totojang
S. 26 oben AdobeStock / Christian Schwier
S. 26 links unten Trinkwasserverband Verden
S. 26 rechts unten Harzwasserwerke GmbH

Bonn, Hennef, Dezember 2025