



Die  
Bundesregierung

# Wasser: N

**Forschung und  
Innovation  
für Nachhaltigkeit**

**SCHUTZ. NUTZUNG. INNOVATION.**

**Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung**



<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>3</b>
<b>1 Einführung</b> . . . . .	<b>5</b>
<b>2 Herausforderungen und Ziele</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>3 Wissenschaftliches Programm</b> . . . . .	<b>17</b>
<b>3.1 Sauberes Wasser</b> . . . . .	<b>20</b>
<b>3.2 Intakte Ökosysteme und         nachhaltige Gewässerentwicklung</b> . . . . .	<b>24</b>
<b>3.3 Lebenswerte Städte und Regionen</b> . . . . .	<b>27</b>
<b>3.4 Ressourceneffiziente Wasserkreisläufe</b> . . . . .	<b>30</b>
<b>3.5 Schutz vor Wasserextremereignissen</b> . . . . .	<b>32</b>
<b>3.6 Neue Wasserkultur</b> . . . . .	<b>35</b>
<b>4 Internationale Wasserforschung</b> . . . . .	<b>39</b>
<b>4.1 Globale Aktivitäten</b> . . . . .	<b>40</b>
<b>4.2 Europäische Aktivitäten</b> . . . . .	<b>44</b>
<b>5 Forschungslandschaft und Infrastrukturen</b> . . . . .	<b>49</b>
<b>6 Digitalisierung, Datenmanagement und Standards</b> . . . . .	<b>53</b>
<b>7 Umsetzung</b> . . . . .	<b>59</b>



Wasser ist die wichtigste Ressource für den Menschen – ohne Wasser kein Leben! Wasser ist durch nichts zu ersetzen, das Angebot ist begrenzt, die Nachfrage steigt. Wasser dient dabei nicht nur der Trinkwasserversorgung und der landwirtschaftlichen Produktion von Nahrungsmitteln. Auch in vielen anderen Bereichen nutzt der Mensch die Ressource Wasser, sei es in der Medizin, bei der Energieerzeugung, der industriellen Produktion oder dem Gütertransport.

Schon immer war Wasser die Voraussetzung für unsere kulturelle und technische Entwicklung: Siedlungen und Städte wurden an Flüssen oder an der Küste erbaut. Als Bestandteil des Naturhaushalts ist Wasser essenziell für eine intakte Umwelt und bietet vielfältige Lebensräume.

Die Sicht auf die Ressource Wasser ist eine globale, die Lösungen hingegen müssen lokaler Natur sein. Entsprechend vielfältig sind die Perspektiven, wobei im Kern ein nachhaltiges Wassermanagement den Ausgleich zwischen Wasserangebot und -nachfrage sicherzustellen hat, bei gleichzeitigem Schutz der Ressource.

Die Anforderungen an ein nachhaltiges Wassermanagement werden verschärft durch die aktuellen Herausforderungen für unsere Gesellschaft: die Folgen des Klimawandels, die demografische Entwicklung und das Ziel einer effizienteren Energienutzung. Weltweit bedrohen Wasserknappheit und Wasserverschmutzung zunehmend die Ökosysteme und beeinträchtigen die wirtschaftliche und politische Stabilität ganzer Regionen und Länder.

Die Ressource Wasser müssen wir schützen, um eine nachhaltige Entwicklung auch für die kommenden Generationen zu ermöglichen. Ein solcher Schutz ist nur möglich, wenn wir die komplexen Prozesse des Wasserkreislaufs, die Mechanismen von Veränderungen und die Gefährdungen durch menschliche Einflüsse besser verstehen.

Die Bundesregierung stellt sich diesen Herausforderungen, indem sie die Wasserforschung langfristig und verlässlich unterstützt. Das Forschungsprogramm Wasser: N ist für die kommenden Jahre das Rahmenkonzept der Bundesregierung für die Förderung von Wasserforschung und Wasserinnovation. Es wird unter Federführung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) durch die enge Zusammenarbeit mit dem Auswärtigen Amt (AA) und den Bundesministerien für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), für Gesundheit (BMG), für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), für Wirtschaft und Energie (BMWi) und für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) getragen.

Wasser: N formuliert gemeinsame Ziele für eine innovative Wasserforschung als Grundlage zukunftsfähiger politischer Entscheidungen für den verantwortungsvollen Umgang mit der Ressource Wasser.



# 1

# EINFÜHRUNG

Fast die Hälfte der Weltbevölkerung, d.h. ca. 3,6 Milliarden Menschen, leben heute nach Schätzungen der Vereinten Nationen in Gebieten, die mindestens einen Monat pro Jahr von Wassermangel bedroht sind.

Prognosen zufolge wird bis zum Jahr 2050 die globale Nachfrage nach Wasser um voraussichtlich 55 % steigen und bis zu 5,7 Milliarden Menschen werden unter Wassermangel leiden – wenn wir so weitermachen wie bisher. Sauberes Wasser ist eine unverzichtbare Grundlage für die menschliche Gesundheit, die Sicherheit der Ernährungs- und Energieversorgung, das industrielle Wachstum, intakte Ökosysteme sowie Frieden und Sicherheit.

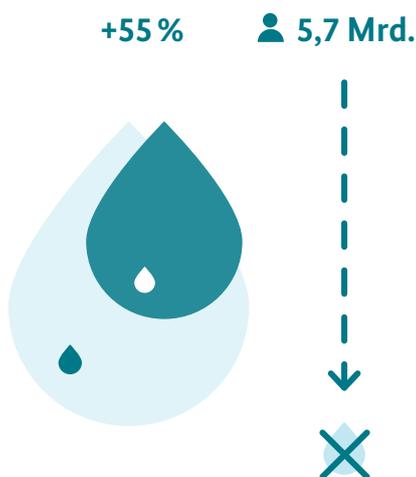
Die Vereinten Nationen heben in der Agenda 2030 die globale Bedeutung der Ressource Wasser hervor. Die Verfügbarkeit und die nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser sowie eine Sanitärversorgung für alle sind das sechste Nachhaltigkeitsziel (Sustainable Development Goal 6, SDG 6). Damit auch in Zukunft genug sauberes Wasser für Mensch, Umwelt und Wirtschaft verfügbar ist, brauchen wir einen wirkungsvollen Schutz und eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen.

**Dies erfordert eine zukunftsfähige Wasserforschung, in der Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik gemeinsam die notwendigen technologischen, soziopolitischen und konzeptionellen Innovationen entwickeln. Eine kohärente Forschungspolitik sowie eine enge Verzahnung der unterschiedlichen Förderinstrumente sind hierfür unabdingbar.**

Die Bundesregierung richtet deshalb das Forschungsprogramm „Wasser: N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit“ ein. Wasser: N versteht sich als offener und lernender Handlungsrahmen, innerhalb dessen die relevanten Aktivitäten bedarfsgerecht und flexibel an aktuelle forschungspolitische, gesellschaftliche, ökonomische sowie ökologische Fragestellungen und Entwicklungen angepasst werden können.

Ziel ist es, mit geeigneten Maßnahmen zu den nachfolgend genannten Themen innovative Forschung zu fördern. Zur Verbindung von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung und der schnelleren Übertragung der Ergebnisse in die Praxis tragen eine enge Abstimmung und ein kontinuierlicher Dialog der beteiligten Bundesressorts mit Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis entscheidend bei.

Wasser: N ist Bestandteil der BMBF-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) und liefert insbesondere zum Handlungsfeld „Natürliche Ressourcen sichern (Wasser, Böden)“ wichtige Impulse.



Prognosen zufolge wird bis zum Jahr 2050 die globale Nachfrage nach Wasser um voraussichtlich 55 % steigen und bis zu 5,7 Milliarden Menschen werden unter Wassermangel leiden.



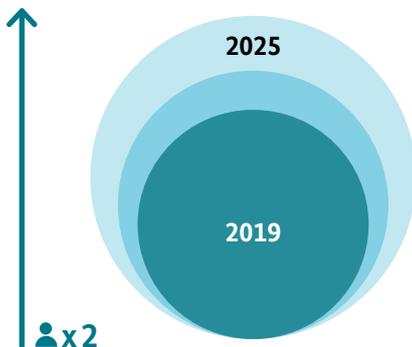


# 2

## HERAUS- FORDERUNGEN UND ZIELE

Rund 70 % der Erdoberfläche sind von Wasser bedeckt. Aber nur weniger als 1 % der vorhandenen Wassermenge kann vom Menschen als Süßwasser genutzt werden. Mit dem Wachstum der Weltbevölkerung hat sich auch die Wassernutzung seit 1950 etwa verdreifacht. Bedingt durch demografischen Wandel, Klimawandel und globales Wirtschaftswachstum wird der Nutzungsdruck auf die begrenzten Wasserressourcen weiterhin stark ansteigen.

Bis 2025 wird sich der Anteil der Menschheit in ariden und semiariden Ländern verdoppeln.



Besonders in Entwicklungs- und Schwellenländern, in denen das Wasser schon heute knapp ist, wird sich die Situation dadurch weiter verschärfen: Bis 2025 wird sich der Anteil der Menschheit in ariden und semiariden Ländern verdoppeln. Aber auch für die meisten südeuropäischen Staaten, die heute stark von Landwirtschaft und Tourismus abhängen, prognostizieren Klimamodelle für die nächsten 50 bis 100 Jahre eine Abnahme der natürlicherweise zur Verfügung stehenden Wasserressourcen auf die Hälfte im Vergleich zu heute. Teile von Großbritannien sind schon jetzt von anhaltenden Wassermangelperioden betroffen. Jüngere Erfahrungen, insbesondere aus den Jahren 2018 bis 2020, zeigen auf, wie anfällig sich auch Deutschland gegenüber ausbleibenden Niederschlägen darstellt.

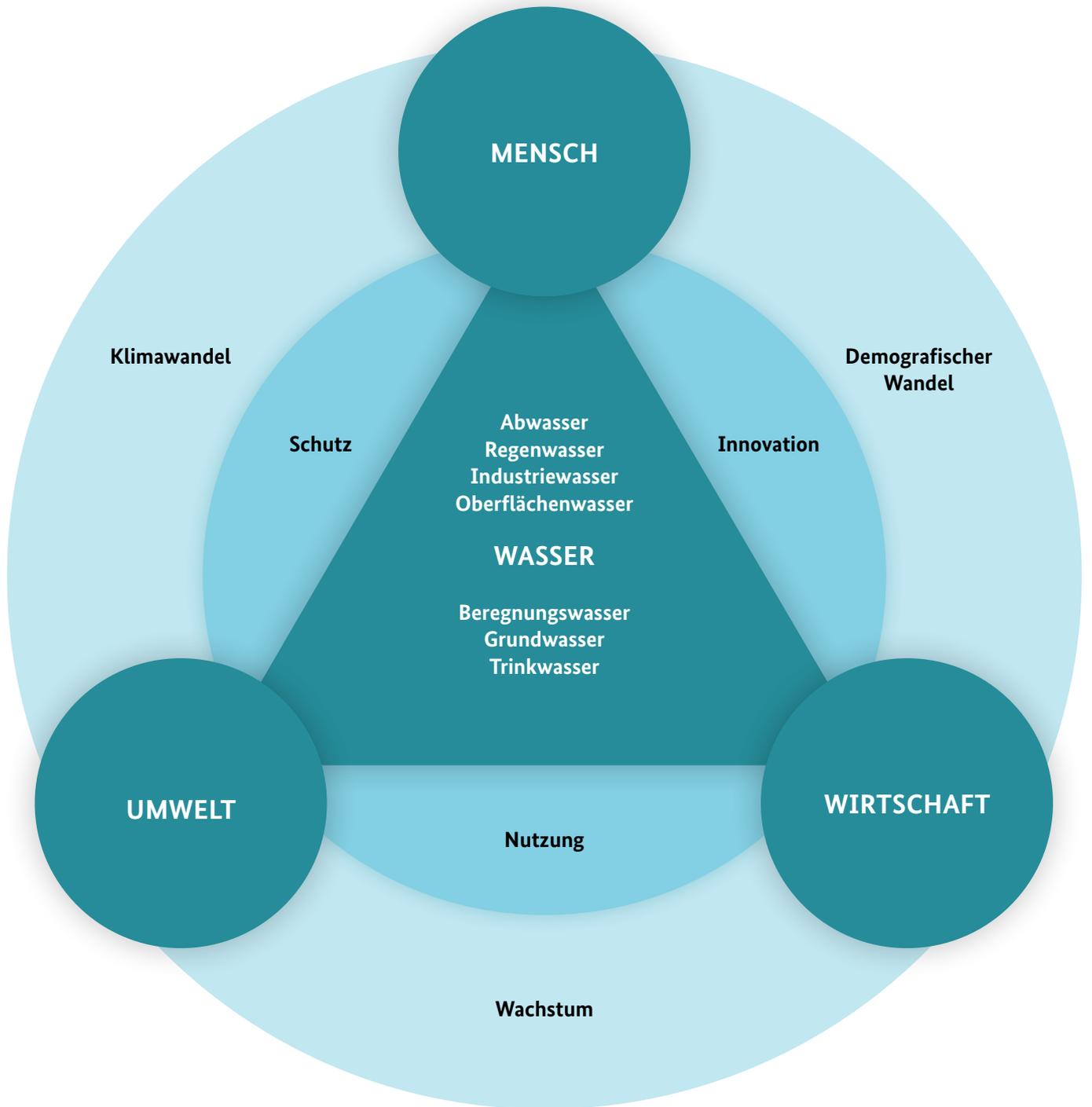
Ein nachhaltiges Wassermanagement, das die Bedürfnisse einer wachsenden Weltbevölkerung nach sauberem Wasser und geregelter Abwasserentsorgung, die Nutzungsansprüche einer globalisierten Weltwirtschaft und den Schutz der Wasserressourcen und der Ökosysteme in Einklang bringt, stellt daher eine existenzielle Herausforderung dar.

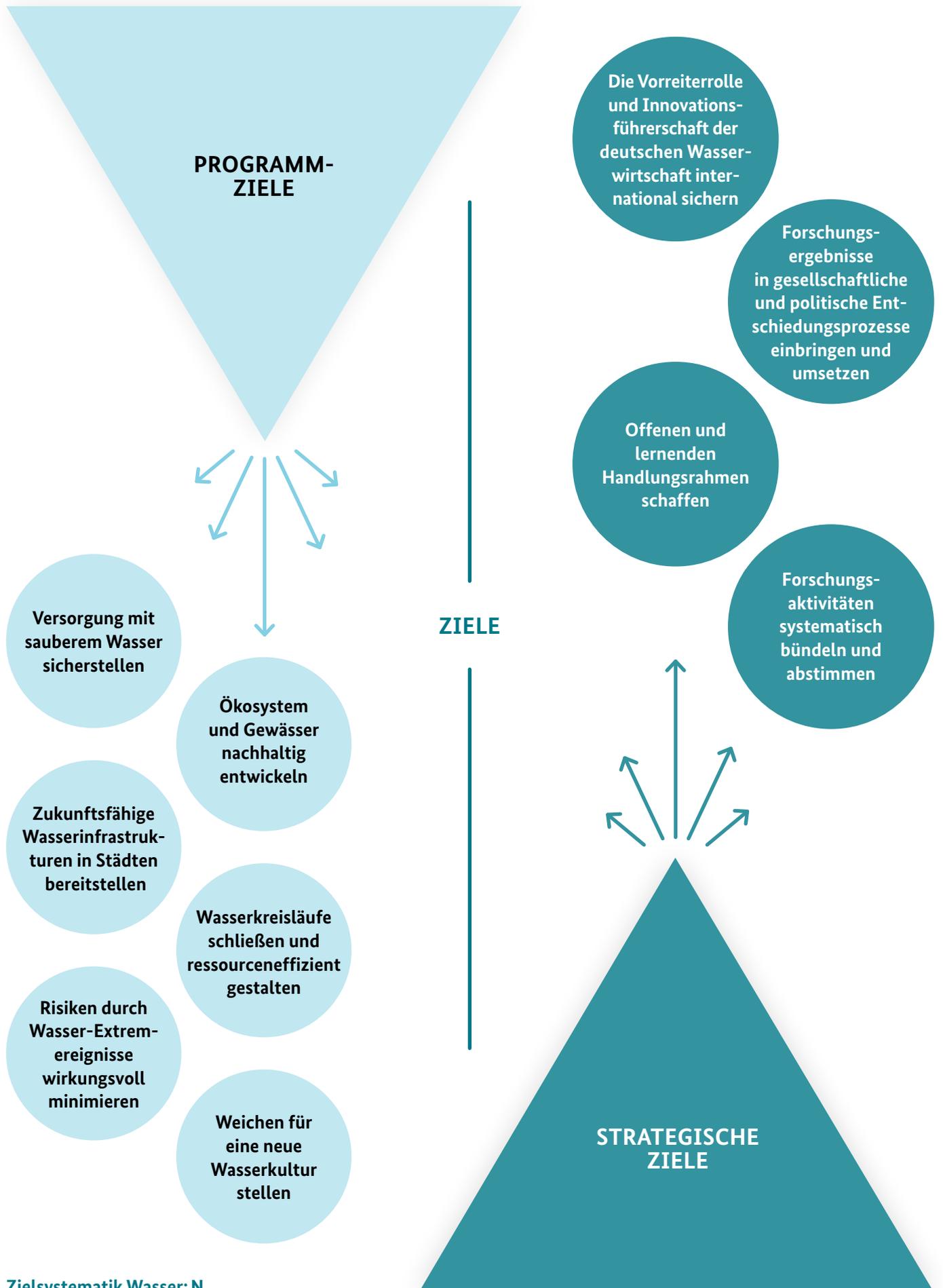
**Um auch in den kommenden Jahrzehnten sauberes Wasser in ausreichender Menge für alle Menschen bereitstellen zu können, bedarf es Innovationen. Dies können neue Technologien, aber auch neue Organisationsformen und Nutzungskonzepte sein.**

Die Forschung kann hierfür die notwendigen Grundlagen liefern. Technikbasierte Entwicklungen wie die Digitalisierung bergen große Chancen, die genutzt werden sollen, aber auch Risiken, denen vorzubeugen ist. Nicht immer muss Hightech im Spiel sein – auch einfache und robuste Technologien, die für die Bedürfnisse vor Ort maßgeschneidert sind, können eine geeignete Lösung darstellen.

Damit Forschungsergebnisse in Innovationen überführt werden und breite Anwendung finden können, muss Forschung inter- und transdisziplinär angelegt sein. Neben der Berücksichtigung verschiedener Fachdisziplinen werden alle Betroffenen von Anfang an miteinbezogen. Dieser partizipative Ansatz ermöglicht es, gemeinsam Fragestellungen und Lösungsansätze entlang der Innovations- und Wertschöpfungsketten zu entwickeln. Sachverhalte müssen aufbereitet und auf die politische Ebene transportiert, sowie zum Beispiel durch geeignete Bildungsmaßnahmen für die Zielgruppen verständlich kommuniziert werden. Auf diese Weise findet nicht nur eine Bewusstseins sensibilisierung statt, es wird auch die notwendige Akzeptanz für neue Lösungen geschaffen.

Im Einklang mit der Hightech-Strategie der Bundesregierung wird Wasser: N dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsführerschaft der deutschen Wasserwirtschaft weiter zu stärken und auszubauen. Ziel ist eine nachhaltige, an Kreisläufen orientierte Wirtschaftsweise, die umwelt- und sozialverträglich und außerdem wettbewerbsfähig ist.





In Zukunft sind neue Ansätze erforderlich, die das Zusammenwirken von Mensch, Umwelt und Wirtschaft im Blick haben. Der Umgang mit der Ressource Wasser muss sich stärker als bisher am Wasserkreislauf orientieren und dabei die Zusammenhänge zwischen Regenwasser, Oberflächengewässer und Grundwasser analysieren sowie deren Beeinflussung durch die anthropogene Wassernutzung berücksichtigen.

Eine Schlüsselrolle spielt die Betrachtung und das Schließen von Kreisläufen. In Regionen mit Wasserknappheit kann eine höhere Nutzungseffizienz erreicht werden, indem z. B. Prozesswasserkreisläufe in der Industrie geschlossen und anthropogen belastete Wässer nach Nutzungsarten differenziert wiederaufbereitet werden. Dabei ist u. a. zu prüfen, inwieweit aufbereitetes Abwasser in noch größerem Umfang als bisher als Prozesswasser oder für andere Zwecke wiederverwendet werden kann. Welche Schritte aber sind notwendig, um Abwasser so aufzubereiten, dass es wieder sicher zur Bewässerung oder im Bedarfsfall zur Stützung der Trinkwasserversorgung in bestimmten Regionen weltweit genutzt werden kann?

Eine solche übergreifende Betrachtung erfordert in noch höherem Maße als bisher eine Koppelung von Sektoren und eine Zusammenarbeit der Fachdisziplinen. Dies gilt auch für die Bewirtschaftung von Flusseinzugsgebieten, die nicht nur die Wasserqualität der Flüsse, sondern entscheidend auch die Wasserqualität im Grundwasser und im Meer beeinflusst, was sich dort unter anderem auf die Nährstoffdynamik auswirken kann.

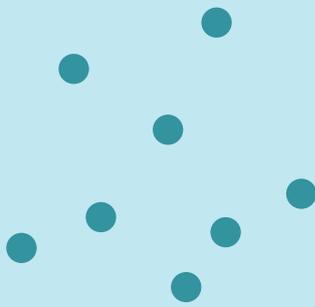
**Der Wasserkreislauf und die damit verbundenen Stoffflüsse müssen daher von der Quelle bis zur Mündung und darüber hinaus betrachtet werden. Im Fokus der Wasserforschung sollten zukünftig auch die Zusammenhänge zwischen Grundwasser, Binnengewässern, Ästuaren und Küstenmeeren sowie deren Wechselwirkung mit Geosphäre, Pedosphäre, Biosphäre und Atmosphäre stehen.**

Um die Verbindungen zu schaffen und die Instrumente bereitzustellen, die für das Erreichen dieser Ziele erforderlich sind, werden neue Forschungsinfrastrukturen und zusätzliche Ressourcen benötigt. Das Forschungsprogramm Wasser: N wird diese Ressourcen als Programm der Bundesregierung zur Verfügung stellen und so das Fundament für eine zukunftsfähige Wasserforschung schaffen.

## DIE DEUTSCHE WASSERWIRTSCHAFT

Wasserver- und Abwasserentsorgung als Kernaufgaben der Daseinsvorsorge liegen in Deutschland in der Zuständigkeit und Verantwortung der Kommunen, die dafür verschiedene Organisations- und Rechtsformen nutzen können.

Sie können die Wasserversorgung eigenständig durchführen, innerhalb der kommunalen Zusammenarbeit Wasser- und Zweckverbände gründen oder diese Aufgabe an Dritte übertragen. Daher existieren öffentlich-rechtliche und privatrechtliche Unternehmensformen nebeneinander.



In Deutschland sind für die Wasserversorgung rund

# 6000

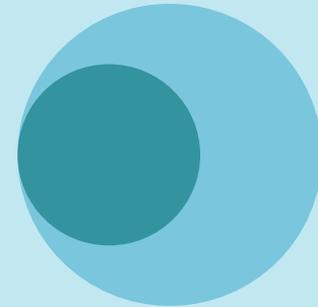
Betriebe und Unternehmen tätig.



Die Zahl der privatrechtlich organisierten Unternehmen ist in den letzten Jahren auf

# 40%

angestiegen.



Die privaten Unternehmen stellen über

# 60%

des Wasseraufkommens bereit.

Im Vergleich mit anderen europäischen Ländern unterscheidet sich die deutsche Wasserwirtschaft durch wenige große Unternehmen und eine Vielzahl kleiner und mittlerer Ver- und Entsorgungsunternehmen. Die Wasserwirtschaft gilt weltweit als einer der Leitmärkte mit hohem Potenzial. Vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern steigt die Nachfrage nach innovativen Technologien zur Wasseraufbereitung und

Abwasserreinigung stark an. Die deutsche Wasserwirtschaft nimmt hier auf dem Weltmarkt eine Spitzenposition ein. Im Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft haben deutsche Unternehmen laut Umwelttechnik-Atlas für Deutschland (BMU, 2018) im Durchschnitt einen Anteil von 11 %, für einzelne Technologielinien (z. B. neuartige Sanitärsysteme) sogar einen Anteil von 25 %.





# 3

# WISSEN- SCHAFTLICHES PROGRAMM

Im Mittelpunkt des Programms Wasser: N stehen die Bedarfswelder Mensch, Umwelt und Wirtschaft. Wasser: N wird die Grundlage für eine umfassende Vorsorgeforschung zum Thema Wasser sein; es wird Entscheidungswissen und Handlungskompetenz bereitstellen und zur Entwicklung zukunftsorientierter und innovativer Technologien und Konzepte für ein nachhaltiges Wassermanagement beitragen. Das wissenschaftliche Programm umfasst sechs Themenschwerpunkte sowie zwei Querschnittsthemen. Für alle Themenschwerpunkte gilt, dass sie über die nationalen Grenzen hinweg auch auf der europäischen Ebene und im globalen Kontext in Angriff genommen werden müssen.



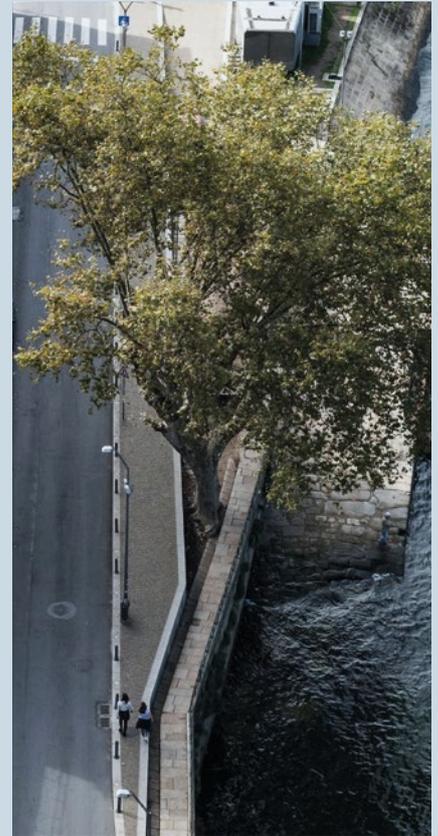
### 1. SAUBERES WASSER

Im Themenschwerpunkt SAUBERES WASSER sollen Wege aufgezeigt werden, wie die Versorgung der Menschen mit qualitativ einwandfreiem Wasser sichergestellt werden kann. Auch Umwelt, Landwirtschaft und Industrie sind auf gute Wasserqualität angewiesen. Mithilfe der Wasserforschung sind Konzepte für den Ressourcenschutz aufzustellen und Verfahren zu entwickeln, wie Verschmutzungen bereits am Ursprung vermieden werden können beziehungsweise wie verschmutztes Wasser sicher behandelt und aufbereitet werden kann.



### 2. INTAKTE ÖKOSYSTEME & NACH- HALTIGE GEWÄSSER- ENTWICK- LUNG

Eine grundlegende Voraussetzung für ein lebenswertes Umfeld sind INTAKTE ÖKOSYSTEME UND EINE NACHHALTIGE GEWÄSSER-ENTWICKLUNG. Weltweit sind sowohl naturnahe als auch anthropogen überformte Ökosysteme durch Klimawandel, Verschmutzung und Übernutzung der Wasserressourcen gefährdet. Die Forschung muss hier die notwendige Grundlage für die Entwicklung von nachhaltigen Bewirtschaftungsstrategien liefern, in die alle betroffenen Interessengruppen einzubeziehen sind.



### 3. LEBENS- WERTE STÄDTE UND REGIONEN

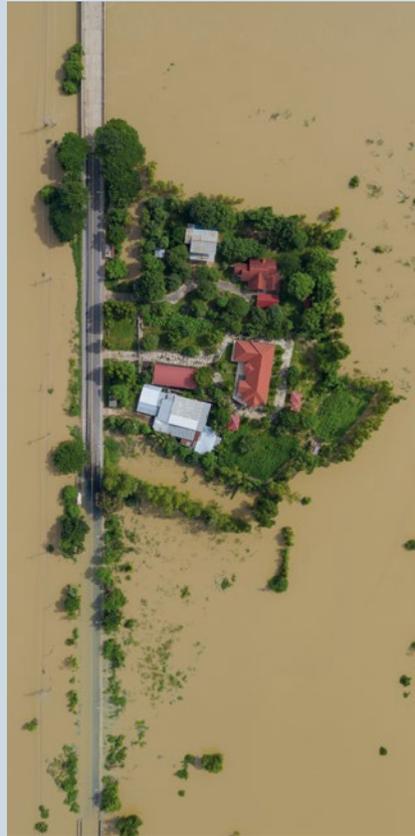
Mitte des Jahrhunderts wird ca. 70 % der Weltbevölkerung in Städten leben. Einen wesentlichen Beitrag zum Schwerpunkt LEBENSWERTE STÄDTE UND REGIONEN des Programms Wasser: N stellt daher die Bereitstellung einer zukunftsfähigen urbanen Wasserinfrastruktur dar. Dabei muss die Passfähigkeit mit anderen Infrastruktursystemen (z. B. Energieversorgung, Verkehr, Kommunikation, grüne Infrastruktur) und strategischen Feldern der Stadtentwicklung gegeben sein.



4.

## RESSOURCEN- EFFIZIENTE WASSER- KREISLÄUFE

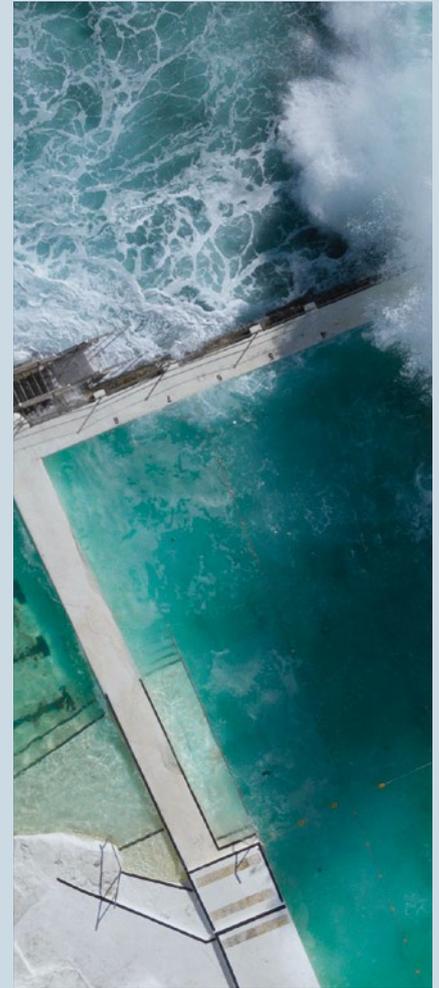
Verfahren der Behandlung und Aufbereitung, die die Wiederverwendung von Wasser ermöglichen, stehen im Mittelpunkt des Themenschwerpunkts RESSOURCENEFFIZIENTE WASSERKREISLÄUFE. Die Verfügbarkeit von Wasser wird infolge des globalen Wandels in vielen Weltregionen – in Europa und auch in Deutschland – zunehmend von Perioden der Wasserknappheit bedroht. Die Forschung wird Wege aufzeigen, wie alternative Wasserressourcen durch Kreislaufführung nachhaltig erschlossen werden können.



5.

## SCHUTZ VOR WASSER- EXTREMER- EIGNISSEN

Es kann mittlerweile als gesichert gelten, dass in den kommenden Jahrzehnten mit einer Zunahme von meteorologisch bedingten NATURGEFAHREN UND EXTREMEREIGNISSEN zu rechnen ist. Die durch Hochwasser und Dürren verursachten jährlichen Schadenssummen gehen in den letzten Jahren allein in Europa in die Milliarden Euro. Über technische Maßnahmen hinaus wird die Forschung wesentliche Beiträge zu einem umfassenden und wirkungsvollen Risikomanagement liefern.



6.

## NEUE WASSER- KULTUR

Weltweit ist Wasser ein Schlüsselfaktor für eine nachhaltige Entwicklung und damit auch für Frieden. Um einer drohenden Wasserkrise entgegenzusteuern, müssen national wie international die Weichen für eine NEUE WASSERKULTUR gestellt werden. Der Ansatz lebt von einer stärkeren Einbeziehung der Nutzenden und der Betroffenen, die es ermöglicht, eine größere Wertschätzung für die Ressource Wasser zu schaffen.

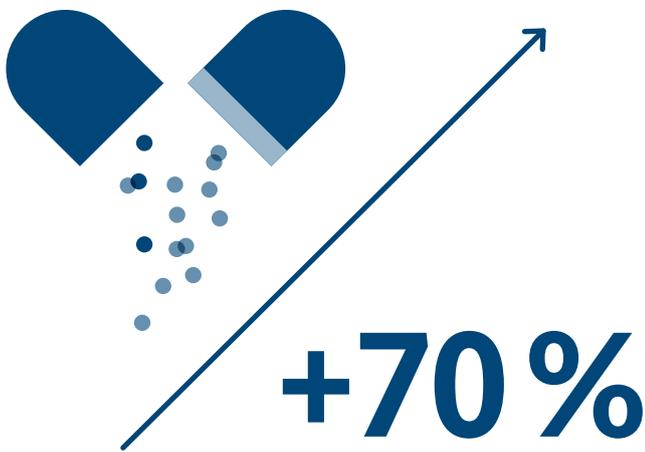
# 3.1

# SAUBERES WASSER

Derzeit haben laut UN-Weltwasserbericht 2018 2,1 Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser. Rund 884 Millionen Menschen fehlt es sogar an einer Grundversorgung mit Wasser. 4,5 Milliarden Menschen nutzen keine sicheren Sanitäreanlagen.

Weil 80 % der Abwässer weltweit nicht geklärt werden, werden Wasserressourcen gravierend verschmutzt. Laut WHO-Report (2017) sterben jährlich über 360.000 Kinder unter 5 Jahren an Durchfallerkrankungen, die durch unsauberes Trinkwasser, unzureichenden Zugang zu sanitären Anlagen und mangelnde Hygiene verursacht werden.

**Obwohl Deutschland im weltweiten Vergleich über sehr hohe Standards verfügt, sind auch bei uns die Wasserressourcen zunehmenden Belastungen ausgesetzt. Seit einigen Jahren werden viele neue Stoffe mit Umweltrelevanz in Kläranlagenabläufen, Fließgewässern, Böden und Sedimenten im Spurenbereich nachgewiesen. Sie werden unter der Bezeichnung anthropogene Spurenstoffe bzw. Xenobiotika zusammengefasst.**



**Bis 2045 wird eine Steigerung des Arzneimittelkonsums um bis zu 70 % erwartet.**

So sind in Deutschland zurzeit rund 3.000 Pharmawirkstoffe zugelassen. Aufgrund des steigenden Durchschnittsalters in unserer Gesellschaft wird bis 2045 eine Steigerung des Arzneimittelkonsums um bis zu 70 % erwartet. Der vielfache Einsatz von Antibiotika bei Mensch und Tier hat in diesem Zusammenhang zu einer Zunahme multiresistenter Keime geführt, die zum Beispiel über das Abwassersystem in die Umwelt

gelangen. Die Forschung hat gezeigt, dass diese von Kläranlagen nicht vollständig zurückgehalten werden. Multiresistente Keime werden auch in naturnahen Gewässern und Badeseen gefunden. Hauptquellen für den Eintrag von Antibiotika oder antibiotikaresistenten Keimen stellen z. B. medizinische Einrichtungen dar. Auch aus der Tierhaltung, wo Antibiotika für die Bekämpfung von Infektionen eingesetzt werden, können resistente Erreger beispielsweise über Mist oder Gülle in die Umwelt und in die Gewässer gelangen.

Hormone, Kosmetika, Sonnenschutzmittel, Tenside oder Flammenschutzmittel aus unterschiedlichsten Bedarfsgegenständen können ebenfalls problematische Stoffe enthalten, die in die Umwelt gelangen und die menschliche Gesundheit gefährden können. Auf der politischen Ebene wurden verschiedene Anstrengungen zur Kontrolle dieser Stoffe unternommen. In der EU trat 2007 die REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals) Verordnung in Kraft, die umfassende Regelungen für besonders besorgniserregende Stoffe vorsieht. In Deutschland wurde 2016 unter Federführung des BMU die Spurenstoffstrategie des Bundes mit einem Stakeholder-Dialog gestartet.

Bis Ende 2007 lagen in der Europäischen Gemeinschaft ca. 8.000 Neustoffanmeldungen vor, ca. 2.200 davon aus Deutschland. Die Zahl der unter REACH registrierten und in der Datenbank der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) erfassten Chemikalien umfasst über 22.000 Stoffe (UNIQUE SUBSTANCES). Es ist damit zu rechnen, dass zahlreiche weitere Substanzen ermittelt werden, die bislang noch nicht hinsichtlich ihrer Gesundheits- oder Umweltrelevanz bewertet werden können. Viele von ihnen können eine schlechte Abbaubarkeit und ein hohes Potenzial für eine Anreicherung in der Umwelt aufweisen. Durch Transformation und Abbau von Stoffen können aber auch solche Produkte gebildet werden, die problematischer als die Ausgangssubstanzen sind, aber keiner näheren Regulierung unterliegen.

Die Verwendung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln kann insbesondere in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten zu einer Belastung des Grundwassers führen. In einzelnen Regionen erschweren bereits heute Belastungen mit Nitrat die Trinkwassergewinnung. Gleich-

zeitig sind die Nährstoffbelastungen der Oberflächengewässer mit Stickstoff und Phosphor aus der Landwirtschaft und den Kläranlagenabläufen zu hoch. Dies setzt sich über den Eintrag durch die Flüsse bis in Nord- und Ostsee fort.

Zu diesem Themenkomplex stellen das Düngegesetz und die Düngeverordnung wichtige politische Instrumente zum Schutz der Gewässer dar. Auch für Kläranlagen als wesentliche Punktquellen für Phosphoreinträge sind vor dem Hintergrund geltender und verschärfter rechtlicher Rahmenbedingungen (Maßnahmenprogramme aufgrund der EU-Wasserrahmenrichtlinie, neue Oberflächengewässerverordnung, novellierte Klärschlammverordnung, Ersatzbaustoffverordnung, verschärfte Vorgaben auf Länderebene) verbesserte Verfahren zur Elimination von Nährstoffüberschüssen und zur Rückgewinnung von Nährstoffen dringend erforderlich.

**Eine Herausforderung, deren Ausmaße erst in den letzten Jahren deutlicher hervorgetreten sind, stellt die Belastung der Umwelt durch Plastik, insbesondere durch Mikroplastik dar.**

Mittlerweile wurden Plastikpartikel in den Mägen untersuchter Fische und Seevögel und Kunststoffteile jeder Größe und Form an fast allen Stränden weltweit gefunden. Auch in den Binnengewässern haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit eine Verschmutzung durch Plastikpartikel nachgewiesen.

In deutschen Städten gelangen Schadstoffe sowie Mikroplastik in großer Menge über den Regenwasserabfluss in urbane Oberflächengewässer oder das Grundwasser. Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass problematische Spurenstoffe bereits bei normalen Regenereignissen in größerem Ausmaß als bisher angenommen in die Umwelt bzw. in die Gewässer eingetragen werden können. Die Situation kann sich verschärfen, wenn es im Falle von Starkregenereignissen zu einer Überlastung der Entwässerungssysteme kommt. Bei der Regenwasserentlastung wird ein Gemisch aus Schmutz-

und Regenwasser direkt in die Oberflächengewässer eingeleitet und belastet die aquatischen Ökosysteme.

Unerwünschte Substanzen sollen gar nicht erst in die Umwelt gelangen. Dies setzt ein besseres Verständnis ihrer Quellen und ihres Umweltverhaltens voraus. Die enge Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft kann wesentlich dazu beitragen, umweltverträgliche Alternativprodukte zu entwickeln und verfügbar zu machen. Darüber hinaus müssen Abfälle und Abwässer entsprechend behandelt werden. Innovative Ansätze, die auf der natürlichen Reinigungsfunktion von Sedimenten und Böden basieren, können hier besonders kostengünstige Lösungsansätze darstellen. Neben Strategien für die Behandlung kommunaler Abwässer müssen auch Lösungen für Abwässer aus Industrie und Agrarwirtschaft gefunden werden.

Um Schadstoffe und ihre Abbauprodukte zu identifizieren, zu charakterisieren und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit zu bewerten, sind unter anderem verbesserte Messverfahren und Analysemethoden erforderlich. Diese erlauben es, Stoffe in geringen, jedoch umweltrelevanten Konzentrationen sicher nachzuweisen sowie Proben schneller und effizienter zu verarbeiten. In komplexen Wirkungsgefügen kann es wesentlich sein, ökotoxikologische Modelle und Tests heranzuziehen, die verschiedene Faktoren integrieren, und diese technisch und konzeptionell stetig weiterzuentwickeln. Hierbei sollten auch international anerkannte toxikologische Standards berücksichtigt werden, etwa auf der Basis von Testverfahren zugunsten der Ablösung von Tierversuchsverfahren.

Eine transparente Risikokommunikation ist wichtig. Dadurch kann ein Bewusstsein für die Gefahren geschaffen werden, die mit der unkontrollierten Freisetzung von potenziell umweltgefährdenden Stoffen verbunden sind. Gleichzeitig müssen praktikable Handlungsalternativen für Anwendung und Entsorgung aufgezeigt werden.

Die Wasserversorgung stellt eine kritische Infrastruktur dar, die zwecks Aufrechterhaltung der zivilen Sicherheit vor Naturgefahren, menschlichem und technischem Versagen, aber auch vor möglichen kriminellen und terroristischen Eingriffen geschützt werden muss. Eine Grundlage hierfür stellt ein umfassendes Risikomanagement dar, das die gegenseitigen Abhängigkeiten verschiedener Sektoren berücksichtigt (z. B. Energieversorgung und Wasserwirtschaft). Auf dieser Basis können Regelwerke, Leitfäden und andere Handreichungen zum Schutz und zur Erhöhung der Resilienz von Wasserversorgungssystemen als Teil einer vernetzten Infrastruktur weiterentwickelt oder neu erstellt werden.

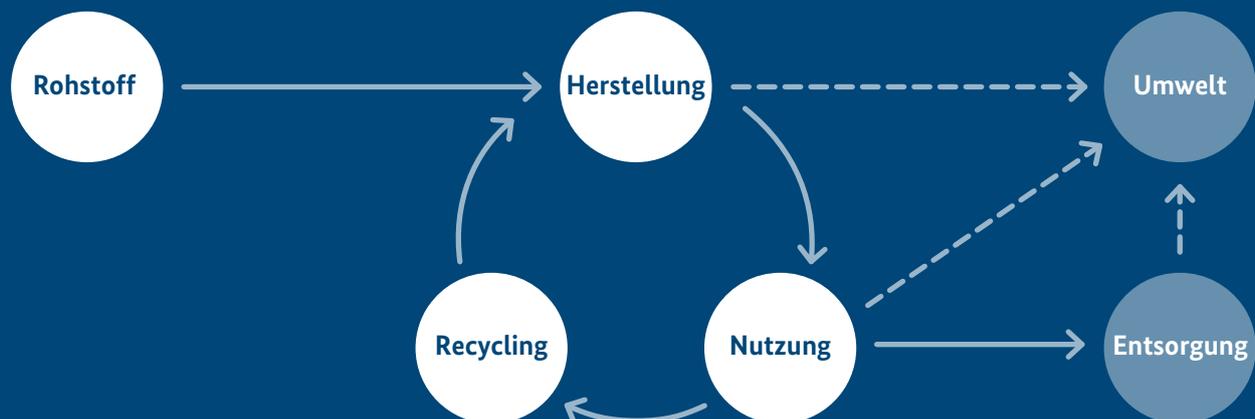
Wichtige Handlungsfelder sind in diesem Zusammenhang die frühzeitige Erkennung gefährlicher Substanzen und Krankheitserreger im Roh- und Trinkwasser sowie die Bewertung der Eliminationsleistung von Multibarriersystemen zur Wasserversorgung. Bisherige Nachweismethoden benötigen häufig zu viel Zeit und sind logistisch aufwendig. Anzustreben sind daher Verfahren bzw. Sensoren, die kompakt sind, schnell und zuverlässig arbeiten und potenzielle Gefahren online an eine zentrale Überwachung melden. Standardisierte Verfahren zur Erhebung und Verarbeitung von Daten bilden dabei eine wichtige Grundlage für eine einheitliche Beurteilung der Wasserqualität.

## FORSCHUNG FÜR DIE BEKÄMPFUNG DES PLASTIKMÜLLS IN DER UMWELT

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert seit 2017 unter dem Dach des Rahmenprogramms Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA) den Forschungsschwerpunkt **PLASTIK IN DER UMWELT – QUELLEN, SENKEN, LÖSUNGSANSÄTZE**. [\[7\] https://www.fona.de/de/plastik-in-der-umwelt-20982.html](https://www.fona.de/de/plastik-in-der-umwelt-20982.html)

In 18 Verbundprojekten mit mehr als 100 Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis werden die verschiedensten Aspekte entlang des gesamten Plastikkreislaufs untersucht. Ziel ist es, sowohl das Ausmaß von Plastik in der Umwelt als auch dessen Ursachen und Verbreitung sowie die Auswirkungen

des Eintrags in die Umwelt und für die Lebewesen zu analysieren. Unter anderem sollen marktgängige Verfahren etabliert werden, um Kunststoffe aus biobasierten Grundstoffen nachhaltig herzustellen. Die Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe soll z. B. durch recyclingfreundliches Design weiter verbessert werden. Außerdem sucht man nach ökonomisch und ökologisch sinnvollen Lösungen für Plastikverzicht oder -ersatz. Wasser: N trägt dazu bei, die in der Mission „Plastikeinträge in die Umwelt substanziell verringern“ definierten Ziele der Hightech-Strategie zu erfüllen.



## 3.2

# INTAKTE ÖKOSYSTEME UND NACHHALTIGE GEWÄSSER- ENTWICKLUNG

Naturnahe Flüsse mit ihren Uferzonen und Auen gehören zu den Ökosystemen mit der größten biologischen Vielfalt, zählen aber gleichzeitig auch zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen weltweit.

Sie unterliegen vielfältigen Nutzungsansprüchen: Beispielsweise werden Flüsse als Trinkwasserressource und Transportweg genutzt, erbringen erhebliche Reinigungsleistungen durch die Aufnahme großer Mengen behandelten Abwassers und dienen Menschen als Erholungs- und Rückzugsräume.

Zugleich beherbergen Flüsse einen großen Teil der Artenvielfalt, deren Erhalt unmittelbar an den Schutz der Gewässerökosysteme gebunden ist. Dies betrifft u. a. Insekten, die über ihre aquatischen Lebensstadien eng mit diesen Ökosystemen verbunden sind (siehe z. B. Aktionsprogramm Insektenschutz der Bundesregierung). Zwar hat sich die Gewässerqualität in den letzten Jahrzehnten aufgrund des voranschreitenden Ausbaus der Abwasserreinigung wesentlich verbessert, allerdings verursachen mangelhafte Gewässerstrukturen und weiterhin bestehende hohe Schadstoffbelastungen häufig Umweltprobleme. Auch das Grundwasser als einer der größten und ältesten kontinentalen Lebensräume und als wichtigste Trinkwasserressource ist einer Vielzahl von anthropogenen Gefährdungen ausgesetzt.

**Aktuell erreicht nur ein sehr geringer Anteil der bewerteten Fließgewässerabschnitte in Deutschland den guten ökologischen Zustand gemäß den Kriterien der EU-Wasserrahmenrichtlinie.**

Die intensive Nutzung von Gewässern und deren Einzugsgebiete ist eine Ursache dafür, dass der angestrebte gute ökologische Zustand bisher nicht erreicht wurde.

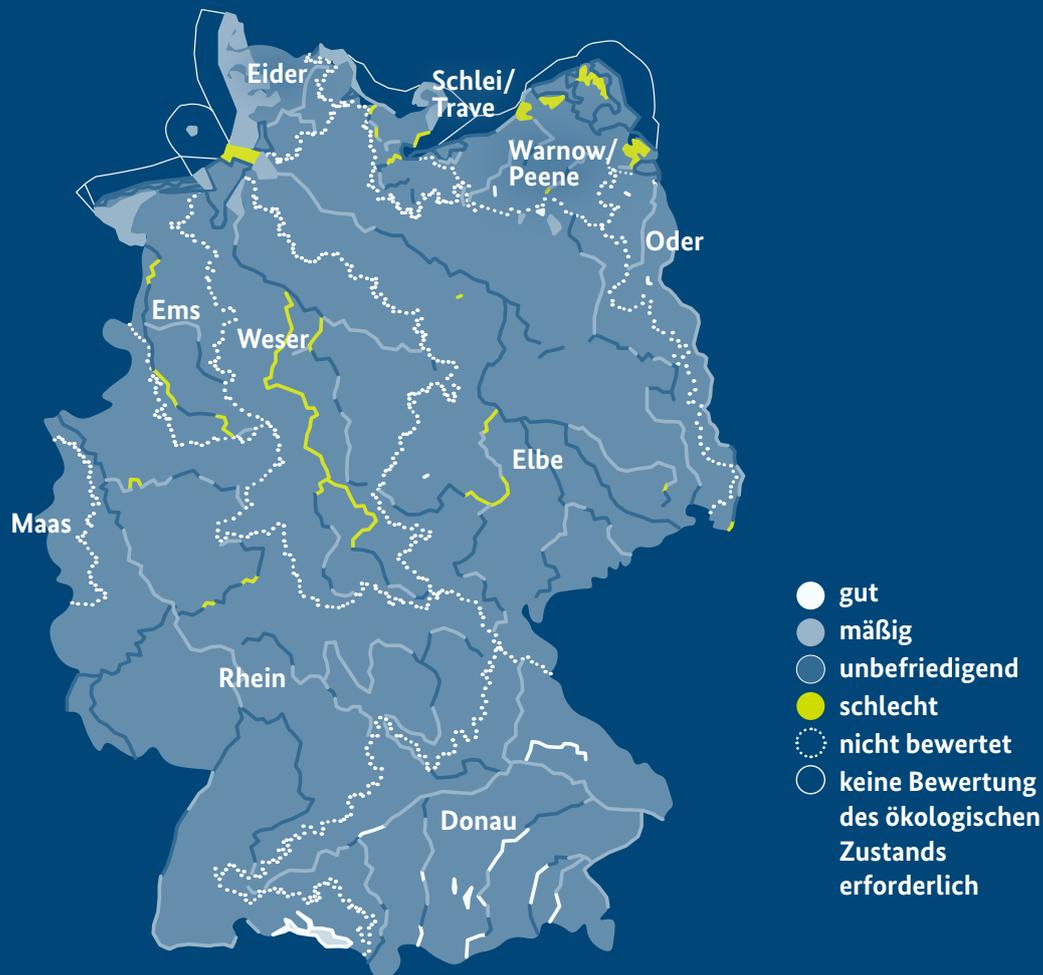
Weltweit gehen Expertinnen und Experten von einem Rückgang bzw. einer Schädigung von bis zu zwei Dritteln der Gewässerökosysteme in den vergangenen 100 Jahren aus.

Der Verlust dieser struktur- und artenreichen Ökosysteme sowie die Beeinträchtigung verbliebener Lebensräume durch Stoffeinträge und mangelnde ökologische Durchgängigkeit führen insgesamt zu einem signifikanten Rückgang genetischer und funktionaler Biodiversität der Gewässer und Feuchtgebiete. Dies kann nicht nur die Resilienz dieser Ökosysteme beeinflussen, sondern auch die Leistungen verringern, die diese dem Menschen zur Verfügung stellen, etwa zum Rückhalt und Umsatz von Nähr- und Schadstoffen.

Die Wechselwirkungen zwischen Land, Natur und Mensch erfordern Daten, Analysen, Werkzeuge und Szenarien, um ein integriertes Prozess- und Systemverständnis zu entwickeln. Dringend benötigt werden daher nachhaltige Managementstrategien, die Schutz und Nutzung der Ressource Wasser gleichermaßen gewährleisten.

Ein wichtiger Schlüssel zur Zustandsverbesserung liegt darüber hinaus in einer nachhaltigen Flächennutzung und -bewirtschaftung entlang der Gewässer. Es wird deutlich, dass nachhaltiger Gewässerschutz mehr als eine wasserwirtschaftliche Aufgabe ist. Hinter diesem Ziel müssen sich vielmehr weitere gesellschaftliche und politische Akteure versammeln, wie z. B. aus Landwirtschaft, Industrie, Städten und Kommunen, aber auch aus Tourismus und Naturschutz.

## GEWÄSSERQUALITÄT IN DEUTSCHLAND



Nur 9 % der natürlichen Flüsse und Bäche in Deutschland sind laut Angaben des Umweltbundesamts (Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung, 2017) in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand. Ein gutes ökologisches Potenzial haben nur 2,2 % der erheblich veränderten Gewässer wie Talsperren und nur 5 % der künstlichen Gewässer. Der chemische Zustand der Oberflächengewässer ist nicht gut, vor allem aufgrund ubiquitärer Stoffe. Die deutschen Grundwasserkörper sind zu 96 % in einem mengenmäßig guten Zustand, aber nur zu 64 % in einem chemisch guten Zustand, da sie oft stark mit Nitrat belastet sind. Dabei fordert die EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), dass alle europäischen Gewässer

(Flüsse, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer und Grundwasser) spätestens bis zum Jahr 2027 in einem guten Zustand sein sollen. Unter Berücksichtigung von ökologischen, chemischen und mengenmäßigen Indikatoren stellt die Wasserrahmenrichtlinie anspruchsvolle Ziele an den Schutz von Grund- und Oberflächengewässer. Zum Erreichen dieser Vorgaben wurden nationale und internationale Bewirtschaftungspläne erstellt und regelmäßig geprüft und aktualisiert. Sie zeigen Fortschritte beim Gewässerschutz auf, aber auch die erheblichen Maßnahmen, die noch nötig sind, um den geforderten guten Zustand der Gewässer zu erreichen. <sup>[7]</sup> Umweltbundesamt (2017):

Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung]

# 3.3

# LEBENSWERTE STÄDTE UND REGIONEN

Urbane Räume sind gegenwärtig einer Vielzahl an Herausforderungen ausgesetzt: Die Anforderungen an CO<sub>2</sub>-neutrale, klimaangepasste, energie- und ressourceneffiziente Wohn- und Lebensräume für den Menschen steigen kontinuierlich an. Stadtregionen gehören zu den größten Ressourcenverbrauchern und sind sowohl Verursacher als auch unmittelbar Betroffene von Umweltauswirkungen.

Immer häufiger auftretende Starkregenereignisse haben zur Folge, dass die Kanalisation und verbaute, urbane Gewässer den verstärkten Oberflächenabfluss oftmals nicht mehr fassen können – Überflutungen mit meist beträchtlichen Schäden sind die Folge. Durch den hohen Flächenverbrauch in Städten und die damit einhergehende Oberflächenversiegelung wird dies noch verstärkt, da entsprechende Gebiete zur Versickerung nicht ausreichend vorhanden sind. Gleichzeitig macht sich im Zuge des Klimawandels das Phänomen des Wärmeinseleffekts proportional zur Größe der Stadt zunehmend bemerkbar.

### Strukturelle Herausforderungen in der Siedlungswasserwirtschaft ergeben sich vor allem daraus, dass ein großer Teil der bestehenden Infrastrukturen in Deutschland bereits eine lange Nutzungsdauer aufweist.

Trotz hoher jährlicher Investitionen wird sich für die Kommunen kurz- bis mittelfristig ein erheblicher Reinvestitionsbedarf ergeben. Die Umweltauswirkungen zeigen sich darin, dass marode, veraltete Infrastrukturen eine herabgesetzte Leistungsfähigkeit und eine geringere Anpassungsfähigkeit aufweisen. Undichte Abwasserkanäle oder Mischwasserüberläufe bei Starkregenereignissen sind beispielsweise für Stoffeinträge in die Umwelt verantwortlich. In dicht besiedelten Regionen können Wasserinfrastrukturen zudem ihre Kapazitätsgrenzen erreichen, während in dünner besiedelten, ländlichen Regionen die Anlagen oft überdimensioniert sind. Ein weiteres Problem stellen in Städten und Regionen mit hoher Einwohnerzahl die Abwasser- und Abfallstoffströme bei gleichzeitig hohem Energie- und Ressourcenverbrauch dar.

Die Entwicklung innovativer Technologien zur Stoffabtrennung bereits an der Quelle, der Einsatz und die Weiterentwicklung innovativer Abwasseraufbereitungskonzepte, wie Behandlungsanlagen mit separater Stoffstromerfassung zum Nährstoffrecycling und auch separater Regenwassersammlung, müssen verstärkt Eingang in moderne Stadtplanungskonzepte finden.

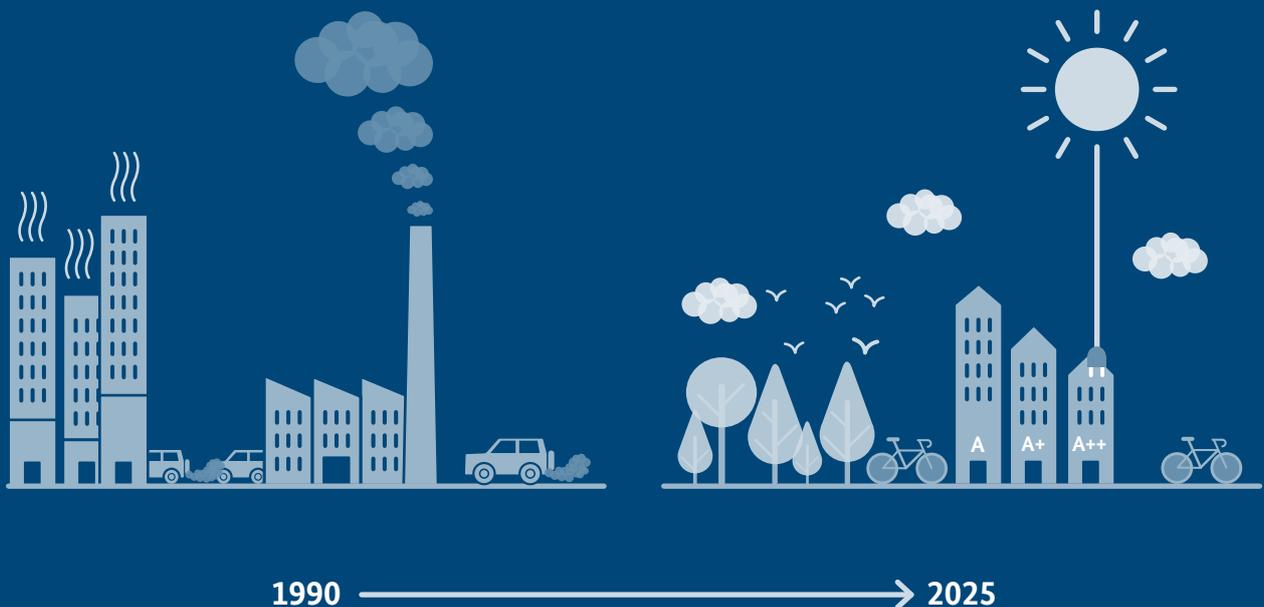
Der Einsatz von Regenwasserbewirtschaftungskonzepten, wie z. B. Verfahren zur Versickerung und Verdunstung, die Aufbereitung von Regenwasserabflüssen, die Entwicklung von Brauchwassersystemen neben Trinkwassersystemen, die Implementierung grüner Infrastrukturen oder auch die Integration von Regenwasser als gestalterisches Element spielt an dieser Stelle eine entscheidende Rolle. Grüne Infrastrukturen, wie Fassaden- oder Dachbegrünungen, haben dabei auch einen günstigen Einfluss auf das Mikroklima, da somit einer Überhitzung in Städten und der Bildung von Wärmeinseln entgegengewirkt werden kann. Insbesondere Dachbegrünungen dienen als Wasserspeicher, die den Abfluss überschüssiger Wassermengen verlangsamen können.

Um den Anforderungen der Menschen an lebenswerte Städte und Regionen nachzukommen, ist eine Stadtentwicklungspolitik notwendig, die sektorübergreifende Ansätze verfolgt. Der Akzeptanz urbaner Umweltziele und der Einbindung regionaler Akteure sowie einer Änderung von Verhaltensweisen der Bewohner kommt dabei eine wichtige Bedeutung zu. Auch aus verwaltungstechnischer Sicht ergeben sich hieraus neue Herausforderungen. Die institutionellen Voraussetzungen sind deshalb miteinzubeziehen und neue Wege u. a. der interkommunalen Zusammenarbeit zu erproben.

Zudem muss der Wassersektor im Sinne eines integrierten Wasserressourcenmanagements stärker mit Stadt-, Infrastruktur- und Gebäudeplanung sowie mit dem Energie- und Ressourcensektor gekoppelt werden.

## STADT DER ZUKUNFT

Eine europäische Hauptstadt, die den Wandel zur Green City bereits vollzieht, ist AMSTERDAM. Die Fahrradstadt hat sich zum Ziel gesetzt, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2025 (im Vergleich zu 1990) um 25% zu verringern, indem auf Solarenergie, energieeffizientes Bauen und weniger Autoverkehr in der Stadt gesetzt wird.



# -25%

Eine Metropole, die den Wandel zur Smart City über Transformationsprozesse ebenfalls schaffen will, ist Singapur. Für die 5,5-Millionen-Einwohner-Stadt werden momentan geeignete modernste Technologien zur Meerwasserentsalzung und Wasserwiederverwendung, zur Stadtbegrünung, für nachhaltige Mobilität und zur Energieeinsparung untersucht und zukünftig eingesetzt. Mit der **NATIONALEN PLATTFORM ZUKUNFTSSTADT** wurde in Deutschland der Prozess zur Erarbeitung einer übergreifenden strategi-

schen Innovations- und Forschungsagenda für eine nachhaltige Urbanisierung entwickelt. Diese wird federführend vom BMBF und vom BMU in Zusammenarbeit mit weiteren Ressorts umgesetzt. Forschungsschwerpunkte innerhalb des Themenkomplexes Zukunftsstadt sind Energie- und Ressourceneffizienz in der Stadt, Klimaanpassung und Resilienz, Transformationsmanagement und Governanceforschung, die Stadtökonomie sowie die Stadt als System unter Einbeziehung der sozialen und kulturellen Aspekte der Forschung.

# 3.4

## RESSOURCEN- EFFIZIENTE WASSERKREIS- LÄUFE

Hohe Potenziale zur nachhaltigen und sicheren Wasserwiederverwendung werden für aufbereitete kommunale Abwässer und für industrielle Wasserströme gesehen. Eine ressourceneffiziente Wasserwiederverwendung trägt u. a. dazu bei, wertvolle Wasserressourcen zu schützen und aufwendige Wassertransporte und -verluste über weite Strecken zu vermeiden. Eine nachhaltige Kreislaufführung kann dabei auch einen Beitrag zur Vermeidung von Nutzungskonflikten um Wasser leisten.

## WASSERWIEDERVERWENDUNG IN DER LANDWIRTSCHAFTLICHEN BEWÄSSERUNG

Im Norden Namibias werden derzeit die Potenziale der Wasserwiederverwendung für die landwirtschaftliche Bewässerung im Rahmen des Forschungsprojekts EPoNa untersucht. Dazu werden die in der Stadt Outapi bestehenden Klärteiche für kommunales Abwasser ertüchtigt und um praxisnahe Verfahren erweitert (u. a. anaerobe biologische Vorbehandlung, mechanisches Feinsieb, Ablauffilter), wodurch Bewässerungswasser wiedergewonnen werden kann, das eine ganzjährige

Produktion von Futterpflanzen ermöglicht. Nordnamibia zeichnet sich zum einen durch eine vergleichsweise hohe Bevölkerungsdichte und einen Mangel an verfügbaren Wasserressourcen aus. Zum anderen laufen die Klärteiche während der Regenzeit regelmäßig über, wodurch gesundheitliche Risiken für die Bevölkerung entstehen. Die genannten Gründe erhöhen den Druck auf eine geregelte Wiederverwendung des vorhandenen Wassers.

Die Vereinten Nationen fordern in ihrem Weltwasserbericht 2017 ein Umdenken: Abwasser aus Privathaushalten, Landwirtschaft und Industrie sollte demnach als Ressource betrachtet werden, welche Energie, Nährstoffe und Wasser zur Wiederverwendung bereitstellt.

Zur Erreichung des global vereinbarten nachhaltigen Entwicklungsziels SDG 6, das die Verfügbarkeit und die nachhaltige Bewirtschaftung von Wasser sowie eine Sanitärversorgung für alle vorsieht, werden dringend Technologien und Konzepte zur ressourcen- und energieeffizienten Aufbereitung und sicheren Wiederverwendung von benutztem Wasser benötigt. Hier besteht insbesondere Bedarf an robusten, einfach handhabbaren und kostengünstigen, aber dennoch leistungsfähigen Lowtech-Lösungen.

Eine intelligente ressourceneffiziente Kreislaufführung erlaubt es, neben Wasser auch Nährstoffe wiederzugewinnen, etwa Phosphor u. a. aus dem bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärschlamm. Insbesondere in der Industrie kann eine weitergehende Entkopplung von Prozesswasserkreisläufen vom natürlichen Wasserkreislauf zu einer noch stärkeren Vermeidung des Schadstoffeintrags in die Umwelt beitragen.

Die sichere Nutzung von aufbereitetem kommunalen Abwasser zu landwirtschaftlichen Bewässerungszwecken ist Gegenstand aktueller EU-Gesetzgebung. Hierbei sind die Festlegung

von Mindestanforderungen an die Wasserqualität, deren Überwachung und ein entsprechendes Risikomanagement von zentraler Bedeutung, auch im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz der Mehrfachnutzung von Wasser.

Die Vermeidung von Abwasser und die Einsparung von Frischwasser sind vor allem aus ökonomischen Gründen attraktiv. Neben den technologischen Lösungen und einem intelligenten Management der Stoffströme werden gerade bei der Wiederverwendung von gereinigtem kommunalen Abwasser auch intelligente Steuerungs- und Anreizmechanismen und Maßnahmen zur Aufklärung der Öffentlichkeit über die Unbedenklichkeit benötigt. Auch der Umgang mit den bei der Aufbereitung anfallenden Reststoffen und Konzentraten ist zu berücksichtigen.

Wasser ist ein entscheidender Produktionsfaktor für die Industrie. Die Vereinten Nationen gehen davon aus, dass durch die zunehmende Industrialisierung in den Schwellen- und Entwicklungsländern der Wasserbedarf der Industrie zwischen 2000 und 2050 weltweit um voraussichtlich 400 % steigen wird – und damit mehr als in allen anderen Sektoren. Um diesen zunehmenden Verbrauch nachhaltig zu decken und um Nutzungskonflikte zu vermeiden, sind bedarfsgerechte Lösungen erforderlich. Insbesondere ergibt sich ein wachsender internationaler Markt mit Geschäftsmöglichkeiten für deutsche Technikanbieter.

# 3.5

# SCHUTZ VOR WASSEREXTREM- EREIGNISSEN

Die durch Hochwasser und Dürren verursachten Schäden nehmen zu. Verheerende Hochwasserereignisse machen im globalen Maßstab rund ein Drittel aller Naturkatastrophen aus; ihre Anzahl hat sich zwischen 1996 und 2005 im Vergleich zur Referenzperiode 1950 bis 1980 verdoppelt. Die ökonomischen Einbußen haben sich sogar verfünffacht.

Darüber hinaus liefert die Klimaforschung mittlerweile belastbare Belege dafür, dass extreme Wetterlagen in Zukunft in größerer Häufigkeit auftreten werden und damit das Risiko von Hochwasserereignissen zunimmt. Auch Dürren richten weltweit enorme Schäden an. Außer direkten und gravierenden Folgen für die Verfügbarkeit und Qualität der Wasserressourcen können sie zu massiven Ernteausfällen führen und dadurch Hungerkatastrophen und Krankheiten auslösen.

Untersuchungen zeigen, dass sich der Anteil der sehr trockenen Gebiete an der Landoberfläche im globalen Maßstab in den letzten 50 Jahren mehr als verdoppelt hat.

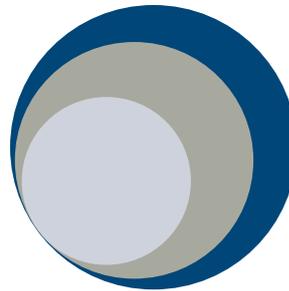
Auch in Deutschland wird in den letzten Jahrzehnten eine Zunahme extremer Hitzetage und extrem trockener Tage im Sommer beobachtet. Bis Ende des Jahrhunderts wird eine weitere Zunahme sommerlicher Trockenperioden prognostiziert. Für die Landwirtschaft bedeutet dies eine Steigerung des Risikos von Ernteausfällen, die mit hohen finanziellen Schäden und Versorgungsengpässen einhergehen können.

Andererseits haben auch Starkniederschläge in der jüngeren Vergangenheit vermehrt zu schweren Überflutungen geführt, die Schäden in Milliardenhöhe verursachten. Da ein absoluter Schutz vor den Folgen von Hochwasserereignissen nicht möglich ist, zielen moderne Schutzkonzepte, Richtlinien und gesetzliche Regelungen auf ein adäquates Risikomanagement ab. Die Forschung kann entlang der gesamten Wirkungskette zu einer Verbesserung dieser Konzepte beitragen.

Auf der Grundlage genauerer Messsysteme und einer schnelleren Verarbeitung größerer Datenmengen im Zuge der Digitalisierung können bessere Planungsinstrumente sowie Vorhersagewerkzeuge bereitgestellt werden, die potenziell Betroffene früher und mit größerer Zuverlässigkeit warnen. Dabei spielt die Integration moderner Kommunikationsmittel in Frühwarnsysteme eine wichtige Rolle.

Extreme Hochwasserereignisse wie die Überflutungen durch Elbe und Donau im Jahre 2002 oder an vielen Flüssen Mitteleuropas 2013 sind selten, stellen jedoch die größte Gefährdung von Menschenleben und Sachwerten dar. In solchen

# +100%



Untersuchungen zeigen, dass sich der Anteil der sehr trockenen Gebiete an der Landoberfläche im globalen Maßstab in den letzten 50 Jahren mehr als verdoppelt hat.

Fällen steigt die Bedeutung vorausschauender, überregionaler Vorsorgemaßnahmen und des technischen Hochwasserschutzes. Durch die Anwendung innovativer Materialien, auch in Verbindung mit neuen Frühwarn- und Monitoringsystemen, ergeben sich neue Möglichkeiten für den temporären Hochwasserschutz und den Deichbau.

**Die höchste Vulnerabilität gegenüber Hochwasserereignissen weist naturgemäß der urbane Raum mit seiner hohen Bevölkerungsdichte, seiner komplexen Infrastruktur und einer Akkumulation an Sachwerten auf. Die Forschung kann hier die Hochwasservorsorge in mehrfacher Hinsicht unterstützen.**

Sie kann, zum Beispiel über die Bereitstellung verbesserter Modelle, Hilfestellungen für eine hochwasserangepasste Stadtplanung und -entwicklung geben, um dadurch Schadensrisiken zu minimieren. Darüber hinaus bestehen Entwicklungspotenziale auch bei der Anpassung und intelligenten Steuerung des Kanalnetzes, um den immer häufiger auftretenden Überlastungssituationen entgegenzuwirken. Diese lässt sich sinnvoll mit einem integrierten Regenwasser- und Schadstoffmanagement im städtischen Raum verbinden. Insbesondere lokale Sturzfluten, die durch kleinräumige, schwer vorhersagbare Niederschlagsereignisse hervorgerufen werden,

## LOKALE STARKREGENEREIGNISSE IN DEUTSCHLAND

Extreme Regenfälle verursachten im Juli 2014 im Stadtgebiet von Münster innerhalb weniger Stunden Sachschäden in Höhe von ca. 300 Millionen Euro. Dabei fielen bis zu 292 Liter Regen pro Quadratmeter. Das entspricht über 40% des gesamten Jahresniederschlags.

Im Juni 2016 führten im bayerischen Simbach enorme Niederschlagsmengen innerhalb kürzester Zeit zu einer katastrophalen Sturzflut. Dabei starben sieben Menschen und es entstanden Schäden von rund einer Milliarde Euro. Der Deutsche Wetterdienst wertet die beobachtete Häufung solcher Ereignisse als ein Indiz dafür, dass in Zukunft auch in Deutschland mit mehr Stürmen, extremen Regenfällen und Hitzewellen zu rechnen ist.



Bis zum Jahr 2100 wird die Häufigkeit von winterlichen Starkniederschlägen in Deutschland um rund

# 25%

**zunehmen.**

[↗ Zahlen des Deutschen Wetterdienstes]



zeichnen sich durch sehr kurze Vorwarnzeiten aus. Eine effektive Vorbereitung für den Ausnahmefall, die eine schnelle Mobilisierung und Aktivierung von Schutzmaßnahmen ermöglicht, ist in solchen Fällen entscheidend.

Zusätzliche Vorteile ergeben sich, wenn Synergien genutzt werden. So können Maßnahmen, die dem Hochwasserrisikomanagement dienen, noch weitere Vorteile z. B. bei extremer Wasserknappheit bieten, wie beispielsweise geeignete Bodenbewirtschaftungsstrategien auf

Grundlage genauerer Bodeninformationen oder Vorhersagesysteme. Auch wenn – zumindest gegenwärtig – eine Wasserknappheit auf nationaler Ebene nicht gegeben ist, existieren auch in Deutschland Defizitstandorte, an denen eine Bewässerung erforderlich sein kann. Alternativ sollten daher wassersparende Anbau- und Produktionsverfahren (Sortenwahl, Anbauweisen, Bodenbearbeitung, Bewässerungstechnologien) als auch Speichertechnologien zur Grundwasseranreicherung in Betracht gezogen werden.

# 3.6

# NEUE WASSERKULTUR

Unsere Kultur bestimmt unseren Umgang mit Wasser, und Wasser ermöglicht seit jeher unsere Kulturentwicklung. Doch die Randbedingungen für unseren kulturellen Umgang mit Wasser sind aktuell einem starken Wandel unterworfen. Dies betrifft nicht nur den mit Bevölkerungswachstum und Anspruchswachstum verbundenen Anstieg im Wasserbedarf, sondern z. B. auch die zunehmende Verschmutzung mit bekannten und noch unbekanntem Substanzen sowie den Verlust natürlicher Speicher und wasserabhängiger Ökosysteme.

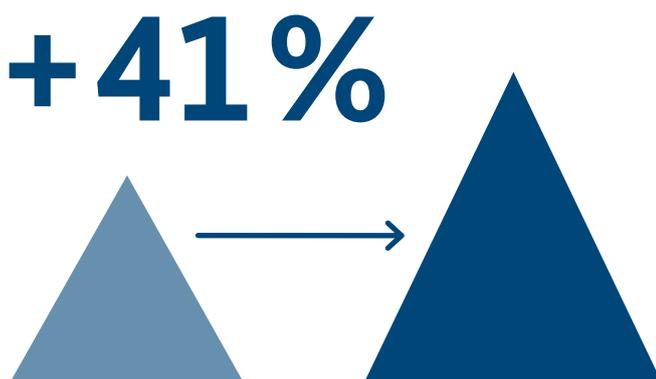
Die Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen, die UN-Wasserdekade sowie die Nationale Nachhaltigkeitsstrategie in Deutschland stehen für eine neue Kultur der Nachhaltigkeit. Das Thema Wasser ist dabei ein idealer Ausgangspunkt, da jeder Mensch über den täglichen Kontakt eine intensive Bindung zu Wasser hat und ein erheblicher Handlungsdruck für einen besseren Umgang mit dieser Ressource besteht.

Die Forschung ist gefragt, das notwendige Wissen und innovative, überzeugende Beispiele zu erarbeiten. Neben technologischen Innovationen ist dabei auch zunehmend die Auseinandersetzung mit sozialökologischen, ethischen und rechtlichen Aspekten gefordert.

So setzen sich innovative Lösungen im Wassersektor nur dann durch, wenn sie mit den jeweiligen kulturellen Wertvorstellungen und Normen im Einklang sind oder mit Änderungen der Wertvorstellungen einhergehen. Groß angelegte Projekte, z. B. zur Wasserwiederverwendung, scheiterten nicht selten an kulturellen Barrieren und mangelnder Akzeptanz – trotz garantierter Qualität und Sicherheit sowie breit angelegter Aufklärungskampagnen.

Benötigt werden Erfolgsbeispiele für die Synergieeffekte, die durch eine gleichzeitige Berücksichtigung von Mensch, Umwelt und Wirtschaft in der Planung und Durchführung von innovativen Wasserprojekten entstehen können. Partizipative Formate werden hier wie auch in anderen Bereichen der Ressource Wasser zunehmend wichtiger. Neben technischen Änderungen ist die Frage nach geeigneten Betreibermodellen im Hinblick auf die Wasserversorgung

#### Mögliche Steigerung der globalen Nahrungsmittelproduktion durch integriertes Wassermanagement



weltweit von hoher Relevanz. Auch Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Nachhaltigkeitszielen müssen beachtet und abgeschätzt werden.

Anschaulich wird dies am sogenannten Wasser-Energie-Nahrung-Nexus: Wasser wird sowohl für die Energiebereitstellung als auch für die Ernährung einer zunehmenden Weltbevölkerung benötigt. Aktuelle Studien des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) schätzen, dass durch besseres Wassermanagement eine Steigerung der Nahrungsmittelproduktion um 41% möglich ist. Dadurch könnte die erwartete Versorgungslücke im Bereich Nahrung bis 2050 halbiert werden.

**Zunehmend rücken in der öffentlichen Wahrnehmung zum Themenkomplex Nachhaltigkeit und Produktverantwortung ethische Aspekte in den Vordergrund. Denn unsere Produkte werden heute in globalen Wertschöpfungsketten hergestellt. Der Großteil des Wasserbedarfs findet dabei außerhalb von Deutschland statt.**

Oftmals werden erhebliche Mengen Wasser für die ersten Produktionsschritte ausgerechnet in Regionen mit hoher Wasserknappheit benötigt, z. B. für Baumwolle in Zentralasien, Getreide in Nordafrika oder die Gewinnung von Erzen in wasserarmen Regionen. Notwendig ist es daher, hier auch den tatsächlichen Wasserverbrauch der explorierenden und produzierenden Industrie am Produktionsstandort zu berücksichtigen. Ein neuer Ansatz ist z. B. die Methodik, den Wasserfußabdruck für Unternehmen und Produkte entlang ihrer gesamten Wertschöpfung zu bestimmen.

Es gilt daher weltweit, gute Regierungsführung und Transparenz im Wassersektor zu unterstützen sowie die Globalisierung in diesem Bereich gerecht zu gestalten. Instrumente zur Berücksichtigung des Wasserfußabdrucks und von Umweltstandards in den Lieferketten können helfen, Nachhaltigkeitsgrundsätze in der Unternehmensverantwortung fest zu verankern.

## WASSERSCHUTZ ALS GEMEINSCHAFTSAUFGABE

Im Projekt WASSERSCHUTZBROT verzichten Landwirte auf die letzte Stickstoffdüngung ihres Weizens vor der Ernte und verringern somit das Risiko der Nitratauswaschung in das Grundwasser. Denn Stickstoff trägt zur Nitratbelastung des Grundwassers bei, ist aber auch maßgeblich verantwortlich für den Eiweißgehalt des angebauten Weizens und somit für dessen (Back-)Eigenschaften. Die Landwirte erhalten von der am Projekt beteiligten Mühle einen fairen Preis für den Weizen, der einen geringeren Eiweißgehalt hat, sowie einen Ausgleich von ihrem örtlichen Wasserversorgungs-

unternehmen. Die beteiligten Bäcker gleichen mit handwerklichem Geschick die etwas veränderten Backeigenschaften aus. Den Kunden bietet sich eine Möglichkeit zum nachhaltigen Konsum, sie können durch ihr Einkaufsverhalten den Grundwasserschutz unterstützen. Bodenproben belegen den reduzierten Nitratgehalt auf den Feldern und somit den Erfolg des Projekts, das von der Jury des Deutschen Nachhaltigkeitspreises im Jahr 2017 unter die Top 3 der eingereichten Projekte im Bereich Forschung nominiert wurde.





# 4

# INTER- NATIONALE WASSER- FORSCHUNG

# 4.1

# GLOBALE AKTIVITÄTEN

Wasser kennt keine politischen Grenzen, es ist eine grenzüberschreitende Ressource. Insbesondere im internationalen Rahmen werden die immensen Auswirkungen der zunehmenden Übernutzung der lokalen Wasserreserven und der sich verschärfenden Wasserknappheit deutlich. Der jährlich veröffentlichte Global Risk Report des Davoser Weltwirtschaftsforums zählt Wasserkrisen seit 2012 zu den fünf globalen Bedrohungen mit den weitreichendsten Auswirkungen.

Wasserkrisen können geopolitische und soziale Risikofaktoren wie innenpolitische oder regionale Konflikte oder auch Migration verstärken, insbesondere in fragilen Regionen. Nachhaltige Lösungen zu dieser globalen Herausforderung können nur gemeinsam mit unseren Partnern in Europa und weltweit (z. B. EU, UN, G7/G20, OECD) gefunden werden.

Als eines der forschungs-, innovations- und wettbewerbsstärksten Länder der Welt wird Deutschland auch im internationalen Rahmen weiterhin Initiativen für die Zusammenarbeit von Forschung, Entwicklung und Innovation anstoßen und an deren Umsetzung mitwirken.

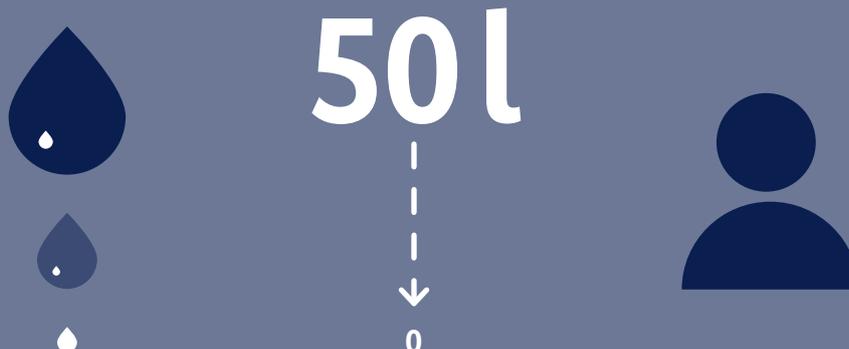
Daher nimmt Wasser: N explizit Bezug auf die Strategie der Bundesregierung zur Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung. Die Kooperationen im Rahmen von Wasser: N stärken dabei die Exzellenz in Forschung und Entwicklung. Sie helfen, Deutschlands Innovationskraft international zu entfalten und dienen dem Ausbau von Bildung und Qualifizierung.

Außerdem trägt die Bundesregierung durch die internationale Forschungszusammenarbeit im Wassersektor dazu bei, Wasser weltweit als Lebensgrundlage zu sichern und die Umsetzung des Menschenrechts auf einwandfreies und sauberes Trinkwasser und Sanitärversorgung voranzubringen, das im Jahr 2010 von der Vollversammlung der Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen anerkannt wurde. Dies ist ein essenzieller Baustein, um Menschen ein Leben in Würde zu ermöglichen und stabile Gesellschaften zu fördern.

## DÜRRE IN AFRIKA – DAY ZERO IN KAPSTADT

Im Jahr 2018 gingen nach drei aufeinanderfolgenden trockenen Jahren die Wasserressourcen so weit zurück, dass der Verbrauch zunächst auf 50 Liter Wasser pro Person am Tag eingeschränkt werden musste. Ein sogenannter DAY ZERO, ab dem die Dämme gar kein Wasser mehr liefern würden, konnte nur knapp vermieden werden, er wäre mit weiteren Einschränkungen für die Bevölkerung einhergegangen.

Solche Dürren und ihre Auswirkungen werden auch im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme GLOBALE RESSOURCE WASSER – (GRoW) untersucht, z. B. mit Frühwarnsystemen oder Staudammmangement mit saisonalen Klimavorhersagen. Etwa 4 Milliarden Menschen leben bereits heute in Gebieten, in denen der Nahrungsanbau wesentlich von globalen Klimaoszillationen wie z. B. El Niño beeinflusst ist.



Das Erreichen des schon erwähnten „Wasser-Nachhaltigkeitszieles“ (SDG 6) mit seinen Unterzielen ist eine Voraussetzung für die Verwirklichung vieler Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung, darunter Gesundheit, Ernährungssicherheit und Armutsbekämpfung. Eine ganzheitliche Herangehensweise wird dabei mit dem integrierten Wasserressourcenmanagement (IWRM) realisiert. IWRM verfolgt eine koordinierte Entwicklung von Wasser, Land, Energie und anderen Ressourcen mit dem Ziel, die ökonomische und soziale Wohlfahrt in einer gleichberechtigten Art zu fördern, ohne die Nachhaltigkeit der Ökosysteme zu beeinträchtigen. IWRM bleibt somit auch im Rahmen des Programms Wasser: N ein Leitprinzip, insbesondere im internationalen Raum.

Die Forschung ist in diesem Rahmen auch gefragt, komplexe Zusammenhänge und Abhängigkeiten aufzudecken, die bei Einzelbetrachtungen zumeist fehlen. So ist zu berücksichtigen, dass Wasser auch bei der Energieerzeugung und bei der Produktion fast aller Wirtschaftsgüter benötigt wird, die weltweit gehandelt werden – vom Weizen bis zum Smartphone. Dadurch tragen die industrielle Produktion und die Landwirtschaft zur Übernutzung und Verschmutzung lokaler Wasserressourcen bei. Gleichzeitig benötigt die Förderung und Weiternutzung von Wasser Energie. Maßnahmen wie Nachhaltigkeitsleitbilder in Wirtschaftsunternehmen und deren transparente Umsetzung sowie Anreize zum nachhaltigen Umgang mit Wasser können helfen, diese negativen Effekte zu verringern und die Lebensbedingungen an den Produktionsstandorten zu verbessern.

Neben vorrausschauenden Analysen und Modellen sind im internationalen Kontext vor allem Aspekte der Steuerung (Water Governance) und der Koordination vielfältiger Akteure erforderlich. Darüber hinaus müssen wechselseitige Abhängigkeiten zwischen Wasserverfügbarkeit und -nutzung einerseits und Handel und Konsummuster andererseits Berücksichtigung finden. Regionale, lokale und insbesondere grenzüberschreitende Lösungen werden an Fallstudien untersucht.

**Daher wird Wasser: N in ausgewählten Schwellen- und Entwicklungsländern konkrete Umsetzungen fördern. Ein Fokus liegt hier auf gemeinsamer, bedarfsorientierter Forschung mit den Partnerländern.**

Damit sollen auch neue Marktpotenziale für exportorientierte innovative deutsche Unternehmen – insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) – erschlossen werden. Außerdem kann Forschung auch die Grundlage für eine erfolgreiche Wasserdiplomatie liefern. Viele internationale Beispiele zeigen, dass der grenzüberschreitende Charakter von Wasserressourcen mit seinen ökonomischen und sozialen Folgen zu Verhandlungen von Konfliktparteien führt, beispielsweise in grenzüberschreitenden Flusssystemen. Hier ist die Wissenschaft gefragt, solche Prozesse zu analysieren und die Faktenbasis u. a. über Struktur, Verbreitung, Qualität und Menge der Wasserressourcen bereitzustellen.

Mit begleitenden Maßnahmen zur Bildung und Weiterbildung wird zusätzlich sichergestellt, dass erforderliches Know-how, z. B. zum Betrieb von Anlagen, auch im nicht akademischen Bereich in den Zielländern vor Ort dauerhaft vorhanden ist.

## SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOAL 6

2015 verfügte laut Angaben der Vereinten Nationen 29 % der Weltbevölkerung nicht über eine sicher verwaltete Trinkwasserversorgung und 61 % nicht über eine sicher verwaltete Sanitärversorgung. <sup>[7]</sup> Bericht über die Ziele für nachhaltige Entwicklung, 2018]

Zusammen mit Wasserknappheit, Überflutung und mangelhafter Abwasserentsorgung behindert dies soziale und ökonomische Entwicklungen und ist die Motivation zum 6. Nachhaltigkeitsziel der Vereinten Nationen:

### VERFÜGBARKEIT UND NACHHALTIGE BEWIRTSCHAFTUNG VON WASSER UND SANITÄRVERSORGUNG FÜR ALLE GEWÄHRLEISTEN.

Im Einzelnen sollen die Staaten bis 2030:



... den allgemeinen und gerechten Zugang zu einwandfreiem und bezahlbarem Trinkwasser für alle erreichen



... den Zugang zu einer angemessenen und gerechten Sanitärversorgung und Hygiene für alle erreichen



... die Wasserqualität weltweit verbessern (u. a. durch Verringerung der Verschmutzung, Halbierung des Anteils unbehandelten Abwassers und mehr Wiederaufbereitung)



... die Effizienz der Wassernutzung in allen Sektoren wesentlich steigern und eine nachhaltige Entnahme und Bereitstellung von Süßwasser gewährleisten



... auf allen Ebenen eine integrierte Bewirtschaftung der Wasserressourcen umsetzen, ggf. auch mittels grenzüberschreitender Zusammenarbeit



... bis 2020 wasserverbundene Ökosysteme schützen und wiederherstellen, darunter Berge, Wälder, Feuchtgebiete, Flüsse, Grundwasserleiter und Seen

## 4.2

# EUROPÄISCHE AKTIVITÄTEN

Die Mitgliedstaaten der Europäischen Union investieren jährlich in erheblichem Umfang in Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen im Wasserbereich. Die Europäische Kommission steuert zusätzlich substanzielle Fördermittel bei. Durch die Zusammenarbeit Deutschlands mit anderen EU-Staaten kann somit eine gemeinsame Bewältigung von gesamtgesellschaftlichen Herausforderungen erfolgen, die von einem Einzelstaat nicht in solch einem Umfang ermöglicht werden könnte.

Die Etablierung von grenzüberschreitenden Schutzkommissionen (z. B. die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)) ermöglicht eine enge Zusammenarbeit der in den jeweiligen Einzugsgebieten liegenden Staaten und Regionen, um die vielfältigen Nutzungs- und Schutzinteressen auszugleichen. Dies geht mit einer kontinuierlichen Pflege und einem stetigen Ausbau von grenzübergreifenden Aktivitäten einher. Auch die Erarbeitung von gemeinsamen Standards und Strategien zur Umsetzung der europäischen Richtlinien (u. a. EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM), EU-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)) erfordert eine staatenübergreifende Zusammenarbeit.

Zur Umsetzung der Wasserforschung in Europa haben sich unter dem Dach der europäischen Forschungs- und Innovationsprogramme (2014 bis 2020: Horizon 2020; 2021 bis 2027: Horizon Europe) verschiedene Initiativen und Kooperationen etabliert, an denen sich das Bundesministerium für Bildung und Forschung als Vertreter Deutschlands beteiligt.

### Das Rahmenprogramm Horizon Europe wird auf globale Herausforderungen reagieren, die in der Agenda 2030 der Vereinten Nationen in den 17 Nachhaltigkeitszielen festgehalten sind.

Insofern wird Horizon Europe in Ergänzung zu internationaler und nationaler Förderung Aktivitäten im Bereich der Wasserforschung und -innovation bieten. Die Beteiligung Deutschlands an derartigen europäischen Rahmenprogrammen zielt dabei nicht nur auf die grenzüberschreitende Zusammenarbeit im Bereich der Wasserforschung, sondern auch auf die Ausstattung der deutschen Forschungscommunity mit europäischen Fördergeldern. Außerdem können die politisch wichtigen Forschungsfragen der Bundesregierung somit auf europäischer Ebene gebündelt und adressiert werden.

Durch derartige länderübergreifende Kooperationen und das Zusammenführen nationaler Ressourcen soll die Forschung u. a. in Europa effizienter werden. Als Instrumente zur Verwirklichung dieser Ziele dienen die JPIs – Initiativen zur gemeinsamen Programmplanung. Die Bundesregierung engagiert sich im Wasserbereich in der gemeinsamen Programminitiative Water Challenges for a Changing World (Water JPI), die von den beteiligten europäischen Mitgliedstaaten, weiteren assoziierten Partnern sowie der Europäischen Kommission getragen wird. Ziele der Water JPI sind, die strategische Zusammenarbeit zwischen bereits existierenden nationalen Programmen auszubauen und neue Förderprogramme gemeinsam einzurichten, um somit eine nachhaltige Wasserwirtschaft auf europäischer und internationaler Ebene zu etablieren.

Neues strategisches Element der Zusammenarbeit im Rahmenprogramm Horizon Europe sind die Europäischen Partnerschaften. In der Partnerschaft Water4All sollen dabei unter Einbeziehung aller relevanten Akteure die Voraussetzungen dafür geschaffen werden, Ergebnisse der Wasserforschung schneller in innovative Praxislösungen umzusetzen.

Im Bereich der Fließgewässer-Forschung entsteht die paneuropäische Forschungsinfrastruktur DANUBIUS-RI, die Teil der Roadmap des European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) ist. Innerhalb von DANUBIUS-RI soll unter Berücksichtigung verschiedenster Forschungsschwerpunkte an inzwischen zwölf ausgewählten Supersites (darunter Elbe-Nordsee-Ästuar) das Zusammenwirken von Fluss und Einzugsgebiet über Flussmündung und Delta bis ins Meer hinein untersucht werden. Diese Initiative zeigt die Relevanz der transnationalen Kooperationen zur gemeinsamen Erforschung von Binnen-, Übergangs- und Küstengewässern und zum Gewässerschutz, denn Flusssysteme und Küstenstreifen machen nicht an Landesgrenzen halt.

Ein wachsendes Bewusstsein für die besonderen Herausforderungen des Wassersektors im Mittelmeerraum hat in den letzten Jahren zu einer verstärkten Forschungszusammenarbeit von EU-Mitgliedstaaten mit dem südlichen und östlichen Mittelmeerraum geführt.

## WATER JPI – WATER CHALLENGES FOR A CHANGING WORLD

Die im Jahr 2011 durch den Rat der Europäischen Kommission ins Leben gerufene Water JPI ist eine von insgesamt zehn JOINT PROGRAMME INITIATIVES (JPIs), in denen vielfältige europäische bzw. internationale gesellschaftliche Herausforderungen in den Bereichen Umwelt, Klima, Gesundheit, Ernährung und Kultur zwischenstaatlich bearbeitet werden. Sie befasst sich mit der ehrgeizigen Herausforderung, Wassersysteme für eine nachhaltige Wirtschaft in Europa und international zu schaffen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) beteiligt sich als Vertreter Deutschlands in den entsprechenden Gremien

der JPI Water an der Entwicklung und Umsetzung der strategischen Forschungs- und Innovationsagenda. Darin werden die Forschungsthemen definiert und fortlaufend weiterentwickelt, wobei die Zusammenarbeit mit der europäischen Wissenschaftsgemeinschaft und relevanten Stakeholdern die Relevanz sowie den Anwendungsbezug der Water-JPI-Aktivitäten sicherstellt. Der Schutz der Gewässerökosysteme, die Steigerung der Ressourceneffizienz und die Anpassung an demografische und klimatische Veränderungen wurden dabei als wichtige Handlungsfelder einer nachhaltigen Entwicklung im Wasserbereich identifiziert.



Deutschland beteiligt sich zusammen mit weiteren Mitgliedstaaten der Europäischen Union am Förderprogramm PRIMA (Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area). Mit PRIMA werden gemeinsame Lösungen für ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement sowie eine sichere Lebensmittelversorgung in der Mittelmeerregion entwickelt. Neben der

Förderung von Forschungs- und Innovationsvorhaben spielt insbesondere auch der Auf- und Ausbau von Bildungsprogrammen vor Ort eine zentrale Rolle. Dadurch sollen Zukunftsperspektiven geschaffen, Entwicklungsmöglichkeiten verbessert sowie langfristig Ursachen von Flucht und Migration vermindert werden.





# 5

# FORSCHUNGS- LANDSCHAFT UND INFRA- STRUKTUREN

An nahezu allen deutschen Hochschulen wird das Thema Wasser aus den unterschiedlichsten Perspektiven behandelt. Die Liste der Fachbereiche reicht dabei von den Natur- über die Ingenieurwissenschaften bis hin zu Wasserrecht, Wasserpolitik und Ökonomie.

Diese Spannweite zeigt die Relevanz des Themas. Forschung im Wasserbereich wird auch von außeruniversitären Forschungszentren bzw. Forschungsgemeinschaften betrieben (Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, Leibniz-Gemeinschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer-Gesellschaft). Darüber hinaus verfügen die Länder und Bundesressorts über eigene Forschungseinrichtungen, wie beispielsweise die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit dem assoziierten Internationalen Zentrum für Wasserressourcen und Globalen Wandel (ICWRGC) der UNESCO. Die Einrichtungen dieser vielgestaltigen Forschungslandschaft sind Träger der notwendigen Infrastrukturen und sichern einen langfristigen Betrieb.

Öffentlich geförderte Wasserforschung findet in allen Regionen Deutschlands statt. Die wachsenden Herausforderungen eines zukünftigen Wassermanagements erfordern jedoch eine bessere Vernetzung und Bündelung der Kräfte.

Zielführend ist in diesem Zusammenhang eine Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen und eine stärkere Verknüpfung von Grundlagen- und angewandter Forschung, die Voraussetzung für eine erhöhte Wettbewerbs- und Kooperationsfähigkeit auf internationaler Ebene ist. Durch die Etablierung des gemeinsamen nationalen Wasserforschungsprogramms Wasser: N und einer ressortübergreifenden Zusammenarbeit, welche die relevanten Stakeholder einbezieht, kommt die Bundesregierung diesem Bedarf nach.

Eine stärkere Zusammenarbeit zwischen den Akteuren der deutschen Wasserforschung ermöglicht auch den Aufbau und den besseren Zugang zu größeren, von verschiedenen Partnern genutzten Forschungsinfrastrukturen. Um valide Aussagen und Vorhersagen über Langzeittrends wie z. B. die Auswirkungen des Klimawandels machen zu können, sind Untersuchungen auf größeren räumlichen Ebenen und über längere Zeiträume notwendig. Dies erfordert den Auf- und Ausbau entsprechender Einrichtungen auf der Meso- und Makroskala: Mesokosmos-Experimente wie das Seelabor des Leibniz-Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) im brandenburgischen Stechlinsee erlauben es beispielsweise, die Lücke zwischen Laborexperimenten und Freilandexperimenten zu schließen und deren jeweilige Vorteile zu kombinieren. Mit dem Versuchsfeld Marienfelde des Umweltbundesamts können wesentliche Komponenten des Wasserkreislaufs versuchstechnisch abgebildet werden. Im Helmholtz-Erdbeobachtungsnetzwerk TERENO (Terrestrial Environmental Observatories) wird anhand von vier Regionen innerhalb Deutschlands analysiert, wie sich Klimaänderung und Landnutzungswandel auf den regionalen Wasserkreislauf und die Biodiversität auswirken. In den sogenannten hydrologischen Observatorien

## MOSES – FORSCHUNGSINFRASTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Um die Bedeutung dynamischer Ereignisse für die langfristige Entwicklung von Erd- und Umweltsystemen abzuleiten, wird durch insgesamt neun Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft eine neue Forschungsinfrastruktur aufgebaut.

Bei MOSES (Modular Observation Solutions for Earth Systems) unter der Federführung des UFZ handelt es sich um ein neuartiges, mobiles und hochauflösendes ereignisorientiertes Beobachtungssystem,

mit dem die langfristigen Auswirkungen kurzfristiger dynamischer Events (hydrologische Extremereignisse, Hitzewellen, Auftauen von Permafrost und Ozeanwirbel) auf die Erde untersucht werden. Die Messung der ereignisbezogenen Daten erfolgt mit neuartigen Verfahren, die in langfristige Kampagnen eingebettet werden, um Maßnahmen zum Schutz vor Extremereignissen abzuleiten. Perspektivisch soll MOSES in die BMBF-Roadmap für Forschungsinfrastrukturen integriert werden.

werden die Zusammenhänge zwischen Wasser- und Stoffhaushalt, Abflussprozessen und Veränderungen im Grundwasser untersucht. Diese können dann mit anderen Umweltdaten verknüpft werden. Das auf diese Weise generierte Wissen kann anschließend als Grundlage für Anpassungsstrategien und nachhaltige Nutzungskonzepte dienen.

Die Erdbeobachtung mit satellitengestützten Systemen und die nachfolgende Integration der erhobenen Daten in die Erdsystem-Modellierung ist unerlässlich für ein besseres Verständnis der vielfältigen, miteinander verflochtenen Prozesse an der Erdoberfläche. Innerhalb des europäischen Weltraumprogramms Copernicus werden über Satellitensysteme und In-situ-Beobachtungssysteme umfangreiche Daten gewonnen und frei zur Verfügung gestellt, u. a. zu hydrologischen Parametern wie etwa Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Bodenfeuchte. Deutschland ist wesentlich an Copernicus beteiligt (nationale Copernicus-Strategie). Das Vorschreiten der technologischen Möglichkeiten erfordert die Entwicklung immer leistungsfähigerer Systeme. Dies gilt sowohl für die Satellitenbildanalyse als auch für die Datengewinnung durch autonome Fahrzeuge oder Flugkörper (UAV), wie sie beispielsweise im ereignisorientierten Beobachtungssystem MOSES der Helmholtz-Gemeinschaft eingesetzt werden. Gleichzeitig führt das Erheben von immer mehr Daten zwangsläufig zu steigenden Ansprüchen an die Daten- und Informationsstrukturen. <sup>[7 Kap. 9]</sup>



# 6

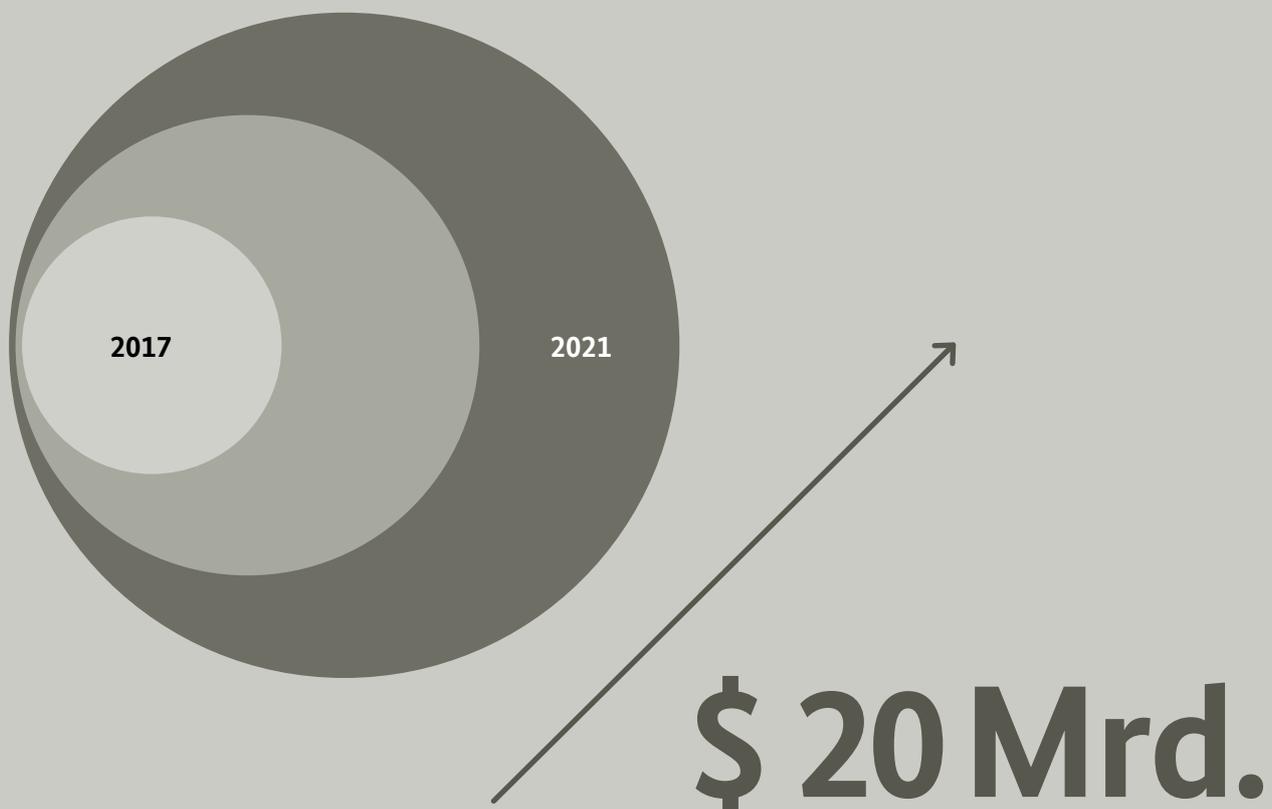
# DIGITALISIERUNG, DATEN- MANAGEMENT UND STANDARDS

Die Digitalisierung bietet vielversprechende Chancen für eine ressourcen- und energieeffizientere Wasserwirtschaft. Die durch die Digitalisierung ermöglichten Komponenten und deren intelligente Vernetzung erlauben es, auch Wasserressourcen effizienter zu nutzen und nachhaltig zu schützen. Das sich abzeichnende Potenzial der Digitalisierung für Wasserforschung und Wasserwirtschaft ist noch nicht ansatzweise ausgeschöpft.

## WIE KANN DIE DIGITALISIERUNG ZUR NACHHALTIGKEIT BEITRAGEN?

Die zunehmende Digitalisierung in wertschöpfenden Prozessen eröffnet große Potenziale, um die Wirtschaftlichkeit zu erhöhen. Laut des Global Opportunity Reports 2017 soll der weltweite Markt für Smartes Wassermanagement bis 2021 auf 20 Milliarden US-Dollar steigen. Als Teil der GreenTech-Branche wird dem Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland laut Umwelttechnik-Atlas für Deutschland (2018) ein durch die Digitalisierung hervorgerufenen zusätzliches Wachstum von rund einer Milliarde Euro prognostiziert. Sowohl in der Industrie als auch in der kommunalen Wasser- und Abwasserversorgung und in privaten Haushalten müssen bestehende Infrastrukturen ersetzt oder ergänzt und neue Komponenten und Anlagen installiert werden, um kosten- und ressourceneffizient zu arbeiten.

Die wirtschaftlichen Chancen, die durch die Digitalisierung entstehen, sind groß – die Digitalisierung führt aber nicht nur im wirtschaftlichen Bereich zu fundamentalen Änderungen, auch Gesellschaft, Politik und Umwelt sind betroffen. Laut eines Impulspapiers des WBGU kann die Digitalisierung entscheidend dazu beitragen, die globale nachhaltige Entwicklung voranzubringen und die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen zu erreichen. Die hierfür notwendige aktive Gestaltung der Digitalisierung bedarf eines umfassenden Dialoges von privaten und öffentlichen Akteuren. Die Auswirkungen der Digitalisierung auf ökonomische und politische Prozesse sowie auf den Menschen selbst und auf seine Privatsphäre müssen besser verstanden werden, um die Nachhaltigkeitsziele auch langfristig umsetzen zu können.



Markt für Smartes Wassermanagement

Wasser: N greift die Digitalstrategie des BMBF auf und adressiert insbesondere die Zielbereiche „Aus Daten Wissen und Innovationen schaffen“ sowie „Technologische Souveränität und wissenschaftliche Vorreiterrolle für Deutschland sichern“ auf.

Im Einklang damit verfolgt Wasser: N das Ziel, die Digitalisierung zur Gestaltung einer nachhaltigen Wasserforschung und Wasserwirtschaft zu nutzen, zu gestalten und weiter voranzubringen.

Zur nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen beitragen können beispielsweise intelligente sensorgestützte Anlagen, die eine ressourcen- und energieeffiziente Wasseraufbereitung und Abwasserreinigung ermöglichen.

Gerade für den Betrieb und die Steuerung modularer Anlagen ergeben sich große Potenziale, um Wasser und Abwasser bedarfsgerecht zu reinigen und bereitzustellen. Monitoringnetze erlauben eine vorausschauende und damit kostengünstigere und ausfallärmere Wartung von Ver- und Entsorgungsnetzen.

Durch intelligentes Monitoring und Datenmanagement werden die Auswirkungen von klimatischen Extremereignissen, Havarien und ggf. auch sicherheitsrelevanten Schäden besser beherrschbar und können minimiert werden. Webbasierte Datenbereitstellung und Steuerungen sind Ausgangspunkte für neue Betreibermodelle, welche auch die Steuerung und Überwachung von Anlagen und Komponenten deutscher Hersteller im Ausland erlauben. Dabei ist die Sicherheit der informationstechnischen Systeme und der Schutz vor dem Eingriff Unbefugter zu gewährleisten. Daneben bietet die Verfügbarkeit von Zustandsgrößen in Echtzeitauflösung in der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung sowie weiteren Fällen der Nutzung von natürlichen Ressourcen eine bislang nicht ausreichend ausgenutzte Basis für die Entwicklung intelligenter und nachhaltiger Dienstleistungen und damit auch für neue Geschäftsmodelle. Durch die verstärkte Einbindung der Nutzer und Konsumenten in die Ressourcenkreisläufe kann die Nutzungseffizienz von Wasserressourcen in privaten, gewerblichen und kommunalen Anwendungsfällen nachhaltig gesteigert werden.

Häufig ergeben sich die Potenziale aus der Verknüpfung größtenteils schon vorhandener Technologien und Maßnahmen sowie aus erhöhter Datenverfügbarkeit und simulationsgestützter Planung und Optimierung. Hier ist es Aufgabe der Forschung, digitale Integration durch digitale Datenbereitstellung und Modellierung voranzutreiben und die ständige Weiterentwicklung neuer Technologien und Mechanismen zur Automatisierung und Vernetzung zu unterstützen.

Die Digitalisierung in Wasserforschung und Wasserwirtschaft wird sich auch auf die fachliche und berufliche Ausbildung sowie auf die Arbeitswelt auswirken: Hier ergibt sich ein massiver Bedarf an entsprechenden Konzepten und Maßnahmen zur Aus-, Fort- und Weiterbildung für alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Personen.

Dies betrifft sowohl die Schulung und Weiterbildung des vorhandenen Personals als auch die Ausbildung zukünftiger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und schließt die Schaffung neuer Berufsfelder mit ein. Eine besondere Herausforderung stellen dabei der Datenschutz, die Datensicherheit und der Umgang mit großen Datenmengen dar, insbesondere deren sichere Übertragung, Verarbeitung und Speicherung.

Zur Lösung der Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserforschung und Wasserwirtschaft werden auch die Verfügbarkeit von und der intelligente Zugang zu Umweltdaten und entsprechenden Datenbanken entscheidend beitragen.

In diesem Zusammenhang sind Strukturen, Strategien und Standards zu etablieren, um Forschungsdatenbanken und behördliche Umweltdaten besser für die Öffentlichkeit und damit auch wieder für die Forschung nutzbar zu machen und intelligent zu verknüpfen. Hier hat beispielsweise der Rat für Informationsinfrastrukturen (RFII) erste Empfehlungen zum Forschungsdatenmanagement und zu einer Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) erarbeitet. Auf europäischer Ebene trägt die europäische Richtlinie INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur bei. Dadurch soll die Kompatibilität, Verfügbarkeit, Qualität und Zugänglichkeit von Daten grenzübergreifend verbessert werden. Das Geoportal INSPIRE erlaubt, Daten mit Raumbezug aus unterschiedlichen Datenquellen zu recherchieren, zu visualisieren und zu kombinieren.

Standards sind nicht nur in Bezug auf das Datenmanagement, sondern im gesamten Wassersektor ein wichtiges Instrument zur Umsetzung umweltpolitischer und umweltrechtlicher Qualitätsziele. Angewandte Wasserforschung hat häufig Relevanz für die Gesetzgebung und Normung und soll zur Entwicklung entsprechender Standards beitragen, beispielsweise durch eine enge Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren und durch die Entwicklung normungsspezifischer Konzepte.





# 7

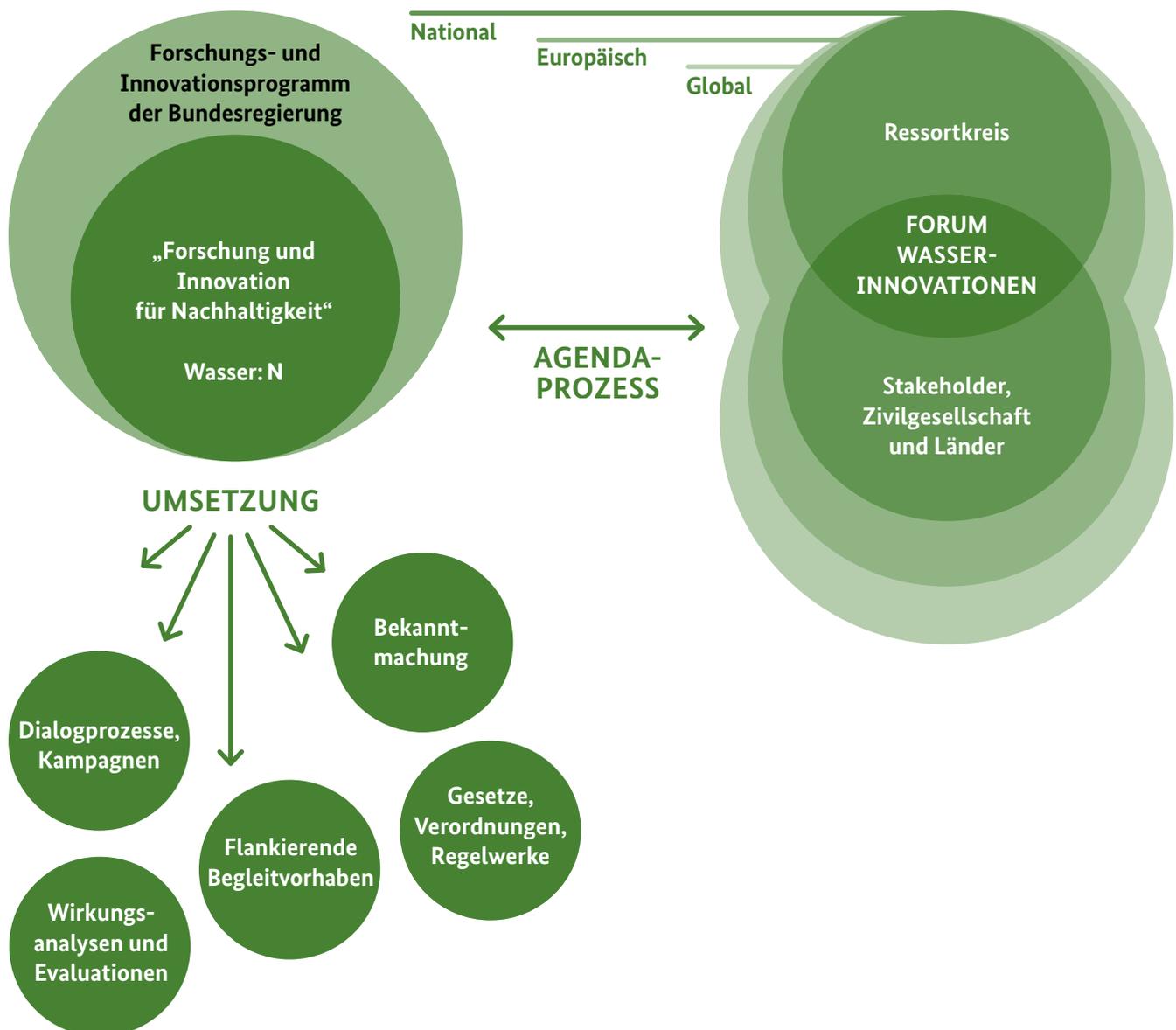
# UMSETZUNG

Das Forschungsprogramm Wasser: N ist als offener und lernender Handlungsrahmen innerhalb der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“ auf fünf Jahre angelegt. Über den Agendaprozess werden Forschungs- und Innovationsbedarfe, Marktentwicklungen und Schwerpunktthemen der Wasserforschung und Wasserwirtschaft kontinuierlich verfolgt und identifiziert.

## 1. FORUM WASSERINNOVATIONEN

Für eine zukunftsfähige Wasserforschung müssen die unterschiedlichen Fachdisziplinen noch enger zusammenarbeiten und die sektorübergreifenden Zusammenhänge noch stärker als bisher berücksichtigt werden. Dies erfordert ein strategisches forschungspolitisches Vorgehen, bei dem Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten systematisch gebündelt und abgestimmt werden.

Dabei sind nationale Belange (z. B. Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel, Spurenstoffstrategie des Bundes, Nationale Biodiversitätsstrategie, Nationaler Wasserdiallog des BMU), europäische und internationale Fragestellungen (z. B. im Rahmen der EU-Wasserstrategie und der Zielerreichung der SDGs) gleichermaßen von Bedeutung.



Struktur von Wasser: N

Dieser Dialog soll im Rahmen von Wasser: N deshalb bedarfsweise in einem nationalen Forum Wasserinnovationen stattfinden. Dabei sollen die relevanten Akteure aus Wissenschaft, Gesellschaft, Politik und Wirtschaft einbezogen werden, um insbesondere den Transfer von Forschungsergebnissen in die gesellschaftlichen und politischen Entscheidungsprozesse zu verbessern.

Das Forum unterstützt auch ein einheitliches und effektives Auftreten im Rahmen internationaler und europäischer Kooperationen. Die über Wasser: N initiierten Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten können damit einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsziele der UN leisten.

Ein weiteres Ziel ist es, Lücken zwischen Forschungs- und Innovationsbedarfen, Marktentwicklungen sowie Regelungs- und Gesetzgebungsprozessen zu schließen, um das erarbeitete Grundlagen- und Entscheidungswissen auch bei der Erarbeitung von Gesetzen, Verordnungen und Regelwerken zu berücksichtigen.

## 2. ZUWENDUNGSGEBER, PROJEKTSTRUKTUR UND FÖRDERHÖHE

Zentrales Instrument der Forschungsförderung ist die finanzielle Unterstützung von inter- und transdisziplinären Verbundprojekten mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Praxis, um den erfolgreichen Transfer der Forschungsergebnisse in die Anwendung zu beschleunigen.

**Das Forschungsprogramm der Bundesregierung richtet sich an universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, an Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft sowie an Einrichtungen der Kommunen, der Länder und des Bundes.**

Die Einbeziehung der relevanten Anwender- und Nutzerkreise und eine auf unterschiedliche Zielgruppen ausgerichtete Wissenschaftskommunikation sind dabei von entscheidender Bedeutung für die Umsetzung und Verbreitung der erzielten Ergebnisse.

Die identifizierten Förderthemen der Projektförderung werden in der Regel in Form von Bekanntmachungen im Bundesanzeiger veröffentlicht. Fördermodalitäten und -regularien werden mit der Veröffentlichung der Förderrichtlinien verbindlich festgelegt. Die eingereichten Projektvorschläge stehen miteinander im Wettbewerb. Die zur Bewertung und Auswahl maßgeblichen Kriterien werden im Bekanntmachungstext der jeweiligen Fördermaßnahme veröffentlicht. Für die Förderung gelten die Grundsätze der Projektförderung des Bundesforschungsministeriums. Die entsprechenden Richtlinien und Bestimmungen für Zuwendungen auf Ausgabebasis oder auf Kostenbasis finden sich auf dem Förderportal des Bundes. <sup>[7]</sup> [foerderportal.bund.de](https://foerderportal.bund.de)

Die Umsetzungsorientierung der Projekte ist von entscheidender Bedeutung; sie wird bei der Antragstellung durch partnerspezifische Verwertungspläne und normungsspezifische Konzepte dokumentiert, die während der Projektlaufzeit fortgeschrieben werden.

### 3. TRANSFER

Mit Wasser: N sollen die trans- und interdisziplinäre Forschung und die Kooperation zwischen universitärer, außeruniversitärer und Ressortforschung weiter gestärkt werden. Durch eine engere Verzahnung der jeweiligen Organisationen und ihrer programmatischen Forschungsinhalte sollen Kompetenzen weiterentwickelt und Ressourcen gebündelt werden. Damit sollen auch die grundlagen- und die anwendungsorientierte Forschung noch enger miteinander verbunden werden.

Es genügt aber nicht, neues Wasserwissen zu erwerben und nachhaltige Technologien zu entwickeln. Nur wenn diese erfolgreich als Produkte und Prozesse in den Markt kommen, werden ihre positiven Effekte für Umwelt und Gesellschaft auch realisiert. Die Erfahrung zeigt: Nicht jede gute Idee setzt sich durch. Oftmals erscheinen die Risiken zu hoch oder es mangelt an Finanzierungsmöglichkeiten für die wesentlichen Schritte zwischen Idee und Markteinführung.

**Voraussetzung für eine Stärkung des Transfers von Forschungsergebnissen in die Praxis sind daher entsprechende politische Vorgaben sowie eine intensive und frühzeitige Vernetzung von Forschenden und potenziellen Nutzenden.**

Dies stellt sicher, dass die Anforderungen des Marktes und der Industrie, wie technische Voraussetzungen, regulatorische Herausforderungen oder kostenrelevante Faktoren, frühzeitig im Forschungs- und Entwicklungsprozess bedacht werden. So wird die Grundlage für eine erfolgreiche Überführung wissenschaftlicher Erkenntnisse in wettbewerbsfähige Produkte und Verfahren gelegt.

Verschiedene Faktoren wie der Zeitpunkt des Transfers, die Zielgruppe und die Art des Ergebnisses haben einen maßgeblichen Einfluss darauf, welche Formate für einen Transfer geeignet sind. So sind Referenzprojekte zur Demonstration der Praxistauglichkeit der entwickelten Technologien und Konzepte im In- und Ausland ein wichtiger Aspekt im Hinblick auf die internationale Positionierung deutscher Unternehmen und Technikanbieter sowie den internationalen Ergebnistransfer. Weitere Instrumente zur Umsetzung von Forschungsergebnissen sind beispielsweise Anwenderworkshops und Roadshows. Zudem gilt es, Räume zu schaffen, die die gezielte Weiterentwicklung von wissenschaftlichen Erkenntnissen zu markt- und wettbewerbsfähigen Anwendungen ermöglichen. Reallabore

bieten die Chance, Innovationen integriert in bereits etablierten Prozessen zu testen. In ihnen erfolgt der experimentelle Austausch mit der Zivilgesellschaft in einem angepassten Regulierungsrahmen.

#### 4. FACHINFORMATION UND WISSENSCHAFTS-KOMMUNIKATION

Bisher bleiben Wasserforschung und Wasserinnovationen als Gesamtkonzept in der deutschen Öffentlichkeit weitgehend unbekannt. Angesichts der globalen Bedeutung der Ressource Wasser und der damit zusammenhängenden Herausforderungen ist es jedoch wichtig, die gesellschaftlichen Anforderungen und Erwartungen an die Entwicklung einer zukunftsfähigen Wasserforschung zu berücksichtigen und wichtige Zukunftsthemen, aber auch mögliche Zielkonflikte und Risiken mit allen Beteiligten frühzeitig zu diskutieren und zu bewerten. Forschung muss offen und transparent sein.

**Daher bedarf es einer modernen Fachinformation und Wissenschaftskommunikation, die Sichtbarkeit und Ergebnistransfer der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten und der daraus resultierenden Wasserinnovationen gewährleisten.**

Sie tragen dazu bei, Innovationen greifbarer zu machen und sind somit für die erfolgreiche Umsetzung von Wasser: N von entscheidender Bedeutung.

Innerhalb von Forschungs- und Förderinitiativen können flankierende wissenschaftliche Begleitvorhaben die beteiligten Projekte insbesondere bei Vernetzungsaktivitäten sowie bei der Umsetzung der Ergebnisse in die Praxis unterstützen. Das Open-Access-Prinzip hilft, Forschungsergebnisse frei zugänglich und nutzbar zu machen und so einen ungehinderten Informationsfluss innerhalb der Wissenschaft und Forschung und in alle Wirtschafts- und Gesellschaftsbereiche hinein zu verbessern. Veröffentlichungen in Presse, Internet und Social Media sowie die Ausstellung auf nationalen und internationalen Messen wird den beteiligten Akteuren aus Wasserforschung und Wasserwirtschaft helfen, für ihre entwickelten Technologien und Konzepte „made in Germany“ zu werben und diese auf dem Markt zu etablieren. Über die Vermittlung komplexer Fachthemen hinaus ist ein zentrales Ziel der Wissenschaftskommunikation, interessierte Menschen aktiv in die Forschung einzubinden. Beteiligungsformate wie Citizen Science eignen sich dafür in besonderem Maße. Sie bieten Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit, selbst einen wissenschaftlichen Beitrag zur nachhaltigen Wasserforschung zu leisten und Antworten auf gesellschaftlich wichtige Fragestellungen zu entwickeln.

## 5. EVALUATION

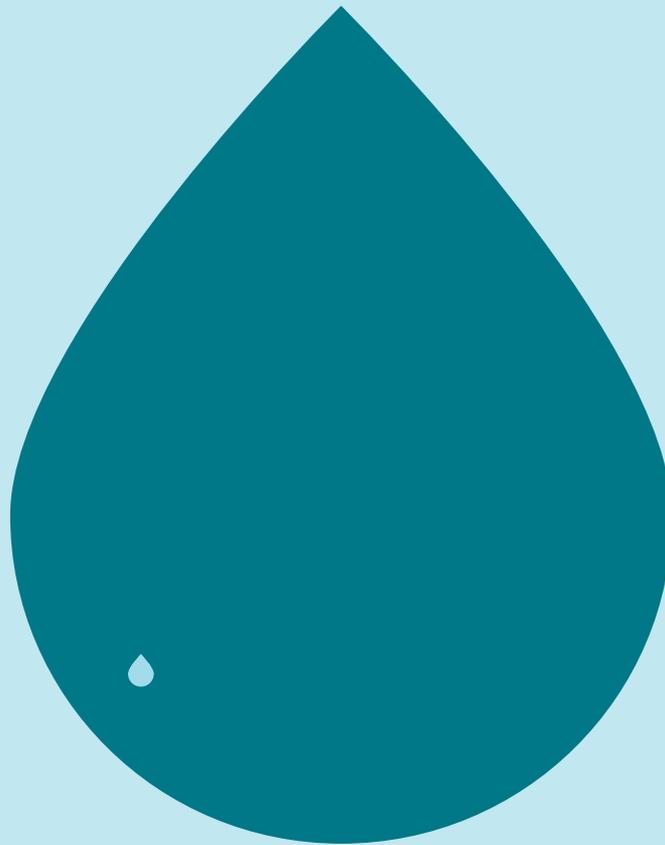
Die Ausrichtung von Wasser: N als offener, lernender Handlungsrahmen unterliegt einer stetigen Anpassung und Weiterentwicklung. Die bedarfsgerechte Anpassung der Forschungsinhalte ist daher eng mit der Evaluation einzelner Initiativen, Fördermaßnahmen und des Forschungsprogramms verknüpft. Darüber hinaus werden aktuelle Forschungs- und Innovationsbedarfe sowie Marktentwicklungen berücksichtigt. Laufende und Ex-post-Evaluierungen sollen sowohl kontinuierlich die strategische Anpassung der Ziele und Förderbedingungen gewährleisten als auch die Auswirkungen, Wirksamkeit und Effizienz der Forschungsförderung beurteilen sowie der Auswahl geeigneter Instrumente zur Umsetzung des Forschungsprogramms in die Praxis dienen. Deshalb wird Wasser: N nach etwa der Hälfte der Laufzeit im Zusammenhang mit der Überprüfung der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“ bewertet.

**Zur Evaluierung sind verlässliche Daten, umfassende Bilanzen und aussagekräftige Indikatoren erforderlich, die allen beteiligten Akteuren Orientierung bieten können. Sie sind die Grundlage für ein systematisches Monitoring, das Aufschluss über die tatsächlichen Wirkungen von Projekten und Fördermaßnahmen gibt.**

Das Monitoring ist dabei nicht nur ein zentrales Instrument zur Begleitung und Bewertung der in Wasser: N angestoßenen Initiativen, Maßnahmen und Projekte, sondern soll die Entwicklung der Wasserforschung insgesamt abbilden und gesichertes Wissen für praktische Zwecke bereitstellen.







## Impressum

### Herausgeber

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft;  
Geoforschung  
53170 Bonn

Auswärtiges Amt (AA)  
10117 Berlin

Bundesministerium  
für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)  
53123 Bonn

Bundesministerium für Gesundheit (BMG)  
53123 Bonn

Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz und  
nukleare Sicherheit (BMU)  
53175 Bonn

Bundesministerium  
für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)  
10115 Berlin

Bundesministerium  
für Wirtschaft und Energie (BMWi)  
11019 Berlin

Bundesministerium  
für wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung (BMZ)  
53113 Bonn

### Bestellungen

schriftlich an Publikationsversand  
der Bundesregierung  
Postfach 48 10 09  
18132 Rostock  
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de  
oder per  
Tel.: 030 18 272 272 1  
Fax: 030 18 10 272 272 1

### Stand

März 2021

### Druck

BMBF

### Konzept und Redaktion

Projektträger Karlsruher (PTKA), Karlsruhe

### Gestaltung

facts and fiction GmbH, Köln

### Bildnachweis

Adobe Stock  
JFL Photography S. 65  
Nikwaller, S. 18  
Naypong Studio, S. 19

Unsplash  
Bence Balla Schottner, S. 2  
Das Sasha, S. 15/16  
Ivan Bandura, S. 4, S. 19, S. 38  
James Ree, S. 19  
Jordan Heath, S. 7/8  
Michael Drexler, S. 18  
NASA, S. 52  
Nathan Anderson, S. 47/48  
TJ Hollowaychuck, S. 18  
Vashishta Jogi, S. 57/58

Diese Publikation wird als Fachinformation von der Bundesregierung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

