



# ZUKUNFTSSTRATEGIE TRINKWASSER

Eine Studie im Rahmen des

**MASTERPLAN** 2030

# ZUKUNFTSSTRATEGIE TRINKWASSER

Eine Studie im Rahmen des

**MASTERPLAN** 2030

Studienpate: Viega Holding GmbH & Co. KG

Erstellt vom Handelsblatt Research Institute  
Sabine Haupt, Dr. Sven Jung, Dr. Hans Christian Müller  
Axel Schrinner, Martin Woche

# INHALT

Vorwort Prof. Dr. Dr. h. c. Bert Rürup	4
Vorwort Viega	6
Zusammenfassung	8

01

<b>Einleitung</b>	<b>22</b>
-------------------	-----------

02

<b>Trinkwasser in Deutschland: Analyse des Status quo</b>	<b>28</b>
---	-----------

2.1 Quelle und Aufbereitung	29
2.2 Nachfrage: Entwicklung des Trinkwasserverbrauchs	33
2.3 Wertschöpfungskette „Trinkwasser“ – Welche Akteure eine Rolle spielen	42

03

<b>Problemfelder und Herausforderungen der Trinkwasserversorgung in Deutschland</b>	<b>46</b>
---	-----------

<b>3.1 Belastung mit Mikroorganismen und gesundheitsgefährdenden Stoffen</b>	<b>47</b>
3.1.1 Nitrat	47
3.1.2 Mikroorganismen	50
3.1.3 Legionellen	52
3.1.4 Anthropogene Spurenstoffe	55
3.1.5 Schwermetalle	57
3.1.6 Pestizide	58
3.1.7 Medikamente	63
3.1.8 Mikroplastik	65
3.1.9 Aufbereitungs- sowie Präventionsmaßnahmen und deren Kosten	66
<b>3.2 Trade-off: Sicherstellung der Trinkwasserqualität vs. Energieeffizienz</b>	<b>67</b>
<b>3.3 Ressourceneffizienz – Herausforderungen durch den Klimawandel</b>	<b>71</b>
<b>3.4 Kontrolle und Haftung</b>	<b>73</b>

# 04

## **Wert des Trinkwassers – Relevante Kosten 84**

- 4.1 Kosten der Qualitätssicherung 85
- 4.2 Kosten im Gesundheitssystem 88
- 4.3 Kosten im Immobilienbereich 90
- 4.4 „Wert“ des Trinkwassers 93

# 05

## **Lösungen für qualitativ hochwertiges Trinkwasser 98**

- 5.1 **Technologische Entwicklung des Trinkwassermanagements in Gebäuden 99**
  - 5.1.1 Potenziale der technologischen Entwicklung und Digitalisierung im Bereich des Trinkwassermanagement in Gebäuden 99
  - 5.1.2 Gewährleistung der Hygiene bei abgesenkten Temperaturen und damit weniger Energieeinsatz 102
  - 5.1.3 Umfassendere Qualitätsüberwachung 105
- 5.2 **Chemische Verfahren 106**

# 06

## **Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ 110**

- 6.1 Verringerung des Eintrags gesundheitsgefährdender Stoffe ins Trinkwasser 113
- 6.2 Einführung des HACCP-Konzeptes, Stärkung der Water-Safety-Plan-Idee und Berücksichtigung der Trinkwasserhygiene beim Bauantrag 114
- 6.3 Steigerung des digitalen Reifegrades von Gebäuden 115
- 6.4 Intensivierung der behördlichen Kontrollen durch digitale Überwachung 116
- 6.5 Technologieoffenheit in der Trinkwasserverordnung 116
- 6.6 Förderung von energieeffizienter Hygienesicherung bei Trinkwassersystemen in Gebäuden 117
- 6.7 Berücksichtigung energieeffizienter Trinkwasserhygiene in Nachhaltigkeitszertifikaten von Gebäuden 118
- 6.8 Sicherstellung des Fachkräftepotenzials 119

# 07

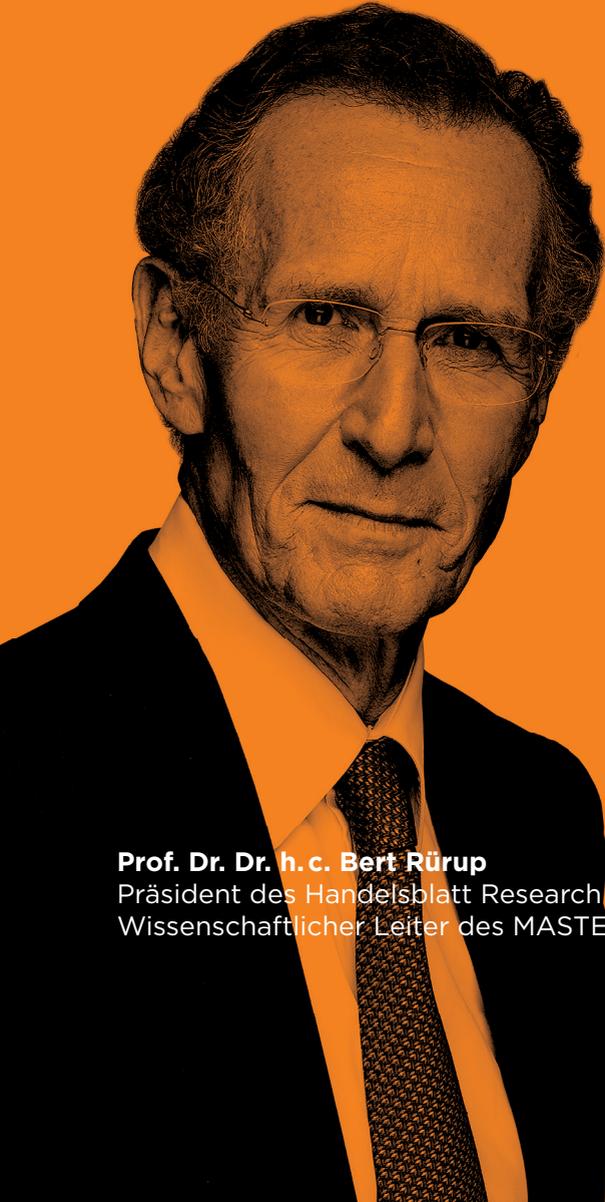
## **Fazit 122**

- Literatur 124
- Rechtlicher Hinweis und Impressum 142

# Vorwort

**Die Versorgung mit Trinkwasser war in Deutschland lange Zeit kein Thema, dem sonderliche Aufmerksamkeit beigemessen wurde. Denn sauberes Trinkwasser war etwas, was hierzulande faktisch immer und überall verfügbar war.**

Ein Stück weit änderte sich dies allerdings in den vergangenen Jahren, als es in einigen Regionen im Hochsommer zu bislang nicht gekannten Einschränkungen bei der Trinkwasserversorgung kam. Aufgrund der lokalen Begrenztheit dieser Probleme erregten diese Rationierungen allerdings keine große mediale Aufmerksamkeit. Dies änderte sich im vergangenen Jahr im Zusammenhang mit der Ansiedlung einer neuen Automobilfabrik von Tesla im brandenburgischen Grünheide. Es wurden nachvollziehbare Befürchtungen laut, dass der immense Wasserbedarf dieses Werks langfristig zu gravierenden Problemen bei der Trinkwasserversorgung in der Region führen könnte.

A portrait of Prof. Dr. Dr. h.c. Bert Rürup, an elderly man with glasses, wearing a dark suit, white shirt, and patterned tie. The portrait is set against a solid orange background.

**Prof. Dr. Dr. h.c. Bert Rürup**

Präsident des Handelsblatt Research Institutes  
Wissenschaftlicher Leiter des MASTERPLAN 2030

Grünheide war bislang ein Einzelfall, und ein echter Mangel an Trinkwasser in Deutschland ist trotz der fortschreitenden Klimaerwärmung bis auf weiteres nicht zu erwarten. Dies ändert freilich nichts daran, dass der jederzeitigen Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigem Trinkwasser in unserem Land eine zu geringe Aufmerksamkeit gewidmet wird.

Denn sauberes Trinkwasser ist eine, wenn nicht die essenzielle Grundlage für die Gesundheit der Menschen in jeder modernen und damit zunehmend arbeitsteiliger werdenden Gesellschaft. Dieser Tatsache und dem aus einer ganzen Reihe von Gründen rapide steigenden Aufwand bei der Trinkwasseraufbereitung wird nicht nur in der Bevölkerung, sondern leider bislang auch von der Politik nicht das gebührende Interesse entgegengebracht.

Beim Schutz des Klimas ist dies seit einiger Zeit nicht mehr der Fall. Nicht zuletzt durch die Medienwirksamkeit der „Friday for Future“-Bewegung sowie die höchst ambitionierte Klimapolitik der im Dezember 2021 ins Amt gekommenen Bundesregierung genießt dieses Thema seit Kurzem große Aufmerksamkeit – deutlich mehr als die Trinkwasserversorgung. Leider, denn die Probleme Klimawandel und Klimaschutz sowie die Gewährleistung einer nachhaltigen Versorgung mit hochwertigem Trinkwasser hängen auf das Engste zusammen. Denn die Erwärmung des Weltklimas verändert die Wasserverfügbarkeit – auch in Deutschland. Gerade in Sommermonaten mit höheren Temperaturen und damit einem höheren Wasserbedarf – bei den privaten Haushalten wie in Industrie und Landwirtschaft – wird zwangsläufig das Risiko steigen, dass das Angebot qualitativ hochwertigen Wassers nicht mehr ausreichen könnte, um den Bedarf in allen Bereichen zu decken.

Hinzu kommt, dass der Umgang mit dem Trinkwasser Rückwirkungen auf das Klima hat. So ist dessen Aufbereitung sowie die nachhaltige Gewährleistung einer hohen hygienischen Wasserqualität mit einem beachtlichen Energieeinsatz verbunden. Dies betrifft nicht zuletzt das Trinkwassermanagement in Gebäuden.

Daraus resultiert ein Trade-off zwischen Energieeffizienz und Klimaschutz auf der einen Seite und der Sicherstellung eines gesundheitlich unbedenklichen Trinkwasserangebots auf der anderen Seite. Dieser konfliktvolle Trade-off ist allerdings lösbar, wie die vorliegende Studie zeigen wird.

Die dort entworfene Zukunftsstrategie Trinkwasser ergänzt sowohl die bestehende „Nationale Wasserstrategie“ als auch den Koalitionsvertrag der amtierenden Bundesregierung. Denn es wird aufgezeigt, wie das gerade in diesem Koalitionsvertrag betonte Ziel des Klimaschutzes mit dort ebenfalls genannten Maßnahmen wie der Förderung von Digitalisierung im Bau sowie in bestehenden Gebäuden erreicht werden kann, ohne die Sicherung der hohen Trinkwasserqualität in Frage zu stellen.

Ich wünsche dieser Analyse viele ebenso aufmerksame wie kritische Leserinnen und Leser.

# Vorwort



**Claus Holst-Gydesen**  
Vorsitzender der  
Geschäftsführung

**Anna Viegner**  
Vorsitzende des  
Gesellschafterausschusses

**Walter Viegner**  
Vorsitzender des  
Gesellschafterausschusses

**Viega Holding GmbH & Co. KG**

Dass Hygiene gut und richtig ist, wissen wir schon lange. Aber spätestens seit Beginn der Coronapandemie ist uns allen bewusst, wie wichtig Hygiene wirklich ist. Und dabei ist es egal, ob es um Hygienemaßnahmen wie Händewaschen oder um Körperpflege wie Zähneputzen oder Duschen geht. Die Grundvoraussetzung ist immer gleich: sauberes Trinkwasser. Darum muss es unser Ziel sein, die hohe Trinkwasserqualität in Deutschland zu erhalten.

Diese Studie zeigt eindrücklich auf, dass Deutschland zukünftig viel dafür tun muss, damit unser wichtigstes Lebensmittel Trinkwasser weiterhin ausreichend und sauber zur Verfügung steht. Und das gilt nicht nur für die Wasserversorgung, also vom Wasserwerk bis zum Hausanschluss, sondern auch für die Wasserverteilung im Gebäude selbst.

Ab Hausanschluss sind die Eigentümer bzw. Betreiber verpflichtet, für ein einwandfreies Trinkwasser zu sorgen. Dazu gehört, dass Trinkwarmwasser konstant eine Temperatur von mindestens 55 Grad aufweisen soll, damit sich Bakterien wie Legionellen nicht vermehren können. Das kostet viel Energie. Bereits heute ist die Trinkwassererwärmung nach der Raumwärme der größte Energieverbraucher und wird zukünftig nach der Dämmung der Gebäudehülle der wichtigste Hebel zur Einsparung sein. Es wird und muss darum gehen, das Wasser in den Gebäuden deutlich effizienter zu erwärmen sowie die Trinkwasserqualität digital zu überwachen. Nur so wird es gelingen, beste Trinkwasserqualität zu erhalten, Energie und Kosten einzusparen sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen im Gebäudesektor zu reduzieren. Die Studie liefert hierzu wichtige Erkenntnisse.

Als eines der führenden Unternehmen für Trinkwassertechnologie im Gebäude setzt sich Viega seit Jahrzehnten für den Erhalt der Trinkwasserqualität ein. Seit über 120 Jahren gehören wir zu den Innovationstreibern der Installationsbranche. Während hochwertige Rohrleitungen und Verbinder das Kerngeschäft ausmachen, liegt der Fokus zunehmend auf intelligenten Systemen und vernetzten, digitalen Lösungen, die dafür sorgen, dass Trinkwasserhygiene, Energieeffizienz, Sicherheit und Komfort im Gebäude zum alltäglichen Standard werden.

Wir wollen das Leben der Menschen besser machen. Das ist unser Anspruch. Und wir wollen mit unserem innovativen und breiten Produktsortiment zum Klimaschutz und zum bewussten Umgang mit wertvollen Ressourcen beitragen.

Im Einklang mit der nationalen Wasserstrategie des Bundesumweltministeriums und dem aktuellen Koalitionsvertrag zeigt die vorliegende Studie Handlungsempfehlungen für Politik, Marktteilnehmende, Forschung und Verbände auf, um wesentliche Verbesserungen zum langfristigen Erhalt der Trinkwasserqualität anzustoßen und die Energieeffizienz im Gebäudesektor maßgeblich zu verbessern.

Wir hoffen sehr, dass sie dazu beitragen wird, die gesellschaftliche und politische Aufmerksamkeit auf dieses wichtige Themenfeld zu lenken, denn sauberes Trinkwasser ist keine Selbstverständlichkeit.

Wir danken allen, die an dieser wegweisenden Untersuchung mitgewirkt haben.

# Zusammenfassung

## TRINKWASSER IN DEUTSCHLAND: ANALYSE DES STATUS QUO

---

In Deutschland gibt es reichlich Wasser und die uneingeschränkte Verfügbarkeit von Trinkwasser für die Bevölkerung, die Landwirtschaft und die Industrie stellt kein Problem dar. Rund 188 Milliarden Kubikmeter Wasserressourcen stehen zur Verfügung, lediglich knapp 13 Prozent, also rund 24 Milliarden Kubikmeter davon werden genutzt. Bei dem gewonnenen Wasser handelt es sich zu 61,2 Prozent um Grundwasser und die restlichen 38,8 Prozent stammen aus Oberflächengewässern.

Die Qualität des aufbereiteten Trinkwassers sowie die Verfügbarkeit und Sicherheit der Wasserversorgung gelten in Deutschland durchweg als gut bis sehr gut. Allerdings ist dafür eine Aufbereitung notwendig. Nur so ist das gewonnene Wasser gefahrlos für den Menschen trinkbar.

Diese Aufbereitung übernehmen in Deutschland rund 6.000 öffentliche Trinkwasserversorger, die meist kommunal organisiert sind. Sie finanzieren sich über Wasserpreise bzw. -gebühren. Grundsätzlich ist die Trinkwasserversorgung durch hohe Fixkosten geprägt. Ursächlich hierfür ist die aufwändige Infrastruktur wie Wasserwerke, Talsperren, Wasserbehälter und -speicher, Rohrleitungssysteme, Pump- und Netzdruckanlagen oder auch eine Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, die errichtet, gewartet und instandgehalten werden muss.

Die Trinkwasserversorger decken die Wassernachfrage der Bevölkerung, der Landwirtschaft und der Industrie. Dabei gehen die Deutschen verglichen mit Bewohnern anderer Industrieländer verhältnismäßig sparsam mit Wasser um. So verbrauchte jeder Einwohner im Jahr 2020 durchschnittlich 129 Liter Wasser am Tag. Gegenüber 1990 sank der Pro-Kopf-Verbrauch damit um 18 Liter pro Tag.

Davon wurden im Durchschnitt 36 Prozent zum Baden oder Duschen genutzt, 27 Prozent für Toilettenspülungen, 12 Prozent zum Wäschewaschen, sechs Prozent zum Geschirrspülen, sechs Prozent für Reinigung/Autopflege/Garten, und nur vier Prozent wurden zum Essen oder Trinken genutzt. Die übrigen neun Prozent entfallen auf Kleingewerbe, etwa in gemischt genutzten Wohneinheiten.

In Deutschland ist darüber hinaus der Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser regional sehr unterschiedlich. So belief sich der Trinkwasserverbrauch im Jahr 2016 in Hamburg auf 140 Liter und in NRW auf 133 Liter. Besonders gering war der Verbrauch dagegen in Sachsen und Thüringen mit 90 bzw. 92 Litern.

In Zukunft wird sowohl das Angebot an als auch die Nachfrage nach Trinkwasser maßgeblich durch den Klimawandel verändert. Die Auswirkungen dürften allerdings regional unterschiedlich sein und beispielsweise in einem sinkenden, steigenden oder schwankenden Grundwasserspiegel sichtbar werden. Eine Ursache hierfür ist eine Verschiebung der Niederschlagsmengen vom Sommer- in das Winterhalbjahr, sodass die Sommer trockener und die Winter feuchter und milder werden. Überdies können zunehmende Extremwetterereignisse wie Hochwasser und Hitzewellen die Wasserversorgung vor große Herausforderungen stellen.

Außerdem können steigende Temperaturen infolge des Klimawandels die Nachfrage nach Wasser etwa an sehr heißen Tagen deutlich ansteigen lassen. Dadurch drohen zunehmende Nutzungskonflikte zwischen Bevölkerung, Landwirtschaft und Industrie. Bereits in der Vergangenheit gab es solche Konflikte, wenn beispielsweise die Landwirtschaft Wasser abpumpte, um Felder künstlich zu beregnen. In einigen Fällen mussten die Wasserversorger Anfragen von Industrie oder Landwirtschaft nach einem höheren Wasserbezug ablehnen.

# PROBLEMFELDER UND HERAUSFORDERUNGEN BEI DER TRINKWASSERVERSORGUNG IN DEUTSCHLAND

---

Ein genereller Wassermangel stellt in Deutschland keine Herausforderung bei der Trinkwasserversorgung dar. Hingegen gibt es mit Blick auf die Qualität des Trinkwassers durchaus einige Problembereiche. Belastungen beispielsweise durch Chemikalien, Plastikteilchen oder Bakterien sind eine potenzielle Bedrohung der Trinkwasserqualität.

## Nitrat

Eine zu hohe Belastung des Wassers mit Nitrat ist seit Jahren ein Thema in Deutschland. Allerdings hat die Bundesregierung erst auf massiven Druck aus der EU-Kommission und aufgrund eines Urteils des Europäischen Gerichtshofs wegen unzureichender Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie mit der Androhung von Strafgeldern in Höhe von 850.000 Euro täglich ihre Düngeverordnung zum 1. Mai 2020 verschärft. Dabei geht es vor allem um die hohen Nitratwerte im Wasser, bei denen Höchstgrenzen überschritten werden, insbesondere an den Mündungen von Nord- und Ostsee. An etwa jeder vierten Messstelle in Agrarregionen lag der Nitratwert oberhalb des EU-gültigen Grenzwertes von 50 Milligramm pro Liter.

## Mikroorganismen

Mikroorganismen im Trinkwasser als Auslöser von Krankheiten wie Typhus, Ruhr oder Cholera waren über Jahrhunderte ein massives Problem der Menschheit. Aufgrund der hohen Hygienestandards in Deutschland treten diese Krankheiten hierzulande höchst selten auf. Doch auch das deutsche Trinkwasser ist nicht keimfrei und enthält Mikroorganismen. In der nach der Aufbereitung in den Wasserwerken verbleibenden Konzentration sind sie jedoch ungefährlich für die menschliche Gesundheit.

In Hausinstallationen können allerdings Stagnationen des Trinkwassers über einen längeren Zeitraum in den Leitungen, zu niedrige Warmwassertemperaturen, eine leicht erhöhte Temperatur im Mauerwerk oder andere externe Wärmequellen ein Wachstum von (pathogenen) Mikroorganismen und die Bildung von Zellkulturen und Biofilmen unter Umständen fördern.

## Legionellen

Zu den pathogenen Mikroorganismen zählen die Legionellen, bedeutende Krankheitserreger mit Blick auf Trinkwasser, die Menschen über Wassertröpfchen (Aerosole) gefährden können. Die Keime können sich bei idealen Bedingungen in den Warm- und Heißwassersystemen von Duschen, Wasserhähnen, Whirlpools oder Klimaanlageanlagen exponentiell vermehren – oder auch im Kaltwasser bei einer Fremderwärmung. Beim Einatmen von Sprühnebel kann es bei Menschen zu schweren Lungenentzündungen kommen. Eine solche Legionellen-Pneumonie (Legionellose) verläuft in etwa 10 bis 15 Prozent der Fälle tödlich und ist klinisch nicht von anderen Formen der Lungenentzündung zu unterscheiden. Besonders gefährdet sind ältere Menschen über 60 Jahre, bei denen oft Vorschädigungen oder spezifische Grundleiden wie zum Beispiel Diabetes mellitus vorliegen. Mit der Zunahme älterer Menschen am Anteil der Gesamtbevölkerung in den kommenden Jahrzehnten dürfte insofern auch das Risiko für Legionellosen steigen.

Um das Wachstum der Legionellen unter Kontrolle zu halten, sind regelmäßige Wartungen, die Anpassung der Warmwassertemperatur auf 60 Grad Celsius im Trinkwassererwärmer sowie die Analyse des technischen und hygienischen Zustands der Trinkwasserleitungen angebracht.

## Anthropogene Spurenstoffe

Zunehmend zum Problem werden Rückstände von Medikamenten, Kosmetikprodukten, Reinigungs- und Pflanzenschutzmitteln, die im Bereich von Mikro- oder auch Nanogramm im Trinkwasser nachweisbar sind.

Pestizide können beispielsweise über den Regen von den Feldern in Gewässer, Flüsse oder Seen sowie das Grundwasser gespült werden. Damit gelangen sie unter Umständen in das Trinkwasser. Zwischen 2013 und 2016 überschritten etwa 3,8 Prozent der Proben im oberflächennahen Grundwasser den jeweiligen gesetzlichen Grenzwert von 0,1 Mikrogramm pro Liter bei mindestens einem Wirkstoff. Im Zeitverlauf ist dabei ein Rückgang der Grundwasserbelastungen zu beobachten, der vor allem auf abnehmende Fundhäufigkeiten von Atrazin, Desethylatrazin und einigen wenigen anderen Wirkstoffen sowie deren Metaboliten (Abbauprodukte) zurückzuführen ist. Die Anwendung dieser Mittel ist bereits seit Jahren oder sogar Jahrzehnten verboten. Grundsätzlich werden moderne Pflanzenschutzmittel deutlich seltener im Grundwasser aufgefunden als ältere.

Der Fund von Medikamentenrückständen im deutschen Trinkwasser ist aktuell noch die Ausnahme. In Zukunft könnte dieses Thema allerdings an Relevanz gewinnen. Das liegt am steigenden Anteil der älteren Bevölkerung im Zuge der demografischen Entwicklung in Deutschland. Gerade ab dem 40. Lebensjahr nimmt der Pro-Kopf-Verbrauch an Medikamenten stark zu. Insofern dürften künftig aufgrund des zunehmenden Durchschnittsalters der Bevölkerung in Deutschland die Arzneimittelrückstände in den Gewässern zunehmen.

Solche Chemikalien lassen sich in herkömmlichen Klärwerken kaum zurückhalten. Bislang werden Schadstoffwerte durch Vermischen mit sauberem Wasser gesenkt. Auch das ist auf Dauer aufwändig sowie teuer – und nicht zielführend. Am besten ist es, unerwünschte Stoffe aus dem Wasserkreislauf ganz fernzuhalten.

## Schwermetalle

Einen Einfluss auf die Trinkwasserqualität haben des Weiteren die in den Häusern verbauten Leitungen und Anschlüsse. Auf der sogenannten „letzten Meile“ bei der Wasserversorgung kann es zu Einträgen von Schwermetallen ins Trinkwasser kommen. Diese Schwermetalle werden hauptsächlich aus den Hausleitungen und Armaturen in das Trinkwasser ausgeschwemmt, wenn zum Beispiel noch alte Bleileitungen vorhanden sind, die Wasserqualität für das Rohrmaterial ungeeignet ist oder das Trinkwasser zu lange in der Leitung stagniert. Grundsätzlich werden heute nur die zugelassenen Materialien Kunststoff, Edelstahl oder Kupfer eingebaut.

## Sicherstellung der Trinkwasserqualität vs. Energieeffizienz

Die hohe Qualität des Trinkwassers im öffentlichen Leitungsnetz bis zum Hausanschluss liegt nicht zuletzt auch an einer Wassertemperatur zwischen 10 und 12 Grad Celsius, die das Wachstum von Bakterien wirksam verhindert. Ab dem Übergabepunkt ist der Hauseigentümer, Betreiber oder sonstige Inhaber einer Trinkwasserinstallation verpflichtet, für ein einwandfreies Trinkwasser und die Einhaltung der Grenzwerte sowie der Anforderungen der Trinkwasserverordnung in den Gebäuden zu sorgen. Um in Gebäuden beispielsweise die Ausbreitung von Legionellen zu verhindern, ist die Anpassung der Warmwassertemperatur auf 60 Grad Celsius aktuell erforderlich.

In einem gesellschaftlichen und politischen Umfeld, das vor dem Hintergrund des Klimawandels von allen wirtschaftlich handelnden Akteuren erhöhte Anstrengungen bei Energieeffizienz und/oder -einsparung verlangt, gerät damit auch die energieaufwendig-

ge Warmwassererzeugung in die Diskussion. Denn nach der Erzeugung der Raumwärme ist die Warmwassererzeugung der zweitgrößte Verbrauchsblock bei der Energienutzung in Gebäuden.

Aus rein energetischer Sicht würde es im Alltag reichen, Warmwasser bis auf die Nutzungstemperatur aufzuheizen, also zwischen 35 und 45 Grad Celsius. Anlagen mit Brennwertkesseln und Solarkollektoren ließen sich so mit geringem Energieaufwand bei niedrigerer Temperatur betreiben, allerdings verbunden mit nicht verantwortbaren Risiken für ein hygienisch einwandfreies Trinkwasser.

## WERT DES TRINKWASSERS – RELEVANTE KOSTEN

---

Der Preis, der in Deutschland für Trinkwasser bezahlt wird, entspricht grob den Kosten der Bereitstellung. Der Wert des Trinkwassers allerdings sollte nicht allein anhand des Preises oder der Kosten definiert werden, sondern sollte stets auch die positiven externen Effekte berücksichtigen, das heißt die gesundheitlichen und ökonomischen Schäden, die durch eine verlässliche und sichere Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser vermieden werden.

Der Wert wird ausgemacht durch die Kosten der Wasserversorger für die Aufbereitung und Bereitstellung. Der größte Teil dieser Kosten entsteht in Form von Fixkosten für die Anlagen der Versorger, die mit Investitionen von jährlich etwa drei Milliarden Euro kontinuierlich erneuert werden.

Im Gesundheitsbereich muss insbesondere auf Trinkwasserhygiene geachtet werden. Gerade notwendige Spülungen in Kliniken und Pflegeheimen verursachen beispielsweise bei einem kleinen Klinikum mit ungefähr 60 Betten Wasserkosten in Höhe von 10.000 bis 15.000 Euro pro Jahr. Demgegenüber steht allerdings der Wert von vermiedenen Erkrankungen. In den kommenden Jahren dürften die Probleme mit wasserassoziierten Krankheiten größer werden. Durch den demografischen Wandel wächst die Zahl der Älteren in Deutschland, die potenziell besonders vulnerabel für solche Krankheiten sind.

Kosten entstehen darüber hinaus im Immobilienbereich. Die Verantwortung der Wasserversorgungsunternehmen für den Zustand des Trinkwassers endet am Hausanschluss einer Immobilie. Ab diesem Punkt liegt die Zuständigkeit für den hygienisch sicheren Weitertransport des Wassers bei den Besitzern bzw. den Nutzern der Immobilie. Bei gesetzlichen Vorgaben stehen hier insbesondere große Gebäude sowie Gebäude, von denen aus Wasser an die Öffentlichkeit abgegeben wird, im Mittelpunkt.

In Deutschland war die Zahl der festgestellten Grenzwertüberschreitungen zuletzt beträchtlich: Eine Auswertung von Proben aus mehr als 30.000 Mehrfamilienhäusern zeigt, dass in rund jedem siebten Objekt ein nennenswerter Befall durch Legionellen festgestellt wurde. Für Spülungen, obligatorische Legionellenprüfungen und ggf. eine Gefährdungsanalyse sowie Sanierung können Kosten von mehreren Tausend bis Zehntausend Euro entstehen.

## LÖSUNGEN FÜR QUALITATIV HOCHWERTIGES TRINKWASSER

---

Eine Auseinandersetzung mit dem Thema Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Gebäuden ist nicht nur aus Gesundheits- und Kostenaspekten geboten, sondern auch im Hinblick auf den Klimaschutz. Relevant sind dabei insbesondere Alternativen zur Erwärmung des Wassers auf 60 Grad Celsius.

In technologischer Hinsicht eröffnet dafür gerade die Digitalisierung dem Trinkwassermanagement in Gebäuden neue Möglichkeiten. Digitale Technologien helfen bereits bei der Planungs- und Bauphase, potenzielle Beeinträchtigungen der Trinkwasserhygiene im Gebäude zu vermeiden. Sensoren können darüber hinaus die Temperatur, den Trinkwasserdurchfluss und andere Wasserparameter aufnehmen. Zu lange Stagnationszeiten können dann automatisch Spülungen auslösen, kritische Temperaturbereiche lassen sich so ebenfalls vermeiden. Die Digitalisierung ermöglicht auch die Reduzierung späterer Wartungskosten.

Allerdings gibt es bei den Gebäuden in Deutschland in Sachen Digitalisierung noch einen großen Nachholbedarf. Dies ist insbesondere im Bereich des Trinkwassermanagements der Fall. Etwa 39 Prozent der Systeme zur Wasserversorgung in Gebäuden sind noch nicht digitalisiert.

Eine Gewährleistung der Trinkwasserhygiene trotz Absenkung der Warmwassertemperatur lässt sich potenziell über die folgenden vier Faktoren erreichen:

- ⊙ **Systemaufbau:** Möglichst einfach aufgebaute Installationssysteme, bei denen keine Vermaschung der Rohre vorliegt und warmwasserführende Leitungen möglichst oberhalb von Kaltwasserleitungen liegen. Die Leitungen in den Schächten sollten thermisch getrennt und der hydraulische Abgleich sollte durchgeführt sein. Förderlich dabei sind schlanke Rohrdimensionierungen mit strömungsoptimierten Form- und Verbindungsstücken.
- ⊙ **Automatische Spülungen:** Überall dort, wo nicht sicher ist, dass regelmäßig Wasser entnommen wird, können Einrichtungen zur automatischen Spülung die Stagnation des Wassers vermeiden.
- ⊙ **Ultrafiltration<sup>1</sup>:** Mittels Membranfilter (mit digitaler Eigen- und Fernüberwachung) werden Bakterien aus dem zirkulierenden Warmwassersystem gefiltert. Anders als bei Desinfektionen beispielsweise wird dem Trinkwasser nichts zugefügt, sodass keine neue Gefahrenquelle entsteht.
- ⊙ **Digitale Überwachung des Systems:** Trinkwassersysteme müssen kontinuierlich auf ihre Funktionen hin kontrolliert werden. Die Digitalisierung ermöglicht eine Fernüberwachung und Fernsteuerung durch Sensoren und Aktoren. Problematische Stagnation oder Temperaturänderungen sowie der Ausfall von Anlagenteilen können sofort erkannt werden. Im Fall einer längeren Stagnation können Aktoren dann beispielsweise automatisch eine Wasserspülung auslösen.

Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren kann die zur Einhaltung der Hygiene notwendige Warmwassertemperatur um mehr als zehn Grad Celsius gesenkt werden. Dies verbessert die Energiebilanz des Gebäudes erheblich.



---

1 Dazu finden zurzeit im Rahmen von Feldstudien wissenschaftlich begleitete Erprobungen von Trinkwasserinstallationen mit abgesenkten Warmwassertemperaturen statt.

## ZUKUNFTSSTRATEGIE „TRINKWASSER“

---

Verschärfungen beim Klimaschutz und strengere Energieeinsparziele machen einen sorgfältigeren Umgang mit dem Thema Trinkwasser und Trinkwasserhygiene notwendig. Dies betrifft insbesondere die Gebäude, in denen alle Bürger mit Trinkwasser in Verbindung kommen. Aufgrund des Klimaschutzes muss gerade beim Trinkwassermanagement der Energieeinsatz stärker berücksichtigt werden.

Bereits die Nationale Wasserstrategie, die das Bundesumweltministerium im Jahr 2021 vorstellte, adressiert die aktuellen und künftigen Herausforderungen für die Wasserwirtschaft wie den Klimawandel oder den demografischen Wandel. Die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ stellt dazu eine Ergänzung dar, um insbesondere die Gewährleistung der Trinkwasserhygiene sowie den Klimaschutz in Deutschland besser zu vereinen. Die Elemente der Strategie zeigen Ansatzpunkte bei den Rahmenbedingungen auf, um dies zu erreichen.

Darüber hinaus knüpft die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ damit an den Koalitionsvertrag „Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“ der neuen Bundesregierung an. Dort betonen die Bündnispartner, dass die Themen Energiewende und Klimaschutz Schlüsselaspekte ihres Regierungshandelns sein werden und sie beide Themen mit mehr Geschwindigkeit voranbringen möchten. Zugleich bleibt die Qualität des Wassers und damit des Trinkwassers ein zentraler Aspekt, die Digitalisierung im Bau sowie in Gebäuden soll weiter gefördert werden. Die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ greift all diese Punkte auf und verbindet sie miteinander, sodass schlussendlich auch der Aufgabe des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung nachgekommen wird.

### **Verringerung des Eintrags gesundheitsgefährdender Stoffe ins Trinkwasser**

Gerade in den Bereichen Landwirtschaft (Eintrag von Nitrat und Pestiziden) und Gesundheit (Eintrag von Medikamenten und medizinischen Stoffen) sind die Einträge gesundheitsgefährdender Stoffe ins Trinkwasser weiter zu verringern. Ansatzpunkte dafür sind eine stetige Überprüfung und gegebenenfalls weitere Anpassung der Düngeverordnung sowie eine Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft.

Im Gesundheitsbereich sollten die Auswirkungen der Wirkstoffe auf Umwelt und Gewässer bei der Zulassung von Medikamenten und medizinischen Stoffen stärker berücksichtigt werden. Oberstes Ziel bleibt in jedem Fall der medizinische Nutzen, allerdings kann die chemische Belastung eine größere Rolle bei der Zulassungsentscheidung spielen.

## **Einführung des HACCP-Konzeptes, Stärkung der Water-Safety-Plan-Idee und Berücksichtigung der Trinkwasserhygiene beim Bauantrag**

Gewisse Risiken bei der Trinkwasserversorgung in Deutschland lassen sich nicht vollständig vermeiden. Daher müssen die potenziellen Gefährdungen stetig analysiert und die Risiken abgeschätzt werden. Maßnahmen, die bei den Gefährdungen ansetzen, gilt es fortlaufend zu validieren, zu überwachen und bei Bedarf anzupassen. Das Water-Safety-Plan-Konzept (WSP-Konzept), das die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2004 ins Leben gerufen hat, bildet genau dies ab. Sowohl auf europäischer Ebene als auch in Deutschland wurde diese Idee aufgegriffen. Inwiefern die Umsetzung stattfindet, sollte allerdings regelmäßig überprüft werden.

Um hier die Sicherheit zu erhöhen, kann die Idee des HACCP-Konzeptes aus dem Lebensmittelbereich auch bei Trinkwasserinstallationen in Gebäuden zum Einsatz kommen. Das Konzept „Hazard Analysis and Critical Control Points“ (HACCP) als Teil der Lebensmittelhygieneverordnung regelt eine systematische Gefahrenanalyse, eine Risikoüberwachung, passende Maßnahmen sowie eine begleitende Dokumentation und Nachweise. Mit vergleichbaren Vorschriften in der Trinkwasserverordnung lässt sich der Umgang mit Gefährdungen wie Legionellen systematischer regeln und überwachen.

Die Trinkwasserhygiene kann auch gleich beim Bauantrag stärker berücksichtigt werden. Analog zum erforderlichen Brandschutzkonzept oder Entwässerungsplan sollte auch ein Trinkwasserhygienekonzept dem Bauantrag beigelegt werden. Dadurch könnte bereits in der Planungsphase sichergestellt werden, dass die Trinkwasserinstallation so gestaltet ist, dass etwaige Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität vermieden werden.

## **Steigerung des digitalen Reifegrades von Gebäuden**

Grundsätzlich hat der Einsatz digitaler Technologien einen positiven Effekt auf die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene im Gebäude. Allerdings gibt es hier in Deutschland noch einen großen Nachholbedarf. Es gilt, die Erhöhung des digitalen Reifegrades von Gebäuden zu fördern.

Zwei Wege bieten sich für eine Steigerung dieses Digitalisierungsgrads an. So könnte der freiwillige Einbau digitaler Lösungen staatlich bezuschusst werden. Stärker wäre der Eingriff, wenn eine Pflicht zum Einbau eingeführt würde.

## **Intensivierung der behördlichen Kontrollen durch digitale Überwachung**

Auch wenn die Kontrollen der Trinkwasserqualität in Gebäuden, gerade bei größeren Geschossbauten oder dort, wo Wasser an die Öffentlichkeit abgegeben wird, im Grundsatz klar geregelt sind, finden sie – ressourcenbedingt – noch viel zu wenig statt.

Hier können digitale Technologien helfen, da sie den Überwachungsaufwand spürbar verringern. Mittels vernetzter Sensoren lassen sich Qualitätsparameter aus der Ferne überwachen. Gleiches gilt für die Dokumentation der Kontrollen und Wartungen durch die Eigentümer, die durchgeführt werden müssen. Dieses Potenzial sollte stärker ausgenutzt werden, um jederzeit den Nachweis über eine einwandfreie Trinkwasserqualität liefern zu können.

## **Technologieoffenheit in der Trinkwasserverordnung**

Zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene gibt es durchaus technische Alternativen zum Erhitzen, die zum Beispiel ein Legionellenwachstum bei niedrigeren Temperaturen als 60 Grad verhindern. Allerdings ist deren Einsatz unter den aktuellen Rahmenbedingungen nicht möglich. So ist rechtlich vorgeschrieben, dass das Wasser im Gebäude auf mindestens 60 Grad Celsius erwärmt werden muss.

Deshalb sollten die Verordnungen und Vorgaben technologieoffen gestaltet werden. Falls die Gewährleistung der Trinkwasserqualität genauso gut über alternative Lösungen zur Erwärmung möglich ist, sollte dies ebenfalls erlaubt werden.

## **Förderung einer energieeffizienter Hygienesicherung bei Trinkwassersystemen in Gebäuden**

Seit dem 1. Juli 2021 wurde die Vielzahl der bisherigen Förderprogramme des Bundes im Gebäudebereich zur Förderung der Energieeffizienz durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) abgelöst. Im Rahmen des BEG ist auch eine Förderung von Modernisierungsmaßnahmen im Bereich des Warmwassersystems in den Gebäuden möglich. Wie bei allen Maßnahmen liegt der Fokus dabei auf einer Verbesserung der Energieeffizienz; hier konkret bei der Warmwasserbereitung. Bei der aktuellen Ausgestaltung ermöglicht die BEG allerdings noch keine Förderung von Technologielösungen für das Trinkwassersystem in Gebäuden, durch die die Hygiene auch bei geringeren Temperaturen gewährleistet wird und so Gesundheitsschutz sowie Energieeffizienz gemeinsam verbessert werden. Hier gilt es, die BEG-Förderung technologieoffen zu gestalten, um über den erforderlichen Gesundheitsschutz das Ziel der Energieeffizienz im Gebäudesektor zu erreichen.

## **Berücksichtigung energieeffizienter Trinkwasserhygiene in Nachhaltigkeitszertifikaten von Gebäuden**

Zertifizierungen dienen dem Nachweis, dass das zertifizierte Objekt oder die zertifizierte Person eine vorher definierte Qualität aufweist. So bescheinigen beispielsweise Nachhaltigkeitszertifikate bei Gebäuden, dass diese ein gewisses Nachhaltigkeitslevel (z. B. Energieeffizienz) aufweisen.

Der Umgang mit Trinkwasser in Gebäuden tangiert ebenfalls das Thema Nachhaltigkeit; und zwar hinsichtlich zweier Aspekte: Gesundheitsschutz und Energieeffizienz. Je nach Ansatz für die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene kann es potenziell zu einem Trade-off zwischen beiden Aspekten kommen. Aus diesem Grund sollte das Trinkwassersystem mit allen Facetten – Wasserverbrauch, Nutzungskonzept und Energieeinsatz bei der Warmwasserzeugung – in Nachhaltigkeitszertifikaten abgebildet werden.

## **Sicherstellung des Fachkräftepotenzials**

Damit künftig die Ziele Energieeffizienz beziehungsweise Klimaschutz und Gewährleistung der Trinkwasserhygiene besser vereinbart werden können, braucht es am Ende immer auch die notwendigen Ressourcen. Neben den Finanzmitteln sind dies insbesondere die passenden Fachkräfte.

Aktuell gibt es zwar keinen landesweiten und gesamtwirtschaftlichen Fachkräftemangel, allerdings sind regionale sowie branchenspezifische Engpässe bereits zu beobachten. Im Zuge des demografischen Wandels, der Lohnsituation und dem Ausscheiden der sogenannten Babyboomer-Generation aus dem Arbeitsmarkt wird das generelle Erwerbspersonenpotenzial sinken, wodurch die Engpassbereiche zunehmen werden. Auch in der Wasserbranche sowie den öffentlichen Verwaltungsbereichen, die aktuell bereits zu wenig Personal für die Kontrollen haben, im Handwerk und bei den Herstellern der neuen Lösungen für Trinkwassermanagementsysteme fehlt es an Fachkräften. Außerdem wird in diesen Bereichen besonderes Fachwissen wie zum Umgang mit digitalen Anwendungen oder zu digitalem Bauen immer wichtiger, wofür das Fachkräftepotenzial noch einmal begrenzter ist.

Insofern muss ein ausreichendes Fachkräfteangebot gewährleistet sein. Dies fängt bei finanziellen Anreizen von Azubis an und setzt sich im Bildungsbereich fort: Hier müssen die passenden Angebote zur Vermittlung der notwendigen Kompetenzen vorhanden sein.



### Joachim Stücke (Partner für Wasser)

Wir müssen leider konstatieren, dass die Trinkwasserhygiene im öffentlichen Bereich immer noch oft vernachlässigt wird – beispielsweise in Kliniken, Schulen, Pflegeheimen oder Behörden. In Schulen etwa müsste auch in den Sommerferien mindestens alle drei Tage jemand durch das Gebäude gehen und alle Wasserhähne für einige Minuten aufdrehen, damit das Wasser in den Leitungen nicht zu lange stagniert – und dann möglicherweise verkeimt. Die Trinkwasserverordnung hat diese Schritte klar definiert. Natürlich wird dies in vielen Schulen gemacht, aber in vielen anderen eben auch nicht. In Krankenhäusern oder in Hotels gibt es oft das Problem, dass einzelne Zimmer längere Zeit ungenutzt bleiben. Auch hier muss verhindert werden, dass das Wasser in den Leitungen allzu lange stagniert. Dafür sind Spülpläne notwendig, deren regelmäßige Einhaltung protokolliert werden muss. In vielen Häusern wird dies leider nicht streng genug umgesetzt.

Meiner Meinung nach gibt es auch ein Ungleichgewicht dabei, wie den unterschiedlichen Gefahren begegnet wird. Für den Brandschutz beispielsweise wird heute meist ein deutlich größerer Aufwand betrieben als für den Schutz der Trinkwasserhygiene. Dabei gibt es heute nur noch selten große Brände, dafür aber häufig Probleme mit Legionellen und anderen Keimen.

Oft herrscht bei den Gebäudebetreibern auch eine große Unkenntnis, was die Wasserhygiene angeht. Dabei befinden sich diese in der Haftung: Sie sind dafür verantwortlich, dass das Wasser im Haus einwandfrei ist und die Regeln eingehalten werden. Diese Regeln sind vorhanden und unmissverständlich. Wir brauchen daher nicht unbedingt strengere Vorgaben. Aber die Regeln, die da sind, müssen eben konsequenter angewandt werden – und ihre Einhaltung muss besser überwacht werden. Unser Verein arbeitet derzeit an Vorschlägen, wie Gebäudebetreiber gegenüber ihren Versicherungen nachweisen können, dass sie die Sicherheitsroutinen eingehalten und Prävention betrieben haben, damit ihnen ggf. Vorteile bei der Berechnung der Beiträge entstehen.

Gerade in den Gesundheitseinrichtungen – die ja aufgrund der vielen geschwächten Menschen ein hygienischer Hochrisikobereich sind – hat das Thema Trinkwasserhygiene leider noch nicht den Stellenwert, den es haben müsste. Viele Anlagen sind alt und in keinem guten Zustand. Bei einer von uns in

Auftrag gegebenen Umfrage unter Klinikbetreibern zeigte sich beispielsweise, dass es bei mehr als jedem zweiten Krankenhaus bereits Leckagen im Trinkwassersystem gegeben hat. Ebenfalls knapp die Hälfte hatte bereits Fälle von Legionellen zu beklagen.

Wenn Grenzwertüberschreitungen bei Legionellen festgestellt werden, wird es für die Betreiber von Gesundheitseinrichtungen schnell sehr teuer. Zunächst ist jede Grenzwertüberschreitung meldepflichtig beim Gesundheitsamt. Meist werden die Einrichtungen dann vorübergehend ganz geschlossen. Im Rahmen einer Gefährdungsanalyse wird dann festgestellt, wie der Schaden behoben werden kann. Neben einer Reinigung der Rohre kann dies bauliche Veränderungen bedeuten oder auch eine Desinfektion, beispielsweise mit Chemikalien oder mit besonders heißem Wasser. Die Gesamthöhe der entstehenden Kosten hängt natürlich von der Größe des Gebäudes, vom Ausmaß des Schadens und von den notwendigen Sanierungsmaßnahmen ab, kann aber schnell in die Millionen gehen.

Um dies zu verhindern, müssen die Trinkwassersysteme regelmäßig gewartet und kontrolliert werden. Neu gebaute Kliniken oder Pflegeheime verfügen heute in vielen Fällen bereits über spezielle technische Vorrichtungen, die das Wasser in den Rohren umwälzen oder die Entnahmestellen regelmäßig automatisch öffnen – und so die manuelle Überwachung der Systeme überflüssig machen. Bei bestehenden Einrichtungen gibt es diese Hilfssysteme jedoch nur selten. Und wir rechnen hier in den kommenden Jahren auch nicht unbedingt mit einem Technologisierungsschub für Bestandsimmobilien.

Wenn es gut läuft, gibt es aber einen Aufmerksamkeitsschub für das Thema. Bei den Kliniken und Pflegeheimen beispielsweise würde ich mir einfach wünschen, dass diese einen festen Teil ihres laufenden Budgets für die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene reservieren würden, auch um die Abläufe zu verstetigen. Dies tun viele bisher leider nicht.

*Joachim Stücke ist Vorsitzender des Vereins Partner für Wasser sowie Gründer und Inhaber von SANBRAIN – Coaching, Consulting, Investments.*

# **EINLEITUNG**

**01**

Ein ausreichendes Angebot an sauberem Trinkwasser ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für das menschliche Leben.

Die Erdoberfläche ist zu zwei Dritteln mit Wasser bedeckt, allerdings sind nur etwa 2,5 Prozent davon trinkbares Süßwasser. Davon wiederum sind zwei Drittel als Eis an den Polen gebunden und stehen als Trinkwasser nicht zur Verfügung.

Während die Weltbevölkerung immer weiter wächst, bleibt der Vorrat an Süßwasser auf der Erde nahezu unverändert. Dazu kommt, dass die nutzbaren Mengen auf der Welt ungleich verteilt sind. Die Folge ist, dass ein Mangel an sauberem Trinkwasser für einen größer werdenden Teil der Menschen, insbesondere in der südlichen Hemisphäre der Erde, zu einem gravierenden Problem wird.

Industrieländer auf der nördlichen Erdhälfte sind von einem Wassermangel weniger stark betroffen. So gab und gibt es in Deutschland keine generelle Trinkwasserknappheit. Und für die allermeisten Bewohner dieses Landes ist es eine Selbstverständlichkeit, dass Trinkwasser in unbegrenzter Menge aus dem „Hahn“ kommt und man sich über dessen Herkunft und Qualität keine Sorgen machen muss.

Tatsächlich stellt die dauerhafte Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Trinkwasser in nahezu beliebiger Menge aber auch in Deutschland eine Herausforderung dar, die vor dem Hintergrund der zunehmend intensiver werdenden landwirtschaftlichen Produktion und der Erwärmung des Weltklimas selbst im wasserreichen Deutschland in Zukunft größer werden dürfte.

Zwar gab es in den vergangenen Jahren eine Verbesserung bei der Belastung des Grundwassers mit gesundheitsgefährdenden Stoffen wie zum Beispiel Nitrat, Bioziden und Arzneimitteln, ein „guter“ chemischer oder auch ökologischer Zustand der Oberflächengewässer sowie des Grundwassers wird in Deutschland jedoch flächendeckend noch verfehlt.

Insofern kann die durchweg gute bis sehr gute Qualität des Trinkwassers in Deutschland nur mit einer aufwändigen Aufbereitung gewährleistet werden. Gleiches gilt für den Umgang mit dem Trinkwasser in den Gebäuden. Die Wasserversorger garantieren die Qualität nur bis zum Hausanschluss, anschließend kann die Qualität aber beispielsweise infolge einer Belastung mit Legionellen abnehmen. In den Gebäuden wird – auch gesetzlich vorgegeben – die Hygiene aktuell noch über die Einhaltung gewisser Mindesttemperaturen beim Warmwasser sichergestellt.

Aber genau dies wird zunehmend zu einer Herausforderung, da es den Klimaschutzzielen entgegensteht. Nach der Raumwärme hat die Warmwasserbereitung den größten Energieverbrauch in Gebäuden. Damit einher gehen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Gebäuden von gegenwärtig etwa 120 Millionen Tonnen, die in den kommenden Jahren deutlich reduziert werden müssen. Bis 2050 soll in Deutschland ein nahezu klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden. Dazu muss der Primärenergiebedarf bis 2050 um 80 Prozent sinken.<sup>2</sup> Eine zentrale Säule der Erreichung der europäischen und internationalen Klimaschutzzielverpflichtungen ist die Dekarbonisierung des Gebäude- und Bausektors. Mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes hat die Bundesregierung die Klimaschutzvorgaben letztendlich verschärft und das Ziel der Treibhausgasneutralität bis 2045 verankert. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 sinken. Für das Jahr 2040 gilt ein Minderungsziel von mindestens 88 Prozent. Die Gesetzesnovelle ist am 31. August 2021 in Kraft getreten.

Die vorliegende Studie greift diesen Trade-off zwischen Sicherstellung der Trinkwasserqualität und Klimaschutz auf. Mit Fokus auf den Umgang mit Trinkwasser in Gebäuden werden Wege skizziert, wie beide Ziele in Übereinstimmung gebracht werden können und welche technischen, ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen sich im Sinne einer Zukunftsstrategie Trinkwasser ändern sollten. In Hinführung zu dieser Zukunftsstrategie werden zuvor der Status quo beim Thema Trinkwasser in Deutschland sowie die Problemfelder und Herausforderungen der Trinkwasserversorgung untersucht. Da qualitativ hochwertiges Trinkwasser für einen Großteil der Bevölkerung eine Selbstverständlichkeit darstellt, wird im Rahmen der Analyse auch der ökonomische Wert des Trinkwassers bzw. dessen gesellschaftliche Wertschätzung thematisiert.

---

2 Vgl. dena (2021).



**Prof. Dr. Thomas Kistemann  
(Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit)**

Vor Corona war das Thema Hygiene im Alltag fast in Vergessenheit geraten, weil es die meisten als gelöst ansahen. Seit dem Jahr 2020 mussten aber immer neue Hygieneregeln und -maßnahmen gefunden werden, um den neuen Herausforderungen zu begegnen. Das wird sich auch auf andere Bereiche wie die Trinkwasserhygiene übertragen. Das Bewusstsein der Bevölkerung dafür, dass aus unserer belebten und unbelebten Umwelt Gefahren für unsere Gesundheit drohen, die sich immer wieder verändern und neu darstellen, ist gewachsen und damit auch das Bewusstsein für die Notwendigkeit von Hygienemaßnahmen

Dabei haben sich die gesundheitlichen Gefahren, die vom Trinkwasser ausgehen, in den vergangenen Jahrzehnten gewandelt. Früher gingen sie vor allem mit fäkalen Verunreinigungen einher, die sich relativ leicht über Indikatoren nachweisen lassen. Erst seit Mitte der 1970er Jahre, seit sich Duschen in den meisten Wohnungen durchgesetzt haben, erkennen Forscher die Gefahren von Mikroorganismen, die sich in Trinkwasserleitungen vermehren können. Dazu gehören Legionellen, *Pseudomonas aeruginosa* und atypische Mikrobakterien. Sie alle gedeihen besonders gut in Biofilmen, die sich bei stillem Wasser bilden und ihnen Nährstoffe liefern. Zudem leben die Legionellen zumeist in einer Symbiose mit Amöben.

Wir können diese Mikroorganismen nicht kontrollieren, indem wir einzelne Indikatorbakterien nachweisen und desinfizieren. Stattdessen müssen wir mehr Verständnis für ökologische Ansprüche entwickeln, um die Bedingungen so ändern zu können, dass sich die Organismen möglichst nicht vermehren.

Zu den wesentlichen ökologischen Bedingungen gehören die Temperatur, die Aufenthaltszeit und das Angebot an Nährstoffen. Alle Organismen, die pathogen, also für unsere Gesundheit schädlich sind, fühlen sich in der Nähe der menschlichen Körpertemperatur wohl. Diese Mikroorganismen können sich am besten mit dem Inneren unseres Körpers arrangieren. Und je länger diese Bakterien im stagnierenden Wasser stehen, desto stärker vermehren sie sich.

Mit der Erkenntnis der Legionellen-Gefahr im Jahr 1976 wurde zunächst der Fokus bei der Trinkwasserinstallation auf die Temperatur gelegt. Da die schädlichen Organismen oberhalb von 60 Grad Celsius praktisch nicht überleben, hat man Ende der 70er Jahre ein Regelwerk eingeführt, das im Warmwasserkreislauf 60 Grad als Vorlauftemperatur und 55 Grad auf dem Rückweg von der Wasserzapfstelle vorschreibt.

Anschließend hat sich die Forschung damit beschäftigt, woher die Legionellen Zeit bekommen, um sich zu vermehren: Um den Stillstand des Wassers zu vermeiden, wurden Zirkulationspumpen in die Warmwasserversorgung eingeführt. Dabei reicht es nicht, dass das Warmwasser zirkuliert, auch die Endstränge müssen so kurz wie möglich gestaltet werden. Nach der sogenannten 3-Liter-Regel darf nicht mehr Wasser in diesen Rohrbereichen stehen, das nicht zirkuliert.

Die dritte Säule, mit der wir uns erst in den letzten Jahren intensiver beschäftigen, ist der Versuch, auch die Nährstoffbasis den Organismen zu reduzieren, um damit ihr Wachstum zu kontrollieren.

Denn wir haben jetzt ein ganz großes Problem, das wir in den 70er Jahren noch nicht gesehen haben: Das ist die Konkurrenz der Hygiene in der Trinkwasserversorgung mit der Energieeffizienz. In einem modernen Niedrigenergiehaus gehen mehr als 60 Prozent der Primärenergie in die Warmwasserversorgung. Wenn wir die Energieeinsparziele der Bundesregierung erreichen wollen, dann schaffen wir das nicht, indem wir die Gebäude immer besser einpacken und die Heizungen immer effizienter machen. Denn die meiste Energie brauchen wir dann für das Warmwasser.

Daher versucht die Forschung jetzt, von dem Primat der 60/55 Grad-Regel wieder herunterzukommen.

Da gibt es nur zwei Möglichkeiten: Wir bringen den Menschen bei, kalt zu duschen. Das ist zum Scheitern verurteilt. Oder wir entwickeln neue Technologien, um das Wachstum der Legionellen und anderer Mikroorganismen zu kontrollieren. Dazu werden wir weiterhin das Wasser bewegen und Stagnation verhindern, um den Mikroorganismen keine Zeit für Vermehrung zu geben. Und wir werden Technologien einsetzen, um dem Trinkwasser Nährstoffe zu entziehen, damit wir mit der Temperatur vorsichtig wieder heruntergehen können. Das können wir durch Ultrafiltration erreichen. Wichtig sind diese Anlagen zunächst für größere Gebäude mit weitläufigen Trinkwasserinstallationen, wie Bürogebäude, Hotels und Schulkomplexe, die wochen- oder tagelang stillstehen, und für große Mietobjekte. Einzelne Gebäude mit einer vorgeschalteten Ultrafiltrations-Anlage auszustatten, bedarf auch einer regelmäßigen Wartung, obwohl sich die Technik sicherlich noch wartungsärmer entwickeln wird. Der Vorteil der Ultrafiltration ist aber, dass wir nichts ins Trinkwasser hineingeben, sondern nur etwas herausholen, wir schaffen damit also keine neue Gefahrenquelle.

Die Digitalisierung macht diese komplexe Trinkwassertechnik erst möglich. Denn erst entsprechende Sensoren und Aktoren erlauben eine sichere Fernüberwachung und Fernsteuerung des Trinkwassersystems. Damit lässt sich beispielsweise eine Ultrafiltration in einem Gebäude so überwachen, dass sofort zu sehen ist, wenn es zu einem Ausfall kommt. Genauso lassen sich bei Nichtnutzung von Gebäudeteilen automatisch Spüleinrichtungen auslösen. Digital lässt sich zudem das ganze Trinkwassermanagement speichern und dokumentieren, sodass sich jeder mögliche Störfall zurückverfolgen lässt.

In Zukunft werden Gebäudenutzer und -manager ständig sehen können, ob Stagnation oder Temperaturänderungen im Trinkwassersystem zu einem Problem führen können. Der Nutzer kann beispielsweise in seinem Badezimmer an einer grünen Ampel seiner Armatur erkennen, dass sein Wasser fließt und die erforderlichen Temperaturen eingehalten werden. Aktoren können dann bei Leerstand einer Einheit automatisch eine Wasserspülung auslösen.

Techniken, die automatisch Wasserproben nehmen und überprüfen, gibt es allerdings erst in Ansätzen, teils von Start-ups, noch ist diese Technik aber nicht marktreif. So versuchen Start-ups, Bestandteile von Mikroorganismen automatisiert nachzuweisen. Auch wird versucht, die Biofilm-Bildung zum Beispiel über die Leitfähigkeit des Materials zu messen. Über sogenannte Surrogat-Parameter, also Messwerte, die Wirkungen der Mikroorganismen messen, lassen sich auch automatische Testungen von Wasser entwickeln.

Diese digitale und automatisierte Trinkwasser-Technik dürfte vor allem deshalb künftig wettbewerbsfähig sein, weil sie Potenzial zur Energieeinsparung hat. Damit die derzeit erforderlichen und vorgeschriebenen Warmwassertemperaturen gesenkt werden können, müssen aber nicht nur die Trinkwasserinstallations-Produkte marktreif sein, dafür müssen auch Normen angepasst werden: Heute muss im Einzelfall genehmigt werden, dass ein Gebäude mit einem niedrigeren Temperaturregime fährt (als 55/60 Grad). Die normgebenden Institutionen müssen jetzt eingebunden und überzeugt werden, dem technischen Fortschritt Vertrauen zu schenken. Das wird derzeit durch verschiedene Verbundforschungsprojekte und einzelne Forschungsprojekte vorangebracht. Daher rechne ich mit Anpassungen des Regelwerks in wenigen Jahren.

*Prof. Dr. Thomas Kistemann ist stellvertretender Direktor des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit in Bonn und Leiter des dortigen WHO Collaborating Centre für gesundheitsförderndes Wassermanagement.*

# **TRINKWASSER IN DEUTSCHLAND: ANALYSE DES STATUS QUO**

**02**

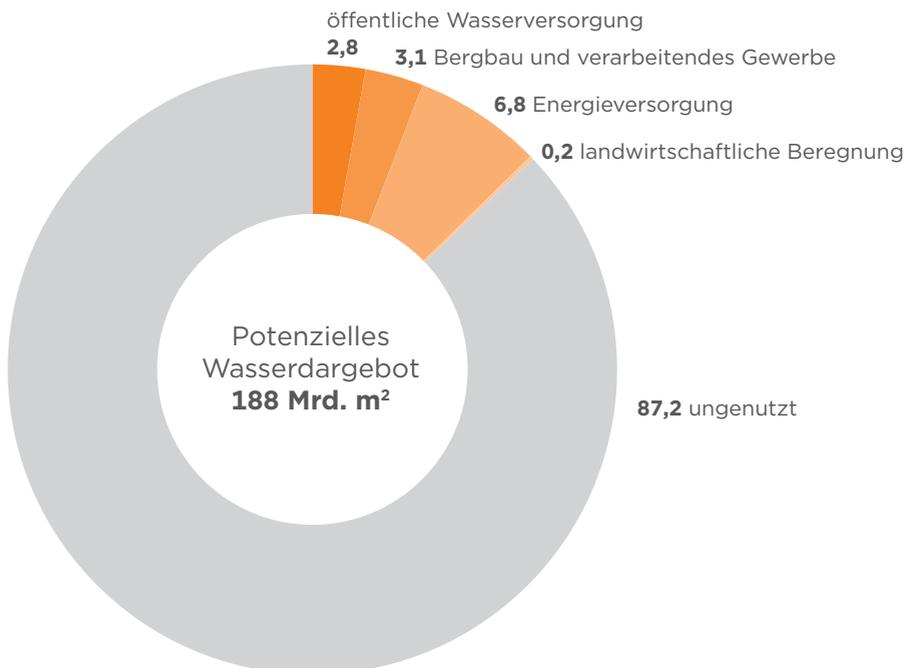
## 2.1 QUELLE UND AUFBEREITUNG

In Deutschland gibt es reichlich Wasser. Die uneingeschränkte Verfügbarkeit von Trinkwasser für die Bevölkerung, die Landwirtschaft und die Industrie ist daher für die meisten Einwohner heute eine Selbstverständlichkeit. Laut Schätzungen der EU-Kommission haben lediglich etwa 500.000 der gut 83 Millionen Einwohner Deutschlands keinen direkten Zugang zu Trinkwasser, dazu zählen insbesondere Obdachlose und Nichtsesshafte.<sup>3</sup>

Rund 188 Milliarden Kubikmeter Wasserressourcen stehen zur Verfügung, lediglich knapp 13 Prozent, also rund 24 Milliarden Kubikmeter davon werden genutzt (siehe Abbildung 1).<sup>4</sup> Lediglich knapp drei Prozent fließen in die öffentliche Wasserversorgung, der überwiegende Teil wird von Bergbau und verarbeitendem Gewerbe, Energieversorgern sowie der Landwirtschaft jenseits der öffentlichen Versorgung verwendet.

### Abbildung 1: Wasserdargebot und Wassernutzung in 2016

Anteil in Prozent



Quelle: Destatis

<sup>3</sup> Vgl. Kafsack (2020).

<sup>4</sup> Vgl. BDEW (2020a).

Die öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen in Deutschland gewannen im Jahr 2016 etwa 5,2 Milliarden Kubikmeter Wasser, von denen 4,6 Milliarden Kubikmeter für den Letztgebrauch bestimmt waren.<sup>5</sup> Die Differenz ergibt sich aus Wasserverlusten und Messdifferenzen sowie aus dem Wasserwerkseigenverbrauch. Von diesen 4,6 Milliarden Kubikmetern gingen 3,7 Milliarden Kubikmeter an Haushalte und Kleingewerbe; gewerbliche und sonstige Abnehmer wurden mit 0,9 Milliarden Kubikmetern versorgt.

Rückblickend auf die vergangenen Jahre zeigt sich, dass der Wasserverbrauch in fast allen Sektoren deutlich gesenkt wurde (siehe Abbildung 2). Insgesamt konnte die Wasserentnahme binnen 35 Jahren um fast die Hälfte reduziert werden. Maßgeblich dafür verantwortlich waren die Wärmekraftwerke, deren Entnahme um 56 Prozent sank.

**Abbildung 2: Wasserentnahme in Deutschland**  
in Milliarden Kubikmetern

	1991	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016
öffentliche Wasserversorgung	6,5	5,8	5,6	5,4	5,4	5,1	5,1	5,1	5,2
Bergbau und verarbeitendes Gewerbe	11	9	8,5	7,8	7,7	7,2	6,8	6,1	5,8
Wärmekraftwerke	28,8	27,8	26,4	24,8	22,5	19,7	20,7	13,6	12,7
Landwirtschaftliche Beregnung	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,3	0,3
<b>Summe*</b>	<b>46,3</b>	<b>42,6</b>	<b>40,4</b>	<b>38</b>	<b>35,5</b>	<b>32,1</b>	<b>32,8</b>	<b>25,1</b>	<b>24,0</b>

\* Abweichungen durch Rundungen möglich  
Quelle: Destatis

Bei dem gewonnenen Wasser handelte es sich zu 61,2 Prozent um Grundwasser.<sup>6</sup> Die übrigen 38,8 Prozent stammten aus Oberflächengewässern. Dazu zählen See- und Talsperrenwasser (12,3 Prozent), angereichertes Grundwasser (9,3 Prozent) und Quellwasser (7,9 Prozent). Aus Uferfiltrat stammten acht Prozent. Flusswasser hat hingegen mit etwa einem Prozent Anteil eine sehr geringe Bedeutung an der Trinkwassergewinnung; es ist zudem auch am wenigsten für die Trinkwasserversorgung geeignet, da es Verunreinigungen am stärksten ausgesetzt ist. Nur wenn kein anderes Wasser verfügbar ist, wird auf Flusswasser zur Trinkwasserversorgung zurückgegriffen. Auf Grund seiner starken Qualitätsschwankungen wird es vorwiegend für die Betriebswasserversorgung verwendet.

Um grundsätzlich diese Quellen und damit das Trinkwasser zu schützen, bietet das Wasserhaushaltsgesetz die Möglichkeit, Wasserschutzgebiete festzusetzen, in denen bestimmte Handlungen verboten oder nur beschränkt zulässig sind.<sup>7</sup> Insgesamt gibt es etwa 18.700 solcher Schutzgebiete in Deutschland, die rund 18 Prozent der Landesflä-

5 Vgl. Destatis (2018a).

6 Vgl. Freitag-Ziegler et al. (2019).

7 Vgl. BMU (2012).

che Deutschlands umfassen. Diese Schutzgebiete werden in der Regel in verschiedene Schutzzonen gegliedert, für die abgestufte Beschränkungen oder Verbote gelten. Größe und Lage einer Schutzzone werden nach den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen festgelegt. Die weitere Schutzzone (Zone III) dient dem Schutz vor weitreichenden Beeinträchtigungen, insbesondere vor chemischen oder radioaktiven Verunreinigungen. In der engeren Schutzzone (Zone II) soll darüber hinaus eine bakterielle Verunreinigung verhindert werden. Der Fassungsbereich (Zone I) soll zusätzlich vor unmittelbaren Gefahren schützen.

Die Qualität des aufbereiteten Trinkwassers sowie die Verfügbarkeit und Sicherheit der Wasserversorgung gelten in Deutschland durchweg als gut bis sehr gut.<sup>8</sup> Die Trinkwasserqualität wird von den Gesundheitsämtern überwacht. Die neue EU-Trinkwasserrichtlinie 2020/2184 fordert zudem von den Mitgliedstaaten alle drei Jahre die Veröffentlichung eines Berichts über die Trinkwasserqualität. In seinem aktuellen Bericht stellt das Umweltbundesamt für den Berichtszeitraum 2014 bis 2016 fest, dass das untersuchte Trinkwasser von guter bis sehr guter Qualität ist.<sup>9</sup> Bei den meisten mikrobiologischen und chemischen Qualitätsparametern hielten über 99,9 Prozent der untersuchten Proben die gesetzlichen Anforderungen ein. Auch die große Mehrheit der Bevölkerung ist mit der Trinkwasserqualität sehr zufrieden.<sup>10</sup>

Je nach Quelle wird das Wasser auf unterschiedliche Weise gewonnen. Niederschlagswasser steht zwar fast überall zur Verfügung, eine Trinkwasserversorgung auf dieser Basis ist allerdings wegen der unregelmäßigen und nicht vorhersehbaren Verteilung sehr unsicher. Hinzu kommt, dass Regenwasser wegen seiner Beschaffenheit nicht unmittelbar für den menschlichen Gebrauch geeignet ist, da es elektrolytfrei ist. Außerdem kann Regenwasser atmosphärische Schmutz- und Schadstoffe wie beispielsweise Staub aufnehmen. In Deutschland kann Regenwasser für die Toilettenspülung und Gartenbewässerung genutzt werden. Auch die Nutzung zum Wäschewaschen ist möglich. Regenwasser hat eine sehr geringe Wasserhärte, was Kalkablagerungen in der Waschmaschine vermeidet und den Waschmittelverbrauch senkt. Aus hygienischen Gründen sind jedoch Filter empfohlen, die Keime und Bakterien zurückhalten. Auch in Industrie und Gewerbe gibt es zahlreiche Nutzungsmöglichkeiten. Zur Gewinnung von Niederschlagswasser werden künstliche oder natürliche Becken genutzt, wie etwa Zisternen oder ähnliches.

Oberflächenwasser wird in der Regel mit Pump- oder Schöpfwerken gewonnen. Zur Seewassergewinnung wiederum eignen sich vorwiegend nährstoffarme, tiefe Seen mit ausreichendem Zulauf. Die Wasserqualität hängt im Wesentlichen von den Verunreinigungen aus den Zuflüssen des Einzugsgebietes und den Uferbereichen ab. Ähnliches gilt für die Wasserqualität in Talsperren – künstliche Sperrung von Tälern –, die große Wasserreserven aufnehmen können. Hier wird die Wasserqualität ebenfalls durch die Qualität der Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet bestimmt.

---

8 Vgl. Bundeskartellamt (2016a).

9 Vgl. BMG / UBA (2018).

10 Vgl. ATT et al. (2020).

Grundwasser wird überwiegend aus Brunnen oder natürlichen Quellen gewonnen und wird aufgrund seiner häufig sehr stabilen Qualität bevorzugt zur Trinkwassergewinnung genutzt.

Oftmals muss das gewonnene Wasser aufbereitet werden, bevor es für den Menschen gefahrlos trinkbar ist. Dabei werden vor allem Eisen, Mangan, andere natürliche Verunreinigungen und durch den Menschen eingebrachte oder natürliche Schadstoffe vermindert.<sup>11</sup> Ein weiteres Aufbereitungsziel ist es, die technische Eignung des Trinkwassers für die Wasserverteilung zu verbessern, wenn es sonst korrosiv wirken oder zu Ablagerungen kommen könnte. Teilweise ist auch eine Desinfektion des Wassers erforderlich, etwa bei sehr langen Transportwegen wie beispielsweise von Langenau nach Stuttgart.

In der Aufbereitung kommen sehr unterschiedliche mechanische, physikalische, chemische und biologische Verfahren zum Einsatz, die in Wasseraufbereitungsanlagen oftmals hintereinander angewandt werden, um die erforderliche Qualität der Trinkwasserversorgung zu erlangen. Normalerweise wird mit der Entfernung von Partikeln begonnen, meist durch Flockung und Filtration. Zusätzlich können Membranverfahren eingesetzt werden, um auch sehr kleine Partikel zu entfernen. Oxidations-, Ionentausch- sowie Aktivkohleverfahren entfernen gelöste Stoffe.<sup>12</sup> Je nach Beschaffenheit des Wassers wird es anschließend mit UV-Strahlung oder Ozon desinfiziert und/oder in Entkarbonisierungs- oder Enthärtungsanlagen bearbeitet.

Wesentliche Aufgabe eines Wasserversorgers ist es, die für die Wasserversorgung benötigte Infrastruktur zu errichten, zu betreiben und instand zu halten.<sup>13</sup> Zuletzt investierten die Wasserversorger knapp drei Milliarden Euro im Jahr, also rund 35 Euro pro Einwohner, in den Erhalt und Ausbau dieser Infrastruktur.<sup>14</sup>

Zur Finanzierung dieser Investitionen erheben großstädtische Wasserversorger typischerweise Wasserpreise, während die kleineren Versorger eher öffentlich-rechtlich strukturiert sind und daher auch Wassergebühren erheben können. Die Trinkwasserversorgung ist von hohen Fixkosten geprägt, die durch die aufwändige Infrastruktur verursacht werden. Dazu zählen Wasserwerke, Talsperren, Wasserbehälter und -speicher, Rohrleitungssysteme, Pump- und Netzdruckanlagen oder auch eine Informations- und Kommunikationsinfrastruktur, die alle errichtet, gewartet und instandgehalten werden müssen. Die Wasserwirtschaft beziffert den Fixkostenanteil in der Ver- und Entsorgung auf 70 bis 85 Prozent.<sup>15</sup>

---

11 Vgl. UBA (2016).

12 Vgl. UBA (2016).

13 Vgl. Bundeskartellamt (2016a).

14 Vgl. ATT et al. (2020).

15 Vgl. ATT et al. (2020).

Bei der Informations- und Kommunikationsinfrastruktur werden auch die Aufwendungen für Cybersicherheit immer relevanter, da die Gefahr von Hackerangriffen wächst. Im Februar 2021 versuchten Computerhacker die Steuerung des Wasserwerks in der Kleinstadt Oldsmar (Florida) zu übernehmen und die Aufbereitung zu manipulieren.<sup>16</sup> Mitte 2020 hatte es ähnliche Attacken in Israel gegeben, die ebenfalls vereitelt werden konnten.

Die kommunalen Anbieter sind grundsätzlich autonom in ihrer Preisgestaltung, die sich in der Regel aus einer verbrauchsunabhängigen Grundgebühr und einem Preis pro Kubikmeter zusammensetzt. Ansatzpunkte für eine angemessene Kalkulation liefert der „Leitfaden zur Wasserpreiskalkulation“ des „Verbands der kommunalen Unternehmen“. Ungeachtet der erheblichen Unterschiede in der Tarifgestaltung ist, gemessen an den hohen Fixkosten bei der Trinkwasserversorgung, die Grundgebühr jedoch meist recht gering bemessen, während der Verbrauchspreis meist deutlich über den Grenzkosten liegt. Sinkt nun in einer Region der Verbrauch, beispielsweise, weil die Anzahl der Einwohner sinkt oder diese sich immer sparsamer verhalten, führt diese Form der Preisgestaltung dauerhaft zu Verlusten beim Anbieter, sodass die Preise angehoben werden müssen. Umgekehrt können Anbieter in wachsenden Regionen aufgrund dieses Effekts mit steigenden Gewinnen rechnen.

## 2.2 NACHFRAGE: ENTWICKLUNG DES TRINKWASSERVERBRAUCHS

---

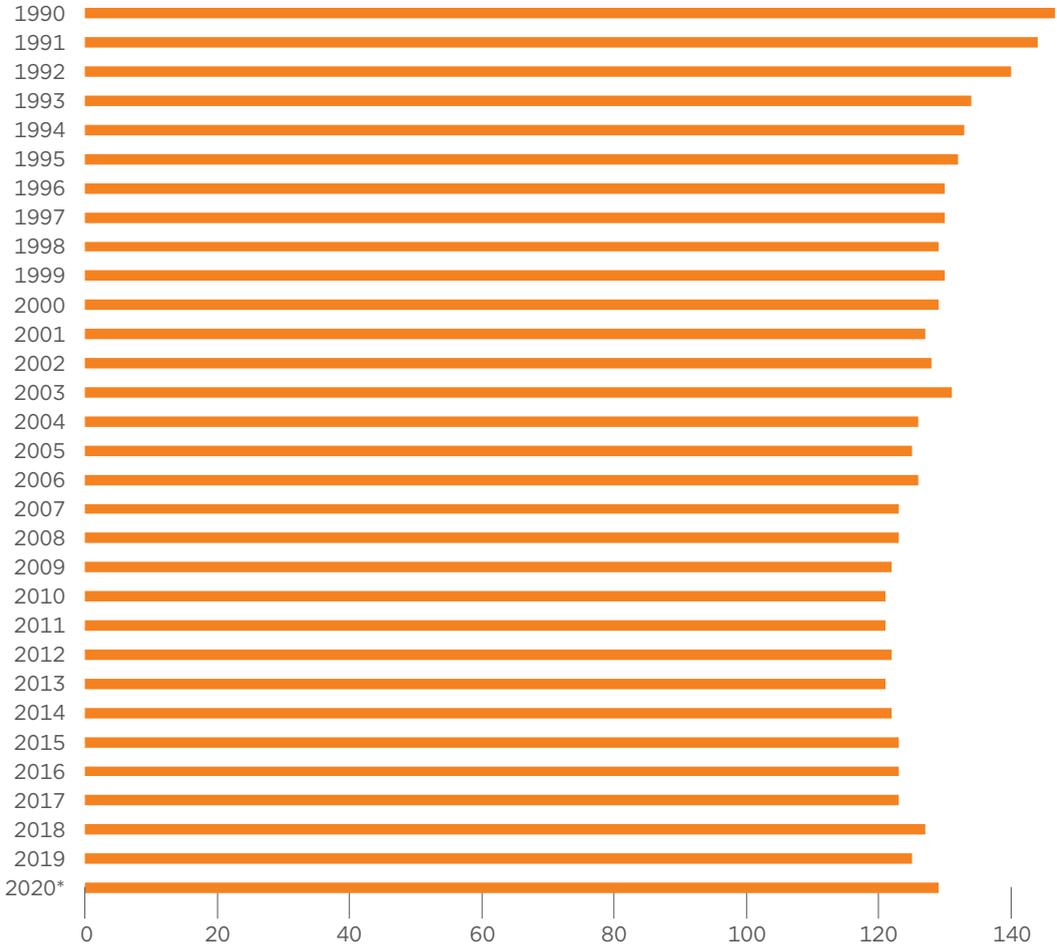
Wetter, Jahreszeit, Wochentag und Uhrzeit tangieren die Nachfrage nach Wasser sehr stark. Insbesondere Temperatur und Niederschläge beeinflussen den Wasserverbrauch in den privaten Haushalten, da bei höheren Temperaturen und geringen Niederschlägen verstärkt Wasser in Hausgärten verbraucht wird. Zudem steigt auch der Wasserbedarf für Körperhygiene mit der Außentemperatur tendenziell an.

Im Vergleich mit Bewohnern anderer Industrieländer gehen die Deutschen verhältnismäßig sparsam mit Wasser um. So verbrauchte jeder Einwohner im Jahr 2020 durchschnittlich 129 Liter Wasser am Tag (siehe Abbildung 3). Gegenüber 1990 sank der Pro-Kopf-Verbrauch damit um 18 Liter pro Tag.

---

16 Vgl. Finsterbusch (2021).

**Abbildung 3: Täglicher Trinkwasserverbrauch pro Kopf in Deutschland**  
in Litern

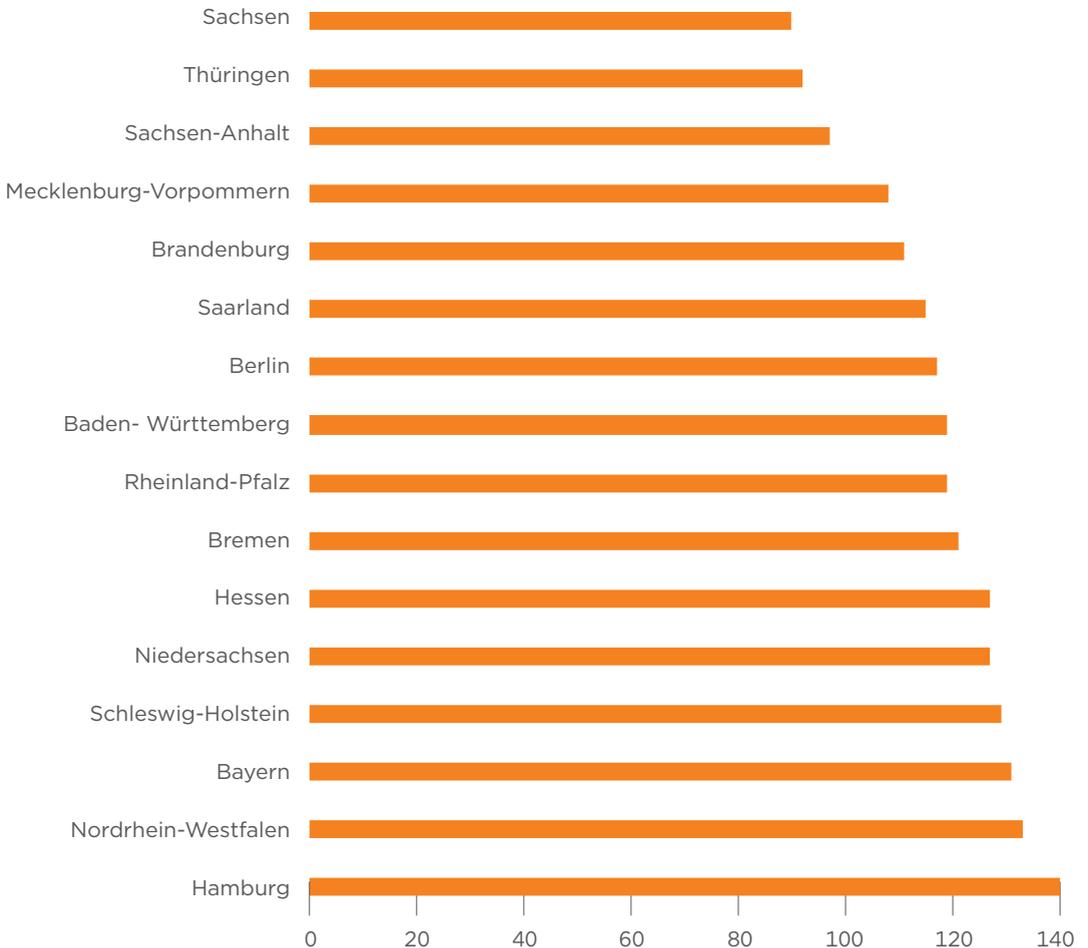


\* Wert für das Jahr 2020 vorläufig  
Quelle: BDEW

Davon wurden im Durchschnitt 36 Prozent zum Baden oder Duschen genutzt, 27 Prozent für Toilettenspülungen, 12 Prozent zum Wäschewaschen, sechs Prozent zum Geschirrspülen, sechs Prozent für Reinigung/Autopflege/Garten und nur vier Prozent wurden zum Essen oder Trinken genutzt. Die übrigen neun Prozent entfielen auf Kleingewerbe, etwa in gemischt genutzten Wohneinheiten.<sup>17</sup>

17 Vgl. BDEW (2021).

**Abbildung 4: Täglicher Trinkwasserverbrauch pro Kopf 2016 – nach Bundesland in Litern**



Quelle: Destatis

Interessanterweise ist der Pro-Kopf-Verbrauch von Trinkwasser regional sehr verschieden. Laut Daten des Statistischen Bundesamts betrug der Trinkwasserverbrauch im Jahr 2016 in Hamburg 140 Liter und in NRW 133 Liter (siehe Abbildung 4). Besonders gering war der Verbrauch dagegen in Sachsen und Thüringen mit 90 bzw. 92 Litern.

Laut einer Studie des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft zum Wasserverbrauch in sechs EU-Staaten liegt Deutschland hier beim Pro-Kopf-Verbrauch im niedrigen Bereich.<sup>18</sup> Während in Polen der Pro-Kopf-Verbrauch mit 100 Litern geringer als in Deutschland war, verbrauchten Niederländer (132 Liter), Österreicher (140 Liter), Engländer und Waliser (158 Liter) und Franzosen (164 Liter) deutlich mehr Wasser als die Deutschen.

Laut OECD liegt Deutschland beim Wasserverbrauch – in anderer Abgrenzung – international allerdings eher im Mittelfeld. Demnach beträgt die jährliche Pro-Kopf-Wasserentnahme – definiert als Süßwasser, das dauerhaft oder vorübergehend aus Grund- oder Oberflächenwasserquellen entnommen und an einen Ort der Nutzung geleitet wird – in Deutschland 297 Kubikmeter.<sup>19</sup> Diese Daten umfassen Entnahmen für die öffentliche Wasserversorgung, Bewässerung, industrielle Prozesse sowie die Kühlung von Elektrizitätswerken. Deutschland liegt damit zwar deutlich unter dem OECD-Europa-Schnitt von 474 Kubikmetern und sehr weit unter dem OECD-Welt-Schnitt von 710 Kubikmetern. Doch besonders sparsame Länder wie Luxemburg, Litauen und die Slowakei kommen mit 78 bis 105 Kubikmetern Wasser pro Kopf und Jahr aus. Ein wesentlicher Faktor für die sehr großen Unterschiede dürfte die Wirtschaftsstruktur der einzelnen Staaten sein.

Die jährlichen Verbrauchsschwankungen sind hingegen in erster Linie klimatisch bedingt. In trockenen Jahreszeiten wird dem Netz häufig viel Wasser für die Gartenbewässerung entnommen.<sup>20</sup> Dieser Effekt wird durch die Ferienzeit überlagert, Werksferien großer Industriebetriebe sowie Schulferien haben einen erheblichen Einfluss auf den regionalen Wasserverbrauch. Der höchste Tagesverbrauch tritt im Allgemeinen von Ende Mai bis Ende Juli auf. Die warme Witterung erhöht den Haushaltsverbrauch. Mit beginnender Ferienzeit sinkt der Verbrauch dann wieder. Er kann dann aber in Tourismusregionen deutlich ansteigen. Die stündlichen Verbrauchsschwankungen können durch besondere Ereignisse, etwa Fußballfernsehübertragungen, Spitzen aufweisen.

Vom Trinkwasserverbrauch zu unterscheiden ist der nichtöffentliche Wasserverbrauch, also etwa die entnommenen Wassermengen der Industrie. Für das Jahr 2016 beziffert das Statistische Bundesamt diesen Verbrauch auf knapp 19.000 Millionen Kubikmeter.<sup>21</sup> Der mit 89 Prozent bei weitem größte Teil davon wird zur Kühlung verwendet (siehe Abbildung 5). Mit sehr großem Abstand folgt die Nutzung zu „Produktions- und anderen Zwecken“ (8 Prozent). Jeweils rund ein Prozent werden zur Bewässerung verwendet, fließen direkt in Produkte ein oder werden für die Belegschaften genutzt. Dabei deckt die Industrie ihren Bedarf zum Großteil mit Wasser direkt aus Flüssen (siehe Abbildung 6).

---

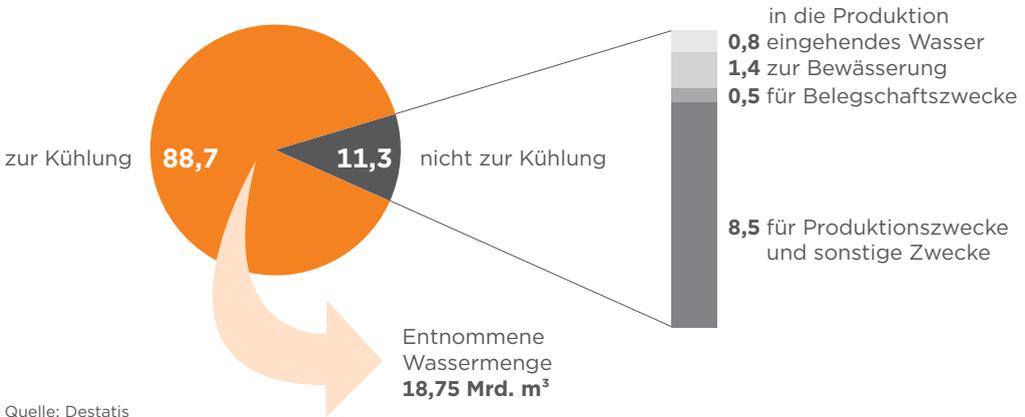
18 Vgl. BDEW (2018).

19 Vgl. OECD (o. J.).

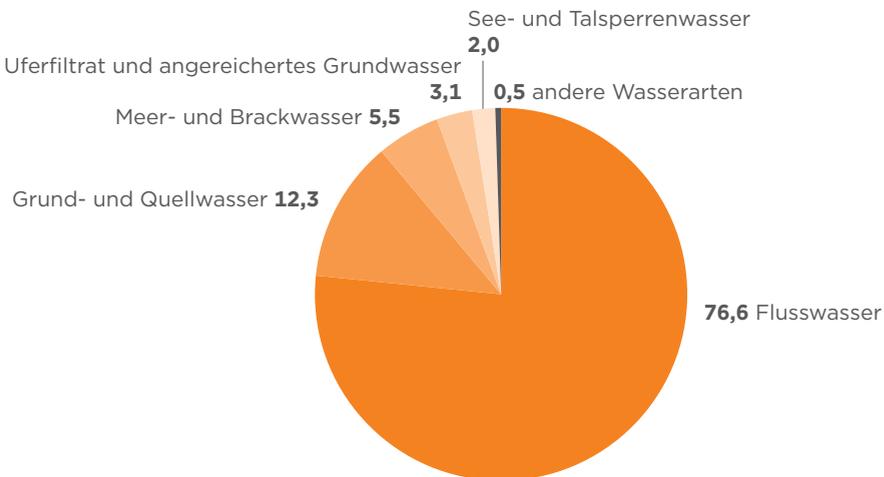
20 Vgl. Karger / Hoffmann (2013).

21 Vgl. Destatis (2018b).

**Abbildung 5: Entnommene Wassermenge der deutschen Industrie nach Verwendungszweck im Jahr 2016**  
in Millionen Kubikmetern



**Abbildung 6: Entnommene Wassermenge der deutschen Industrie nach Quelle im Jahr 2016**  
Anteile in Prozent



Den größten Wasserbedarf hat die Energiewirtschaft, gefolgt vom verarbeitenden Gewerbe sowie dem Bergbau (siehe Abbildung 7). Die chemische Industrie benötigte im Jahr 2016 für die Herstellung ihrer Erzeugnisse knapp 2,6 Milliarden Kubikmeter, das entsprach knapp 58 Prozent der gesamten Wassernutzung im verarbeitenden Gewerbe. Die Metallindustrie, die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie die Papierindustrie benötigten jeweils rund zehn Prozent des Wassers.

### Abbildung 7: Entnommene Wassermenge der deutschen Industrie nach Wirtschaftszweig im Jahr 2016

Anteile in Prozent



Quelle: Destatis

Den genauen Wasserverbrauch für die Herstellung einzelner industrieller Produkte zu berechnen, ist mangels Daten oftmals nicht möglich. Bei komplexen Industrieprodukten wie etwa Autos müsste dazu der Wasserverbrauch für jedes einzelne Zulieferteil ermittelt werden, was angesichts großer Zuliefernetze und internationaler Wertschöpfungsketten sehr komplex wäre. Daher ist beispielsweise der von BMW angegebene Wasserverbrauch pro hergestelltem Fahrzeug in Höhe von 2,32 Kubikmetern<sup>22</sup> eher als eine Untergrenze zu verstehen. Rund die Hälfte des Wasserverbrauchs einer Autofabrik geht dabei auf das Konto der Lackieranlage.

22 Vgl. BMW (2020).

Verhältnismäßig viel Wasser wird auch in der Bauwirtschaft genutzt, wobei die genauen Daten von den individuellen Umständen abhängen. Nach einer Faustformel stecken in 100 Kubikmetern umbautem Neuraum rund 2.800 Liter Wasser.<sup>23</sup> So hat Estrich einen Wasseranteil von 20 Prozent; bei 6 Zentimeter Stärke stecken in 100 Kubikmetern also 1.200 Liter. Putz hat einen Wasseranteil von 40 Prozent und ist oft 2 Zentimeter dick, sodass man auf rund 1.600 Liter kommt. Für Einfamilienhäuser werden rund drei bis 20 Kubikmeter veranschlagt, wobei die Untergrenze meist nur bei Fertighäusern eingehalten wird, bei denen ein Großteil des Wassers nicht auf der Baustelle, sondern in der Produktion anfällt.

### EXKURS: VIRTUELLER WASSERVERBRAUCH

Im Gegensatz zum direkten Wasserverbrauch rechnet der „Wasserfußabdruck“ auch das indirekt genutzte Wasser mit ein. Die in Produkten versteckte Wassermenge wird häufig als „virtuelles Wasser“ bezeichnet. Der Wasserfußabdruck ist die gesamte Menge Wasser, die Nationen, Unternehmen oder Verbraucher in Anspruch nehmen.<sup>24</sup> Deutschlands gesamter Wasserfußabdruck beträgt rund 117 Milliarden Kubikmeter Wasser pro Jahr.<sup>25</sup> Davon entfallen nur rund vier Prozent auf die öffentliche Wasserversorgung.

Nach dieser Bilanzierung werden in Deutschland pro Einwohner und Tag rund 4.000 bis 5.000 Liter Wasser genutzt. Dabei hinterlässt jedes Alltagsprodukt einen Wasserfußabdruck. Die Herstellung eines Kilogramms Rindfleisch benötigt 15.000 Liter virtuelles Wasser, eines T-Shirts aus Baumwolle 2.495 Liter, von 100 Gramm Schokolade 1.700 Liter, eines Eis 196 Liter, eines Apfels 125 Liter, eines Mikrochips 32 Liter und einer Tasse Tee 27 Liter.<sup>26</sup> Mitberücksichtigt wird dabei auch der auf den ersten Blick verdeckte Wasserverbrauch: Bei der Rindfleischerzeugung wird nicht nur die Verwendung von Trinkwasser für die Tiere berücksichtigt, sondern auch der natürliche Niederschlag und die Bewässerung für Felder und Wiesen, auf denen das Tierfutter wächst.

Dieses Konzept unterscheidet nicht danach, ob das Wasser als Regen fällt oder ob es künstlich aus Seen, Flüssen oder Grundwasserbeständen gefördert wird. Wird Regenwasser unmittelbar genutzt, führt dies jedoch nicht zu Verschiebungen im Wasserhaushalt der Landschaft. Wird hingegen in der Landwirtschaft Grundwasser gefördert, kann dies Folgeschäden verursachen. So dürften von den 15.000 Litern Wasser, die auf die Produktion eines Kilos Rindfleisch entfallen, der größte Teil Regen sein, der ohnehin fällt und für den Anbau des Futtermittels ausreicht.

Der gesamte – direkte und indirekte – Wasserverbrauch in Deutschland reicht dabei auch über Landesgrenzen hinweg. Etwa 70 Prozent des Wasserverbrauchs, der im deutschen Wasserfußabdruck aufgezeigt wird, stammt aus Quellen im Ausland.<sup>27</sup>

23 Vgl. Groß (o. J.).

24 Vgl. UBA (2018a).

25 Vgl. Geidel et al. (2021).

26 Vgl. Jorzik (2019).

27 Vgl. Geidel et al. (2021).

## EXKURS: TRINKWASSER IN ZEITEN DES KLIMAWANDELS IN DEUTSCHLAND

Temperaturen und Niederschlagsmengen sind entscheidende Größen im Wasserkreislauf. Seit Ende des 19. Jahrhunderts ist in Deutschland die mittlere Lufttemperatur im Jahresdurchschnitt um mindestens 1,2 Grad angestiegen, im selben Zeitraum sind die jährlichen Niederschlagsmengen bezogen auf ganz Deutschland um gut zehn Prozent angestiegen, allerdings mit großen regionalen Unterschieden.<sup>28</sup> Einen generellen Wassermangel gibt es in Deutschland also nicht und ein solcher ist auch bei einem weiteren Temperaturanstieg nicht zu erwarten.

Allerdings können technische oder hydraulische Gegebenheiten in einigen Orten zu Einschränkungen zum Beispiel bei der Gartenbewässerung führen.<sup>29</sup> Drehen viele Verbraucher gleichzeitig den Wasserhahn auf, sinkt der statische Druck in den Versorgungsleitungen, und trotz genügend Wasser im Speicher ist der Wasserfluss beim Verbraucher gering.

Ein Großteil des deutschen Trinkwassers stammt aus Grundwasservorkommen (siehe Kapitel 2.1), dessen Neubildung durch den Niederschlag sowie den oberirdischen Wasserabfluss und die Verdunstung maßgeblich beeinflusst werden. Allerdings reagiert Grundwasser im Vergleich zu Oberflächenwasser „eher träge“<sup>30</sup> auf sich verändernde Niederschlagsmengen. Als „nachhaltig“ gelten Wasserentnahmen von bis zu 20 Prozent des verfügbaren Wasserangebots, ab 40 Prozent wird von „starkem Wasserstress“ gesprochen. Bezogen auf das gesamte Bundesgebiet ist Deutschland weit von diesen kritischen Schwellen entfernt.

Nach Angaben der Bundesregierung dürfte sich der Klimawandel auf das Grundwasserdargebot regional unterschiedlich auswirken und in einem sinkenden, steigenden oder schwankenden Grundwasserspiegel sichtbar werden.<sup>31</sup> Eine Ursache hierfür ist eine Verschiebung der Niederschlagsmengen vom Sommer- in das Winterhalbjahr. Außerdem können steigende Temperaturen infolge des Klimawandels die Nachfrage nach Wasser etwa an sehr heißen Tagen deutlich steigen lassen. Ferner führen höhere Temperaturen zu steigender Verdunstung, was die Grundwasserneubildung verringern kann.

Durch den Klimawandel dürften in Deutschland die Sommer trockener und die Winter feuchter und milder werden. Überdies können zunehmende Extremwetterereignisse wie Hochwasser und Hitzewellen die Wasserversorgung vor große Herausforderungen stellen, nicht zuletzt auch wegen regionaler Veränderungen. Mancherorts steigen die Wassermengen wegen häufiger Starkregenfälle, anderenorts regnet es weniger als im Bundesdurchschnitt.<sup>32</sup> Experten fürchten für die Zukunft längere und häufigere extreme Trockenphasen. Für die deutschen Wasserversorger sind solche Jahre mit längeren Trockenphasen und heißen Sommermonaten, wie sie in den vergangenen Jahren zu beobachten waren, schon jetzt mit großen Herausforderungen verbunden. Lokale Wasserquellen, die im Wesentlichen von Niederschlägen gefüllt werden, trockneten aus. Pumpen und Leitungen waren ausgelastet, Trinkwassertalsperren leerten sich auf ein zuvor nicht gekanntes Niveau.

28 Vgl. van Rühl (2015).

29 Vgl. Klose (2020).

30 Vgl. van Rühl (2015).

31 Vgl. Bundesregierung (2017).

32 Vgl. Experteninterview mit Wolf Merkel.

Außerdem nahmen die Nutzungskonflikte zu, da die Landwirtschaft Wasser abpumpte, um Felder künstlich zu beregnen. In einigen Fällen mussten die Wasserversorger Anfragen von Industrie oder Landwirtschaft nach einem höheren Wasserbezug ablehnen. Um den Bedarf für die Bevölkerung zu decken, wurden im Rahmen von Kooperationsvereinbarungen Kapazitäten benachbarter Versorger genutzt, der Wasserdruck im Verteilnetz reduziert und die Versorgung in wenigen Fällen auf eine Notversorgung über Tanklaster verlagert. Alle diese Maßnahmen waren auch im Jahr 2020 zeitlich befristet und betrafen nur verhältnismäßig wenige lokale Hotspots. Aber auch künftig gelten insbesondere mehrere aufeinanderfolgende Trockenjahre als ein realistisches Szenario, auf das sich die Wasserversorgung vorbereiten muss. Für Versorger gilt es zu prüfen, ob alle Bestandteile ihres Versorgungssystems auf solche Extremwetterereignisse ausgelegt sind.

Aufgrund zunehmender Winterniederschläge kann in Regionen mit sehr durchlässigem Boden trotz konstantem oder sogar sinkendem Sommerniederschlag mit einem tendenziell größeren Grundwasserangebot gerechnet werden. Von dauerhaft sinkenden Grundwasserspiegeln sind hingegen insbesondere jene Regionen betroffen, in denen eine (saisonal) geringe Grundwasserneubildung mit einem insgesamt vergleichsweise kleinen Grundwasservorkommen einhergeht.<sup>33</sup> In diesen Regionen wird die Landwirtschaft ihre Felder stärker beregnen müssen, um eine Erosion zu vermeiden und um die Ernteerträge zu sichern. Die konkrete Beregnungsmenge ist jedoch regional sehr unterschiedlich und hängt von den landwirtschaftlichen Produkten ab. So wird der Obst- und Gemüsebau bisher stärker bewässert, als dies für viele Ackerkulturen der Fall ist. Problematischer Nebeneffekt von Trockenheit und Ernteauffällen sind die hohen Nährstoffüberschüsse von Stickstoff und Phosphor, da die Pflanzen nicht in der Lage sind, die ausgebrachten Düngemittel vollständig aufzunehmen. Diese Überschüsse sickern in das Grundwasser und finden sich in erhöhten Nitratbelastungen wieder (siehe Kapitel 3.1.1).

Derzeit pumpen die Landwirte zwar nur rund 1,3 Prozent der gesamten in Deutschland entnommenen Wassermenge auf die Felder.<sup>34</sup> Aber die Tendenz zeigt deutlich nach oben. Beispielsweise wird für Nordrhein-Westfalen allein auf der Basis der prognostizierten Verdunstungszunahme eine Zunahme des Bewässerungsbedarfs um das 20-fache prognostiziert – von derzeit 18 auf 350 Millionen Kubikmeter im Jahr 2100.<sup>35</sup>

---

33 Vgl. Bundesregierung (2017).

34 Vgl. UBA (2020h).

35 Vgl. Anter et al. (2018).

## 2.3 WERTSCHÖPFUNGSKETTE „TRINKWASSER“ – WELCHE AKTEURE EINE ROLLE SPIELEN

---

Die Organisation der zentralen Trinkwasserversorgung ist in Deutschland mit einer über hundertjährigen Geschichte verbunden. Zuständig sind die Städte und Gemeinden. Nach wie vor ist die Wasserversorgung eine Pflichtaufgabe der Daseinsvorsorge. Details regeln die jeweiligen Landesverfassungen bzw. Landeswassergesetze. Die Beschaffenheit des Trinkwassers wird durch die Trinkwasserverordnung geregelt. Um Verwechslungen und mögliche Gesundheitsgefährdungen zu vermeiden, müssen Wasserzapfstellen wie etwa historische Brunnen oder Wasserhähne in Zügen und Flugzeugen besonders gekennzeichnet werden, beispielsweise durch das Schild „Kein Trinkwasser“ oder ein entsprechendes Symbol.

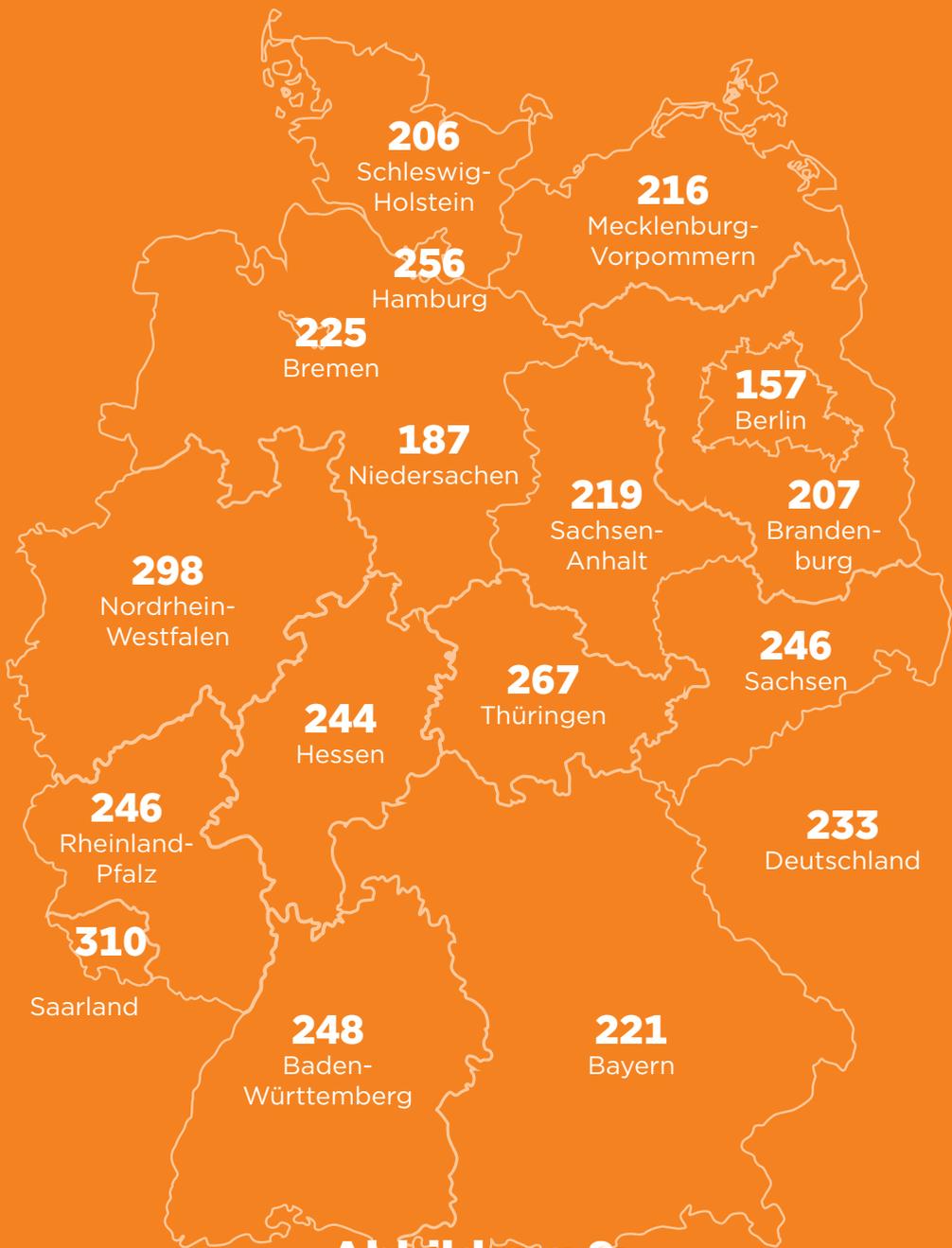
In Deutschland gibt es rund 6.000 öffentliche Trinkwasserversorger. Bei den meisten handelt es sich um Regionalbetriebe kleinerer Gemeinden. Das Trinkwassernetz hat eine Gesamtlänge von rund 540.000 Kilometern<sup>36</sup> und dient ausschließlich der Versorgung mit Trinkwasser. Es besteht aus Wasserleitungen, Einrichtungen zur Herstellung des notwendigen Wasserdrucks sowie Mess- und Überwachungseinrichtungen. Mit Hilfe von Pumpen wird das Wasser vom Reinwasserbehälter in die Hauptleitung gebracht, die unter der Straße verläuft. Von dieser Hauptleitung gehen einzelne Leitungen in jedes Haus ab. Am Hausanschluss endet die Zuständigkeit des Wasserversorgers; für den ordnungsgemäßen Zustand der Wasserleitungen im Haus ist der Eigentümer verantwortlich (siehe Kapitel 3.4).

Wie bei allen netzgebundenen Produkten ist auch die Wasserversorgung von hohen Fixkosten und geringen variablen Kosten gekennzeichnet. Anders als etwa bei der Versorgung mit Strom, Gas, Telefondienstleistungen und Internetangeboten gibt es beim Wasser jedoch keinen Wettbewerb. Die Wasserversorgung obliegt den kommunalen Betreibern mit ihren Gebietsmonopolen.

Nicht zuletzt deshalb schwanken die Kosten für die Verbraucher sehr stark. Nach einer Erhebung des Statistischen Bundesamts zahlte 2019 ein durchschnittlicher Haushalt im Saarland 310 Euro und in Nordrhein-Westfalen 298 Euro pro Jahr für Trinkwasser (siehe Abbildung 8). Dagegen musste in Niedersachsen solch ein Haushalt lediglich 187 Euro und in Berlin sogar nur 157 Euro für Trinkwasser aufwenden.

---

36 Vgl. ATT et al. (2020).



**Abbildung 8:**  
**Jährliche Kosten für Trinkwasser pro Haushalt in 2019 – nach Bundesland**  
 in Euro

Quelle: Destatis

Doch auch innerhalb der einzelnen Länder divergieren die Kosten stark. Der Steuerzahlerbund NRW ermittelte im Jahr 2017 die Kosten für die Trinkwasserversorgung für die Städte des Landes ab 60.000 Einwohner. Während ein Haushalt in einem Einfamilienhaus beispielsweise in Lippstadt 1,95 Euro für einen Kubikmeter Wasser zahlte, wurden in Essen 3,61 Euro fällig. Bei einem durchschnittlichen Jahresverbrauch von 132 Kubikmetern bedeutete dies einen Unterschied von rund 220 Euro im Jahr. Auch bei den Vierfamilienhäusern waren laut Steuerzahlerbund die Spannen groß. Bezahlte der Haushalt in Lippstadt 1,29 Euro pro Kubikmeter, waren es in Solingen 2,97 Euro.<sup>37</sup>

Zuvor hatte bereits das Bundeskartellamt in seinem Wasserbericht 2016 erhebliche Preisunterschiede festgestellt.<sup>38</sup> Demnach variierten 2013 die durchschnittlichen Nettoerlöse der Wasserversorger in den 38 größten Städten Deutschlands von 1,40 bis 2,60 Euro pro Kubikmeter. Diese erheblichen Unterschiede könnten zum Teil durch die unterschiedlichen Versorgungsbedingungen, wie etwa die Versorgungsdichte oder Höhenunterschiede im Versorgungsgebiet, erklärt werden. In Einzelfällen ist aber eine behördliche Kontrolle geboten, um die Ausnutzung einer Monopolstellung der Versorger zu Lasten der Verbraucher zu vermeiden.

---

37 Vgl. Gendries (2017), Mehr Demokratie NRW (2018).

38 Vgl. Bundeskartellamt (2016b).



**PROBLEMFELDER UND  
HERAUSFORDERUNGEN  
DER TRINKWASSER-  
VERSORGUNG  
IN DEUTSCHLAND**

**03**

## 3.1 BELASTUNG MIT MIKROORGANISMEN UND GESUNDHEITSGEFÄHRDENDEN STOFFEN

Deutschland hat als wasserreiches Land keinen generellen Wassermangel (siehe Kapitel 2.2.2). Während die Quantität dementsprechend kein Problem darstellt, gibt es mit Blick auf die Qualität des Trinkwassers in Deutschland durchaus Herausforderungen. Belastungen beispielsweise durch Chemikalien, Plastikteilchen oder Bakterien sind eine potenzielle Bedrohung der Trinkwasserqualität. Im Folgenden werden deshalb die stärksten Belastungen des Trinkwassers in Deutschland mit gesundheitsgefährdenden Stoffen erörtert.

### 3.1.1 Nitrat

Eine zu hohe Belastung des Wassers mit Nitrat ist seit Jahren ein Thema in Deutschland. Allerdings erst auf massiven Druck der EU-Kommission und nach einem Urteil des Europäischen Gerichtshofs wegen unzureichender Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie mit der Androhung von Strafgeldern in Höhe von 850.000 Euro täglich hat die Bundesregierung zum 1. Mai 2020 ihre Düngeverordnung verschärft.<sup>39</sup> Dabei geht es vor allem um die hohen Nitratwerte im Wasser, die insbesondere an den Mündungen von Nord- und Ostsee die Grenzwerte überschreiten. Als stark nitratbelastete Regionen gelten auch das nordwestdeutsche Tiefland, wo viel Vieh gehalten wird, das mitteldeutsche Trockengebiet sowie das Rhein-Main-Gebiet, wo wegen des Gemüseanbaus viel Dünger benötigt wird.<sup>40</sup> Umweltschützer, aber auch Wasserversorger beklagen, dass die Bauern im Schnitt mehr Stickstoff (z. B. durch Gülle) auf die Böden ausbringen, als die Pflanzen aufnehmen könnten.<sup>41</sup>

Aus der Gülle beispielsweise gelangt Nitrat in den Boden, was zwar gut für das Pflanzenwachstum ist. Die intensive Landwirtschaft mit Überdüngung und Massentierhaltung beeinträchtigt jedoch vielerorts die Qualität des Grundwassers. Nitrate aus Gülle und Düngemitteln können sich im menschlichen Körper zu giftigen Nitriten oder krebserregenden Nitrosaminen entwickeln. Sie können vor allem für Säuglinge und Schwangere gefährlich werden.<sup>42</sup>

So weist der im Juli 2020 veröffentlichte Nitratbericht der Bundesministerien für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie für Ernährung und Landwirtschaft an mehr als jeder vierten Messstelle in Agrarregionen einen höheren als den EU-gültigen Grenzwert von 50 Milligramm pro Liter aus.<sup>43</sup> Der Anteil sank im Vergleich zum vorigen Bericht aus dem Jahr 2016 nur leicht von 28,2 auf 26,7 Prozent. Allerdings gab es an Messstellen

39 Vgl. Bundesregierung (2020).

40 Vgl. UBA (2020g).

41 Vgl. DVGW (o. J.).

42 Vgl. UBA (2020g).

43 Vgl. BMU (2020b).

mit starker Belastung einige Verbesserungen. In Wald- und Siedlungsgebieten waren demgegenüber nur rund 25 Prozent der 523 Messstellen betroffen. Der aktuelle Nitratbericht basiert auf Daten aus den Jahren 2016 bis 2018. Da es teils lange dauert, bis Änderungen auf den Feldern auch an den Werten im Grundwasser ablesbar sind, könnte Deutschland angesichts dieser Entwicklung die Grenzwerte künftig durchweg einhalten.

Die Verbände der Wasserversorger (VKU) und der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) fühlen sich hingegen durch den Nitratbericht in ihrer Auffassung bestätigt, dass es noch erheblicher Anstrengungen bedarf, um die Belastung der Gewässer zu reduzieren, die in vielen Regionen nach wie vor hoch ist.<sup>44</sup> Das zeigt auch die Übersichtsbetrachtung des Umweltbundesamts: So lag der Anteil der Grundwassermessstellen mit einer höheren Nitratkonzentration, als von der EU erlaubt, im Jahr 2008 bei 18,2 Prozent. Zehn Jahre später war der Wert zwar auf 17,3 Prozent zurückgegangen, allerdings liegt das noch in der Größenordnung der allgemeinen Schwankungsbreite (siehe Abbildung 9). Daher verlangt der BDEW seit Jahren eine grundlegende Kehrtwende in der Landwirtschaftspolitik. Denn auch wenn die gesundheitlichen Folgen der Grundwasserbelastung gering seien – die finanziellen Folgen der intensiven Landwirtschaft sind deutlich erkennbar. Mit zum Teil teuren, aufwendigen Reinigungsstufen sorgen die Wasserversorger dafür, dass sich das Nitratproblem des Grundwassers nicht auf das Trinkwasser überträgt. Wenn es nötig wird, vermischen die Wasserversorger stark belastetes Grundwasser mit unbelastetem Wasser und stellen so die Trinkwasserqualität sicher.<sup>45</sup> Eine solche Aufbereitung kann im Extremfall pro Kubikmeter Wasser rund einen Euro mehr für die Verbraucher auf der Wasserrechnung bedeuten.<sup>46</sup> Die Kosten für einen Zweipersonenhaushalt mit 80 Kubikmetern Wasserverbrauch erhöhen sich in dem Fall von durchschnittlich 95 Euro pro Jahr auf etwa 140 Euro. Auch wenn die höheren Aufwendungen für die Senkung der Nitratkonzentration nicht der alleinige Grund ist, sind dennoch die Kosten pro Haushalt für die Trinkwasserversorgung in Deutschland binnen zehn Jahren (zwischen 2009 und 2019) um 24,2 Prozent gestiegen (siehe Abbildung 10).

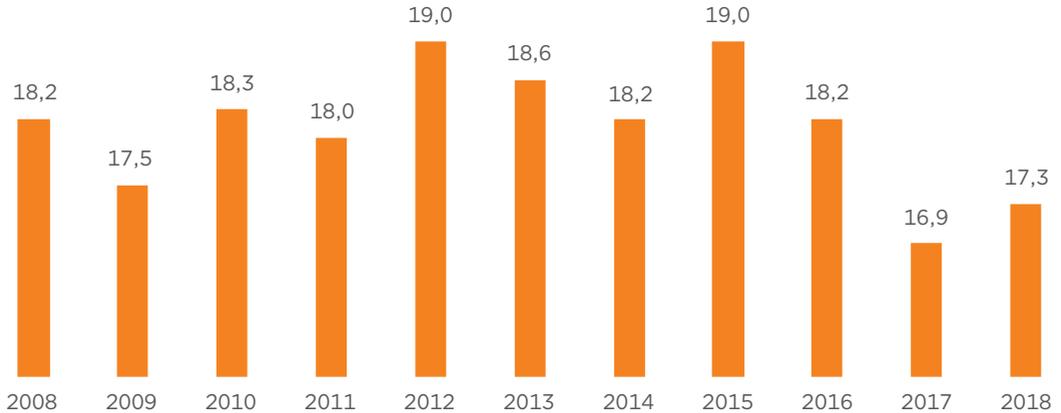


44 Vgl. DVGW et al. (2019).

45 Vgl. UBA (2018c).

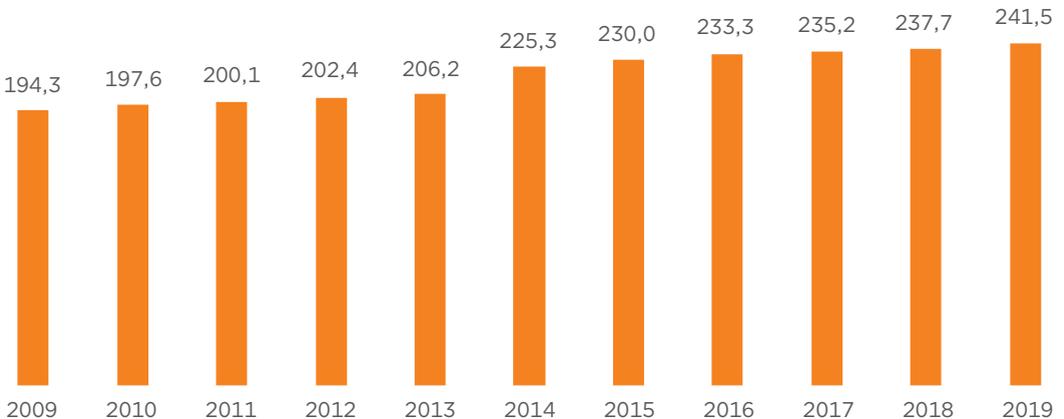
46 Vgl. UBA (2020a).

**Abbildung 9: Anteil der Grundwassermessstellen, an denen die Nitratkonzentration überschritten wird**  
in Prozent



Quelle: Umweltbundesamt

**Abbildung 10: Kosten für die Trinkwasserversorgung privater Haushalte in Deutschland**  
in Euro



Quelle: Destatis

Zwar ist Deutschland nicht das einzige Land in der EU mit einer zu hohen Nitratbelastung im Wasser, doch andere EU-Staaten schafften es deutlich schneller, die Vorgaben der EU-Nitratverordnung zu erfüllen: Frankreich, die Niederlande und Dänemark brachten ihre intensive Landwirtschaft auf EU-konformen Kurs – teils mit drastischen Maßnahmen.<sup>47</sup> Die Niederlande zwangen die Bauern, ihre Tierbestände abzubauen. In Deutschland hingegen nimmt die Massentierhaltung seit Jahren immer weiter zu, insbesondere in manchen niedersächsischen Regionen.

### 3.1.2 Mikroorganismen

Mikroorganismen im Trinkwasser waren über Jahrhunderte ein massives Problem der Menschheit. An Typhus, Ruhr und Cholera starben Millionen Menschen. Bis heute kommt es immer wieder zu lokalen Ausbrüchen – allerdings vornehmlich in Schwellen- und Entwicklungsländern, wo Trink- und Abwassersysteme nicht strikt voneinander getrennt sind. Aufgrund der hohen Hygienestandards in Deutschland treten diese Krankheiten hierzulande höchst selten auf und lassen sich, wenn sie auftreten sollten, schnell eingrenzen und eindämmen. Doch auch das deutsche Trinkwasser ist nicht keimfrei und enthält Mikroorganismen. In der nach Aufbereitung in den Wasserwerken verbleibenden Konzentration sind sie jedoch ungefährlich für die menschliche Gesundheit. Um die Qualität zu sichern, schreiben das Infektionsschutzgesetz (IfSG) und die Trinkwasserverordnung (TrinkwV) eine strenge Trennung der Wassersysteme (Trinkwasser/Abwasser) sowie eine entsprechende mikrobiologische Überwachung vor.<sup>48</sup>

Eine Kontrolle der Vermehrung von Mikroorganismen in der Hausinstallation und angeschlossenen Geräten ist relativ aufwändig.<sup>49</sup> So reicht es manchmal schon, dass Trinkwasser über einen längeren Zeitraum in den Leitungen steht, um unter bestimmten Bedingungen wie einer leicht erhöhten Temperatur im Mauerwerk oder anderer externer Wärmequellen ein Wachstum von Mikroorganismen und die Bildung von Zellkulturen und Biofilmen zu fördern. Diese gelten als Brutstätte für Bakterien und Keime im Trinkwasser, da sie ideale Bedingungen für das Wachstum der Erreger bilden. Mikroorganismen aus solchen Stagnationsbereichen können zudem in regelmäßig genutzte und damit eigentlich unbelastete Leitungsabschnitte vordringen und bilden eine latente Infektionsgefahr. Auch eine Kontamination gegen die Fließrichtung ist möglich. Solche Keime können vor allem bei älteren oder gesundheitlich vorbelasteten Menschen schwere Erkrankungen auslösen.

In den vergangenen Jahren kamen zu der Vielzahl bekannter Krankheitserreger, die mit dem Trinkwasser in den menschlichen Körper gelangen können – wie Salmonellen, Legionellen oder Shigellen – eine Reihe zusätzlicher Erreger hinzu, zum Beispiel *Campylobacter*, EHEC-Bakterien (enterohämorrhagische *Escherichia coli*) und Noroviren.<sup>50</sup>

47 Vgl. Berschens (2019).

48 Vgl. UBA (2019a).

49 Vgl. Botzenhart (1996).

50 Vgl. UBA (2019a).

Sie gelangen meist aus menschlichen oder tierischen Fäkalien in die Wasserumgebung. Diese Fäkalien enthalten – neben Krankheitserregern – in der Regel eine größere Menge von *Escherichia coli* und anderen harmlosen Bakterien. Deshalb genügt es bei der routinemäßigen Überwachung der Trinkwasserqualität, nach diesen typisch fäkalen Organismen, also *Escherichia coli* oder Enterokokken in den Wasserproben zu suchen. Diese Bakterien nennt man deshalb „Anzeige- oder Indikatororganismen“. Falls beispielsweise in 100 Millilitern einer Wasserprobe das Bakterium *Escherichia coli* nicht nachweisbar ist, zeigt dies laut Umweltbundesamt, dass potenziell gefährliche Mikroorganismen nicht in Konzentrationen vorhanden sind, die eine Erkrankung auslösen könnten.

In Deutschland wird durch Bestimmung der Koloniezahl oder „Gesamtkeimzahl“ (Richtwert: 100/ml) seit Robert Koch auch ein nicht fäkalspezifischer Indikator für die bakteriologische Wirksamkeit der Filtration bei der Wassergewinnung und für die Wiederverkeimung des Wassers bei der Verteilung bestimmt. Der Mediziner Robert Koch hatte Ende des 19. Jahrhunderts während der Choleraepidemie in Hamburg festgestellt, dass, immer wenn die Koloniezahlen unter dem Wert von 100/ml lagen, es zu keiner Epidemie kam.<sup>51</sup>

Dabei können solche Koloniezahlen im Wasser stark schwanken. Gründe sind mitunter Witterungsveränderungen, aber auch Rohrbrüche, die Verwendung ungeeigneter Materialien oder Reinigungsmittel für Rohre oder Behälter, die Bakterien als Nährstoffquelle dienen. Auch zu früh verlegte Hausanschlüsse, die nicht genutzt werden, ein zu geringer Wasserdurchfluss oder ein zu großer Rohrquerschnitt und damit zu geringe Fließgeschwindigkeiten des Wassers können eine Schwankungsursache sein.<sup>52</sup>

Neben den bereits genannten Mikroorganismen kann eine Belastung des Trinkwassers auch noch unter biologischen und epidemiologischen Gesichtspunkten durch die folgenden Mikroorganismen erfolgen:<sup>53</sup>

- ⊙ **Viren:** Enterale Viren, wie das Polio-Virus oder das Hepatitis-A-Virus, sind in Oberflächen- oder Grundwasser viele Monate lang lebensfähig und finden sich zeitweise in großer Menge im Abwasser und in Oberflächengewässern. Quelle ist die Verunreinigung des Rohwassers mit Fäkalien bei ungenügender Aufbereitung und Desinfektion.
- ⊙ **Protozoen:** Eine hohe Resistenz gegen Desinfektionsverfahren haben die einzelligen Darmparasiten *Giardia lamblia* und *Cryptosporidium parvum*. Die Erreger gelangen vor allem mit den Ausscheidungen von Wildtieren oder Haustieren, bei denen die Erkrankung recht häufig ist, in die Gewässer. Auch eine Chlorung des Wassers kann die Erreger nicht abtöten. Die Bedeutung der *Cryptosporidien* als Krankheitserreger beim Menschen ist erst in den letzten Jahren erkannt worden.

51 Vgl. Schoenen et al. (2001).

52 Vgl. Wricke / Korth (2016).

53 Vgl. Botzenhart (1996).

- **Legionella pneumophila:** Legionellen sind vermutlich die derzeit häufigsten Erreger von wasserbedingten Infektionen und Todesfällen (siehe Kapitel 3.1.3).
- **Pseudomonas aeruginosa:** Pseudomonas aeruginosa ist vor allem im Krankenhaus als Erreger von Infektionen, besonders der Harn- und Atemwege und von Wunden, bekannt, außerhalb des Krankenhauses als Ursache der Otitis externa oder der Whirlpool-Dermatitis. Bei beiden Erkrankungen wird dem Erreger der Weg durch die Mazeration der Haut nach langer Durchfeuchtung gebahnt. Der Keim ist sonst wenig invasiv und deshalb für Gesunde von geringer Bedeutung. Viele Krankenhausinfektionen werden zudem durch methicillinresistente „Staphylococcus aureus“-Stämme – kurz MRSA – verursacht. Staphylokokken sind häufig vorkommende Bakterien, die insbesondere die Haut und Schleimhäute besiedeln. Seit Mitte der 90er Jahre treten Infektionen mit MRSA auch außerhalb von Krankenhäusern und bei Nutztieren auf.<sup>54</sup>
- **Mykobakterien:** Im Gegensatz zum Mykobakterium (*M.*) tuberculosis und *M. leprae* kommen die sogenannten „atypischen“ Mykobakterien in der freien Natur vor und sind häufig in Wasser, Boden und an Pflanzen zu finden, zum Beispiel auch das *M. avium-intracellulare*. Sie können Leitungen und Behälter für Leitungswasser oder auch destilliertes Wasser besiedeln und bilden unter Umständen einen großen Anteil der Mikroorganismen in wandständigen Biofilmen.

### 3.1.3 Legionellen

Bedeutende Krankheitserreger im Trinkwasser sind Legionellen, die Menschen über Wassertröpfchen (Aerosole) gefährden können. Die bedeutsamste Art dieser stäbchenförmigen Bakterien ist die *Legionella pneumophila*, der häufigste Erreger der Legionellose (auch Legionärskrankheit genannt). Obwohl sie seit 1976 bekannt ist und seitdem intensiv erforscht wird, lassen sich Ausbrüche von Legionellosen bis heute nicht verhindern. Die Keime können sich bei idealen Bedingungen in den Warm- und Heißwassersystemen von Duschen, Wasserhähnen, Whirlpools oder Klimaanlageanlagen exponentiell vermehren – oder auch im Kaltwasser bei einer Fremderwärmung. Beim Einatmen von Sprühnebel kann es bei Menschen zu schweren Lungenentzündungen kommen.<sup>55</sup> Eine solche Legionellen-Pneumonie verläuft in etwa 10 bis 15 Prozent der Fälle tödlich und ist klinisch nicht von anderen Formen der Lungenentzündung zu unterscheiden.<sup>56</sup> Das Robert Koch Institut (RKI) weist für 2018 gut 1.400 gemeldete Legionellosefälle aus, bei steigender Tendenz (2019: 1543).<sup>57</sup> Das entspricht einer Meldeinzidenz von 1,9 Erkrankungen je 100.000 Einwohner – eine Verdoppelung innerhalb von fünf Jahren.<sup>58</sup> Ähnliche Zahlen weist das Europäische Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC) aus. Während in Deutschland im Jahr 2011 erst 635 Legionellosefälle gemeldet wurden, waren es 2018 bereits 1.442.<sup>59</sup> Studien zufolge sind viele Fälle explizit

54 Vgl. BMG (2021)

55 Vgl. Wagner (2002).

56 Vgl. WHO (2012).

57 Vgl. RKI (2019a).

58 Vgl. RKI (2020b).

59 Vgl. ECDC (2020).

auf Aufenthalte in Kliniken zurückzuführen.<sup>60</sup> Für Europa wurde die Zahl der bestätigten Legionellosefälle im Jahr 2011 mit 4.921 angegeben, während es im Jahr 2018 bereits 11.343 waren. Sowohl in Deutschland als auch in Europa haben sich die Infektionszahlen demnach im Betrachtungszeitraum verdoppelt.

Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass es vermutlich eine hohe Dunkelziffer gibt:<sup>61</sup> Viele Lungenentzündungen beispielsweise werden schnell mit Antibiotika behandelt und nicht auf Legionellose getestet.<sup>62</sup> Ob die Erkrankung auf eine mangelnde Wasserhygiene zurückgeführt werden kann, bleibt dadurch im Unklaren. Schätzungen des Kompetenznetzwerkes für ambulant erworbene Pneumonien (Capnetz) gehen in Deutschland von mindestens 15.000 bis 30.000 Fällen pro Jahr aus.<sup>63</sup> Die Sterblichkeitsrate liegt nach dessen Berechnungen zwischen 4,5 und 10 Prozent. Besonders gefährdet sind ältere Menschen über 60 Jahre, bei denen oft Vorschädigungen oder spezifische Grundleiden wie zum Beispiel Diabetes mellitus vorliegen. Weitere Risikogruppen sind Personen, die unter immunsupprimierter Therapie stehen oder an chronischen Lungenerkrankungen leiden. Darüber hinaus birgt auch übermäßiger Tabak- und Alkoholkonsum ein erhöhtes Erkrankungsrisiko. Erkrankungen treten fast ausschließlich bei Erwachsenen auf, Männer sind doppelt so häufig betroffen wie Frauen.<sup>64</sup>

Die tatsächliche Inzidenz von Legionellosen, die nicht mit einem Krankenhausaufenthalt in Zusammenhang stehen, wird auf etwa 18 bis 36 Erkrankungen pro 100.000 Einwohner geschätzt.<sup>65</sup> Zusätzlich erkrankt die 10- bis 100-fache Anzahl von Personen am grippeähnlichen Pontiac-Fieber. Das Maximum der Erkrankungen findet sich in den Sommer- und Herbstmonaten. Allgemein höhere Wassertemperaturen, die das Wachstum der Legionellen begünstigen, sowie feuchtwarmes Wetter werden als Ursachen dafür angesehen.<sup>66</sup>

Mit dem größeren Anteil älterer Menschen an der Gesamtbevölkerung in den kommenden Jahrzehnten dürfte auch die Zahl an Legionellosen steigen.<sup>67</sup> Bis zum Jahr 2050 könnte es daher bis zu 60.000 zusätzliche Pneumonien in Deutschland geben. Mit durchschnittlich knapp 75 Prozent finden die meisten Infektionen im privaten und beruflichen Umfeld statt. Erkrankungsfälle in Krankenhäusern oder Pflegeeinrichtungen machen mit jeweils unter 5 Prozent dagegen nur einen kleineren Teil aus. Etwa jede fünfte Infektion erfolgt im Urlaub.<sup>68</sup> Auch wenn die Erkrankungen im Krankenhaus und in Pflegeheimen mittlerweile nur einen vergleichsweise kleinen Anteil ausmachen, sei darauf hingewiesen, dass es sich hierbei um besonders vulnerable Patientengruppen handelt, bei denen es oftmals zu besonders schweren bis tödlichen Krankheitsverläufen kommt.

Im Zuge der Coronapandemie könnte es wegen der zeitweisen Schließung von Hotels, Fitness-Studios, Altenheimen oder Schwimmbädern zu einem vermehrten Auftreten von Legionellosen gekommen sein, sollten Trinkwasser über einen längeren Zeitraum in den Leitungen stagniert und die Betreiber nach dem Wiedereröffnen nicht die notwendigen

60 Vgl. Hentschel (2011).

61 Vgl. Löwe (2019).

62 Vgl. Experteninterview mit Arnd Bürschgens.

63 Vgl. von Baum et al. (2008).

64 Vgl. RKI (2005).

65 Vgl. von Baum et al. (2008).

66 Vgl. RKI (2015).

67 Vgl. Ewig et al. (2009).

68 Vgl. RKI (2005).

Hygiene- und Schutzmaßnahmen getroffen haben.<sup>69</sup> Das RKI hat zwar nach Ende des ersten Lockdowns und der Wiederaufnahme der Reisetätigkeit vieler Menschen im Jahr 2020 einen Anstieg der reiseassoziierten Fälle registriert – allerdings nicht über das Niveau des Vorjahres hinaus.

Um das Wachstum der Legionellen unter Kontrolle zu halten, empfiehlt das RKI grundsätzlich nicht nur in Hotels und Altenheimen, sondern auch in Mehrfamilienhäusern eine regelmäßige Wartung, die Anpassung der Warmwassertemperatur auf 60 Grad Celsius im Trinkwassererwärmer sowie die Analyse des technischen und hygienischen Zustands der Trinkwasserleitungen. Zielwert bzw. „technischer Maßnahmewert“ (TMW) ist eine Legionellenkonzentration von unter 100 KBE (koloniebildende Einheiten) je 100 ml.<sup>70</sup>

Dabei sind in Deutschland laut Trinkwasserverordnung die Inhaber einer Wassergewinnungsanlage oder Wasserversorgungsanlage (Trinkwasserinstallation) oder sonstige Unternehmer verpflichtet, eine Überschreitung des TMW an das zuständige Gesundheitsamt zu melden und Gegenmaßnahmen einzuleiten, die zum Gesundheitsschutz der Verbraucher erforderlich sind.<sup>71</sup> Die Gesetzgebung in Deutschland sieht daher vor, dass alle relevanten Warmwassersysteme regelmäßig auf das Vorkommen von Legionellen hin untersucht werden.



69 Vgl. RKI (2020a).

70 Vgl. RKI (2016).

71 Vgl. BMG (2020a).

Der Temperaturbereich zwischen 25 und 50 Grad Celsius gilt als optimales Lebensumfeld für Legionellen.<sup>72</sup> Ab 55 Grad Celsius ist eine Vermehrung kaum noch möglich. Allerdings weist eine Studie des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung nach, dass sich der Erreger *Legionella pneumophila* in Ausnahmefällen auch noch zwischen 50 und 60 Grad Celsius vermehrt.<sup>73</sup> Bislang war die Wissenschaft von einem Legionellenwachstum bis zu 42 Grad Celsius, maximal bis 45 Grad Celsius ausgegangen. Aus diesem Befund lässt sich jedoch nach dem gegenwärtigen Erkenntnisstand keine zusätzliche Gefährdung für den Menschen ableiten.

Im Zuge von Energiesparmaßnahmen mit Blick auf die Klimaerwärmung könnte es allerdings künftig zu einem Zielkonflikt mit den hygienischen Anforderungen an das Trinkwasser in Gebäuden kommen (siehe Kapitel 3.2). Schon jetzt macht die Warmwasserbereitung zwischen 10 und 15 Prozent des privaten Energieverbrauchs aus. Sollten höhere Temperaturen notwendig sein, um Legionellen abzutöten, steigt zwangsläufig der Energieeinsatz. Das Umweltbundesamt empfiehlt daher, sich bei Energieeinsparmaßnahmen darauf zu konzentrieren, Wärmeverluste bei der Erzeugung, Speicherung und Verteilung des Warmwassers möglichst gering zu halten.<sup>74</sup>

Erst ab einer Temperatur von 27 Grad Celsius und der Stagnation des Wassers in der Leitung nimmt die Zahl der Legionellen langsam zu, ab 30 Grad Celsius sogar deutlich, wenn zudem die Umgebungsverhältnisse wie eine starke Biofilmbildung aus Sicht der Bakterien „günstig“ ist.<sup>75</sup> Untersuchungen nach Legionellenausbrüchen zeigen jedoch, dass dies nur Annäherungswerte sind. Unter für sie günstigen Umständen vermehren sich Legionellen auch in Kaltwasserbereichen.<sup>76</sup>

### 3.1.4 Anthropogene Spurenstoffe

Zunehmend zum Problem werden Rückstände von Medikamenten, Kosmetikprodukten, Reinigungs- und Pflanzenschutzmitteln, die im Bereich von Mikro- oder auch Nanogramm im Trinkwasser nachweisbar sind.<sup>77</sup> Diese Chemikalien lassen sich in herkömmlichen Klärwerken kaum zurückhalten. Vor 20 Jahren ist diesem Problem noch wenig Beachtung geschenkt worden und bislang sind diese vom Menschen geschaffenen (anthropogenen) Spurenstoffe nicht in solchen Konzentrationen aufgetreten, dass sie die Gesundheit eines Menschen unmittelbar bedrohen. Doch Langzeitfolgen sind nicht auszuschließen, die Zahl dieser Schadstoffe nimmt zu und damit auch das Potenzial gefährlicher Wechselwirkungen: Nur selten lassen sich angesichts der geringen Mengen gesundheitliche Schäden auf nur eine einzelne Ursache zurückführen. Die Tier- und Pflanzenwelt reagiert allerdings schon auf minimale Veränderungen der Wasserqualität.

72 Vgl. Maier (2004).

73 Vgl. Lesnik et al. (2016).

74 Vgl. UBA (2011).

75 Vgl. Korth / Petzoldt (2020).

76 Vgl. Hornei et al. (2021).

77 Vgl. DWA (2015).

Auf Initiative des Bundesumweltministeriums haben sich daher im Jahr 2019 Unternehmen, Umweltverbände, die Wasserwirtschaft sowie Länder und Kommunen auf neue Maßnahmen zur Verringerung von Spurenstoffen in Gewässern verständigt.<sup>78</sup> Vor allem die kommunalen Versorger drängen auf Maßnahmen, den Eintrag dieser Stoffe in die Gewässer zu minimieren, wenn nicht sogar zu vermeiden. Sie haben den Auftrag, Trinkwasser zu liefern, das bedenkenlos ein Leben lang ohne Einschränkungen getrunken werden kann. Bestimmte Spurenstoffe lassen sich aber mit den derzeit üblichen Aufbereitungstechniken nicht restlos entfernen und werden daher über das Trinkwasser vom Menschen aufgenommen. Ebenso zeigt sich der Interessensverband VKU skeptisch, ob es den kommunalen Kläranlagen zukünftig gelingen wird, solche Stoffe herauszufiltern.<sup>79</sup> Sie sind weder dafür ausgelegt noch stünden unter Umständen künftig umfassend wirksame Reinigungsverfahren zur Verfügung. Auch eine vierte Reinigungsstufe mit erheblichem Energie- und Ressourceneinsatz in den kommunalen Kläranlagen ändert daran nichts. Schwer abbaubare Stoffe sollten durch weniger gefährliche Substanzen ersetzt oder zumindest in ihren Einsatzmöglichkeiten beschränkt werden.

Das Problem der Wasserversorger lässt sich gut am Beispiel der jodierten Röntgenkontrastmittel zeigen: Der menschliche Körper kann diese nicht aufnehmen und scheidet sie daher nach der medizinischen Untersuchung unverändert aus.<sup>80</sup> Kläranlagen können diese Substanz jedoch kaum ausfiltern. Sie gelangt in die Gewässer, wo sie lange verbleibt und häufig nachgewiesen wird. Die Gewinnung von Trinkwasser wird dadurch aufwendiger. Bislang gibt es allerdings noch keinen Nachweis über die Umweltschädlichkeit dieser Kontrastmittel.

Für Gesellschaft, Politik und Wirtschaft stellt sich auch eine Abwägungsfrage: Einem hohen medizinischen Nutzen steht die chemische Belastung einer lebenswichtigen Ressource gegenüber. Die Bundesregierung hat sich daher zum Ziel gesetzt, über die Produktwahl, die Herstellung und die Anwendung den Eintrag von Röntgenkontrastmitteln ins Abwasser zu reduzieren, damit diese nicht mithilfe von aufwendigen und kostenintensiven Technologien nachträglich entfernt werden müssen.<sup>81</sup> Die Versorger fordern zudem, bereits im Zulassungsverfahren von Bioziden, Pestiziden oder auch Arzneimitteln die Auswirkungen der Wirkstoffe auf Umwelt und Gewässer zu berücksichtigen. Mit der Überarbeitung ihrer Trinkwasserrichtlinie nimmt die EU-Kommission zudem Umwelthormone stärker ins Visier. Diese finden sich in Weichmachern von Plastik und gelangen darüber ins Wasser. Schadstoffe wie Bisphenol A werden für die Zerstörung des Zahnschmelzes bei Kindern verantwortlich gemacht.<sup>82</sup>

Bislang werden Schadstoffwerte durch das Vermischen mit sauberem Wasser gesenkt. Auch das ist auf Dauer aufwändig sowie teuer – und nicht zielführend. Eine Studie der Weltbank kommt ebenfalls zu dem Fazit, dass es am besten sei, unerwünschte Stoffe aus dem Wasserkreislauf ganz fernzuhalten.<sup>83</sup>

---

78 Vgl. BMU (2019a).

79 Vgl. VKU (2020).

80 Vgl. Zwiener (2006).

81 Vgl. BMU (2019b).

82 Vgl. Europäischer Rat (2020).

83 Vgl. Gassmann (2019).

### 3.1.5 Schwermetalle

Einen Einfluss auf die Trinkwasserqualität haben des Weiteren die in den Häusern verbauten Leitungen und Anschlüsse. Auf der sogenannten „letzten Meile“ bei der Wasserversorgung kann es zu Einträgen von Schwermetallen ins Trinkwasser kommen. In einer Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB) aus dem Jahr 2015 zeigt sich, dass in mehreren Haushalten die Grenzwerte von Blei, Zink, Nickel und Kupfer überschritten wurden.<sup>84</sup> Diese Schwermetalle werden hauptsächlich aus den Hausleitungen und Armaturen in das Trinkwasser ausgeschwemmt, wenn das Material mit dem Wasser reagiert. Aus den verlegten Kupferrohren oder verzinkten Rohren – teilweise auch immer noch Bleirohre oder verzinkte Rohre mit Cadmiumanteil – können sich Spuren dieser Schwermetalle lösen und die Trinkwasserqualität sowie den Geschmack beeinflussen. Verantwortlich dafür sind in der Regel hohe Stagnationszeiten, das nicht passende Rohrleitungsmaterial zur vorliegenden Wasserqualität, ein falscher Einsatz von Desinfektionsmitteln oder nicht zugelassene Materialien.<sup>85</sup> Mittlerweile hat sich die Wasserqualität diesbezüglich aber bereits deutlich verbessert: Regelmäßige Wasserproben in jüngster Zeit zeigen, dass die Grenzwerte bei Messungen verschiedener Schwermetalle zu 99,6 bis 100 Prozent eingehalten werden – dennoch gibt es aber immer wieder negative Einzelfälle.<sup>86</sup>

Insbesondere Blei ist ein Problem für die menschliche Gesundheit.<sup>87</sup> Dabei geht es vor allem um die schleichende Belastung durch die regelmäßige Aufnahme kleiner Bleimengen, die unerkannt bleibt. Sie beeinträchtigt die Blutbildung und Intelligenzentwicklung bei Ungeborenen, Säuglingen und Kleinkindern. Besonders empfindlich auf Blei reagiert das kindliche Nervensystem. Bei Erwachsenen wird Blei ausgeschieden oder in den Knochen eingelagert. Es kann von dort aber während Phasen erhöhten Stoffwechsels (beispielsweise während der Schwangerschaft) wieder ins Blut gelangen. Dies erklärt, warum neben Ungeborenen und Kleinkindern auch junge Frauen und Schwangere besonders vor einer Aufnahme von Blei geschützt werden müssen.

Seit dem 1. Dezember 2013 liegt der Grenzwert für Blei im Trinkwasser bei zehn Mikrogramm pro Liter. Der Bleigrenzwert wurde über 15 Jahre schrittweise von 45 Mikrogramm pro Liter bis auf den jetzt gültigen Grenzwert von zehn Mikrogramm pro Liter abgesenkt. Die Weltgesundheitsorganisation WHO will die Konzentration weiter senken. Aus ihrer Sicht ist Blei ein eindeutig gesundheitsgefährdender Stoff, und zwar einer der wenigen Schadstoffe, die sich über das Trinkwasser direkt auf die Gesundheit des Menschen auswirken. Die EU-Kommission hat schon Anfang 2018 in ihrer Wasserrichtlinie vorgeschlagen, den zulässigen Wert von zehn auf fünf Mikrogramm pro Liter zu senken. Um Hauseigentümer nicht zu überlasten, ist eine Übergangsfrist von 15 Jahren vorgesehen.<sup>88</sup> Die Wasserwirtschaft sperrt sich nicht gegen schärfere Vorgaben, fordert nur eine einheitliche Regelung für ganz Europa. Dennoch stieß der Vorschlag auf Widerstand

84 Vgl. Fraunhofer IGB (2015).

85 Vgl. UBA (2008).

86 Vgl. BMG / UBA (2021).

87 Vgl. UBA (2018d).

88 Siehe dazu die EU-Richtlinie 2020/2184 vom 16. Dezember 2020 zur Qualität des Trinkwassers (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32020L2184>).

einiger Mitgliedstaaten, die am derzeitigen Grenzwert von zehn Mikrogramm pro Liter festhalten wollen. Sie fürchten einen zu hohen Aufwand für Altbauten, in denen die Blei- rohre komplett ausgetauscht werden müssten.

Denn Überschreitungen der Grenzwerte bei Blei sind meist ein Indiz für Bleileitungen in der Trinkwasserinstallation.<sup>89</sup> Bis 1973 wurden diese noch in Häusern verbaut, seitdem sind sie verboten. Da Bleileitungen sehr haltbar sind und eine komplette Erneuerung sehr kostspielig ist, haben viele Hauseigentümer die vollständige Erneuerung der Trinkwasserleitungen immer wieder hinausgezögert. Praktisch frei von Bleirohren ist der gesamte süddeutsche Raum, weil dort schon seit mehr als hundert Jahren keine Rohre mehr aus dem Weichmetall verlegt wurden. Probleme tauchen vor allem auf, wenn das Wasser längere Zeit (wie über Nacht) in Bleirohren gestanden hat. Auch Armaturen, die nicht die allgemein anerkannten Regeln der Technik erfüllen und Nickel- und Blei- bestandteile enthalten, sind für höhere Werte verantwortlich. Sie wurden häufig selbst von den Wohnungseigentümern oder -mietern eingebaut und nicht von entsprechenden Fachbetrieben. Problematisch sind ebenfalls Kupfer und Cadmium.<sup>90</sup>

Eine Lösung dieses Problems stellt der Einbau alternativer Materialien wie Kunststoffe, Edelstahl oder Kupfer dar.<sup>91</sup> Trinkwasserleitungen müssen aber zur Wasserzusammensetzung vor Ort passen, denn die chemischen oder korrosiven Eigenschaften des Wassers sind regional unterschiedlich. Das gilt insbesondere für Kupferrohre, die für eine erhöhte Kupferkonzentration bei saurem oder hartem Trinkwasser sorgen können.

### 3.1.6 Pestizide

Bei Pflanzenschutzmitteln muss der Gesetzgeber immer eine permanente Abwägung zwischen dem Nutzen der Substanzen und ihrer möglichen Schädigung von Flora und Fauna – und damit auch dem Menschen – treffen. Eine Gefahr für die Trinkwasserqualität geht dabei nicht nur von Pestiziden aus – chemische oder auch biologische Produkte im Pflanzenschutzbereich<sup>92</sup> – sondern auch von Bioziden, die im nicht agrarischen Bereich eingesetzt werden. Dazu gehören beispielsweise Holzschutzmittel, Insektensprays, Ameisengift oder Ratten- und Mäusebekämpfungsmittel, aber auch antibakterielle Haushaltsreiniger.<sup>93</sup>

Im Jahr 2019 lag der Pestizidabsatz in Deutschland bei knapp 27.500 Tonnen, ohne die ausschließlich im Vorratsschutz eingesetzten inerten Gase (siehe Abbildung 11). Herbizide mit 50,8 Prozent und Fungizide mit 37,2 Prozent hatten daran den größten Anteil. Auffällig ist, dass innerhalb der vergangenen 25 Jahre der Absatz – von wenigen Ausreißern nach oben und unten abgesehen – nahezu gleichgeblieben ist.

89 Vgl. DVGW (2019).

90 Vgl. UBA (2015).

91 Vgl. DVGW (2019).

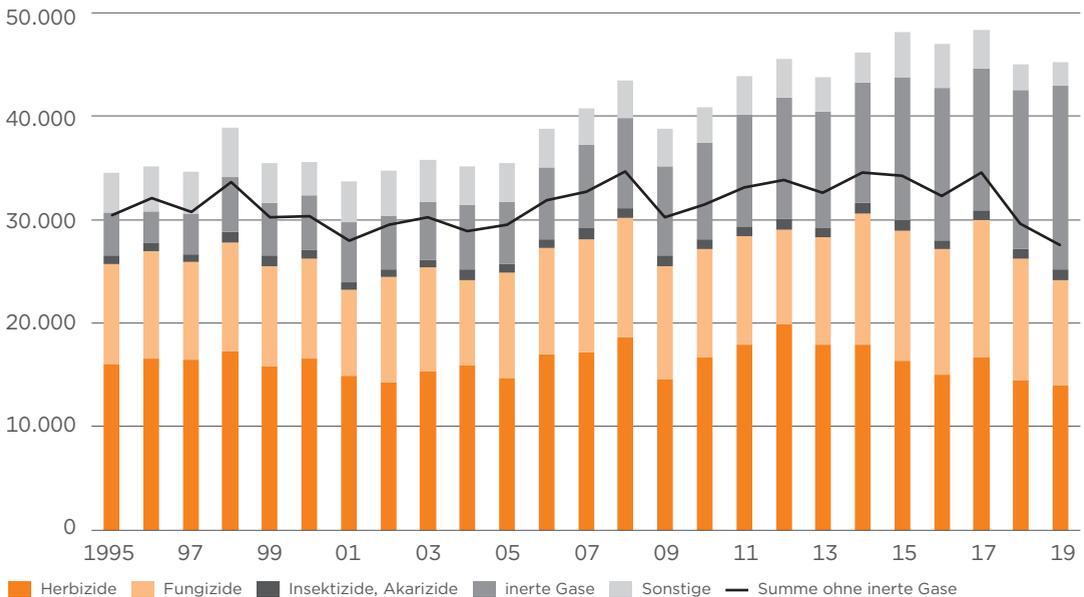
92 Schutz vor unerwünschten Pflanzen (Herbizide), vor Tieren wie Insekten oder Nagetieren (Insektizide) oder vor Krankheiten wie Pilzbefall (Fungizide).

93 Vgl. BMU (2020a).

Die Pestizide können beispielsweise über den Regen von den Feldern in Gewässer, Flüsse oder Seen sowie das Grundwasser gespült werden. Damit gelangen sie unter Umständen in das Trinkwasser.

Zwischen 2013 und 2016 überschritten etwa 3,8 Prozent der Proben im oberflächennahen Grundwasser den jeweiligen gesetzlichen Grenzwert von 0,1 Mikrogramm pro Liter bei mindestens einem Wirkstoff.<sup>94</sup> Im Zeitverlauf ist dabei ein Rückgang der Grundwasserbelastungen zu beobachten, der vor allem auf abnehmende Fundhäufigkeiten von Atrazin, Desethylatrazin und einigen wenigen anderen Wirkstoffen sowie deren Metaboliten (Abbauprodukte) zurückzuführen ist. Die Anwendung dieser Mittel ist bereits seit Jahren oder sogar Jahrzehnten verboten. Grundsätzlich werden moderne Pflanzenschutzmittel deutlich seltener im Grundwasser aufgefunden als ältere. Eine Grundwasserbelastung mit Pestiziden ist freilich kein rein deutsches Problem. Auch in europäischen Flüssen und Seen wurden in Analysen – 180 Pestiziden wurden berücksichtigt – bei 5 bis 15 Prozent der Messstellen die Umweltqualitätsstandards für Herbizide und bei drei bis acht Prozent die Standards für Insektizide überschritten.<sup>95</sup> Im Grundwasser betragen die Überschreitungen sieben Prozent für Herbizide und weniger als ein Prozent für Insektizide.

**Abbildung 11: Absatz von Pestiziden in Deutschland**  
in Tonnen



Quelle: Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit

94 Vgl. UBA (2020c).

95 Vgl. UBA (2020d).



### Wolf Merkel (DVGW)

Deutschland hat es geschafft, über die Jahrzehnte ein leistungsfähiges System der Wasserversorgung zu etablieren. Grundlage dafür sind drei Prinzipien: die kommunale Verantwortung im Sinne der Daseinsvorsorge, die technische Selbstverwaltung der Branche unter Federführung des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW), die ihre Regeln als anerkannte Regeln der Technik selbst entwickelt und damit den Staat entlastet, und drittens das sogenannte Multi-Barrieren-Prinzip, das den Ressourcenschutz, die Gewinnung, die Aufbereitung und den Transport des Trinkwassers sowie die Hausinstallation umfasst. Gleichzeitig haben die Versorger massiv in eine gut ausgebaute und vernetzte Infrastruktur investiert. Damit schaffen wir es, über 24 Stunden an sieben Tagen in der Woche rund ums Jahr alle Qualitätsparameter einzuhalten – und sogar weit zu übertreffen. Das wird uns von der EU bis hin zum Gesundheitsministerium immer wieder bestätigt. Zwar gibt es Einzelfälle, bei denen Grenzwerte überschritten werden – meistens bei Nitrat und einigen wenigen chemischen Substanzen – aber diese Fälle sind tatsächlich in den Griff zu kriegen.

Doch jetzt steht die Wasserwirtschaft vor neuen, großen Herausforderungen. Der Klimawandel mit seinen höheren Temperaturen und nachlassenden Niederschlägen beschäftigt uns immer stärker. In der Vergangenheit haben wir vor allem über die Qualität des Wassers diskutiert – die Wassermenge spielte kaum eine Rolle. Vielleicht mal regional bei einem heißen Sommer. Das hat sich in den vergangenen fünf Jahren geändert. Wir sehen, dass wir das Thema einer resilienten und robusten Infrastruktur neu angehen müssen.

Bislang war es die Wasserwirtschaft gewohnt, auf die klimatischen Zeitreihen der vergangenen 30 oder 50 Jahre zu blicken, vielleicht noch eine Bevölkerungsprognose dazuzugeben und daraus den Wasserbedarf abzuleiten. Der Klimawandel sorgt nun für eine deutlich höhere Dynamik. Um die Leistungsfähigkeit unserer Infrastruktur zu erhalten, müssen wir diese umbauen und an die neuen Gegebenheiten anpassen. Das umfasst die Rohre für den Wassertransport, die Speicher bis hin zu den Talsperren und die Versorgungsleitungen in den Städten. Vieles davon ist in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts neu gebaut worden und kommt langsam an das Ende der erwartbaren Lebensdauer, die je nach Material und Umgebung zwischen 50 und 70 Jahren liegt. Schon deshalb müssen wir unsere Anstrengungen, die Infrastruktur um- und auszubauen, unvermindert fortsetzen – und an der einen oder anderen Stelle noch etwas drauflegen.

Dabei wird man von Stadt zu Stadt und Landkreis zu Landkreis zu völlig anderen Entscheidungen und Infrastrukturmaßnahmen kommen. Wir werden Regionen sehen, die unter saisonalem Wassermangel leiden werden. In anderen Gebieten wird es im Winter mehr regnen und im Sommer deutlich weniger. Gibt es einen hohen Industrieanteil? Dann muss das Leitungsnetz vielleicht zurückgebaut werden, weil es die Unternehmen über die Jahre geschafft haben, den Primärverbrauch durch Optimierung der internen Kreisläufe zu minimieren. Viele wasserintensive Industrien sind zudem abgewandert. Dafür wird die Landwirtschaft je nach Standort in Zukunft mehr Wasser für die künstliche Bewässerung benötigen. Pauschale Aussagen für die Wasserversorgung ganz Deutschlands zu treffen, ist immer schwer – zu unterschiedlich ist die Ausgangslage.

Aber schon jetzt zeichnet sich ab, dass in Spitzenzeiten deutlich mehr Wasser gebraucht wird als in den Jahren zuvor. Das bringt in manchen Sommermonaten das Leitungsnetz an seine Kapazitätsgrenzen. Für die Bewältigung von Versorgungsspitzen ist es im Regelfall auf das 1,2- bis 1,5-fache des Durchschnittswerts ausgelegt. Die Sommermonate der letzten Jahre haben gezeigt, dass an manchen Tagen auch das Doppelte des Durchschnitts an Trinkwasser konsumiert wird. Das spricht für größer dimensionierte Leitungen und Speicher – wenn nicht in anderen Monaten deutlich weniger Wasser nachgefragt würde und der Durchschnittsverbrauch der Bevölkerung nicht ohnehin rückläufig wäre. In dieser Zeit wäre das Wasser deutlich länger in großdimensionierten Leitungen unterwegs, stünde dort manchmal sogar eine ganze Weile still – Qualitätsprobleme könnten die Folgen sein.

Wasserüberschuss und -mangel werden sich je nach Region stärker ausprägen. Schon gibt es in Ostdeutschland und in Teilen anderer Bundesländer einen signifikanten Rückgang der Niederschlagsmenge. Das führt zu einer verringerten Grundwasserneubildung und die Pegel der Talsperren und Flüsse sinken. Mit Blick auf den Klimawandel müssen wir die Lage neu analysieren: Wo droht Wassermangel, wo haben wir Überschüsse? Passt noch die Infrastruktur, die wir in Deutschland in den 60er bis 80er Jahren ausgebaut haben? Wir müssen neu denken – und dann neu planen und neu bauen.

Deshalb plant der DVGW, einen Masterplan für die Wasserversorgung der Zukunft zu entwickeln. Das Thema Infrastruktur spielt hier eine entsprechende Rolle. Was müssen wir in den nächsten zehn Jahren auf den Weg bringen, um eine sichere Trinkwasserversorgung zu gewährleisten? Die Wasserwirtschaft muss langfristig planen. Eine Talsperre hat eine Lebensdauer von 100 bis 150

Jahren. Dann wird sie instandgesetzt und hält bestenfalls noch Jahrhunderte. Und ein Neubau braucht 30 Jahre, bis er steht. Um die Kosten nicht ausufern zu lassen, achten wir jetzt schon darauf, dass bei der Instandhaltung die künftigen Anforderungen mitberücksichtigt werden: ein größerer Querschnitt der Leitungen, der Netzausbau, der Anschluss an das benachbarte Versorgungsgebiet und vieles mehr. Manche Versorger können solche Maßnahmen aus dem laufenden Cashflow bezahlen. Je nach Umfang der Infrastrukturmaßnahmen sollte man aber wie in den 60er oder 70er Jahren über eine Ko-Finanzierung mit Bund und Ländern nachdenken, um den Wasserpreis nicht zu stark zu treiben.

Die Belastung des Wassers mit Schadstoffen, insbesondere Nitrat, ist ein weiteres großes Thema, mit dem wir uns beschäftigen. Wir plädieren seit Jahren dafür, dass solche Stoffe gar nicht erst ins Wasser gelangen sollten. Zwar gibt es positive Anstrengungen sowohl von lokalen Wasserversorgern als auch von Landwirten – aber die Ergebnisse sind mager. Ein Blick über die Grenze nach Dänemark zeigt, wie es funktionieren kann: Dort gab es dieselbe Problemlage, eine ähnliche Struktur der Landwirtschaft und eine hohe Intensität der Bewirtschaftung. Vor zehn, 15 Jahren wurde begonnen, den Tierbestand zu verringern, weniger Gülle auszubringen und die Abstände zu den Gewässern zu vergrößern. Das Ergebnis: Eine drastische Reduktion der Stickstoff-Einträge und damit eine Verbesserung der Gewässerqualität. In der Bundesrepublik fehlt es dafür am politischen Willen – und die Lobby der Landwirtschaft ist europaweit und in Deutschland stark. Bei der gegenwärtigen Marktlogik, die den wirtschaftlichen Rahmen setzt, kommen der einzelne Landwirt und Wasserversorger schnell an ihre Grenzen. Deshalb müssen wir die Prioritäten in unserer Landwirtschaftspolitik neu sortieren. Sonst bleibt uns nur, Nitrat in der Wasseraufbereitung zu entfernen. Das ist jedoch ein ziemlich aufwendiges Verfahren und kostet viel Geld.

Das gilt auch für weitere chemische Substanzen. Zwar hat sich hier viel getan: Die Flüsse sind nicht mehr bunt, sondern klar, sie riechen und schäumen auch nicht mehr wie in den 1980er Jahren. Dennoch ist der Status nicht zufriedenstellend. Wir haben eine Vielzahl von Substanzen, die in ganz unterschiedlicher Art und Weise in die natürlichen Ökosysteme eingreifen und die wir bei der Wasseraufbereitung beachten müssen. Dass es so viele sind, hat viel mit unseren Lebensumständen zu tun: Die Bevölkerung altert und nimmt mehr Medikamente, der Lebensstandard ist insgesamt gestiegen und wird mit einem teils schrankenlosen Einsatz von Chemie erkaufte. Wird eine Substanz als gefährlich eingestuft, tauchen wenig später fünf andere mit der gleichen Wirkung auf. Auch wenn die Konzentrationen der meisten Substanzen so niedrig sind, dass

keine toxikologische Gefährdung des Menschen droht: Diese Chemikalien gehören nicht in die Umwelt, weil sie unsere Ökosysteme schädigen, das Wachstum von Fischen bremsen und in die natürlichen Abläufe eingreifen.

Um echte Fortschritte bei all diesen Problemfeldern der Wasserwirtschaft zu erzielen, bedarf es eines stabilen politischen Ordnungsrahmens. Bei der Zulassung von Chemikalien muss das Umweltverhalten gleich mitberücksichtigt, der Hersteller stärker in die Verantwortung für den kompletten Lebenszyklus seines Produktes genommen werden. Dieses Verursacherprinzip ist bereits gesetzlich verankert, jedoch fehlt es oft am politischen Willen, es anzuwenden.

In der Gesellschaft ist das Bewusstsein für Umweltthemen, Klimawandel und sauberes Trinkwasser längst angekommen. Die zuständigen Bundesministerien sollten das jetzt in politisches Handeln umsetzen und klare Regeln festschreiben. Der nächste heiße Sommer kann schon zum Prüfstein werden: Wenn das Wasser regional drei Monate lang tatsächlich knapp werden sollte – wer kriegt wieviel und wann? Hier ist die Politik gefragt, die Prioritäten für die Bedarfe zwischen Bevölkerung, Industrie und Landwirtschaft festzulegen. Bislang konnten die Wasserwirtschaftsbehörden alle zufriedenstellen, demnächst kommen sie an harten Entscheidungen nicht mehr vorbei. Dafür brauchen sie die geeigneten politischen Instrumente.

*Dr. Wolf Merkel ist hauptamtlicher Vorstand für das Ressort Wasser des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW).*

### 3.1.7 Medikamente

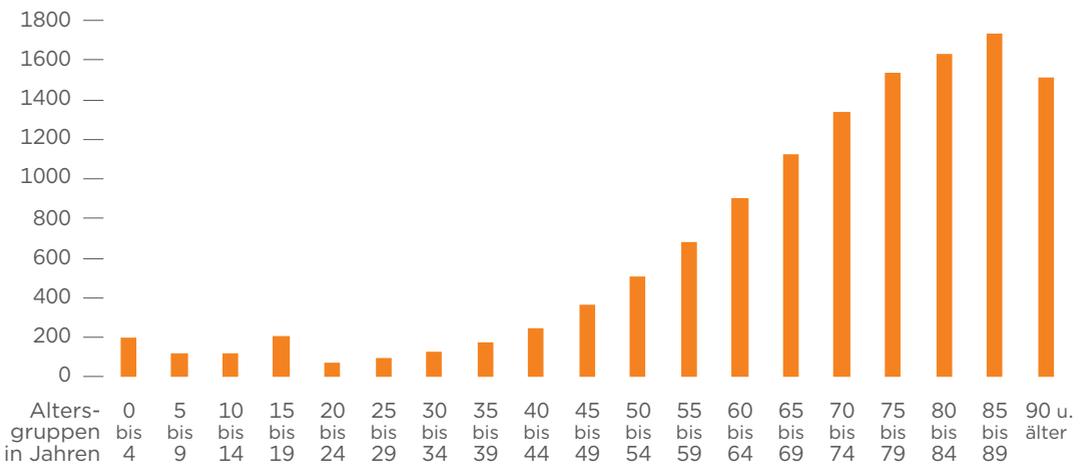
Der Fund von Medikamentenrückständen im deutschen Trinkwasser ist die Ausnahme. Die Konzentrationen, die nachgewiesen werden, sind mit 0,1 bis ein Mikrogramm pro Liter ( $\mu\text{g}/\text{l}$ ) sehr gering und nach derzeitigem Kenntnisstand für die Gesundheit des Menschen unbedenklich.<sup>96</sup> Dies ist insofern erstaunlich, da in Deutschland Jahr für Jahr über 30.000 Tonnen Arzneimittel mit über 2.300 Wirkstoffen verkauft werden.<sup>97</sup> Etwa die Hälfte dieser Substanzen ist als potenziell umweltrelevant einzustufen. Hinzu kommen rund 600 Wirkstoffe, die in der Tiermedizin zugelassen sind. Viele davon werden auch in der Humanmedizin verwendet.

96 Vgl. DVGW (2015).

97 Vgl. LfU (2020).

Dabei liegt es an der umfassenden toxikologischen Bewertung, mit der Arzneimittel für Menschen wie für Tiere entwickelt und zugelassen werden, dass sich nur geringe Spuren davon in den Gewässern wiederfinden. Außerdem gelingt es den Wasserversorgern derzeit noch, in den Klärwerken einen größeren Teil der Rückstände aus dem Oberflächen- oder Grundwasser so zu beseitigen, dass die Belastungen des Trinkwassers gering bleiben.

**Abbildung 12: Arzneimittelverbrauch pro Kopf von Versicherten der gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland nach Altersgruppe**  
Tagesdosen je Versicherten



Quelle: Wissenschaftliches Institut der AOK

In Zukunft könnte dieses Thema allerdings an Relevanz gewinnen. Das liegt am steigenden Anteil der älteren Bevölkerung im Zuge der demografischen Entwicklung in Deutschland. Gerade ab dem 40. Lebensjahr nimmt der Pro-Kopf-Verbrauch an Medikamenten stark zu (siehe Abbildung 12). Insofern dürften künftig aufgrund des zunehmenden Durchschnittsalters der Bevölkerung in Deutschland die Arzneimittelrückstände in den Gewässern zunehmen. Zum anderen gelingt es den Klärwerken nicht, alle Medikamentenspuren zurückzuhalten. Heutige Kläranlagen mit konventionellen mehrstufigen Reinigungstechniken sind zwar für die Beseitigung und den Rückhalt von Nährstoffen wie Stickstoff und Phosphor sowie biologisch gut abbaubarer Substanzen ausgestattet.<sup>98</sup> Anhaltende chemische Verbindungen, wie sie Rückstände aus Arzneimittel häufig darstellen, stehen dagegen aktuell nicht im Fokus. Derzeit werden in Deutschland 269 verschiedene Arzneimittelwirkstoffe oder deren Abbauprodukte in der Umwelt nachgewiesen.<sup>99</sup> Über Klärschlämme aus der

98 Vgl. DVGW (2015).

99 Vgl. UBA (2019b).

Abwasserreinigung sowie über Gülle und Mist von mit Medikamenten behandelten Nutztieren gelangen die Rückstände auf landwirtschaftliche Böden, werden durch Regen oder Bewässerung aber auch in Flüsse, Seen oder Bäche gespült.

Am häufigsten werden Antiepileptika, Blutdrucksenker, Schmerzmittel sowie Antibiotika und Betablocker in den Analysen gefunden.<sup>100</sup> Hohe Konzentrationen lassen sich ebenfalls für Röntgenkontrastmittel wie Amidotrizesäure oder Iopamidol nachweisen (siehe Kapitel 3.1.4). Besonders problematisch fürs Grundwasser sind außerdem Schmerzmittel auf Basis von Diclofenac oder Ibuprofen. Nach der Ausscheidung aus dem menschlichen Körper gelangen die persistenten Stoffe durch alle Klärstufen hindurch und landen in der Umwelt. In einer Untersuchung von 20 Spurenstoffen bezüglich der relativen Schädlichkeit nehmen beide Schmerzmittel Spitzenplätze ein.<sup>101</sup> Diclofenac und Ibuprofen belasten das Grundwasser viel schwerwiegender als die ebenfalls schmerzlindernde und entzündungshemmende Acetylsalicylsäure, die sehr gut biologisch abbaubar ist.

Die Ausscheidung dieser Stoffe aus dem menschlichen Körper ist allerdings nur eine Ursache für den Eintrag ins Trinkwasser. Ein Problem ist zusätzlich, dass viele Bürger nicht benötigte Medikamente über die Toilette entsorgen. Beispielsweise tun dies rund die Hälfte der Bundesbürger bei flüssigen Arzneimitteln.<sup>102</sup>

### 3.1.8 Mikroplastik

Weltweit werden Gewässer auch durch die kleiner als fünf Millimeter großen Mikroplastik-Partikel belastet, die sich in Kosmetika befinden oder beim Waschen aus der Kleidung lösen.<sup>103</sup> Dabei lassen sich zwei Formen unterscheiden. Zum primären Mikroplastik gehören Basispellets, die das Grundmaterial für die Plastikproduktion darstellen, wie Granulate in Kosmetik und Hygieneprodukten (z. B. Peelings, Zahnpasta, Handwaschmittel), oder mikroskopische Partikel, die in Reinigungsstrahlern zum Einsatz kommen. Das sekundäre Mikroplastik entsteht durch den physikalischen, biologischen und chemischen Abbau von Plastikteilen. Das Problem: Die Minipartikel können kaum von den Klärwerken zurückgehalten werden. Mikroplastik, das in Kosmetika oder Duschgel enthalten ist, gelangt über die Dusche ungehindert in die öffentlichen Gewässer. Und bis zu 2.000 Kunstfasern aus Fleece-Kleidungsstücken, die meist aus Polyester oder Polyacryl bestehen, gelangen pro Waschgang ins Wasser.

Aktuell ist die Belastung des Trinkwassers mit Mikroplastik jedoch verschwindend gering. Bei einer Untersuchung im Auftrag des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbands (OOWV) wurden im Grundwassergebiet keine Mikroplastikpartikel nachgewiesen.<sup>104</sup> Und im Trinkwasser war die Anzahl mit höchstens sieben Teilchen pro Kubikmeter äußerst gering. Gelsenwasser kommt zu der gleichen Einschätzung.<sup>105</sup> Allenfalls gelangt eine

100 Vgl. DVGW (2015).

101 Vgl. Oelmann / Czichy (2019).

102 Vgl. DVGW (2015).

103 Vgl. UBA (2020e).

104 Vgl. Mintenig et al. (2014).

105 Vgl. Gelsenwasser (2019).

unbedeutende Partikelmenge ins Trinkwasser, wodurch die Trinkwasserqualität nicht beeinträchtigt wird.<sup>106</sup> Über die Luft („Staubfasern“), die Nahrungszubereitung (Kunststoffverpackungen, Kunststoffgeschirr und -besteck sowie Küchenhelfer) und die Nahrung werden deutlich mehr Mikroplastikpartikel aufgenommen als über das Trinkwasser.<sup>107</sup>

### 3.1.9 Aufbereitungs- sowie Präventionsmaßnahmen und deren Kosten

Aufgrund der – in manchen Bereichen sogar zunehmenden – Schadstoffbelastung des Wassers wird die Aufbereitung zu genießbarem Trinkwasser aufwändiger, energieintensiver und damit auch für die Verbraucher letztlich teurer. Mit einer vierten Reinigungsstufe in den Klärwerken ließe sich beispielsweise das Niveau von Chemikalien – abseits der anthropogenen Spurenstoffe – im Trinkwasser deutlich reduzieren. Allerdings belaufen sich die Kosten für den Verbraucher für einen bundesweiten Ausbau auf durchschnittlich 16 Euro pro Person und Jahr.<sup>108</sup> Daraus könnten Preiserhöhungen von insgesamt 40 bis 60 Prozent resultieren, sodass Trinkwasser pro Kubikmeter um 55 bis 76 Cent teurer werden könnte.

Schon jetzt wenden die Wasserversorger erhebliche Mittel für präventive Maßnahmen auf, um im Sinne des vorsorgenden Gewässerschutzes beispielsweise den Nitrateintrag möglichst niedrig zu halten.<sup>109</sup> Dazu gehören freiwillige Vereinbarungen mit den Landwirten zur Reduzierung des Stickstoffeintrags sowie Prämien für deren Zielerreichung oder der Kauf / die Pacht von Flächen in belasteten Regionen. Rund drei Viertel aller Kosten von jährlich durchschnittlich 137.000 Euro pro Wassergewinnungsgebiet entfallen allein auf solche präventiven Maßnahmen. Das restliche Viertel wird für reaktive Eingriffe wie das Verschneiden mit weniger belastetem Grundwasser, das Ausweichen auf andere Gebiete oder das Aufbereiten aufgewendet, um die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) sicherzustellen.

In Regionen mit einer hohen Nitratbelastung kann die Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte aber unter Umständen nur mit dem Einsatz einer Denitrifikationsanlage möglich sein.<sup>110</sup> Dabei werden die oxidierten Stickstoffverbindungen mit Hilfe von Mikroorganismen reduziert. Diese Form der Nitratreduzierung ist jedoch teuer. Je nach Verfahren und Rohwasser belaufen sich die Kosten auf 0,40 Euro bis einen Euro pro Kubikmeter. Die durchschnittliche Jahresrechnung eines 3-Personen-Haushalts steigt dann von aktuell 217 Euro auf 352 Euro.<sup>111</sup>

106 Vgl. UBA (2020e).

107 Vgl. Gelsenwasser (2019).

108 Vgl. Oelmann / Czichy / Hormann (2017),  
Oelmann / Czichy / Scheele / Zaun /  
Dördelmann / Harms / Penning / Kaupe /  
Bergmann / Steenpaß (2017).

109 Vgl. Oelmann / Czichy / Hormann (2017).

110 Vgl. DVGW (2017).

111 Vgl. Oelmann / Czichy / Hormann (2017).

## 3.2 TRADE-OFF: SICHERSTELLUNG DER TRINKWASSERQUALITÄT VS. ENERGIEEFFIZIENZ

---

Trinkwasser lässt sich in Deutschland unbedenklich trinken. Es ist allerdings nicht steril, auch wenn es in den Wasserwerken gereinigt, aufbereitet und gefiltert wird und damit die Anforderungen der Trinkwasserverordnung erfüllt. Das Trinkwasser enthält weiter Keime und damit möglicherweise auch Krankheitserreger. Doch deren Konzentrationen sind in der Regel sehr niedrig und damit gesundheitlich unbedenklich, wofür die im Gesetz festgelegten Kontrollen der Gesundheitsämter und der Versorgungsunternehmen sorgen.<sup>112</sup> Die hohe Qualität des Trinkwassers im öffentlichen Leitungsnetz bis zum Hausanschluss liegt nicht zuletzt an einer Wassertemperatur zwischen 10 und 12 Grad Celsius, die das Wachstum von Bakterien wirksam verhindert. Ab dem Übergabepunkt ist der Hauseigentümer, Betreiber oder sonstige Inhaber einer Trinkwasserinstallation verpflichtet, für einwandfreies Trinkwasser und die Einhaltung der Grenzwerte und der Anforderungen der Trinkwasserverordnung in den Gebäuden zu sorgen. Auch das wird vor allem mit Blick auf eine zentrale Warmwasserversorgung kontrolliert: Laut Trinkwasserverordnung müssen nahezu alle öffentlichen Gebäude einmal im Jahr und gewerblich genutzte Mietobjekte alle drei Jahre von akkreditierten Laboren überprüft werden.

Dennoch kann die Trinkwasserqualität „auf den letzten Metern“ beeinträchtigt werden, verbunden mit einer potenziellen Gesundheitsgefährdung der Nutzer. Mögliche Ursachen sind ungenügend gedämmte Trinkwasserleitungen, wenig genutzte Leitungsabschnitte und Warmwasserspeicher, die unter 60 Grad Celsius betrieben werden. Temperaturen in einer Spanne von 25 bis 55 Grad Celsius und die Stagnation des Trinkwassers in Leitungen und Speichern fördern ein schnelles Wachstum von Bakterien.<sup>113</sup> So vermehren sich beispielsweise Legionellen rasant in diesem oben genannten Temperaturbereich und erreichen eine Konzentration, die die Gesundheit der Menschen gefährden und auch lebensgefährlich werden kann. Legionellen unterscheiden sich von den meisten anderen pathogenen Bakterien dadurch, dass sie sich in Amöben in Biofilmen vermehren und sich bei warmen Temperaturen bis 55 Grad Celsius besonders wohl fühlen. Ab circa 70 Grad sterben Legionellen dagegen ab.<sup>114</sup> Legionellen verursachen in Deutschland jährlich zwischen 15.000 und 30.000 Erkrankungen, laut Schätzungen verlaufen davon 1.500 bis 2.000 tödlich.<sup>115</sup> Sie sind damit der weitaus relevanteste Umweltkeim, und er bedroht vor allem ältere Menschen.

Dabei zeigt die langjährige Praxis, dass bei Einhaltung aller Vorgaben und Regeln die Hygiene und damit das Legionellenwachstum in den Trinkwasserleitungen beherrschbar ist. Bisher wurden Legionellen eher in großen Gebäuden wie Krankenhäusern, Altenheimen, Schwimmbädern oder Duschen in Sportanlagen gefunden als im Ein- oder Zweifamilien-

---

112 Vgl. DVGW (2017).

113 Vgl. UBA (2011).

114 Vgl. Berger et al. (2020).

115 Vgl. von Baum et al. (2008).

haus. Deshalb wird bei der Trinkwasserinstallation unterschieden zwischen Großanlagen mit Leitungsinhalten von mehr als drei Litern erwärmtem Trinkwasser oder Speichern für erwärmtes Trinkwasser von mehr als 400 Litern Inhalt sowie Kleinanlagen. Auch Durchlauferhitzer ohne Speicher und mit einem Leitungsvolumen von weniger als drei Litern in den jeweiligen Wohneinheiten bieten keinen ausreichenden Schutz.<sup>116</sup> Bei größeren Anlagen ist daher der Einsatz einer Zirkulationsleitung vorgeschrieben: Das warme Wasser bewegt sich dabei wie in einem Kreislauf durch das Gebäude und kann so nicht in den Rohrleitungen auskühlen, da es im Warmwasserspeicher immer wieder aufgeheizt wird. Ein solcher Warmwasserkreislauf führt zu einem erhöhten Wärmebedarf. Hinzu kommt der Stromverbrauch durch die Umwälzpumpe, die das Wasser in Bewegung hält.<sup>117</sup>

In einem gesellschaftlichen und politischen Umfeld, das vor dem Hintergrund des Klimawandels von allen wirtschaftlich handelnden Akteuren erhöhte Anstrengungen bei Energieeffizienz und/oder -einsparung verlangt, gerät damit auch die energieaufwendige Warmwassererzeugung in die Diskussion. Denn der Energieeinsatz ist nicht unerheblich: So wird pro Person allgemein mit einem durchschnittlichen Warmwasserverbrauch von 40 Litern pro Tag gerechnet. Darin ist alles enthalten, was im Wohnalltag üblich ist: Duschen, Wäschewaschen, Geschirrspülen und Kochen.<sup>118</sup> Die dafür notwendige Energie zum Aufheizen des Wassers liegt zwischen 1,65 bis 2,2 Kilowattstunden (kWh) pro Tag und Person. Im Jahr werden also etwa 600 bis 800 kWh pro Person für die Aufbereitung von Warmwasser verbraucht. Auf einen Vier-Personen-Haushalt hochgerechnet sind das 2.400 bis 3.200 kWh pro Jahr. Im Jahr 2018 machte der Warmwasseranteil beim Endenergieverbrauch eines Privathaushaltes etwa 16 Prozent aus (siehe Abbildung 13). Es ist nach der Erzeugung der Raumwärme der zweitgrößte Verbrauchs- und damit auch Kostenblock.<sup>119</sup> Dabei variiert der Warmwasserbedarf je nach Lebensstandard und Einsatzzweck erheblich. Krankenhäuser oder Hotels nutzen pro Kopf mehr warmes Wasser als Menschen in einer durchschnittlichen Wohnung. Auch die Zapfstelle ist bedeutsam: Für Waschbecken, Duschen und Badewannen werden 45 Grad Celsius (die über die Verdünnung des auf 55 bis 60 Grad Celsius erhitzten Warmwassers erfolgt) angenommen, während man in der Küche von einer Warmwassertemperatur von 60 Grad Celsius ausgeht.<sup>120</sup>

Insgesamt beträgt der jährliche Energiebedarf für die Warmwasserbereitung in den privaten Haushalten rund 103 Terrawattstunden (siehe Abbildung 13).<sup>121</sup> Hinzu kommt noch der Energieaufwand für die Gewinnung, Aufbereitung und Verteilung des Trinkwassers sowie das Sammeln, Ableiten und Reinigen des Abwassers. Dieser allein beträgt rund ein halbes Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs in Deutschland. Die Wasserversorger haben in den vergangenen Jahren aber erhebliche Anstrengungen unternommen, den Energieeinsatz bei der Wassergewinnung und -aufbereitung zu senken. So haben die Pumpen mittlerweile einen hohen Wirkungsgrad und geringe Energieverluste. Das gilt auch für die Aufbereitungsverfahren und die Verteilung des Trinkwassers.

---

116 Vgl. UBA (2018e).

117 Vgl. UBA (2011).

118 Vgl. BDEW (2020b).

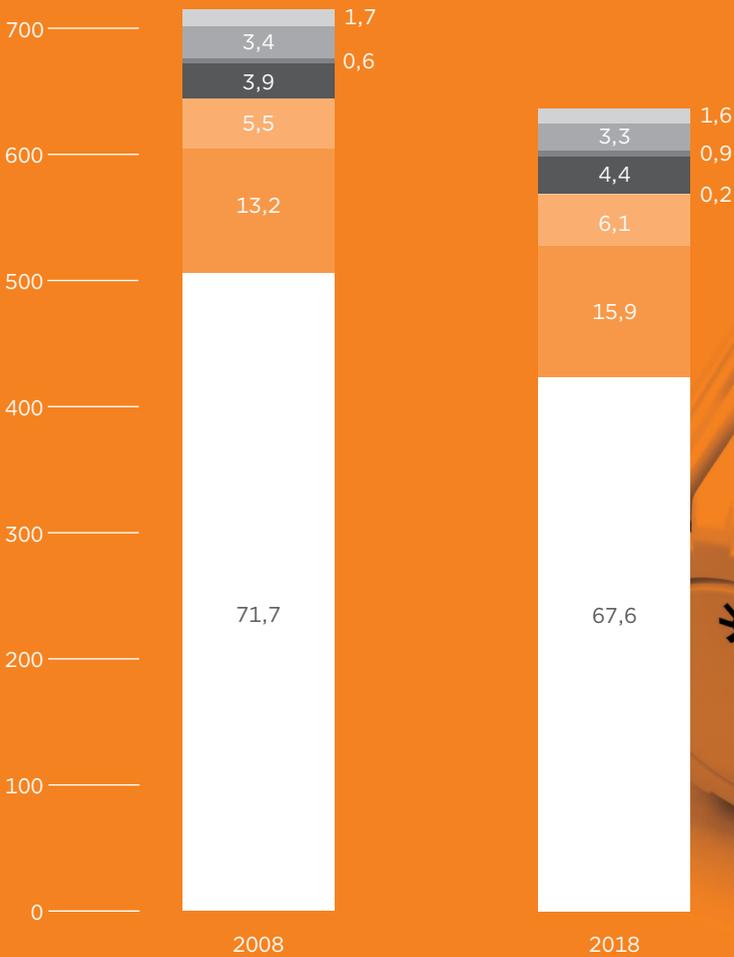
119 Vgl. dena (2021).

120 Vgl. Baumgarten et al. (2014).

121 Vgl. UBA (2020b).

**Abbildung 13: Anteile der Anwendungsbereiche am Endenergieverbrauch der privaten Haushalte 2008 und 2018**  
in Prozent

Energieverbrauch in TWh



Raumwärme
  Warmwasser
  Isonstige Prozesswärme
  Klimakälte
  sonstige Prozesskälte
  mechanische Energie
  Informations- und Kommunikationstechnik
  Beleuchtung

Quelle: Wissenschaftliches Institut der AOK



Die deutsche Wasserwirtschaft gibt den Energiebedarf für die Bereitstellung von 1.000 Litern Trinkwasser mit durchschnittlich 0,51 kWh an. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher spezifischer Pro-Kopf-Verbrauch an Energie für die Trinkwasserversorgung von ca. 29 kWh pro Jahr. Addiert man dazu die 300 bis 900 kWh für die Warmwasserbereitstellung und die 32 bis 55 kWh für die Abwasserentsorgung resultiert eine Summe von 361 bis 984 kWh pro Person und Jahr. Dies entspricht der Energie, die in 36 bis 98 Litern Heizöl enthalten ist, oder dem jährlichen Energiebedarf von drei bis acht Kühl-/Gefrierkombinationen der Energieeffizienzklasse A+++ (150 kWh pro Jahr, 240 Liter Kühlinhalt).<sup>122</sup> Zwar lässt sich in Privathaushalten durch die Reduzierung des Warmwasserverbrauchs in erheblichem Maße Energie einsparen und Treibhausgasemissionen reduzieren, dem steht aber das Komfortbedürfnis weiter Teile der Bevölkerung entgegen.

Aber es gibt beim Warmwasser noch andere Ansätze der Energieeinsparung. Aus rein energetischer Sicht würde es im Alltag reichen, Warmwasser bis auf die Nutzungstemperatur aufzuheizen, also zwischen 35 und 45 Grad Celsius. Anlagen mit Brennwertkesseln und Solarkollektoren ließen sich so mit geringem Energieaufwand bei niedrigerer Temperatur betreiben. Bei Solaranlagen würde das gespeicherte Trinkwasser in den Warmwasserbehältern je nach Wasserverbrauch, Sonnenscheindauer und -intensität ohne externes Heizsystem aber schwankende Temperaturen aufweisen – mit den entsprechenden Risiken für hygienisch einwandfreies Trinkwasser, wenn das Temperaturniveau von 55 Grad Celsius dauerhaft unterschritten wird. Die sogenannte Legionellenschaltung hat bislang nicht nachweisen können, dass sie gleichzeitig Warmwasser mit einem geringeren Energieaufwand herstellen und trotzdem die hygienischen Anforderungen einhalten kann.<sup>123</sup>

Bessere und effektivere Möglichkeiten der Energieeinsparung versprechen innovative technische Systeme wie dezentrale Wärmetauscher, die Energierückgewinnung aus dem Abwasser, bessere Isolierungen der Warmwassersysteme sowie sparsamere Wärmeerzeuger mit guter Energieausnutzung wie beispielsweise Brennwertkessel. Auch sparsame Armaturen oder die bedarfsgerechte Planung der Gebäude mit passend dimensionierten Warmwassersystemen können den Energieverbrauch für die Warmwasserherstellung senken – und gleichzeitig das Risiko für Legionelleninfektionen, da Temperaturen über der Sicherheitsmarke von 60 Grad Celsius gewährleistet werden.

Elektrische Durchlauferhitzer gehören nicht dazu: Zwar genießen sie den Ruf, sparsam zu sein, weil die Wasserleitungen kurz sind, keine Speicherverluste auftreten und der elektrische Strom effizient in Wärme umgewandelt wird. Allerdings verbrauchen sie gegenüber einem Heizkessel mit Warmwasserspeicher und Zirkulationsleitung zwischen 10 bis 12 Prozent mehr Primärenergie, da die Stromerzeugung energie- und (noch) CO<sub>2</sub>-intensiv ist.<sup>124</sup> Der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck könnte sich allerdings bei einer weiteren Verschiebung des Strommixes zu den erneuerbaren Energieformen verbessern.

---

122 Vgl. UBA (2020b).

123 Vgl. UBA (2020j).

124 Vgl. UBA (2011).

Insofern spricht sich beispielsweise das Umweltbundesamt (UBA) in der Frage nach einer energieeffizienten und gleichzeitig hygienischen Warmwasserbereitung weiter für die derzeit gültigen und allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie eine Warmwassertemperatur von 55 bis 60 Grad Celsius für Großanlagen aus. Energieeinsparpotenziale gibt es durch die Minimierung der Energieverluste mittels einer angemessenen Auslegung der Rohrleitungsquerschnitte und Wärmedämmung der Systeme. Mögliche alternative technische Verfahren müssen ihre Praxistauglichkeit dagegen erst beweisen und einen wissenschaftlichen Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit vorlegen.<sup>125</sup> Generalisierbare Erfahrungen liegen hierfür nach Angaben des UBA derzeit nicht vor. Das Gebäudeenergiegesetz weist zudem darauf hin, dass der Schutz der menschlichen Gesundheit über der Absicht zur Energieeinsparung steht.<sup>126</sup>

### 3.3 RESSOURCENEFFIZIENZ – HERAUSFORDERUNGEN DURCH DEN KLIMAWANDEL

Die gerechte Verteilung von Wasser ist in vielen Regionen der Welt bereits eine Frage von Krieg oder Frieden. Deutschland ist von solchen Bedrohungsszenarien weit entfernt (siehe Kapitel 2.2.2) – trotz zunehmend heißer und längerer Sommer, regionaler Dürren und der Aussicht, dass sich die Situation auch in einem so wasserreichen Land angesichts des Klimawandels je nach Region zumindest zeitweise verschlechtern wird. Schon jetzt nehmen partiell und regional die Verteilungskämpfe zu, wie die emotional geführten Diskussionen um die milliardenschwere Ansiedlung eines Autowerks des amerikanischen Elektropioniers Tesla im Berliner Urstromtal bei Grünheide in Brandenburg exemplarisch zeigen.<sup>127</sup> Angesichts der mindestens 1,5 Millionen Kubikmeter Wasser pro Jahr, die Tesla für die Produktion benötigt, sorgen sich die örtlichen Wasserwerke und Umweltschützer um die Versorgung der Bevölkerung. Künftig werden die „Verteilungskämpfe“ um die Zuteilung von Wasser auch in Deutschland zunehmen – das gilt zumindest für die von Trockenheit besonders betroffenen Regionen. Der DVGW rechnet damit, dass die Trinkwasserneubildung stark abnehmen wird, Quellen und Brunnen in oberflächennahen Grundwasservorkommen trockenfallen, Talsperren langanhaltende Tiefstände verzeichnen und sich das nutzbare Wasserangebot über alle Ressourcen hinweg um 30 bis 60 Prozent verringern wird.<sup>128</sup>

Es steigen daher auch die Anforderungen an eine möglichst effiziente Nutzung der knapper werdenden Ressource und eine höhere Wiederverwendung von behandeltem Abwasser in der Landwirtschaft oder der Industrie. Auch gilt es, den Schadstoffeintrag

125 Vgl. UBA (2020b).

126 Vgl. UBA (2020j).

127 Vgl. Neuerer (2021).

128 Vgl. DVGW (2020a).

weiter zu verringern und das Grundwasser nicht zu verschmutzen. Wasserverbände wie der BDEW fordern daher bei möglichen Engpässen einen Vorrang der Bevölkerung bei der Wasserversorgung gegenüber der industriellen oder landwirtschaftlichen Produktion.<sup>129</sup> Denn Trinkwasser ist für den Menschen nicht ersetzbar. Auch gelte es schon jetzt Ersatzwasserkonzepte wie Lieferungen von benachbarten Wasserversorgern mit Verbundsystemen, tiefere Brunnenanlagen oder die Ausweitung der Wasserrechte in den Kommunen zu entwickeln.

Um den sich abzeichnenden Engpässen zu begegnen, schlägt der DVGW folgende fünf Handlungskonzepte vor:<sup>130</sup>

- ⊙ eine verstärkte Forschung, um präzise Prognosen des Wasserbedarfs deutschlandweit wie regional differenziert zu ermöglichen.
- ⊙ ein verbessertes Ressourcenmanagement vom Bau neuer Talsperren über einen verstärkten Rückhalt bei Starkregen bis hin zu einem höheren Aufwand bei der Aufbereitung des Rohwassers, wenn bei einer Verringerung der Menge die Schadstoffe in höherer Konzentration auftreten. Dazu gehören auch weitergehende Aufbereitungsstufen.
- ⊙ eine bessere Vernetzung der Gewinnungs-, Speicherungs- und Verteilungsinfrastruktur.
- ⊙ Vorrang der Trinkwasserinfrastruktur und -versorgung im nationalen und europäischen Recht. Dazu gehört auch die entsprechende finanzielle Ausstattung aller beteiligten Akteure von den Kommunen bis zu den Versorgern.
- ⊙ Entwicklung und Nutzung innovativer Technologien wie Datenplattformen, um Nutzung, Verteilung und das Verbraucherverhalten besser steuern zu können.

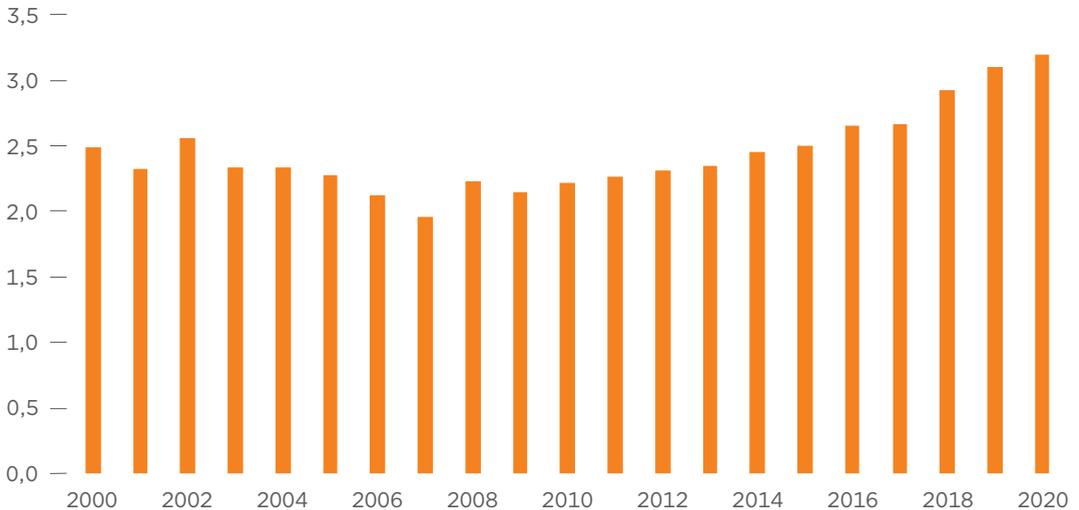
Solche Maßnahmen sind mit hohen Investitionskosten verbunden, die bereits heute mehrere Milliarden umfassen. So investierten die deutschen Trinkwasserversorger 2020 rund 3,2 Milliarden Euro in den Ausbau und Erhalt ihrer Infrastruktur (siehe Abbildung 14). Dies waren etwa drei Prozent mehr als im Vorjahr (3,1 Milliarden Euro). Mehr als die Hälfte der Investitionen (58 Prozent) wurden im Bereich der Sanierung und Erneuerung der Rohrnetze getätigt.<sup>131</sup> Rund 20 Prozent der Investitionssumme wurden für die Wassergewinnung, -aufbereitung und -speicherung aufgebracht. Die restlichen 22 Prozent verteilen sich auf Zähler, Messgeräte, IT und sonstige Investitionen. Der Investitionsanteil der Wasserversorgung macht zurzeit rund ein Fünftel des Gesamtumsatzes der Branche aus. Damit liegt diese Investitionsquote weit über dem Durchschnitt anderer Wirtschaftsbereiche, wie zum Beispiel dem des verarbeitenden Gewerbes mit etwas mehr als drei Prozent. Dieses hohe Niveau soll auch in den kommenden Jahren beibehalten werden, um den zahlreichen Herausforderungen zu begegnen.

129 Vgl. BDEW (2020c).

130 Vgl. BDEW (2020c).

131 Vgl. BDEW (2020d).

**Abbildung 14: Investitionen in die öffentliche Wasserversorgung**  
in Milliarden Euro



Quelle: BDEW

## 3.4 KONTROLLE UND HAFTUNG

Sauberes Trinkwasser muss in Deutschland hohe Anforderungen erfüllen: Es muss farblos, klar sowie geruchlos sein und darf keinen anormalen Geschmack aufweisen. Die menschliche Gesundheit darf durch den Genuss oder Gebrauch des Trinkwassers nicht gefährdet werden, indem es Krankheitserreger oder chemische Stoffe enthält. Um das zu gewährleisten, wird es regelmäßig untersucht und gehört zu den Lebensmitteln, die am stärksten überwacht werden. Dafür zuständig sind die örtlichen Gesundheitsämter. Geregelt wird die Kontrolle von der Trinkwasserverordnung: Die Versorgungsunternehmen gewährleisten den hohen Standard bis zum Hausanschluss im Gebäude. Ab da geht die Verantwortung für die Sicherstellung der Wasserqualität auf den Haus-, Grundstückseigentümer oder Unternehmer oder sonstigen Inhaber (Usl) über, der dazu gesetzlich verpflichtet ist.<sup>132</sup> Der Liefervertrag zwischen Wasserversorger und Eigentümer der Trinkwasserinstallationen führt Vorgaben für die ordnungsgemäße Errichtung, Erweiterung, Änderung und Unterhaltung der Trinkwasserinstallation hinter der Übergabestelle

<sup>132</sup> Vgl. DVGW (2020c).

(Hauptabsperrereinrichtung) auf. Um die Installation in ordnungsgemäßem Zustand zu halten, ist der Eigentümer für die regelmäßige Instandhaltung (Wartung, Instandsetzung, Inspektion, Verbesserung) verantwortlich. Der Verbraucher hat ebenfalls einen Anteil an der Sicherung der Trinkwasserqualität. Er muss darauf achten, dass er an jeder Zapfstelle das Trinkwasser regelmäßig entnimmt, um das Wachstum von Mikroorganismen oder Bakterien wie Legionellen in den Leitungsrohren zu unterbinden.<sup>133</sup>

Regelmäßige Wartungen sind rechtlich geboten sowie unerlässlich, um die Trinkwasserqualität auf dem hohen Niveau zu halten. Die meisten Wartungsintervalle liegen zwischen sechs und zwölf Monaten. Dazu gehören einfache Arbeiten wie die Überprüfung der Warmwassertemperatur (alle zwei Monate) oder die Rückspülung des Wasserfilters am Hauseingang (alle sechs Monate). Da eine nicht ordnungsgemäße Installation zur Verunreinigung des Trinkwassers führen kann, dürfen Armaturen, Sicherungseinrichtungen, Trinkwassererwärmer und andere wichtige Bauteile nur von Fachunternehmen gewartet und montiert werden, die das umfangreiche technische Regelwerk und die für das örtliche Trinkwasser passenden Rohrwerkstoffe kennen. Denn nicht jedes Material – Kunststoffe (vernetztes Polyethylen PE-X; nachchloriertes Polyvinylchlorid PVC-C; Polypropylen PP oder Polybuten PB), nichtrostender Stahl oder Kupfer – eignet sich für jedes Wasser, zumal Bauteile wie Armaturen, Rohrverbinder, Trinkwassererwärmer, Wasserzähler oder auch Pumpen aus verschiedenen Materialien gefertigt sein können. Die verwendeten Werkstoffe müssen als „Verpackung“ des Lebensmittels Trinkwasser den hygienischen Anforderungen entsprechen, die in § 17 der Trinkwasserverordnung festgelegt sind.

Sollten ungeeignete Leitungen oder Bauteile verwendet werden, können diese Materialien Stoffe ins Trinkwasser abgeben, die die Gesundheit bedrohen, wie beispielsweise Weichmacher aus Kunststoffen und Elastomeren, die den Geruch oder Geschmack des Trinkwassers verändern, aber auch eine Vermehrung von Mikroorganismen im Trinkwasser fördern.<sup>134</sup> Aber selbst bei geprüften, technisch ausgereiften Materialien und Werkstoffen ist ein Stoffübergang nicht immer zu vermeiden: Vor allem wenn Wasser über einen längeren Zeitraum in den Leitungen steht, kann es die Stoffe langsam aus dem Material der Installationskomponenten wie Leitungen, Schläuche, Rohrverbinder, Dichtungen und Armaturen herauslösen. Die Konzentrationen der Stoffe im Trinkwasser nach längerer Stagnation liegen typischerweise im Bereich von Nanogramm pro Liter (ng/l) oder Mikrogramm pro Liter (µg/l). Nach längeren Standzeiten bietet es sich daher an, das Wasser erst ablaufen zu lassen. Damit lässt sich die Aufnahme dieser Stoffe vermeiden.

Gerade in größeren Wohneinheiten, sozialen Einrichtungen wie Altenheimen oder Krankenhäusern sowie kommerziellen Gebäuden wie Hotels, Gaststätten, aber auch Schwimmbädern oder Saunen sind weitergehende Kontrollen und Untersuchungen notwendig. Dazu gehören die chemische und mikrobiologische Untersuchung sowie die Begutachtung von Trink-, Brauch- und Abwasser und die Hygienepfung von Trinkwas-

---

133 Vgl. UBA (2020f).

134 Vgl. DVGW (2020b).

serbehältern, -speichern und Aufbereitungsanlagen.<sup>135</sup> Das gilt insbesondere mit Blick auf die Legionellenbildung für größere Gebäude, die Großanlagen mit einem Speicher von über 400 Litern für Warmwasser haben. Hier muss der Hauseigentümer oder Betreiber das Trinkwasser alle drei Jahre auf die gefährlichen Bakterien untersuchen lassen – sie stehen damit in einer ähnlichen Verantwortung wie der Wasserversorger. Für Kleinanlagen (Ein- oder Zweifamilienhäuser) gibt es diese Verpflichtung nicht. Sollte der technische Maßnahmenwert von 100 koloniebildenden Einheiten pro 100 Milliliter (KbE) überschritten sein, muss der Hauseigentümer oder der Betreiber der Trinkwasserinstallation die Ursachen abklären lassen. Dazu muss auf deren Veranlassung eine Gefährdungsanalyse durch eine Fachperson vorgenommen sowie anschließende Abhilfemaßnahmen ergriffen werden. Das zuständige Gesundheitsamt ist von einer solchen Überschreitung des technischen Maßnahmenwertes ebenso zu informieren wie die Verbraucher. In der Ende 2020 verabschiedeten neuen EU-Trinkwasserrichtlinie werden die Mitgliedstaaten zudem verpflichtet, Hausinstallationen künftig einer Risikobewertung zu unterziehen – bei Legionellen oder Blei kann jedes Land die Überwachung auf prioritäre Örtlichkeiten konzentrieren.<sup>136</sup> Eine solche Risikobewertung soll von den Eigentümern erstmals bis Mitte Januar 2029 erstellt werden, alle sechs Jahre soll sie dann überprüft und bei Bedarf angepasst werden. Entsprechende Anforderungen und Hinweise für Wasserversorger und Gesundheitsämter, die Versorgungssicherheit zu erhalten und/oder schrittweise zu verbessern, finden sich im Handbuch des Umweltbundesamts und des Technologiezentrums Wasser zum Water-Safety-Plan-Konzept.<sup>137</sup> Ziel ist die genaue Analyse, Bewertung und Beherrschung von Risiken im Wasserversorgungssystem durch eine Kontrolle der Prozesse im Einzugsgebiet sowie bei der Gewinnung, Aufbereitung, Speicherung und Verteilung.

Bei der Trinkwasserhygiene spielen die Anordnung der Leitungen und deren Dämmung eine große Rolle. Grundsätzlich sollte kaltes Trinkwasser vor Erwärmung und warmes Trinkwasser vor Abkühlung geschützt werden. Gerade Legionellen können sich auch in kaltem Wasser vermehren, wenn dessen Leitungen schlecht isoliert sind und direkt neben Warmwasserrohren liegen. Dies ist vielfach bei Altbauten der Fall. Entsprechende Untersuchungen solcher Kaltwasserleitungen sind seit der 2018 veröffentlichten Empfehlung des Umweltbundesamtes zur systematischen Untersuchung von Trinkwasserinstallationen auf Legionellen verbindlich.<sup>138</sup> Leitungen sollten deshalb an allen Teilen und Komponenten der Leitungsanlage durchgehend gedämmt und thermisch getrennt verlegt werden, um eine solche Erwärmung zu vermeiden. Auch die regelmäßige Entnahme des Trinkwassers sorgt dafür, dass kaltes Trinkwasser kalt und warmes Trinkwasser warm bleibt.<sup>139</sup>

Da in einem Gebäude noch weitere Wassersysteme vorhanden sind, müssen Abwasserleitungen, das Heizungssystem, eine Regenwassernutzungsanlage, ein Brauchwassersystem oder Feuerlöschleitungen von der Trinkwasserinstallation getrennt bleiben. Sollte dennoch Trinkwasser notwendig sein, um die anderen Wasserleitungssysteme aufzufüllen, müssen diese in einem Gebäude von einer sogenannten Sicherungseinrichtung

135 Vgl. TÜV Rheinland (2020b).

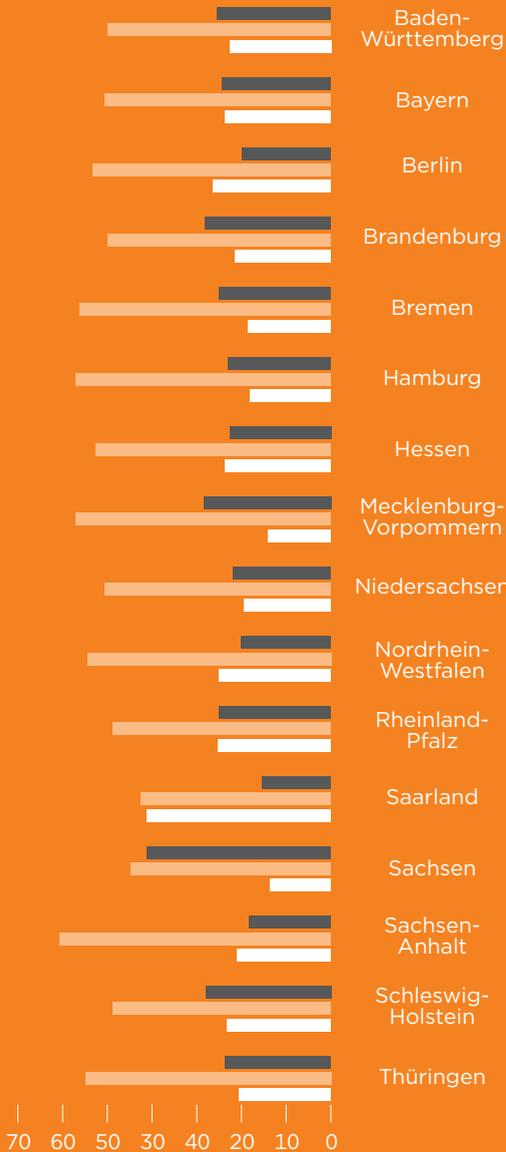
136 Vgl. BMG (2020b).

137 Vgl. Schmoll et al. (2018).

138 Vgl. UBA (2018b).

139 Vgl. DVGW (2020b).

**Abbildung 15: Alter der Wasserarmaturen in den Bundesländern**  
Anteil in Prozent



■ < 1 Jahr ■ > 1 Jahr ≤ 10 Jahre ■ > 10 Jahre ≤ 50 Jahre

Quelle: Fraunhofer IGB (2018)

**Abbildung 16: Alter der Wasserleitungen in den Bundesländern**  
Anteil in Prozent



getrennt sein. Das gilt auch für eine Nutzungsanlage für Regenwasser, das mit Krankheitserregern verunreinigt sein kann und daher niemals in die Trinkwasserinstallation gelangen darf.

Besonderes Augenmerk bedarf die Warmwasserzubereitung, da in einer Temperaturspanne zwischen 25 und 55 Grad Legionellen besonders schnell wachsen. Beim Vorliegen einer zentralen Warmwasserversorgung müssen gemäß Trinkwasserverordnung nahezu alle öffentlichen Immobilien einmal pro Jahr und gewerblich genutzte Mietobjekte alle drei Jahre durch gelistete und akkreditierte Trinkwasseruntersuchungsstellen geprüft werden.<sup>140</sup>

In Großanlagen mit einer Speichergröße von mehr als 400 Litern oder einem Leitungsinhalt zwischen Speicher und entferntester Entnahmestelle von mehr als drei Litern muss das Trinkwasser am Speicherausgang laut Trinkwasserverordnung immer mindestens 60 Grad warm sein. Im gesamten Leitungssystem des Warmwassers darf die Temperatur nicht unter 55 Grad sinken. Ab dieser Temperatur können sich Legionellen nicht mehr ausreichend vermehren.

Für Kleinanlagen, die in Ein- und Zweifamilienhäusern üblich sind, sind zwar weder bestimmte Wassertemperaturen noch Prüfungen vorgeschrieben. Die Einhaltung der Mindesttemperaturen wird jedoch von Verbraucherschützern empfohlen.<sup>141</sup>

Ein größeres Problem für die Wasserqualität auf der „letzten Meile“ sind laut einer Untersuchung des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB alte Leitungen, die vor 30, 40 oder sogar 50 Jahren verlegt wurden.<sup>142</sup> Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität, die bis zum Hausanschluss im Gebäude vom Wasserversorger einwandfrei sichergestellt wird, sind vorwiegend auf den Leitungen und Armaturen der „letzten Meile“ – vom Hauswasseranschluss bis zum Wasserhahn – zurückzuführen. Interessanterweise weisen dabei – quer durch alle Bundesländer – die Leitungen ein höheres Alter als die Armaturen auf. Während Armaturen oft neuwertig und zu 70–80 Prozent nicht älter als zehn Jahre sind (siehe Abbildung 15), ist der überwiegende Anteil der Leitungen älter als 10 und jünger als 50 Jahre (siehe Abbildung 16). Da bis 1973 noch Bleileitungen im Siedlungsbau verwendet wurden, dürften diese zum Teil mit Blick auf Abbildung 16 noch immer in den Gebäuden vorhanden sein. Dies wiederum kann zu erhöhten Bleibelastungen im Wasser führen.

Grundsätzlich entsprechen zwar 50 Jahre der geplanten Nutzungsdauer von Wasserleitungen – aber nur, wenn sie fachgerecht installiert wurden, regelmäßig gewartet und für den ursprünglich gedachten Zweck verwendet wurden.

---

140 Vgl. TÜV Rheinland (2020a).

141 Vgl. Verbraucherzentrale NRW (2019).

142 Vgl. Fraunhofer IGB (2018).

Darüber hinaus sorgt der Klimawandel dafür, dass die durchschnittliche Temperatur des kalten Wassers bei der Entnahme steigt: Lange Trockenperioden mit sinkenden Wasserständen führen zu höheren Temperaturen in tieferen Bodenregionen. Sie erwärmen zudem das Trinkwasser in den Verteilungen der Versorger, die in der Erde vergraben liegen. Höhere Lufttemperaturen in den Sommermonaten erwärmen das Wasser in den Talsperren, sodass Wassertemperaturen von 25 Grad Celsius in den Netzen der Versorger in dieser Zeit durchaus vorkommen können. So wird in Berlin beispielsweise die übliche Durchschnittstemperatur im Untergrund kaum noch erreicht.<sup>143</sup> Eigentlich müsste in rund fünfzehn Meter unter Grund exakt die Jahresdurchschnittstemperatur der Oberfläche herrschen. In Berlin wären das rund 10 Grad Celsius. Doch im Zentrum fällt die Temperatur mittlerweile nicht mehr unter 14 Grad Celsius. Bis in eine Tiefe von hundert Meter staut sich die Wärme, unter 13 Grad Celsius fällt die Temperatur selten. Drei bis vier Grad Celsius ist es im Boden unter Berlin mittlerweile schon zu warm. Und jedes Jahrzehnt kommt ein halbes Grad Celsius hinzu – mindestens.<sup>144</sup> Noch ist die Hauptstadt ein Sonderfall, weil sie als eine der wenigen Metropolen im Land ihr Trinkwasser auf dem Stadtgebiet gewinnt – und Städte heizen sich deutlich stärker auf als ihr Umland. Doch das Phänomen, dass sich die Böden immer stärker aufheizen und damit auch die Temperaturen des Grundwassers steigen, trifft auf viele Regionen Deutschlands zu. Die notwendige Einhaltung der 25 Grad-Celsius-Grenze im Kaltwasserbereich (empfohlen max. 20°C, siehe Kapitel 3.1.3), wie sie in der VDI-Richtlinie 6023, der DIN 1988-200 und anderen Normen beschrieben ist, um die mikrobiologisch-hygienische Qualität des Trinkwassers sicherzustellen, kann saisonal bedingt künftig schwerer werden.<sup>145</sup>

---

143 Vgl. Nestler (2019).

144 Vgl. Frey (2018)

145 Vgl. VDI / DVGW (2013).





### Prof. Dr. Christoph van Treeck (RWTH Aachen)

Die Pandemie hat Gesundheit und Hygiene in das öffentliche Blickfeld gerückt. Das Thema Viren und Bakterien wird weiterhin virulent bleiben und damit auch die Qualität der Raumluft und vor allem des Trinkwassers. Die Trinkwasserhygiene ist zudem ein großes Sanierungsthema, besonders bei Krankenhäusern, Hotels und größeren Wohnanlagen.

Die technischen Lösungen für die Gebäudeautomation und die Trinkwassersysteme haben sich weiterentwickelt. Der Energieverbrauch in Gebäuden ändert sich zudem mit dem Einsatz effizienterer Anlagen im Zuge der Dekarbonisierung: Früher wurden rund 20 Prozent der Heizungsenergie für die Warmwasserversorgung eingesetzt, heute kann das in Gebäuden gemäß neuesten Energiestandards sogar eine Größenordnung von knapp 50 Prozent erreichen. Die niedrigen Vorlauftemperaturen der modernen Heizsysteme erschweren die hygienische Trinkwasserbereitstellung. Und das Trinkwassersystem eines Gebäudes wird immer mehr aus Sicht des Energieverbrauchs interessant. Für die Hygiene des Trinkwassers spielen schließlich der Verlauf der Leitungen und mögliche Stagnationen in den Kalt- und Warmwasserleitungen eine immer größere Rolle. Wenn in den Schächten Warm- und Kaltwasserleitung nebeneinanderliegen, dann besteht bei Stagnation das Risiko, dass sich das kalte Trinkwasser – trotz Dämmung – auf über 25 Grad und mehr erwärmt und dort ein Legionellenwachstum begünstigt.

Weitere Probleme entstehen in Trinkwasserinstallationen, wenn bereits bei der Planung mehr auf die Zusammenstellung von Einzelkomponenten statt direkt auf abgestimmte Systemlösungen Wert gelegt wird. So kaufen sich viele Hauseigentümer beispielsweise eine energieeffiziente Heizungsanlage in Verbindung mit einer Frischwasserstation – erhalten aber dadurch nicht automatisch ein auf den Erhalt der Trinkwassergüte ausgerichtetes Gesamtkonzept. Bei größeren Anlagen bzw. komplexen Leitungsnetzen müssen darüber hinaus die Wirkungszusammenhänge in der gesamten Trinkwasserinstallation vom Hauseintritt bis zur letzten Entnahmestelle betrachtet werden. Besonders vier Fragen müssen geklärt werden:

- Welche Nährstoffbelastungen werden mit dem Trinkwasser vom Versorgungsunternehmen bereits „frei Haus“ geliefert? Letztlich durch den Klimawandel und geringere Verlegetiefen der Versorgungsleitungen bedingt, wurden in den

vergangenen Jahren während der Sommermonate mancherorts Spitzentemperaturen am Hauseintritt von bis zu 25°C und mehr gemessen. Aktuelle Entwicklungen haben diesbezüglich eine signifikante Reduktion solcher Nährstoffbelastungen zum Ziel, insbesondere in Warmwasser-Zirkulationssystemen, um diese mit reduzierten Temperaturen, welche sich an den Bedarfen der Nutzung orientieren, hygienisch sicher betreiben zu können.

- Werden die Rohrnennweiten der Trinkwasserinstallation bedarfsgerecht dimensioniert? Oft wird hier aus einem falschen Sicherheitsgedanken das Rohrsystem überdimensioniert, was zu unnötigen Stagnationen führt und den Erhalt der Trinkwassergüte erschwert.
- Wird die Anlage bestimmungsgemäß durch ausreichende Nutzung aller Entnahmestellen betrieben? Wie oft wird damit das Wasser in den Rohrleitungen gewechselt? Gemäß der aktuellen VDI-Richtlinie ist mindestens alle drei Tage das gesamte Volumen in den Rohrleitungen auszutauschen. Bei kleineren Leitungsquerschnitten ist das mit wenigen Litern erledigt. Aber bei großvolumigen Querschnitten mit vielen Quermaschen in einem großen Gebäude ist das weit aufwendiger. Je nach Nutzungsart lässt sich das erfahrungsgemäß nur mit digital gesteuerten Spülsystemen verlässlich sicherstellen.
- Werden die für das Trinkwasser erforderlichen Wassertemperaturen eingehalten? Das lässt sich dadurch erreichen, dass die Schächte für warme und kalte Medien getrennt geplant werden. Und die natürliche Thermodynamik sollte auch beachtet werden, in dem z. B. horizontal verlegte, wärmeführende Leitungen oben und kaltwasserführende Leitungen mit genügendem Abstand oder darunter anzuordnen sind. Hierauf muss man also bereits in der Planung achten.

Um eine vernünftige Trinkwasserqualität zu gewährleisten, müssen wir daher systemisch denken. Denn diese vier Fragen hängen zusammen. Um diese komplexen Zusammenhänge zu kontrollieren, sind wir schnell bei einem digitalen System, in dem idealerweise auch eine Überwachung, also ein Monitoring mit verschiedenen Sensoren und Fühlern, die Trinkwasseranlagen steuert und kontrolliert. Das Ganze ist also ein Prozess. Und diese Sicht sollte auch bei all den Regelungssystemen für Trinkwasserinstallationen beachtet werden.

Ein Trinkwassermanagementsystem bedeutet auch, dass wir ein Stück dieser Denkarbeit in die Hard- und Software integrieren und damit den Installateuren helfen, die Komplexität zu beherrschen. Denn auch die Handwerker müssen die

Sensoren und Fühler richtig verorten und verkabeln, es gibt verschiedene Inbetriebnahmeprotokolle, die Datenübertragung muss funktionieren und später auch am besten über eine digitale Cloud, eine App, zugänglich sein.

Bei der Digitalisierung im Bau wird heutzutage oft von einem sogenannten "Digitalen Zwilling" gesprochen. In der Planungsphase ist das ein Building Information Model (BIM), also ein digitales Modell eines Gebäudes, das alle relevanten Daten und Informationen enthält, um das Gebäude und seine technischen Anlagen über den Lebenszyklus zu beschreiben. Ein Anwendungsfall der Methode BIM kann dabei sein, Installateuren vorweg am Simulator das Trinkwassersystem zu verdeutlichen und die Komplexität zu reduzieren. Denn die Menschen dahinter dürfen bei der Digitalisierung nicht vergessen werden.

BIM und andere digitale Techniken wie „Augmented Reality“ (Erweiterte Realität) sind vor allem aber auch ein Werkzeug, um integrale Arbeiten kollaborativ abzuwickeln. Beim integralen Planen mit digitalen Werkzeugen steht am Anfang die Bedarfsplanung, also die Analyse der Nutzungsprozesse eines Bauherrn und die Abstimmung mit allen Beteiligten. Schon in einer frühen Phase müssen auch die Ansprüche an die Trinkwasserqualität, die Raumnutzung und weitere Qualitätsansprüche durch den Bauherrn festgelegt werden. Auch an das spätere Monitoringsystem muss dabei gedacht werden mit der ganzen Sensorik und Regelungstechnik dahinter.

Bei BIM stehen diese Ansprüche an das System in der frühen Planungsphase in einem Raumbuch und werden digital durchdekliniert und anschließend in ein 3D-Planungs-Modell überführt. Auf Basis der modellbasierten Planung werden die Gewerke koordiniert, bis es dann zur Ausschreibung kommt. Minutiös lässt sich so schließlich der digitale Zwilling umsetzen.

BIM läuft aber nicht von allein, genauso wenig wie die integrale Planung. Der Bedarf des Bauherrn wird zweckmäßig in einem Lastenheft aufgeschrieben. Da sollte alles drinstehen, was für ein Produkt „Gebäude“ gebaut werden und welche Qualitäten es aufweisen soll. Analog drückt der Bauherr seinen Bedarf an BIM in den sogenannten Auftraggeber-Informationsanforderungen, kurz AIA, aus. Das kann auch ein Kapitel in diesem Lastenheft sein.

Die digitale Technik muss dann auch richtig bedient werden. Es ist mit Sicherheit hilfreich, von Anfang an auch ausführende Unternehmen oder in dem hier betrachteten Kontext Anbieter von Trinkwassermanagementsystemen einzubinden, das erleichtert zudem die Übergabe der Planung in die Ausführung. Die

größten Probleme mit BIM entstehen heute übrigens an den sogenannten Medienbrüchen, wo die Daten von einer Leistungsphase in die andere übergeben werden. Dabei sollte keine Beschreibung verloren gehen. Leider sieht die Praxis heute anders aus.

Die Kosten für ein gutes Trinkwassersystem rechnen sich schnell, wenn die Baukosten ins Verhältnis zu den Betriebskosten gesetzt werden. Die Relation zwischen Kosten für die Errichtung und den Betrieb liegt oftmals im Bereich 20:80. Trinkwasser ist hier natürlich nur ein Teil des Ganzen. Die Herstellungskosten sind somit im Verhältnis zu den späteren Betriebskosten zu relativieren. Allerdings interessieren den Investor eines Gebäudes zumeist nicht die Betriebskosten und umgekehrt den Betreiber nicht die Herstellungskosten. Auch können Nutzer und Betreiber verschiedene Personen sein. Diese Interessen sollten also zusammengebracht werden. Denn die Gesundheit der Menschen, die in den Gebäuden leben und arbeiten, zählt schließlich am meisten.

Für die Zukunft wird es auch nicht mehr ausreichen, alles dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit unterzuordnen. Payback an den Planeten. Das Gebäudeenergiegesetz, das seit November letzten Jahres gilt, nennt im hinteren Teil eine Innovationsklausel und zeigt damit einen ersten Ansatz, wie Gebäudeeffizienz ganzheitlich unter dem Aspekt der Bewertung von Gebäuden nach ihren Treibhausgasemissionen erfolgen kann. Das wird sicherlich die Zukunft sein und damit auch die in den Bauteilen gebundene graue Energie beinhalten.

Analog wissen wir aber spätestens seit der Coronapandemie, dass das übergeordnete Thema Gesundheit heißt. Das beinhaltet nicht nur Raumtemperatur und Komfort, sondern auch Raumluftqualität und Hygiene, und dazu zählt die Trinkwasserhygiene.

*Prof. Dr. Christoph van Treeck ist Inhaber des Lehrstuhls für Energieeffizientes Bauen E3D und Leiter des BIM-Centers Aachen an der RWTH Aachen.*

# **WERT DES TRINKWASSERS - RELEVANTE KOSTEN**

**04**

## 4.1 KOSTEN DER QUALITÄTSSICHERUNG

Den Menschen in Deutschland hochwertiges und sauberes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen, ist teuer. Nur ein Viertel des Rohwassers, das dem natürlichen Wasserkreislauf abgewonnen wird, kann ohne weitere Aufbereitung sofort als Trinkwasser in die Leitungen gepumpt werden.<sup>146</sup> Den Großteil des Rohwassers müssen die rund 6.000 Wasserversorger<sup>147</sup> in Deutschland aufbereiten – durch mechanische, biologische, chemische oder physikalische Verfahren.<sup>148</sup> Dabei wird das Wasser gefiltert, entmineralisiert, enthärtet oder entsäuert, nach Bedarf auch desinfiziert.

Der größte Teil der Kosten entsteht in Form von Fixkosten für die Anlagen der Wasseraufbereitung und -verteilung. Diese werden kontinuierlich erneuert. Pro Jahr investiert der Wasserversorgungssektor laut BDEW hier rund drei Milliarden Euro. In Relation gesetzt zum jährlichen Umsatz, der laut Statistischem Bundesamt eine Höhe von etwa elf Milliarden Euro (ohne Steuern) aufweist, ist die Quote der Investitionen damit deutlich höher als in den meisten anderen Sektoren der Wirtschaft. Im Bereich der Abwasserentsorgung sind ähnliche Werte zu konstatieren: Hier werden die jährlichen Investitionen mit knapp vier Milliarden Euro angegeben, die Gesamtumsätze mit 13 Milliarden Euro.

Mehr als die Hälfte der im Bereich der Frischwasserversorgung investierten Mittel entfallen auf die Instandhaltung und Erneuerung des insgesamt rund 540.000 Kilometer langen Verteilnetzes.<sup>149</sup> Trotz des hohen Investitionsvolumens erneuern die meisten Versorger pro Jahr nur rund ein Prozent ihres Netzes, wie Zahlen des Bundeskartellamtes zeigen.<sup>150</sup> Ein gutes Fünftel der Investitionskosten entfallen auf die Wassergewinnung und -aufbereitung.

Die regionalen Wasserversorger rechnen für die kommenden Jahre mit einem steigenden Investitionsbedarf, wie eine Umfrage des Verbands kommunaler Unternehmen (VKU) unter seinen Mitgliedern darlegt.<sup>151</sup> Demnach ist nur jeder fünfte kommunale Wasserversorger der Meinung, dass die derzeit regelmäßig zur Verfügung stehenden Mittel langfristig ausreichen werden. Mehr als die Hälfte meint, dass die Mittel zwar zurzeit noch ausreichen, dass langfristig aber höhere Investitionsbedarfe bestehen. Ein Viertel der befragten Unternehmen hält schon die aktuell verfügbaren Mittel für zu gering.

Tatsächlich zeigt sich bereits für die zurückliegenden Jahre ein eindeutiger Trend zu mehr Investitionen in die Trinkwasserversorgung. Während das jährliche Investitionsvolumen in die Wasseraufbereitungsanlagen sowie in das öffentliche Wassernetz nach 1995 nahezu kontinuierlich zurückgegangen war und im Jahr 2007 bei weniger als zwei Milliarden Euro gelegen hatte, steigt es seither kräftig an (siehe Abbildung 14). Bis 2020 waren die jährlichen Investitionen auf 3,2 Milliarden Euro angewachsen.

146 Vgl. BMU (2020).

147 Vgl. Bundeskartellamt (2016a).

148 Vgl. Schweizerisches Bundesamt für Gesundheit (2010).

149 Vgl. BDEW (2020d).

150 Vgl. Bundeskartellamt (2016a).

151 Vgl. VKU (2017a).

Die Gründe für den wachsenden Investitionsbedarf im Bereich der Wasserversorgung sind vielfältig: Neben dem allgemeinen Erneuerungsbedarf ist hier beispielsweise die Digitalisierung zu nennen: Rund jeder sechste investierte Euro fließt derzeit bereits in den IT-Bereich.<sup>152</sup> Auch die fortlaufende Urbanisierung in Deutschland, im Zuge derer zunehmend Menschen aus ländlichen Regionen in die Großstädte ziehen, ist ein Trend, der zusätzliche Investitionen erforderlich macht. So sind in den Ballungsräumen Kapazitätsausweitungen notwendig, während die Systeme in Gebieten mit Bevölkerungsschwund an die gesunkene Nachfrage angepasst werden müssen. Der wachsende Anteil des Uferfiltrats am Rohwasser in Deutschland ist ein Merkmal dieser Entwicklung, schließlich stammt das Trinkwasser in Großstädten oft nicht aus tiefen Erdschichten, sondern aus jenen nah an der Oberfläche. Da das Uferfiltrat – anders als das Grundwasser – ohne die natürliche Filterung in den tiefen Bodenschichten auskommen muss, ist die Aufbereitung aufwändiger und somit teurer. Somit erhöhen sich auf diese Weise ebenfalls die laufenden Kosten für das Gesamtsystem.<sup>153</sup>

Auch zunehmende Schadstoffeinträge in das Rohwasser können zu zusätzlichen Kosten auf Seiten der Wasserversorger führen. Hier stellt besonders die Überdüngung der landwirtschaftlichen Flächen und die daraus resultierende Nitratbelastung ein Problem dar (siehe Kapitel 3.1.1). Eine umfassende Simulation im Auftrag des Umweltbundesamtes zeigt, dass den Wasserversorgern in Deutschland Kosten von rund 700 Millionen Euro pro Jahr drohen würden,<sup>154</sup> wenn sie die Nitratbelastung des Rohwassers nachhaltig und deutlich senken wollten – entweder aufgrund einer aufwändigeren Aufbereitung des Wassers oder weil Brunnen verlagert werden müssten. Eine ähnliche Untersuchung im Auftrag des BDEW kommt sogar zum Schluss, dass ein Anstieg der Wasserpreise um mehr als die Hälfte möglich wäre,<sup>155</sup> wenn sich die gängige Düngemittelpraxis der Landwirtschaft nicht ändern und die Nitratbelastung weiter hoch bleiben sollte.



152 Vgl. BDEW (2019).

153 Vgl. Experteninterview mit Volker Meyer.

154 Vgl. Oelmann / Czichy / Scheele / Zaun / Dördelmann / Harms / Penning / Kaupe / Bergmann / Steenpaß (2017).

155 Vgl. Oelmann / Czichy / Hormann (2017).

Ein großes – und in seiner Bedeutung wachsendes – Problem für die Wasserversorgung stellt die Erderwärmung infolge des Klimawandels dar.<sup>156</sup> Zwar sind hierzulande noch keine dauerhaften Engpässe bei den genutzten Rohwasservorkommen zu spüren,<sup>157</sup> die flächendeckenden Investitionen in neue Brunnen nötig machen würden (siehe auch Kapitel 2.2.2). Dennoch gibt es vielfältige Verschiebungen: Klimawandelbedingte Starkwetterereignisse wie lange sommerliche Hitze- bzw. Dürreperioden können den Wasserbedarf beispielsweise punktuell sprunghaft ansteigen lassen<sup>158</sup> – etwa, wenn Hausbewohner beginnen, ihre Gärten umfassend zu bewässern. So kam es in den Hitzesommern 2018 und 2019 in einzelnen Orten Deutschlands bereits zu einer Wasserknappheit, infolge derer die Bevölkerung aufgerufen war, Wasser zu sparen.<sup>159</sup>

Obwohl der Frischwasserverbrauch der Deutschen in den letzten Jahrzehnten auf unter 130 Liter pro Person und Tag gesunken ist,<sup>160</sup> müssen die Versorger also künftig womöglich wieder größere Kapazitäten vorhalten, um solche Nachfragespitzen bedienen zu können. Vielerorts haben Versorger aus diesem Grund bereits in zusätzliche bzw. leistungsstärkere Anlagen investiert, wie Umfragen und Fallstudien zeigen.<sup>161</sup>

Durch den Klimawandel steigt in vielen Fällen auch die Temperatur des Rohwassers. In Seen und Talsperren etwa mischen sich bei höheren Lufttemperaturen wärmere und kältere Wasserschichten schlechter durch, was die Wassertemperatur erhöhen kann.<sup>162</sup> Auch tieferliegende Rohwasserquellen können in heißen Sommern wärmer werden. In der Folge kann es auch zu einem Anstieg des Bakterienwachstums kommen, was wiederum eine umfassende – und teurere – Aufbereitung durch die Wasserversorger erfordert.

Ein weiteres Problem: Mitunter fließt das Trinkwasser auch mit hohen Temperaturen in die Gebäude weiter, was wiederum dort die Gefahr von Verkeimungen erhöht. Einer Studie der TU Dresden aus dem Jahr 2018 zufolge beträgt die mittlere Temperatur, mit der das Kaltwasser in Deutschland an den Wasserzählern in den Häusern ankommt, inzwischen mehr als 14 Grad Celsius.<sup>163</sup> Die Planungsprämisse für Trinkwassersysteme sieht am Hausanschluss eigentlich einen Wert von zehn Grad vor. Dieser jedoch wurde bei zwei von drei Proben überschritten.

In der Folge wird die Aufgabe, die eigenen Trinkwasserinstallationen frei von Legionellen und anderen wärmeliebenden Keimen und Bakterien zu halten, für Immobilienbesitzer und -betreiber komplexer – und oft gar unmöglich. Vielen Besitzern drohen im Bereich Trinkwasserhygiene künftig zusätzliche Investitionen und Kosten (siehe Kapitel 4.3). Um das Trinkwasser im öffentlichen Leitungssystem auch im Sommer kühl zu halten, müssten die Rohre eigentlich tiefer im Boden verlegt werden.<sup>164</sup> Da die meisten Rohre rund 100 Jahre im Boden bleiben, ist dies ein Prozess, der – selbst wenn man ihn beherzt angehen würde – einen langen Zeitraum umfassen würde.

156 Vgl. ATT et al. (2020).

157 Vgl. Experteninterview mit Volker Meyer.

158 Vgl. Simon et al. (2019).

159 Vgl. BBK (2019).

160 Vgl. ATT et al. (2020).

161 Vgl. Simon et al. (2019).

162 Vgl. Osmancevic et al. (2018).

163 Vgl. Rühling et al. (2018).

164 Vgl. Experteninterview mit Volker Meyer.

## 4.2 KOSTEN IM GESUNDHEITSSYSTEM

Besondere Relevanz hat das Thema Trinkwasserhygiene zweifelsohne für das Gesundheitssystem und seine Einrichtungen – also beispielsweise für Arztpraxen, Kliniken oder Pflegeheime. Gerade ältere und bereits geschwächte Personen sind vulnerabel für Krankheiten, die auf Verunreinigungen des Wassers zurückzuführen sind.<sup>165</sup> Legionellen sind bei fünf bis zehn Prozent der Betroffenen tödlich.<sup>166</sup>

Die Häufigkeit von wasserassoziierten Infektionen ist in den letzten Jahrzehnten eindeutig gestiegen, beispielsweise von Legionellen (siehe Kapitel 3.1.3). Neben Legionellen sind auch andere wasserassoziierte Krankheiten zuletzt häufiger festgestellt worden. Die Zahl der Infektionen mit *Pseudomonas aeruginosa* beispielsweise war in Deutschland bzw. Europa signifikant höher als noch einige Jahre zuvor.<sup>167</sup>

Diese Trends lassen die Vermutung zu, dass die Probleme mit wasserassoziierten Krankheiten in den kommenden Jahren noch gravierender werden dürften. Der Klimawandel etwa führt zu höheren Kaltwassertemperaturen (siehe Kapitel 4.1), was Verkeimungen fördert und daraus resultierende Krankheiten wahrscheinlicher macht. Hinzu kommt der demografische Wandel: Durch die wachsende Zahl der Älteren in Deutschland wächst auch die Gruppe derer, die potenziell besonders vulnerabel für Krankheiten sind, die mit der Wasserhygiene zusammenhängen.<sup>168</sup>

Da Einrichtungen des Gesundheitswesens quasi hygienische Risikogebiete sind, gelten hier besonders strenge Vorgaben für die Trinkwasserversorgung. So müssen die Wassersysteme einmal pro Jahr auf Legionellen und andere Keime – wie *Pseudomonas aeruginosa* oder coliforme Bakterien – hin untersucht werden.<sup>169</sup> In den Hochrisikobereichen – wie etwa auf den Intensivstationen – sollte dies sogar alle sechs Monate erfolgen, gleichzeitig sind hier deutlich niedrigere Zielwerte vorgesehen. Während normalerweise ein technischer Maßnahmenwert von 100 koloniebildenden Einheiten pro 100 Milliliter Wasser gilt, sollte das Trinkwasser hier möglichst gänzlich frei von Legionellen sein.<sup>170</sup>

Werden in Gesundheitseinrichtungen Grenzwertüberschreitungen festgestellt, so sind diese meldepflichtig und müssen daher sofort dem zuständigen Gesundheitsamt angezeigt werden.<sup>171</sup> In der Folge muss eine umfassende Gefährdungsanalyse erstellt werden, die das Wassersystem der Einrichtung in Gänze bewertet – anschließend wird separat ein Sanierungsplan erstellt.<sup>172</sup> Dazu können Änderungen der Betriebsweise zählen, genauso aber auch Vorschläge für umfassende Sanierungen oder Umbauten – etwa Änderungen am Rohrsystem, der Rückbau von Leitungen oder ein nachhaltiger hydraulischer Abgleich der Warmwasserzirkulation. In Fällen von schweren Verkeimungen ist eine vor-

165 Vgl. Exner (2013).

166 Vgl. RKI (2019b).

167 Vgl. ECDC (2020b).

168 Vgl. Brenner (2013).

169 Vgl. Landesregierung Schleswig-Holstein (2013).

170 Vgl. Vahrson (2015), Klinikum Stuttgart (2019), Experteninterview mit Arnd Bürschgens.

171 Vgl. RKI (2019b).

172 Vgl. Management & Krankenhaus (2018).

übergehende Schließung der Einrichtung zum Zwecke der Sanierung keine Seltenheit,<sup>173</sup> in Einzelfällen gibt es sogar das Verbot des Weiterbetriebs. Die Kosten im Schadensfall können schnell die Millionengrenze überschreiten.

Um die Patienten und Mitarbeiter zu schützen und teure Schadensfälle zu vermeiden, müssen die Einrichtungen des Gesundheitswesens umfassende Schutzvorkehrungen treffen. Dazu gehört die Erstellung eines Hygieneplans, der sich auch dem Trinkwassersystem widmet und zwischen den Bauherren, dem Betreiber, dem Gesundheitsamt und den Hygienikern der Einrichtung abgestimmt wird.<sup>174</sup> Dieser Plan sollte unter anderem eine vollständige und aktuelle Dokumentation der Trinkwasserinstallation enthalten, Aufgaben definieren und Ansprechpartner nennen.

Im Alltag muss sichergestellt werden, dass ein Spülplan eingehalten wird. Sämtliche Entnahmestellen in den Häusern müssen mindestens alle drei Tage geöffnet werden, sodass das Wasser nie lange stagniert und die Rohre ausreichend gespült werden. Da in Gesundheitseinrichtungen des Öfteren einzelne Zimmer oder sogar ganze Trakte für längere Zeiten leer stehen, ist dieses Vorgehen von besonderer Wichtigkeit. Ein Problemfaktor ist oft auch die bauliche Beschaffenheit der Gebäude: Insbesondere Anbauten und andere bauliche Erweiterungen sind oftmals nicht optimal an das hausinterne Wassernetz angeschlossen.<sup>175</sup> Hinzu kommt die große Zahl an Entnahmestellen. In beinahe jedem Zimmer einer Klinik findet sich ein Wasseranschluss, meist sind es sogar mehrere.

Für Kliniken und Pflegeheime ist die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene somit aufwändig. Das regelmäßige Öffnen sämtlicher Armaturen und das Spülen der Rohre kostet viel Wasser: Für ein kleines Klinikum mit 60 Betten sind Schätzungen zufolge Wasserkosten in Höhe von 10.000 bis 15.000 Euro pro Jahr anzusetzen,<sup>176</sup> für größere Einrichtungen proportional mehr. Einen noch größeren Kostenblock dürften darüber hinaus die Personalkosten ausmachen. Über spezielle technische Vorrichtungen zur Sicherstellung der Hygiene – wie beispielsweise Spülstationen oder automatische Spüleinrichtungen in Armaturen, die das Stagnieren des Wassers selbstständig verhindern – verfügen heute nur wenige Einrichtungen.<sup>177</sup> Bei Neubauten und vor allem im Bestand wird diese Technik inzwischen jedoch vermehrt eingebaut.

Des Öfteren wird kritisiert, dass das Thema Trinkwasserhygiene im Alltag von Kliniken und Pflegeheimen noch nicht jene Bedeutung hat, die es haben müsste.<sup>178</sup> Tatsächlich zeigt eine groß angelegte Umfrage im Auftrag des Vereins Partner für Wasser, dass Schadensfälle in Gesundheitseinrichtungen keine Seltenheit sind: So gaben 58 Prozent der befragten Kliniken an, schon einmal Leckagen im Kalt- oder Warmwassersystem gehabt zu haben.<sup>179</sup> Knapp 50 Prozent hatten in der Vergangenheit bereits Fälle von Trinkwasserverkeimungen zu beklagen. Hier dürfte es sich zum übergroßen Teil um Legionellen gehandelt haben. Die entsprechende Bitte zur Konkretisierung der Angaben im Fra-

173 Vgl. Westfalenblatt (2019).

174 Vgl. Geisel et al. (2017).

175 Vgl. Management & Krankenhaus (2011).

176 Vgl. Experteninterview mit Arnd Bürschgens.

177 Vgl. Experteninterview mit Volker Meyer.

178 Vgl. Experteninterview mit Joachim Stücke.

179 Vgl. Partner für Wasser e. V. (2020).

gebogen wurde allerdings von den meisten befragten Einrichtungen ignoriert. Die Umfragen zeigen ferner, dass Probleme mit der Hygiene bei älteren Installationen häufiger vorkommen.

In der Gesamtschau ergibt sich, dass die Gesundheitseinrichtungen ihre Anstrengungen zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Zukunft durchaus noch ausweiten könnten und sollten. Dies wird auch von regulatorischer Seite gefordert: So sieht die neue EU-Trinkwasserrichtlinie aus dem Jahr 2020 vor, dass vor allem für hygienisch sensible Gebäude wie Kliniken und Pflegeheime ein sogenannter Water-Safety-Plan entwickelt wird, in dem beispielsweise Anweisungen für den Schadensfall gelistet werden (siehe auch Kapitel 5.1.3). Die Hoffnung dabei ist, dass die Zahl der Krankheits- und Todesfälle, die auf eine mangelnde Wasserhygiene zurückzuführen sind, künftig deutlich reduziert werden kann. Zwar können verstärkte Kontrollen und Prophylaxemaßnahmen sowie bauliche Maßnahmen und Sanierungen hohe zusätzliche Kosten mit sich bringen, die vom Gesundheitssystem geschultert werden müssen. Gleichzeitig dürften die Kosten für die Vorsorge aber in jedem Fall kleiner sein als im Schadensfall.

## 4.3 KOSTEN IM IMMOBILIENBEREICH

---

Die Verantwortung der Wasserversorgungsunternehmen für den Zustand des Trinkwassers endet am Hausanschluss einer Immobilie. Ab diesem Punkt liegt die Zuständigkeit für den hygienisch sicheren Weitertransport des Wassers bei den Eigentümern bzw. den Nutzern der Immobilie.<sup>180</sup> Im Rahmen der sogenannten Verkehrssicherungspflicht müssen diese alles tun, um Dritte zu schützen, die die Immobilie betreten oder nutzen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Sicherheit beispielsweise von Treppengeländern und Dächern, sondern auch auf die Hygiene des Trinkwassers. Im Schadensfall – etwa bei Erkrankungen an Legionellose – sind Eigentümer bzw. Betreiber unter Umständen haftbar.

In Bezug auf den Schutz vor Verkeimungen wurden die Pflichten der Immobilienbetreiber zuletzt noch einmal vom Gesetzgeber verschärft. Seit den jüngsten Novellierungen der Trinkwasserverordnung müssen Verwalter, Betreiber und Besitzer von Gebäuden, in denen es eine Großanlage mit einem Trinkwassererwärmer mit einem Fassungsvermögen von mindestens 400 Litern Füllvermögen oder einem Leitungsinhalt zwischen Trinkwassererwärmer und letzter Entnahmestelle von mindestens drei Litern gibt, ihre Trinkwasserinstallation alle drei Jahre auf Legionellen prüfen lassen.<sup>181</sup> Für Ein- oder Zweifamilienhäuser besteht diese Pflicht in den meisten Fällen nicht, bei größeren Geschossbauten allerdings durchaus. Anlagen, die Wasser an die Öffentlichkeit abgeben – etwa in Schulen oder Behörden –, müssen sogar einmal jährlich beprobt werden.

---

180 Vgl. Hardt (2015).

181 Vgl. BMG (2018); siehe auch Kapitel 3.4.

In Deutschland war die Zahl der festgestellten Grenzwertüberschreitungen zuletzt beträchtlich: Eine Auswertung von Proben aus mehr als 30.000 Mehrfamilienhäusern im Auftrag der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach (figawa) zeigt, dass in rund jedem siebten Objekt ein nennenswerter Befall durch Legionellen festgestellt wurde.<sup>182</sup> Und wiederum bei jedem zweiten dieser Fälle lag der festgestellte Wert oberhalb des technischen Maßnahmenwertes von 100 koloniebildenden Einheiten pro 100 Milliliter.

Die hohe Zahl der Fälle macht deutlich, dass der Wohnungssektor vor großen Herausforderungen steht. Einige Entwicklungen der vergangenen Zeit haben die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene für Verwalter, Eigentümer und Betreiber erschwert: Neben der Begünstigung von Verkeimungen durch steigende Temperaturen des Kaltwassers im Zuge des Klimawandels liegen ferner die Steigleitungen für das Kaltwasser in den Wohnhäusern oft noch in unmittelbarer Nähe der Warmwasserrohre, was die Temperatur des Kaltwassers weiter erhöhen kann. Dies wird zunehmend zum Problem und erfordert mitunter zusätzliche bauliche Maßnahmen – wie etwa separate Dämmungen, die die Erwärmung des Wassers verzögern, oder Zirkulationssysteme für das Kaltwasser.

Auch die Bautrends der zurückliegenden Jahrzehnte können zum Problem für die Trinkwasserhygiene werden. So ist die Zahl der Wasserentnahmestellen pro Haus heute meist deutlich höher als früher. Viele Wohnungen verfügen nicht mehr über ein Badezimmer, sondern über zwei bis drei, oftmals ausgestattet mit Dusche, Wanne und zwei Waschbecken nebeneinander.<sup>183</sup> Wenn aber nicht alle Armaturen regelmäßig genutzt werden – was bei einer größeren Zahl von Armaturen pro Haus deutlich wahrscheinlicher wird –, besteht die Gefahr von Verkeimungen.

Bei Neubauten oder Instandsetzungen von Häusern wird inzwischen vermehrt auf technische Lösungen gesetzt, um Verkeimungen der Trinkwassersysteme zu verhindern. Dazu zählt beispielsweise das Verlegen der Rohre als Reihenleitung mit einem Hauptverbraucher – zum Beispiel eine Toilette – am Ende. Dabei erhält eine Entnahmestelle nicht nur eine Stichleitung zu ihr hin, sondern auch eine weitere Leitung, die zur nächsten Entnahmestelle weiterführt. Auf diese Weise wird verhindert, dass das Wasser zu lange vor einer selten genutzten Armatur stagniert, denn die Leitung zu den Entnahmestellen wird bei Benutzung der Toilette automatisch durchgespült.

Hinzu kommen oft auch automatische Anlagen, beispielsweise Filteranlagen – oder auch Zirkulationssysteme, die das Warmwasser zurück zum Trinkwassererwärmer führen, damit die Temperatur konstant gehalten werden kann. Auch automatische Armaturen, die sich regelmäßig selbst öffnen, werden inzwischen häufig verbaut. Die Kosten für die Installation der Trinkwassersysteme können Schätzungen zufolge durchaus bis zu zehn Prozent der gesamten Baukosten betragen.<sup>184</sup>

182 Vgl. Rothmann / Rühling (2019).

183 Vgl. Experteninterview mit Volker Meyer.

184 Vgl. Experteninterview mit Arnd Bürschgens.

Der Vorteil solcher Installationen liegt darin, dass die Gefahr von Verkeimungen infolge eines nicht bestimmungsgemäßen Betriebs durch die Nutzer verringert werden kann. Auf der anderen Seite entstehen durch die komplexeren Installationen mitunter neue Probleme. Denn einerseits verlängern sich die Rohrsysteme dadurch, andererseits kommen neue Bauteile hinzu. Die Zahl der eingebauten Elemente steigt also und mit ihr die Zahl der möglichen Fehlerquellen und Bruchstellen. Der Instandhaltungsaufwand kann dadurch – entgegen dem eigentlichen Ziel – sogar größer werden.<sup>185</sup>

Letztendlich kommt es trotz der technischen Aufrüstung weiter darauf an, dass die Nutzer umsichtig und pfleglich mit der Trinkwasserinstallation umgehen. Dazu gehört das regelmäßige Öffnen der Armaturen zum Zwecke des Durchspülens der Rohre. Die Kosten dafür sind nicht zu vernachlässigen, schließlich geht dabei eine große Menge Wasser verloren. In Großimmobilien wie Hotels oder Behörden kommen dazu noch die Personalkosten für jene Kräfte, die die Armaturen – den Spülplänen folgend – betätigen müssen. Allerdings sind diese Kosten bei Weitem niedriger als jene, die im Schadensfall drohen.

Allgemeine Aussagen zur Höhe der anfallenden Kosten lassen sich kaum treffen, da diese stets von der Beschaffenheit des Hauses und dem konkreten Schadensfall abhängen. Grobe Einordnungen zum finanziellen Aufwand sind allerdings durchaus möglich: Bei einem normalen Mietshaus mit einigen Wohnungen schlägt die obligatorische Legionellenprüfung mit 300 bis 500 Euro zu Buche.<sup>186</sup> Werden dabei Überschreitungen des Grenzwerts festgestellt, ist eine Gefährdungsanalyse anzufertigen, deren Preis meist bei rund 1.500 bis 3.000 Euro liegt. Die Kosten für die darauffolgende Sanierung lassen sich groben Schätzungen zufolge auf im Schnitt 8.000 bis 10.000 Euro beziffern.

Ähnliche Werte ergeben sich aus einer repräsentativen Befragung von Hauseigentümern mit drei oder mehr Wohnungen aus der Region Ravensburg, die zwischen 2012 und 2015 Fälle von Legionellen zu beklagen hatten:<sup>187</sup> Demnach musste die große Mehrheit von ihnen Beratungs- und Laborkosten von 500 bis 5.000 Euro tragen. Hinzu kamen Investitionskosten, die bei 40 Prozent der Betroffenen bei mehr als 5.000 Euro lagen – und bei weiteren 45 Prozent zwischen 1.000 und 5.000 Euro.

Insgesamt ist die Spannweite der Kosten allerdings sehr groß, da unterschiedliche Maßnahmen zur Beseitigung des Keimbefalls denkbar sind: Dazu zählt die Reinigung der Rohre mit Hilfe von Wasser und Luft unter starkem Druck – oder ihre Desinfektion, entweder thermisch, mit besonders heißem Wasser,<sup>188</sup> oder chemisch, beispielsweise mit Chlordioxid.<sup>189</sup> Auch das Entfernen von sogenannten Totleitungen, die nicht mehr genutzt werden, gehört häufig zu den empfohlenen Maßnahmen.

---

185 Vgl. Köhler (2014).

186 Vgl. Experteninterview mit Arnd Bürschgens.

187 Vgl. RKI (2016).

188 Vgl. Hochwallner (2015).

189 Vgl. UBA (2012).

In vielen Fällen hilft aber nur noch eine teure Kompletterneuerung der Trinkwasserinstallation und eine Entkernung der Badezimmer. Die Kosten dafür hängen von vielen Faktoren ab. Bei Wohnungen sind hier Gesamtkosten von 20.000 Euro keine Seltenheit,<sup>190</sup> bei Einfamilienhäusern können sogar 30.000 Euro und mehr angesetzt werden.<sup>191</sup> In großen Wohnanlagen summieren sich die Kosten für Komplettsanierungen oftmals auf mehrere Millionen Euro<sup>192</sup> – auch weil die Anlagen oftmals ganz geschlossen werden müssen. Für Investoren können Schadensfälle darüber hinaus schnell zu großen Wertverlusten führen: Denn zum einen haben Mieter unter Umständen Anspruch auf Mietminderung, zum anderen sinkt der Wiederverkaufswert.

Eine besondere Herausforderung in Bezug auf die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Großimmobilien stellt die Coronapandemie dar: Da Mitarbeiter verstärkt im Homeoffice arbeiteten, waren die Bürogebäude deutlich leerer als zuvor. Weil aus diesem Grund auch die Wasseranschlüsse in Toiletten und Teeküchen seltener genutzt waren, stieg die Gefahr eines Befalls durch Legionellen und andere Verunreinigungen stark an. Ähnliches galt für Beherbergungsbetriebe, Gaststätten und Tagungshäuser, die während der Lockdowns wochenlang keine Gäste empfangen durften. Die zuständigen Behörden<sup>193</sup> und Verbände<sup>194</sup> warnten während der Pandemie eindringlich vor diesen Gefahren, eine Bilanz über mögliche – auch noch bevorstehende – Schäden steht zurzeit noch aus.

## „WERT“ DES TRINKWASSERS

Die Menschen in Deutschland verbrauchen pro Kopf und Tag rund 120 bis 130 Liter Trinkwasser, für die ein Preis von etwa 30 Eurocent anfällt.<sup>195</sup> Bei einer Bevölkerung von rund 83 Millionen ergibt sich hieraus ein Gesamtpreis von rund neun Milliarden Euro pro Jahr. Das Statistische Bundesamt nennt für die im Bereich Wasserversorgung aktiven Unternehmen und kommunalen Eigenbetriebe in Deutschland jährliche Umsätze in einer Gesamthöhe von rund elf Milliarden Euro. Die vorstehende Rechnung ist insofern grob plausibel, da nicht nur Privathaushalte Frischwasser beziehen, sondern auch Unternehmen und Behörden. Grob und überschlägig lässt sich annehmen, dass die genannten Umsätze auch in etwa den Kosten entsprechen, die den im Bereich Wasserversorgung tätigen Akteuren pro Jahr für die Bereitstellung des Trinkwassers entstehen.

Der Preis, der für Trinkwasser zu zahlen ist, ist zweifelsohne nicht mit dem Wert des Trinkwassers gleichzusetzen. So kann argumentiert werden, dass der Wert nicht nur davon abhängen kann, welcher Preis für ein Gut zu zahlen ist, sondern auch davon, welcher Scha-

190 Vgl. Hillawoth (2016), Seele-Leichert (2019).

191 Vgl. Bauen & Wohnen Aktuell (2016).

192 Vgl. Hillawoth (2016), Seele-Leichert (2019).

193 Vgl. RKI (2020a).

194 Vgl. BDEW (2020e).

195 Vgl. VKU (2017b).

den entstehen würde, wenn das Gut nicht in adäquater Qualität zur Verfügung stünde. Im Falle des Gutes Trinkwasser dürfte der Unterschied zwischen dem am Markt zu zahlenden Preis und dem Wert im Sinne eines nicht entstandenen Schadens besonders groß sein.

Veranschaulichen lässt sich dies anhand einer Beispielrechnung: Wenn es den Wasserversorgern nicht möglich wäre, gesundheitlich unbedenkliches Trinkwasser zur Verfügung stellen, müssten die Menschen zumindest für das Kochen und Trinken Wasser aus Flaschen bzw. Kanistern nutzen. Da gemeinhin angenommen wird, dass vier Prozent des privaten Wasserverbrauchs für diese Zwecke genutzt wird<sup>196</sup>, kann ein Bedarf von fünf Litern pro Person und Tag veranschlagt werden. Wenn pro Liter abgefülltes Wasser nun ein Preis von 20 Cent angesetzt wird, ergeben sich jährliche Gesamtkosten in Höhe von rund 30 Milliarden Euro. Dies entspräche ungefähr dem Dreifachen dessen, was die Wasserversorger in Deutschland derzeit pro Jahr umsetzen.

Nicht einberechnet sind hierbei die Opportunitätskosten, die dadurch verursacht würden, dass die Menschen das Wasser erst mühsam herbeischaffen müssten. Hinzu kommen die Kosten für externe Effekte wie Klimaschäden, die durch die vielen Plastikbehältnisse und den Transport des Wassers mit Lastkraftwagen entstünden. Ebenfalls unberücksichtigt bleibt, dass manche Keime das Leitungswasser so stark belasten könnten, dass dieses nicht einmal mehr für die Dusche genutzt werden könnte. So übertragen sich Legionellen beispielsweise gemeinhin über Aerosole, also zerstäubte Wassertröpfchen.<sup>197</sup> In der Gesamtschau kann somit davon ausgegangen werden, dass ungenießbares Trinkwasser für die Menschen in Deutschland mindestens eine Verdreifachung der Kosten bedeuten würde – dass der wahre Schaden aber wahrscheinlich noch deutlich kostspieliger wäre.

Dies gilt umso mehr, als eine Qualitätsverschlechterung des Trinkwassers darüber hinaus viele zusätzliche Krankheits- und Todesfälle mit sich bringen dürfte. Der Ländervergleich in Abbildung 17 (links) zeigt, dass die Quote der auf verunreinigtes Trinkwasser zurückzuführenden Todesfälle in jenen Ländern hoch ist, in denen ein hoher oder zumindest nennenswerter Anteil der Bevölkerung keinen Zugang zu sicherem und sauberem Leitungswasser hat. Ist dieser allerdings gewährleistet, so sinkt die Quote der Todesfälle auf nahe null.

Grundsätzlich kann eine verlässliche Versorgung der Bevölkerung mit hygienisch sicherem Trinkwasser als Grundvoraussetzung für eine prosperierende Entwicklung eines Landes angesehen werden.<sup>198</sup> So verdeutlicht Abbildung 17 (rechts), dass kein Land, welches nicht mindestens drei Vierteln der Bevölkerung einen Zugang zu sauberem und sicherem Trinkwasser bietet, eine Pro-Kopf-Wirtschaftsleistung von mehr als 10.000 US-Dollar aufweist. Ein Wohlstandsniveau in Form einer Pro-Kopf-Wirtschaftsleistung von 20.000 US-Dollar und mehr kommt nur in Ländern vor, in denen mindestens 95 Prozent der Menschen über einen solchen Zugang verfügen.

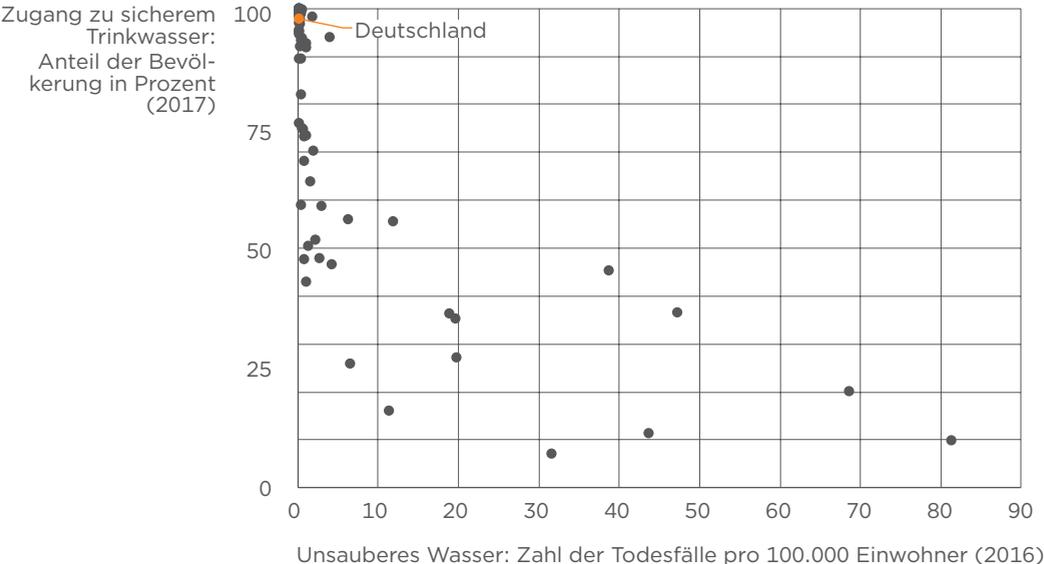
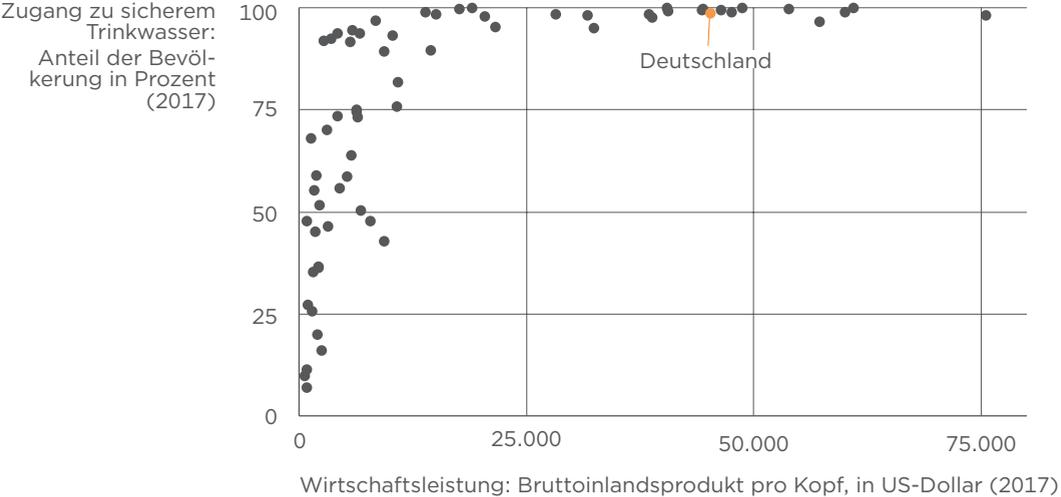
---

196 Vgl. UBA (2020f).

197 Vgl. Wagner (2002).

198 Vgl. WHO / SIWI (2005).

**Abbildung 17: Globaler Ländervergleich – Zugang zu sauberem Trinkwasser**  
nur Länder mit mehr als 5 Millionen Einwohnern



Quelle: Weltbank

Die Bedeutung einer verlässlichen Trinkwasserversorgung für die Wohlstandsentwicklung eines Landes lässt sich auch daran ablesen, dass diese eine zentrale Rolle bei der wirtschaftlichen Zusammenarbeit auf globaler Ebene spielt. So flossen laut OECD zuletzt knapp fünf Prozent der Gelder, die weltweit für Investitionen im Bereich der Entwicklungszusammenarbeit aufgewendet wurden, in den Aufbau und die Sicherstellung von hygienischen Wasserversorgungssystemen. Im Jahr 2018 beliefen sich die zu diesem Zwecke bereitgestellten Mittel weltweit auf knapp zehn Milliarden US-Dollar.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass der Preis, der für Trinkwasser zu bezahlen ist, zwar grob den Kosten entsprechen dürfte, die für die Bereitstellung anfallen. Der Wert des Trinkwassers allerdings sollte nicht allein anhand des Preises oder der Kosten definiert werden, sondern sollte stets auch die positiven externen Effekte berücksichtigen, das heißt die gesundheitlichen und ökonomischen Schäden, die durch eine verlässliche und sichere Versorgung mit einwandfreiem Trinkwasser vermieden werden.



### **Dr. Christine Lemaitre (DGNB)**

Die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) bietet eine Zertifizierung für nachhaltiges Bauen bzw. Nachhaltigkeit bei Gebäuden an. Dabei werden nicht einzelne Maßnahmen bewertet, sondern die Nachhaltigkeit des Gebäudes als Ganzes steht im Mittelpunkt. Die Zertifizierung von Neubauten basiert auf 37 Kriterien, die sich auf die sechs Dimensionen – ökologische Qualität, ökonomische Qualität, soziokulturelle und funktionale Qualität, technische Qualität, Prozessqualität und Standortqualität – verteilen. Die Bewertungen basieren stets auf dem gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

In der Vergangenheit spielte das Thema Trinkwasser bei der DGNB-Zertifizierung bereits eine Rolle. Der Fokus lag dabei auf einer nachhaltigen Nutzung: Reduktion des Verbrauchs und Vermeidung von Verschwendung. Künftig soll dabei nun auch der Umgang mit der Trinkwasser-Hygiene und so der Gesundheitsaspekt in den Blick genommen werden.

Dies ist insofern relevant für die Nachhaltigkeit, da hier der Zielkonflikt zwischen der Gewährleistung der Trinkwasserhygiene und dem Energiesparen besteht. Aktuell wird in den Gebäuden über eine hohe Wassertemperatur die Hygiene sichergestellt, was mit einem höheren Energieeinsatz einhergeht. Gerade bei kommerziellen Gebäuden überlagern dann die Themen Hygiene und Sicherheit das Energiethema.

Ein Fokus des DGNB-Systems ist es immer, solche Zielkonflikte, die sich oftmals beim Thema Nachhaltigkeit ergeben, transparent zu machen. So ergibt sich überhaupt erst die Chance, beispielweise bereits beim Planungsprozess die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Zur Lösung dieses Zielkonflikts bei der Trinkwasserhygiene kommen dabei neue Technologien und Mechanismen in Betracht, die die Gewährleistung der Trinkwasserhygiene bei einem geringeren Energieeinsatz als bisher ermöglichen. Sofern diese Verfahren verfügbar sind, sollte zu einem stärkeren Einsatz ermuntert werden.

Im Rahmen der DGNB-Zertifizierung kann mit der Transparenz beim Zielkonflikt zwischen der Gewährleistung der Trinkwasserhygiene und dem Einsparen von Energie die Entscheidungsgrundlage für Bauherren bzw. Eigentümer verbessert werden. Es ergibt sich ein besserer Plan und außerdem wird mit der Zertifizierung erreicht, dass sich Bauherren bzw. Eigentümer an diesem Plan messen lassen müssen. Während des Bauprozesses kommt es grundsätzlich immer wieder vor, dass kostenbedingt von Plänen abgewichen wird. Insofern ist die DGNB-Zertifizierung nicht nur ein Planungstool, sondern auch ein Instrument zur Qualitätssicherung, das auch die schlussendliche Umsetzung aufzeigt.

*Dr. Christine Lemaitre ist Geschäftsführender Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – DGNB e. V.*

**LÖSUNGEN FÜR  
QUALITATIV  
HOCHWERTIGES  
TRINKWASSER**

**05**

Während die Qualität des Trinkwassers bis zum Hausanschluss seitens des Wasserversorgers garantiert wird, ist ab diesem Punkt der Haus-, Grundstückseigentümer oder Usl (Unternehmer oder sonstiger Inhaber) dafür verantwortlich (siehe Kapitel 3.4). Kann die hygienische Qualität des Trinkwassers in Gebäuden nicht aufrechterhalten werden, werden damit nicht nur gesetzliche Vorgaben verletzt, sondern dann ergeben sich auch unter Umständen hohe Kosten (siehe Kapitel 4). Gerade bei der Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Gebäuden kommt es auch zu einem Trade-off mit dem Thema Energieeffizienz (siehe Kapitel 3.2). Insofern ist eine Auseinandersetzung mit dem Thema Sicherstellung der Trinkwasserhygiene in Gebäuden nicht nur aus Gesundheits- und Kostenaspekten geboten, sondern auch im Hinblick auf den Klimaschutz.

Hierbei helfen technologische Entwicklungen im Bereich des Trinkwassermanagements, die für die notwendige Hygiene sorgen und diese zudem überwachen.

## 5.1 TECHNOLOGISCHE ENTWICKLUNG DES TRINKWASSERMANAGEMENTS IN GEBÄUDEN

---

### 5.1.1 Potenziale der technologischen Entwicklung und Digitalisierung im Bereich des Trinkwassermanagement in Gebäuden

In technologischer Hinsicht eröffnet gerade die Digitalisierung dem Trinkwassermanagement in Gebäuden neue Möglichkeiten. Das sogenannte „Internet der Dinge“ sorgt nicht nur für mehr Transparenz und Effizienz während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks. Durch die Vernetzung von verschiedenen Anlagen und Sensoren lässt sich zudem mit digitalen Monitoringsystemen der Betrieb des Gebäudes steuern, um beispielsweise auf Störungen im System wie Stagnationen oder hygienerelevante Temperaturabweichungen automatisch zu reagieren.

Die Digitalisierung hat bereits einen positiven Effekt auf die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene im Gebäude, noch bevor ein Tropfen Wasser fließt.<sup>199</sup> Bereits beim Gebäudebau und bei Sanierungen ist diesbezüglich mit der Digitalisierung ein Potenzial verbunden. Hierbei geht es um das Building Information Modeling (BIM). Dahinter steht die Idee, dass alle Planer, Techniker, Baulieferanten und Baufirmen ihre Daten in ein Modell in der Cloud einspeisen, visualisiert in 3D. Auch die Planer einer Trinkwasserinstallation geben in das Simulationsmodell ihre Leitungs- und Installationsdaten ein. Auf diesen „Digitalen Zwilling“ kann in der Theorie jeder beim Bau ständig zugreifen, jede Änderung ist

---

199 Vgl. van Treeck et al. (2016).

sofort allen bekannt – vom Bauherrn über den technischen Planer bis zum Handwerker. Schon in der Planung lässt sich der Betrieb des Gebäudes und damit auch der Fließweg im Trinkwassersystem mit dem Zwilling simulieren. Insofern kann BIM die Systemkomplexität für Handwerker reduzieren, und es vereinfacht kollaboratives Arbeiten.<sup>200</sup>

Zwar wird vor allem am Anfang die Planung mit einem digitalen Werkzeug wie BIM aufwendiger, da viele Entscheidungen über das Projekt früher gefällt werden müssen als ohne Digitalisierung. Beispielsweise müssen bereits am Anfang bei der Bedarfsplanung die Ansprüche an die Qualität des Trinkwassers sowie die spätere Nutzung der Räume festgelegt werden (Nutzungskonzept). Dabei geht es nicht nur um die Leitungsverläufe, sondern auch mögliche Filteranlagen, elektronische Ventile und notwendige automatische Spülarmaturen. Darüber hinaus gilt es auch das spätere Monitoringsystem – Lage und Zahl der Messpunkte und Sensoren in der Trinkwasserinstallation – gleich von Beginn an im Plan zu berücksichtigen.

Anschließend lassen sich dann mit dem „Digitalen Zwilling“ die Trinkwasserwege, die Warmwassererzeugung, Zirkulationsanlagen und Datenverbindungen sowie mögliche Gefahren für die Wasserqualität wie Stagnationen oder Erwärmungsquellen bereits simulieren.<sup>201</sup> Anhand dieser Simulationen können die Installateure bereits in der Planungsphase die komplexen Zusammenhänge des Trinkwassersystems visualisieren. Damit lassen sich viele potenzielle Beeinträchtigungen der Trinkwasserhygiene im Gebäude wie zu dicht nebeneinander liegende Warm- und Kaltwasserleitungen oder Stagnationen im Trinkwasser bereits in der Planung vermeiden.

Digitale Technologien wie Augmented und Virtual Reality (AR/VR) unterstützen die Installateure mit optischen Informationen wie Sensordaten bei der Montage der Trinkwasserinstallation sowie im Falle unübersichtlicher Leitungsführungen.<sup>202</sup> Jede Planänderung lässt sich zudem im digitalen Zwilling vorab testen – samt aller Konsequenzen für den späteren Betrieb, aber auch für die Kostenrechnung. Für den späteren Betrieb des Gebäudes bekommen die Facility-Manager des Weiteren auf der Basis des BIM ein brauchbares 3D-Modell mit allen Leitungs- und anderen Daten.

BIM allein verhindert allerdings nicht alle Planungsfehler wie beispielsweise überdimensionierte Rohre.<sup>203</sup> So müssen die digitalen Werkzeuge auch passend angewendet werden. Am Ende lässt sich allerdings ein effizienteres – mit Blick auf die Ausgestaltung der Installation für leichte Beherrschbarkeit – Trinkwassermanagementsystem realisieren.

---

200 Vgl. Experteninterview mit Professor Christoph van Treek.

201 Vgl. Experteninterview mit Professor Christoph van Treek.

202 Vgl. Experteninterview mit Professor Christoph van Treek.

203 Vgl. Experteninterview mit Professor Christoph van Treek.

Digitale Technologien unterstützen darüber hinaus auch den Betrieb und die Qualitätsüberwachung des Trinkwassermanagementsystems. Sensoren können die Temperatur, den Trinkwasserdurchfluss und andere Wasserparameter aufnehmen. Zu lange Stagnationszeiten können dann automatisch Spülungen auslösen, kritische Temperaturbereiche lassen sich so ebenfalls vermeiden. Durch die Digitalisierung können auch spätere Wartungskosten reduziert werden.<sup>204</sup> Beispielsweise muss jedes Regelbauteil regelmäßig auf seine Funktion hin untersucht werden, was in komplexen Systemen mit teils hunderten von Ventilen für beträchtliche Kosten sorgt. Das lässt sich durch die Digitalisierung automatisieren. Digitale Geräte, die an bestimmten Stellen kontinuierlich weitere Schadstoffe oder Mikroorganismen im Wasser messen und an eine Steuerungszentrale melden, befinden sich aktuell allerdings noch im Entwicklungs- und Forschungsstadium.

Auch grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die deutsche Baubranche beim Einsatz dieser digitalen Techniken im Vergleich zu anderen Branchen und im internationalen Vergleich noch hinterherhinkt. Ergebnis einer Studie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung ist beispielsweise, dass nur 13,7 Prozent der befragten deutschen Bauunternehmen bisher BIM einsetzen.<sup>205</sup> Allerdings wollen bis Ende 2022 immerhin mehr als doppelt so viele Unternehmen in BIM einsteigen, sodass sich der Anteil der BIM-Nutzer auf fast ein Drittel erhöhen dürfte. Und bei einer anderen Umfrage im Bausektor zeigt sich, dass von den BIM-Nutzern, die hier etwa 28 Prozent der Befragten ausmachen, 61 Prozent die Möglichkeiten der Digitalisierung im Sanitärbereich der Gebäudetechnik nutzen.<sup>206</sup>

Dennoch gibt es bei den Gebäuden in Deutschland in Sachen Digitalisierung noch einen großen Nachholbedarf. Dies ist insbesondere im Bereich des Trinkwassermanagements der Fall (siehe Abbildung 18). Laut einer Untersuchung des Bundesverbands Digitale Wirtschaft sind etwa 39 Prozent der Trinkwassersysteme in Gebäuden noch nicht digitalisiert.<sup>207</sup> In rund drei Fünfteln der deutschen Gebäude wird die Trinkwassertechnik zumindest über eine lokale, digitalisierte Steuerung geregelt. Zumeist geht dieser erste Digitalisierungsschritt mit dem Einbau eines neuen Heizungssystems wie Brennwertkesseln mit verbundenem Warmwasserspeicher einher. Insgesamt 36 Prozent der Trinkwassererwärmung können per Fernzugriff gesteuert werden. Und erst 14 Prozent der Anlagen sind selbstlernend und agieren autonom.

---

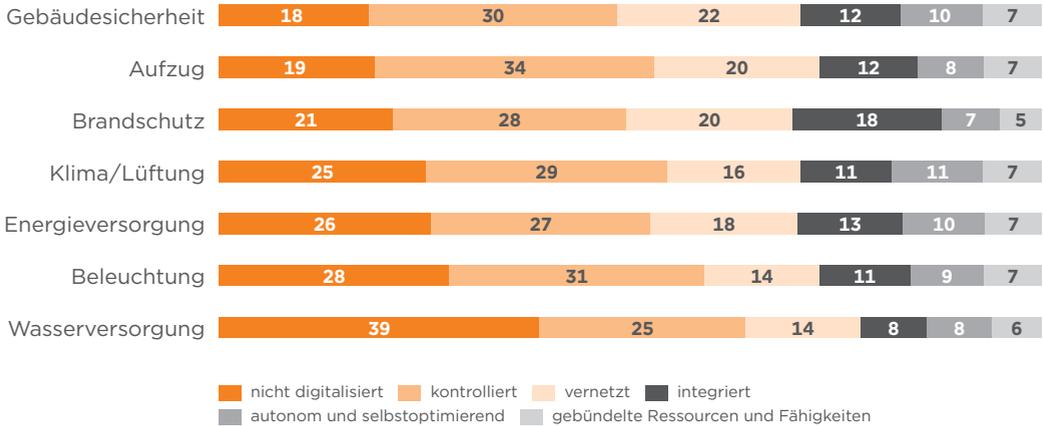
204 Vgl. van Treeck et al. (2016).

205 Vgl. Bertschek et al. (2019).

206 Vgl. BIC (2019).

207 Vgl. Exner et al. (2021).

**Abbildung 18: Anteil der Gebäude mit einem bestimmten digitalen Reifegrad nach Anwendungsbereichen**  
in Prozent



Quelle: Exner et al. (2021)

### 5.1.2 Gewährleistung der Hygiene bei abgesenkten Temperaturen und damit weniger Energieeinsatz

Durch die Erwärmung des Trinkwassers auf mindestens 60 Grad Celsius wird aktuell – normativ vorgeschrieben – sichergestellt, dass das Trinkwasser insbesondere mit Blick auf das mikrobielle Wachstum hygienisch einwandfrei ist. In älteren Gebäuden mit häufig mangelhaften hydraulischen Verhältnissen arbeiten zentrale Trinkwassererwärmer sogar mit 65 oder 70 Grad Celsius, um auch in den letzten Teilstrecken der Leitungsanlage die Mindesttemperaturen erreichen zu können. Die Gewährleistung dieser Temperaturen steht aber im Widerspruch zur Energieeffizienz (siehe Kapitel 3.2).

Generell muss zur Einhaltung der Klimaschutzziele auch die Gebäudetechnik den notwendigen Beitrag leisten. Aktuell entfallen etwa 35 Prozent des deutschen Energieverbrauchs auf Gebäude in Deutschland.<sup>208</sup> Die Bundesregierung möchte diesen Verbrauch drastisch senken, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Daher schreibt das Gebäudeenergiegesetz (GEG), das seit dem 1. November 2020 gilt und Nachfolger der Energie-

208 Vgl. UBA (2020i).

einparordnung (EnEV) ist, für Neubauten bestimmte Effizienzziele für Heizungstechnik und Wärmedämmung vor. Je deutlicher diese Anforderungen übertroffen werden, desto umfangreicher werden die Maßnahmen dafür durch Fördermittel unterstützt. Zudem sieht das deutsche "Klimapaket 2020" weitere Förderungen für energetische Sanierungen und effizientere Heizsysteme vor. So dürften in Zukunft die verschiedenen Anreize für einen geringeren Energieverbrauch der Gebäude noch stärker werden.

Gerade hier bieten regenerative Technologien wie z. B. Wärmepumpen im Hinblick auf maximale Energieeinsparung große Potenziale. Deren Anteil an der Wärmeerzeugung nimmt immer weiter zu. Zwar wurden 2019 und 2020 mit 517.616 bzw. 553.194 Stück immer noch vor allem Gasbrennwertkessel verkauft.<sup>209</sup> Aber direkt dahinter folgen Wärmepumpen mit Absatzzahlen von 86.020 (2019) und 120.406 (2020), bei denen sich mit plus 40 Prozent insofern auch hohe Wachstumsraten zeigen. Für Wärmepumpen gibt es auch die meisten Förderanträge beim Programm „Heizen mit Erneuerbaren Energien 2020“.

Viele Neubauten können bereits mit Wärmepumpen oder Solaranlagen zu bestimmten Zeiten mehr Energie erzeugen, als sie verbrauchen. Wärmepumpen, die die Umweltenergie vor Ort direkt nutzen, tragen besonders stark zum Klimaschutz bei. Statt für diese moderne Technik entscheiden sich viele Bauverantwortliche aber weiterhin für Gasbrennwertgeräte, die bei der Verbrennung Kohlendioxid ausstoßen und damit das Klima belasten. Das liegt vor allem daran, dass sie bei der Wärmeversorgung auf Nummer sicher gehen wollen. Denn Wärmepumpen stellen bei der Sicherstellung der Trinkwasserhygiene eine Herausforderung dar: Wenn sie effizient arbeiten, erreichen sie nur ein Temperaturniveau von etwa 50 Grad Celsius. Aus Hygienegesichtspunkten ist dies zu wenig. Insofern wird in modernen Gebäuden ein zusätzlicher Energieeinsatz für die Erwärmung des Trinkwassers notwendig. Damit verbraucht ein Passivhaus heute beispielsweise mehr Energie für die Trinkwassererwärmung als für die Heizung.

---

209 Vgl. dena (2021).

Aus diesem Grund wird im Rahmen von Forschungsprojekten nach Lösungen gesucht, wie auch bei geringerer Wärme und damit einem niedrigeren Energieeinsatz die Trinkwasserhygiene gewährleistet werden kann. Dabei zeigt sich, dass es am Ende nicht auf die eine Lösung ankommt, sondern dass verschiedene Maßnahmen zusammenspielen sollten. Beispielsweise kann eine Absenkung der Warmwassertemperatur mit hygienischer Stabilisierung potenziell über die folgenden vier Faktoren erreicht werden:<sup>210</sup>

1. **Systemaufbau:** Möglichst einfach aufgebaute Installationssysteme, bei denen keine Vermaschung der Rohre vorliegt und warmwasserführende Leitungen möglichst oberhalb von Kaltwasserleitungen liegen. Die Leitungen in den Schächten sollten thermisch getrennt und der hydraulische Abgleich durchgeführt sein. Förderlich dabei sind schlanke Rohrdimensionierungen mit strömungsoptimierten Form- und Verbindungsstücken.
1. **Automatische Spülungen:** Überall dort, wo nicht sicher ist, dass regelmäßig Wasser entnommen wird, können Einrichtungen zur automatischen Spülung eine Stagnation des Wassers vermeiden.
2. **Ultrafiltration<sup>211</sup>:** Mittels Membranfilter (mit digitaler Eigen- und Fernüberwachung) werden Bakterien aus dem zirkulierenden Warmwassersystem gefiltert. Anders als bei Desinfektionen beispielsweise wird dem Trinkwasser nichts zugefügt, sodass keine neue Gefahrenquelle entsteht (siehe Kapitel 5.2).
3. **Digitale Überwachung des Systems:** Trinkwassersysteme müssen kontinuierlich auf ihre Funktionen hin kontrolliert werden. Die Digitalisierung ermöglicht eine Fernüberwachung und Fernsteuerung durch Sensoren und Aktoren. Problematische Stagnation oder Temperaturänderungen oder der Ausfall von Anlagenteilen können sofort erkannt werden. Im Fall einer längeren Stagnation können Aktoren dann beispielsweise automatisch eine Wasserspülung auslösen.

Durch das Zusammenspiel dieser Faktoren kann die zur Einhaltung der Hygiene notwendige Warmwassertemperatur um mehr als zehn Grad Celsius gesenkt werden.<sup>212</sup> Dadurch verbessert sich die Energiebilanz des Gebäudes.<sup>213</sup> Außerdem verringert sich die Differenz zwischen der Wassertemperatur in den Leitungen und der Außentemperatur, sodass ebenfalls die Temperatur- und Energieverluste innerhalb des Zirkulationssystems geringer ausfallen.

Da eine solche energieeffiziente Trinkwassererwärmung den Klimaschutzzielen dient, gibt es staatliche Förderungen im Bereich effizienter Gebäude.<sup>214</sup> Bereits mit der neuen Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird die bisherige Förderung um fünf Prozentpunkte erhöht. Es werden auch Zuschüsse für Gebäude mit mehr als zwei

210 Vgl. Rühling et al. (2018).

211 Dazu finden zurzeit im Rahmen von Feldstudien wissenschaftlich begleitete Erprobungen von Trinkwasserinstallationen mit abgesenkten Warmwassertemperaturen statt.

212 Vgl. Experteninterview mit Professor Thomas Kistemann.

213 Genau genommen verbessert sich die Energiebilanz des Heizungssystems, das nun unter Umständen mit niedrigeren Vorlauftemperaturen betrieben werden kann. Damit ergibt sich eine bessere Anwendbarkeit von Wärmepumpen.

214 Siehe dazu BMWi (2021).

Wohneinheiten gezahlt. Die sogenannte Förderung von Einzelmaßnahmen an Wohn- und Nichtwohngebäuden (BEG EM), die seit Januar 2021 läuft, erfasst zudem die energieeffiziente Sanierung der Anlagentechnik einer Trinkwasserinstallation.

Wenn Gebäudeeigentümer mit einem zertifizierten Energieberater einen stufenweisen Sanierungsplan für die Trinkwasseranlagentechnik im Gebäude entwickeln, bekommen sie vom Staat über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle Zuschüsse von 25 Prozent, basierend auf den gesamten Installations- und Materialkosten.<sup>215</sup> Gefördert wird damit beispielsweise der Einbau digitaler Steuerungs- und Regelungskomponenten in Trinkwassersystemen, Monitoringsysteme oder Warmwasserzirkulationen und elektronische Zirkulationsventile in Zusammenhang mit dem Heizungssystem.

### 5.1.3 Umfassendere Qualitätsüberwachung

Bei der energieeffizienten Sicherstellung der Trinkwasserhygiene kommt es auf vier Parameter an: Wassertemperatur, Nutzung, Fließgeschwindigkeit und die Filterung von Mikroorganismen. Bereits heutzutage helfen digitale Technologien dabei, diese Parameter laufend zu überwachen und rechtssicher zu protokollieren. Ein derartiges automatisches Überwachungssystem erleichtert es Hauseigentümer zudem, ein Wasser-Safety-Plan-Konzept (WSP-Konzept) für ihr Gebäude zu installieren. Die neue EU-Trinkwasserrichtlinie, die Mitte Dezember 2020 verabschiedet wurde, setzt das WSP-Konzept der Weltgesundheitsorganisation (WHO) um und empfiehlt prioritären und öffentlichen Einrichtungen bis 2029 die Einführung eines Risikomanagements.

Das Water-Safety-Plan-Konzept lässt sich als ein fortwährender Prozess beschreiben, mit dessen Hilfe die Gebäudemanager die kritischen Punkte ihrer Wasserversorgung erkennen, kontrollieren und nachvollziehbar beherrschen können.<sup>216</sup> Für Gebäude wie Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen oder Lebensmittelbetriebe, für die Hygiene besonders wichtig ist, muss ein Hygieneplan mit einer genauen Beschreibung des Trinkwassersystems, der Risiken, Abläufe und Zuständigkeiten erstellt werden.

Beim Water-Safety-Plan-Konzept geht es vor allem darum, die möglichen Gefahrenquellen für das Trinkwasser genau zu erfassen, ihre Wahrscheinlichkeit einzuschätzen und entsprechende Abläufe zu etablieren, um die Risiken zu beherrschen. Die dabei etablierten Abläufe können auch von Algorithmen übernommen werden, die das Trinkwassersystem ständig überwachen und bei Veränderungen bestimmte Mechanismen auslösen. Beispielsweise kann die digitale Steuerung mittels Temperatursensoren in der Installation überwachen, ob kritische Temperaturen über- bzw. unterschritten werden. Ebenfalls können diese Sensoren Stagnationen erkennen, da ruhendes Wasser, anders als fließendes

---

215 Vgl. BMWi (2021).

216 Vgl. Schmoll et al. (2018).

Wasser, nicht ständig die Temperatur wechselt, sondern sich nur allmählich abkühlt oder erwärmt. Bei Bedarf werden automatisch Wasserspülungen ausgelöst oder die Temperaturregelung wird angepasst.

Allerdings lässt sich heutzutage die Verunreinigung des Trinkwassers im Gebäude mit Mikroorganismen noch nicht digital aus der Ferne überwachen. Dies lässt sich aktuell nur mit der Untersuchung von entnommenen Wasserproben genau messen. Beispielsweise Start-ups arbeiten allerdings bereits daran, die mikrobiologische Untersuchung des Trinkwassers mittels kleiner mikrobiologischer Sensoren und Lichtsensoren im Trinkwassersystem automatisch und in Echtzeit durchzuführen.<sup>217</sup> Dies ist jedoch aktuell erstens noch nicht marktreif und zweitens gesetzlich noch nicht zulässig. So schreibt die Trinkwasserverordnung vor, dass die Beprobung von Trinkwasser nur von akkreditierten Laboren durchgeführt werden darf.

## 5.2 CHEMISCHE VERFAHREN

---

Neben den bisher beschriebenen Methoden (siehe Kapitel 5.1) stehen in begrenztem Maße auch chemische Desinfektionsverfahren zur Verfügung, um die für den Menschen gefährlichen Mikroorganismen wie Legionellen im Trinkwasser zu minimieren.<sup>218</sup> Dafür werden in Deutschland in begründeten Ausnahmefällen geringe Dosen von meist Chlor, Chlordioxid oder kurzfristig Wasserstoffperoxid dem Trinkwasser zugegeben. Desinfektionsmaßnahmen in Gebäuden sind generell nur in engen Grenzen erlaubt und an zahlreiche Bedingungen geknüpft. Gerade in der angelsächsischen Welt, vor allem in den USA, Großbritannien und Australien ist es dagegen ein bewährtes Verfahren, das einfach, effektiv und relativ preisgünstig in der Anwendung ist.

Chlor verändert je nach Art der Verbindung das biologische Gleichgewicht im Trinkwasser und kann auch den Biofilm zerstören.<sup>219</sup> In Deutschland kommt die Desinfektion des Trinkwassers mit Chlor auch deswegen nur vereinzelt zum Einsatz. Darüber hinaus erlaubt die deutsche Trinkwasserordnung dabei auch nur 0,3 Milligramm Chlor pro Liter Wasser.<sup>220</sup> Die Grenzwerte in anderen Ländern liegen höher. Im speziellen Fall einer kontinuierlichen Zugabe von chemischen Desinfektionsmitteln muss diese im Einklang mit der TrinkwV und mit Genehmigung des Gesundheitsamtes erfolgen. Nach derzeitigem Kenntnisstand werden Legionellen aber dadurch nicht ausreichend beseitigt. Eine permanente Desinfektion mit Chemikalien ist demnach nicht zweckmäßig, da sie ohne zielführende Ertüchtigung der Trinkwasserinstallation somit im Widerspruch zur Trinkwasserverordnung steht.

---

217 Vgl. Experteninterview mit Professor Thomas Kistemann.

218 Vgl. UBA (2011).

219 Vgl. Schmitz (2007).

220 Vgl. Blawat (2012).

Vor allem in südlichen Ländern ist die kontinuierliche Chlorung des Wassers hingegen ein bewährtes Mittel, das allerdings auch mit einigen weiteren Nachteilen verbunden ist.<sup>221</sup> So führt Chlor zu einem unangenehmen, stechenden Geschmack und Geruch des Wassers, der von Chloraminen resultiert, die bei der Reaktion mit stickstoffhaltigen Verbindungen entstehen. Chlor greift außerdem die Materialien im Trinkwassersystem an und sorgt zudem für vorzeitigen Materialausfall.

Eine zu hohe Dosierung ist darüber hinaus schädlich für die Gesundheit und die Umwelt.<sup>222</sup> Nebenprodukte der Chlorung können die Atemwege sowie den Magen-Darm-Trakt reizen und Allergien oder andere Schäden auslösen. Zudem stehen einige Chlorverbindungen im Verdacht, Krebs zu verursachen. Dies ist ein Grund für die Grenzwerte beim Einsatz. Im Zuge der Chlorung gibt es zudem hohe Einträge von Chlor ins Abwasser, die bei der Aufbereitung im Klärwerk wieder entfernt werden müssen.

Schon wegen dieser Nachteile darf die Chlorung zur Reduktion des Energieverbrauchs bei der Sicherstellung der Trinkwasserhygiene nicht eingesetzt werden, da sie nicht effektiv und gemäß dem Minimierungsgebot der Trinkwasserverordnung (TrinkwV §6 Abs. 3) auch gar nicht gestattet ist.



### Arnd Bürschgens (DVQST)

In den zurückliegenden Jahren sind deutlich häufiger Fälle von Legionellen festgestellt worden, als das früher der Fall war. Der Grund dafür liegt aber nicht primär darin, dass Legionellen heute häufiger vorkommen, sondern dass die Trinkwassersysteme in den Gebäuden heute häufiger daraufhin untersucht werden. Für öffentliche Gebäude – wie Schulen, Behörden oder Kliniken – bestand schon seit vielen Jahren eine Pflicht, die Trinkwassersysteme regelmäßig zu beproben. Für Wohngebäude gibt es diese Pflicht – sofern sie über drei oder mehr Wohnungen verfügen – seit der Neufassung der Trinkwasserverordnung im Jahr 2011.

Diese Reform hat noch einmal viele Pflichten, die Immobilienbesitzer und -betreiber haben, explizit herausgestellt und unterstrichen. Viele dieser Anforderungen bestanden bereits vorher – darunter die, dass Besitzer und Betreiber dafür Sorge zu tragen haben, dass das Trinkwasser im Haus hygienisch einwandfrei ist. Um diese Pflicht hatten sich viele vorher allerdings nur unzureichend gekümmert – oft wurde

221 Vgl. UBA (2011).

222 Vgl. Schwarz (1995).

beispielsweise zwar regelmäßig das Heizungssystem geprüft, das Trinkwassersystem aber nicht. Zahlreiche Fälle von Legionellenbefall sind dadurch unerkannt geblieben. Dies ist ohnehin ein grundlegendes Problem bei der Legionärskrankheit, die durch verkeimtes Wasser entsteht: Oft wird schlichtweg eine Lungenentzündung diagnostiziert, ohne dass die Legionellen im Wasser als Ursache erkannt werden. Insofern gibt es bei Krankheiten, die auf eine nachteilige Veränderung der Trinkwasserqualität zurückzuführen sind, mit Sicherheit eine hohe Dunkelziffer.

Wenn in einem Gebäude Maßnahmenwertüberschreitungen bei Legionellen festgestellt werden, drohen dem Besitzer bzw. Betreiber hohe Kosten. Genau beziffern lassen sich diese zwar nicht, da sie natürlich von einer Vielzahl von Faktoren abhängen. Eine grobe Einordnung ist allerdings möglich: Für die Beprobung sind je nach Anzahl der Entnahmestellen rund 300 bis 500 Euro zu veranschlagen. Wird dann eine Grenzwertüberschreitung festgestellt, muss eine Gefährdungsanalyse in Auftrag gegeben werden, die den technischen Zustand der Trinkwasserversorgung im Gebäude begutachtet, hieraus Gefährdungen für die Nutzer ableitet und Handlungsempfehlungen zur Beseitigung der Verkeimung macht. Diese Gefährdungsanalyse kostet meist zwischen 1.500 und 3.000 Euro. Die Kosten für die eigentliche Mängelbeseitigung unterscheiden sich dann stark – je nach Maßnahme.

Meist werden zunächst sogenannte verfahrenstechnische Maßnahmen empfohlen. Dazu gehören vor allem die mechanische Reinigung der Rohre (Spülung) sowie ggf. ihre Desinfektion. Oft sind aber auch bauliche Maßnahmen notwendig – etwa die Beseitigung von unbenutzten Entnahmestellen und ihren Zuleitungen oder die Verstärkung von Dämmungen zur Vermeidung einer Erwärmung des Kaltwassers. Häufig angewandt werden auch betriebstechnische Maßnahmen, so beispielsweise der dauerhafte Betrieb einer Zirkulationspumpe, die dafür sorgt, dass das Warmwasser nicht zu sehr auskühlt. Im Schnitt kann man für die Mängelbeseitigung in einem Haus mit mehreren Wohnungen grob einen Betrag von 8.000 bis 10.000 Euro ansetzen, wobei die Spannweite natürlich groß ist. Im schlimmsten Fall muss das gesamte Rohrsystem ausgetauscht werden.

In Großimmobilien sind die drohenden Kosten natürlich deutlich höher. Dies gilt besonders für Pflegeheime und Kliniken, die ja einem gänzlich anderen Rechtsbereich unterliegen und deutlich strengere Regeln befolgen müssen. Während in normalen Wohngebäuden ein Maßnahmenwert von 100 koloniebildenden Einheiten pro 100 ml Wasser nicht überschritten werden soll, so gilt für Intensivstationen quasi ein Grenzwert von eins. Aus diesen Gründen muss im Gesundheitsbereich natürlich ein deutlich größerer Aufwand betrieben werden. Jedes Krankenhaus

braucht beispielsweise einen Spülplan, der genau festlegt, wie oft Armaturen aufgedreht und somit durchgespült werden müssen. Die Kosten dafür sind hoch: Für eine kleine Klinik mit 60 Betten lassen sich die jährlichen Kosten auf 10.000 bis 15.000 Euro schätzen, allein für das zusätzlich notwendige Wasser. Hinzu kommen die Kosten für das Personal, das die Armaturen aufdrehen muss.

Bei Neubauten wird heute in Bezug auf das Trinkwassersystem ein deutlich größerer investiver Aufwand betrieben als früher. So werden beispielsweise immer öfter automatische Spülarmaturen oder -stationen eingebaut, die sich regelmäßig selbst für einige Minuten aktivieren, falls die Leitungen oder Entnahmestellen in der Zwischenzeit nicht genutzt wurden. Weit verbreitet sind auch Rohrsysteme in Schleifen: Dabei endet eine Zuleitung nicht an einer Entnahmestelle, sondern verläuft von dort weiter zur nächsten Armatur. Auf diese Weise spülen sich alle Leitungen durch, wenn eine Entnahmestelle betätigt wird. Die Kosten für solche High-End-Installationen können heute durchaus bis zu zehn Prozent der gesamten Baukosten betragen.

Mit all diesen technischen Automatiklösungen wird versucht, den Faktor Mensch bei der Bedienung des Wassersystems auszuklammern. Das System soll sich also möglichst selbst keimfrei halten. Die neuen Technologien allerdings schaffen nicht selten neue Probleme, es besteht also die Gefahr eines „Overengineering“. Am Ende müssen dann oft Mängel beseitigt werden, die bei einem schlichten System gar nicht aufgetreten wären. Ein Beispiel sind moderne Anlagen, die pausenlos das warme Wasser bis zu den Anschlüssen der Armaturen umwälzen: Diese sorgen zwar einerseits dafür, dass direkt an der Armatur immer frisches und ausreichend heißes Wasser vorhanden ist. Andererseits aber erhöht diese Hitze in der Metallarmatur dann möglicherweise auch die Temperatur des angeschlossenen Kaltwassers. In der Folge müsste dieses dann auch eine separate Umwälzanlage mit Kühlung oder Spüleinrichtungen bekommen, damit das Wasser kühl bleibt.

Meiner Meinung nach sollten Trinkwassersysteme in Gebäuden nicht zu kompliziert werden, Stichwort „so klein wie möglich, so groß wie nötig“. Statt die Prozesse zu automatisieren, um menschliches Fehlverhalten auszugleichen, sollte man lieber die Menschen im bestimmungsgemäßen Betrieb ihres Wassersystems besser schulen. In diesem Bereich gibt es zweifelsohne viel nachzuholen.

*Arnd Bürschgens ist Vorsitzender des Deutschen Vereins der qualifizierten Sachverständigen für Trinkwasserhygiene (DVQST).*

# **ZUKUNFTS- STRATEGIE „TRINKWASSER“**

**06**

Die Analyse der Trinkwassersituation hat verschiedene Aspekte verdeutlicht: Prinzipiell gibt es keinen grundsätzlichen Mangel an Trinkwasser in Deutschland. Zwar waren in der jüngeren Vergangenheit zeitlich begrenzte regionale Engpässe zu beobachten, aber die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung stellt bislang keine grundsätzliche Herausforderung dar.

Darüber hinaus ist die Qualität des Trinkwassers in Deutschland im Allgemeinen – auch im internationalen Vergleich – sehr hoch. Hygieneprobleme beim Trinkwasser, die in früheren Jahrzehnten oder auch heute noch in anderen Ländern gegeben waren bzw. sind, gibt es in Deutschland nicht.

Allerdings ist die hohe Qualität nicht von vornherein gegeben. Die Wasserversorger unternehmen große Anstrengungen bei der Aufbereitung, um die hohe Qualität des Wassers sicherzustellen. Daraus resultieren auch beträchtliche Kosten, die zusammen mit der Qualität den „Wert“ des Trinkwassers ausmachen. Dieser „Wert“ ist allerdings nicht allen Bürgern in dieser Form bewusst.<sup>223</sup> Angesichts der ständigen Verfügbarkeit von hygienisch einwandfreiem Trinkwasser wird dies vielmehr als eine Selbstverständlichkeit wahrgenommen.<sup>224</sup> Gutes Wasser kommt einfach aus dem „Wasserhahn“. Zu den genauen Kosten dieses Trinkwassers sind viele Bürger hingegen nicht auskunftsfähig.

Fällt der Blick auf den Status quo, könnte man annehmen, dass es beim Trinkwasser in Deutschland keinen Handlungsbedarf gibt. Angesichts der mit dem Klimawandel sowie dem Klimaschutz einhergehenden Herausforderungen (siehe Kapitel 2.2.2, 3.2 und 3.3) ist diese Annahme allerdings falsch. Verschärfungen beim Klimaschutz und strengere Energieeinsparziele machen einen sorgfältigeren Umgang mit dem Thema Trinkwasser und Trinkwasserhygiene notwendig. Dies betrifft insbesondere den Gebäudebereich, wo alle Bürger mit Trinkwasser in Verbindung kommen. Aufgrund des Klimaschutzes muss gerade hier bei der Trinkwassererwärmung der Energieeinsatz stärker berücksichtigt werden. Diese Warmwassererzeugung macht nach der Raumwärme den größten Energieverbrauch in Gebäuden aus. Daneben stammt dieser Energieverbrauch bei der Warmwassererzeugung dann auch noch zu fast vier Fünfteln aus fossilen Quellen.<sup>225</sup>

Die Nationale Wasserstrategie, die das Bundesumweltministerium im Jahr 2021 vorstellte, adressiert ebenfalls die aktuellen und künftigen Herausforderungen für die Wasserwirtschaft wie den Klimawandel oder den demografischen Wandel.<sup>226</sup> Dabei ist diese Strategie das Ergebnis des Nationalen Wasserdialogs, den das Bundesumweltministerium zusammen mit dem Umweltbundesamt zwischen Oktober 2018 und Oktober 2020 durchgeführt hat. Dabei wurden zusammen mit Fachleuten aus verschiedenen Bereichen wie beispielsweise Wasserwirtschaft und Landwirtschaft, Verwaltung von Ländern und Kommunen, Verbänden sowie aus der Wissenschaft die Herausforderungen und strategischen Ziele erörtert und formuliert. Eines der zentralen Ziele ist es, den – zuvor erwähnten – besonderen Wert des Trinkwassers im Bewusstsein der Bürger stärker zu verankern.

---

223 Vgl. BMU (2021).

224 Vgl. Geidel et al. (2021).

225 Vgl. dena (2021).

226 Vgl. BMU (2021).

Die Nationale Wasserstrategie skizziert wichtige Schritte hin zu einer nachhaltigen Wasserwirtschaft. Im Rahmen der Strategie wird betont, dass sie kein alleinstehendes Instrument ist. Insofern stellt die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ eine Ergänzung dar, um insbesondere die Gewährleistung der Trinkwasserhygiene besser mit dem Klimaschutz in Deutschland zu vereinen.

Darüber hinaus knüpft die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ an den Koalitionsvertrag mit dem Titel „Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit“<sup>227</sup> der neuen Bundesregierung an, die seit Anfang Dezember 2021 im Amt ist und von den Parteien SPD, BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN und FDP gebildet wird. Dort betonen die Bündnispartner, dass die Themen Energiewende und Klimaschutz Schlüsselaspekte ihres Regierungshandelns sein werden und sie beide Themen mit mehr Geschwindigkeit voranbringen möchten. Dazu wird auch der Bereich Bauen und Wohnen einen Beitrag leisten. Das Wohnen der Zukunft soll klimaneutral sein. Damit spielt künftig der in Kapitel 3.2 skizzierte Trade-off und insofern eine Sicherstellung der Trinkwasserqualität mit effizienterem Energieeinsatz eine Rolle. Zugleich wird die Nationale Wasserstrategie weiter umgesetzt und in dem Zuge auch die Bedeutung der öffentlichen Trinkwasserversorgung betont. Die Bundesregierung setzt sich außerdem für eine weitere Verbesserung der Wasserqualität durch die Verringerung des Eintrags wassergefährdender Stoffe ein. Die Qualität des Trinkwassers und damit verbunden der Gesundheitsschutz bleiben zentrale Aspekte.

Damit adressiert die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ zentrale Aspekte des Koalitionsvertrags. Zugleich plant die neue Bundesregierung, die Digitalisierung im Bau und in Gebäuden weiter zu fördern und ebenfalls die Effizienz bei den technischen Anlagen zu steigern. Insofern greift der Koalitionsvertrag also zusätzlich die Punkte auf, die für die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ eine wichtige Basis sind, da mit ihnen die Sicherstellung der Trinkwasserqualität bei zugleich effizienterem Energieeinsatz möglich ist.

Die Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ zeigt damit in Ergänzung zum Koalitionsvertrag auf, dass zwischen den genannten Ideen eine Zielharmonie besteht, die im Vertrag nicht direkt benannt ist. Zugleich kann damit die Sicherstellung der Trinkwasserqualität weiterverfolgt werden.

Allerdings reichen die geplanten Maßnahmen der neuen Bundesregierung noch nicht vollkommen aus, um die in Kapitel 3 genannten Herausforderungen zu meistern. Deshalb stellen die Elemente der Zukunftsstrategie „Trinkwasser“ nur Ansatzpunkte dar, wobei die Rahmenbedingungen noch weiter angepasst werden müssen, damit sie zukunftsfest sind.

---

227 Vgl. SPD et al. (2021).

## 6.1 VERRINGERUNG DES EINTRAGS GESUNDHEITSGEFÄHRDENDER STOFFE INS TRINKWASSER

Grundsätzlich ist die Qualität des aufbereiteten Trinkwassers in Deutschland gut bis sehr gut (siehe Kapitel 2.1). Dafür ist allerdings zu einem gewissen Teil die Aufbereitung durch die Wasserversorger verantwortlich. Denn ein „guter“ chemischer oder auch ökologischer Zustand der Oberflächengewässer wird flächendeckend in Deutschland noch verfehlt.<sup>228</sup> In fast einem Viertel der abgegrenzten Grundwasservorkommen, die einen „guten chemischen Zustand“ verfehlen, sind sogar steigende Schadstoffkonzentrationen festzustellen.<sup>229</sup> Verantwortlich dafür ist der Eintrag gesundheitsgefährdender Stoffe (siehe Kapitel 3.1). Dies betrifft insbesondere die Bereiche Landwirtschaft (Eintrag von Nitrat und Pestiziden) und Gesundheit (Eintrag von Medikamenten und medizinischen Stoffen).

In den vergangenen Jahren haben sich zwar die Einträge von Nitrat und Pestiziden in der Landwirtschaft verringert, dennoch sind weiterhin in einem gewissen Umfang Überschreitungen der Grenzwerte zu beobachten. Hier gilt es, die unternommenen Maßnahmen wie die Verschärfung der Düngeverordnung stetig auf ihre Wirksamkeit hin zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Ein wichtiger Aspekt dafür ist der zielgerichtete Einsatz von Dünger und Pestiziden, der auch in der Nationalen Wasserstrategie hervorgehoben wird. Mit zunehmendem Dateneinsatz und der grundsätzlichen Digitalisierung in der Landwirtschaft kann der Einsatz von Dünger und Pestiziden besser auf die konkreten Bedürfnisse abgestimmt werden, sodass der Eintrag ins Grund- und Oberflächenwasser minimiert wird. Programme, die dies fördern, sind insofern auch im Hinblick auf die Trinkwasserqualität von Vorteil.

Im Gesundheitsbereich ist hingegen davon auszugehen, dass – sofern nichts dagegen unternommen wird – die Einträge von Medikamenten und medizinischen Stoffen wie Röntgenkontrastmittel in Zukunft zunehmen, da angesichts der demografischen Entwicklung die alternde Bevölkerung einen größeren Verbrauch hat. Damit gelangt auch eine größere Menge an Medikamenten und medizinischen Stoffen ins Grundwasser. Hier gibt es mehrere Ansatzpunkte, dem entgegenzuwirken. Viele Bürger entsorgen nicht mehr benötigte Medikamente immer noch über die Toilette. Mittels Informationskampagne sollte stärker darauf hingewiesen werden, inwiefern diese Art der Entsorgung problematisch ist.

Vielfach rührt der Eintrag jedoch von Ausscheidungen aus dem menschlichen Körper her. Hier gilt es bei der Zulassung von Medikamenten und medizinischen Stoffen, die Auswirkungen der Wirkstoffe auf Umwelt und Gewässer stärker zu berücksichtigen. Oberstes Ziel bleibt in jedem Fall der medizinische Nutzen, allerdings kann die chemische Belastung eine größere Rolle bei der Zulassungsentscheidung spielen.

228 Vgl. Geidel et al. (2021).

229 Vgl. BMU (2021).

## 6.2 EINFÜHRUNG DES HACCP-KONZEPTEES, STÄRKUNG DER WATER-SAFETY-PLAN-IDEE UND BERÜCKSICHTIGUNG DER TRINKWASSERHYGIENE BEIM BAUANTRAG

---

Gewisse Risiken bei der Trinkwasserversorgung in Deutschland lassen sich nicht vollständig vermeiden. Daher müssen die potenziellen Gefährdungen stetig analysiert und die Risiken abgeschätzt werden. Maßnahmen, die bei den Gefährdungen ansetzen, gilt es fortlaufend zu validieren, zu überwachen und bei Bedarf anzupassen. Das Water-Safety-Plan-Konzept, das die Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2004 ins Leben gerufen hat, bildet genau dies ab.<sup>230</sup> Sowohl auf europäischer Ebene als auch in Deutschland wurde diese Idee aufgegriffen. Inwiefern die Umsetzung stattfindet, sollte allerdings regelmäßig überprüft werden. Dies betrifft insbesondere auch den Umgang mit den Gefährdungen beim Trinkwassermanagement in Gebäuden.

Um hier die Sicherheit zu erhöhen, kann das Konzept „Hazard Analysis and Critical Control Points“ (HACCP) aus dem Lebensmittelbereich auch bei Trinkwasserinstallationen in Gebäuden zum Einsatz kommen. Ähnlich wie beim „Water Safety Plan“ geht es bei der Idee des HACCP-Konzeptes um eine systematische Gefahrenanalyse, eine Risikoüberwachung, passende Maßnahmen sowie eine begleitende Dokumentation und Nachweise. Geregelt ist dies in der Lebensmittelhygieneverordnung. Mit vergleichbaren Vorschriften in der Trinkwasserverordnung lässt sich der Umgang mit Gefährdungen wie Legionellen systematischer regeln und überwachen.

Vorbild hierfür kann die Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider aus dem Jahr 2017 sein. Mit einer Anzeigepflicht, der Gefährdungsbeurteilung, einer regelmäßigen Qualitätsüberwachung sowie der Dokumentation in einem Betriebstagebuch kann das Risiko eines starken Legionellenvermehrung reduziert sowie ein eventueller Krankheitsausbruch schneller zurückverfolgt werden. Gleiches könnte auch bei Trinkwasserinstallationen in Gebäuden erzielt werden. Außerdem erleichtert dies behördliche Kontrollen.

Die Trinkwasserhygiene sollte allerdings nicht nur einen größeren Stellenwert beim Betrieb der Gebäude bekommen, sondern auch beim Neubau. Zusammen mit dem Bauantrag muss unter anderem ein Brandschutzkonzept sowie ein Entwässerungsplan eingereicht werden. Damit wird dafür Sorge getragen, dass diesbezügliche Gefahren minimiert werden. Gleiches ließe sich ebenfalls bei der Trinkwasserhygiene erreichen, wenn zusammen mit dem Bauantrag ein Trinkwasserhygienekonzept gefordert wäre. Dadurch

---

230 Vgl. Castell-Exner (2014).

könnte bereits in der Planungsphase sichergestellt werden, dass die Trinkwasserinstallation (z. B. Nutzungskonzept, Raumbuch, Leitungsverlauf, Warmwasserbereitung) so gestaltet ist, dass nachhaltige Beeinträchtigungen der Trinkwasserqualität vermieden werden. Unterstützt wird das durch die Harmonisierung der Entstehung eines einheitlichen genormten Regelwerkes TRWI (Technische Regeln für Wasserinstallationen) für Trinkwasser, um allen beteiligten Stakeholdern einen einfacheren Zugang zu den Regelwerken und deren Anwendung zu ermöglichen.

## 6.3 STEIGERUNG DES DIGITALEN REIFEGRADES VON GEBÄUDEN

---

Grundsätzlich hat der Einsatz digitaler Technologien einen positiven Effekt auf die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene im Gebäude (siehe Kapitel 5.1.1). Allerdings gibt es hier in Deutschland noch einen großen Nachholbedarf. Es gilt, die Erhöhung des digitalen Reifegrades von Gebäuden zu fördern.

Ein Ansatzpunkt ist ein höherer Digitalisierungsgrad beim Bau sowie bei der Planung der Gebäude. Mit dem Building Information Modeling (BIM) ist ein großes Potenzial für die Sicherstellung der Trinkwasserqualität im Gebäude verbunden (siehe Kapitel 5.1.1). Allerdings kommt es noch relativ selten zum Einsatz. Hier könnte seitens der Politik die Verpflichtung zum Einsatz von BIM ausgeweitet werden. Seit Ende 2020 war der BIM-Einsatz bei allen öffentlichen Infrastrukturprojekten und dem Verkehrswegebau vorgeschrieben. Darüber hinaus gibt es Überlegungen, den Einsatz ab Herbst auch bei öffentlichen Hochbauprojekten verpflichtend zu machen. Diese Überlegungen sollten in die Tat umgesetzt werden und unter Umständen noch weiter im Baubereich ausgerollt werden.

Ein höherer Digitalisierungsgrad sollte auch innerhalb der Gebäude bzw. bei deren Betrieb angestrebt werden – unter anderem im Bereich Heizung, Lüftung und Trinkwassermanagement. So könnte mittels vernetzter Sensoren die Qualitätsüberwachung verbessert und gegebenenfalls automatisiert werden. Zwei Wege bieten sich für eine Steigerung dieses Digitalisierungsgrads. So könnte der freiwillige Einbau digitaler Lösungen staatlich bezuschusst werden. Stärker wäre der Eingriff, wenn eine Pflicht zum Einbau eingeführt würde.

## 6.4 INTENSIVIERUNG DER BEHÖRDLICHEN KONTROLLEN DURCH DIGITALE ÜBERWACHUNG

---

Auch wenn die Kontrollen der Trinkwasserqualität in Gebäuden – gerade bei größeren Geschossbauten oder dort, wo Wasser an die Öffentlichkeit abgegeben wird – im Grundsatz klar geregelt sind, finden sie noch viel zu wenig statt. Wie in vielen anderen Bereichen behördlicher Kontrollen – beispielweise im Lebensmittelbereich – führen begrenzte personelle Ressourcen zu Einschränkungen bei der behördlichen Überwachung.

Von dem offensichtlichen Ansatzpunkt für eine Intensivierung der Kontrollen – größere personelle Ressourcen – einmal abgesehen, kann auch der zuvor skizzierte Aspekt zur Unterstützung der behördlichen Überwachung genutzt werden. Digitale Technologien verringern den Überwachungsaufwand spürbar. Mittels vernetzter Sensoren lassen sich Qualitätsparameter aus der Ferne überwachen. Gleiches gilt für die Dokumentation der Kontrollen und Wartungen durch die Eigentümer, die durchgeführt werden müssen. Dieses Potenzial sollte stärker ausgenutzt werden, um jederzeit den Nachweis über eine einwandfreie Trinkwasserqualität liefern zu können.

## 6.5 TECHNOLOGIEOFFENHEIT IN DER TRINKWASSERVERORDNUNG

---

Die Gewährleistung der Trinkwasserqualität mittels der Einhaltung gewisser Temperaturgrenzen steht im Konflikt mit dem Ziel der Energieeinsparung bzw. Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen (siehe Kapitel 3.2). Angesichts der weiteren Verschärfung der Einsparziele aus dem Frühjahr 2021 steigen ebenfalls die Anforderungen im Gebäude- und Wohnsektor.

Zur Sicherstellung der Trinkwasserhygiene gibt es durchaus technische Alternativen, die zum Beispiel ein Legionellenwachstum bereits bei niedrigeren Temperaturen als 60 Grad verhindern (siehe Kapitel 5.1.2). Allerdings ist deren Einsatz unter den aktuellen Rahmenbedingungen nur erschwert möglich. So ist rechtlich vorgeschrieben, dass das Wasser in einem Gebäude auf mindestens 60 Grad Celsius erwärmt werden muss.

Deshalb sollten die Verordnungen und Vorgaben technologieoffen gestaltet werden. Falls die Gewährleistung der Trinkwasserqualität genauso gut über alternative Lösungen zur Erwärmung möglich ist, sollte dies ebenfalls erlaubt werden. Diese Vorgabe könnte an die Innovationsklausel im Gebäudeenergiegesetz (§ 103 GEG) angelehnt werden. Wenn das Ziel – in dem Fall wäre es die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene – über eine Alternativlösung gleichwertig erreicht werden kann, sollte eine Befreiung von den eigentlichen Anforderungen erfolgen.

## 6.6 FÖRDERUNG VON ENERGIEEFFIZIENTER HYGIENESICHERUNG BEI TRINKWASSER-SYSTEMEN IN GEBÄUDEN

---

Ein nicht unwesentlicher Teil der deutschen CO<sub>2</sub>-Emissionen rühren vom Gebäudesektor her. Insofern gibt es dort ein großes Potenzial für CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Um Maßnahmen, mit denen diese Einsparungen erzielt werden können, zu stimulieren, gibt es bereits seit einigen Jahren zahlreiche Förderprogramme auf Bundes- und Landesebene.

Zum 1. Juli 2021 wurde die Vielzahl der bisherigen Förderprogramme des Bundes im Gebäudebereich zur Förderung der Energieeffizienz durch die Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) abgelöst. Bereits seit dem 1. Januar 2021 gab es eine Zuschussförderung für Einzelmaßnahmen im Rahmen eines BEG-Teilprogramms.

Das BEG stellt eine Förderstruktur dar, die erstmals einheitlich für Wohngebäude sowie Nichtwohngebäude ist. Dabei kann sich die Förderung beispielsweise auf Maßnahmen im Bereich der Gebäudehülle wie Dämmung, Fenster und Türen sowie sommerlicher Wärmeschutz beziehen. Gefördert wird außerdem der Austausch der Heizanlage durch energieeffizientere Alternativen, die auf erneuerbaren Energien basieren. Investitionen in die Anlagentechnik, die den Energieverbrauch der Gebäude optimieren, werden ebenfalls unterstützt.

Im Rahmen des BEG ist auch eine Förderung von Modernisierungsmaßnahmen im Bereich des Warmwassersystems in den Gebäuden möglich. Wie bei allen Maßnahmen liegt der Fokus dabei auf einer Verbesserung der Energieeffizienz; hier konkret auf der Warmwasserbereitung.

Bei der aktuellen Ausgestaltung ermöglicht die BEG allerdings noch keine Förderung von Technologielösungen für Trinkwassersysteme in Gebäuden, durch die die Hygiene auch bei geringeren Temperaturen gewährleistet wird, sodass Gesundheitsschutz sowie Energieeffizienz gemeinsam erreicht werden könnten.

Hier gilt es, die BEG-Förderung technologieoffen zu gestalten, um über den erforderlichen Gesundheitsschutz das Ziel der Energieeffizienz im Gebäudesektor zu erreichen. In diesem Sinne wird das BEG um einen Aspekt ergänzt, wodurch dem bisherigen Ziel Energieeffizienz noch besser entsprochen werden kann. Denn beispielsweise bei der – geförderten – Nutzung einer Wärmepumpe in Gebäuden kann die Temperatur zur Gewährleistung der Trinkwasserhygiene ohne einen zusätzlichen Energieeinsatz (z. B. zusätzliche Erwärmung des Wassers) nicht erreicht werden. Falls alternative Lösungen zur Gewährleistung der Trinkwasserhygiene bei gleichzeitiger Temperaturabsenkung zum Einsatz kommen, entfällt der zusätzliche Energieeinsatz. Werden insofern diese Lösungen ergänzend zur Wärmepumpe gefördert, verbessert sich insgesamt die Energiebilanz der Gebäude ohne Einbußen beim Gesundheitsschutz.

## 6.7 BERÜCKSICHTIGUNG ENERGIEEFFIZIENTER TRINKWASSERHYGIENE IN NACHHALTIGKEITS-ZERTIFIKATEN VON GEBÄUDEN

---

Zertifizierungen dienen zum Nachweis, dass das zertifizierte Objekt oder die zertifizierte Person eine vorher definierte Qualität aufweist. So bescheinigen beispielsweise Nachhaltigkeitszertifikate bei Gebäuden, dass diese ein gewisses Nachhaltigkeitslevel (z. B. Energieeffizienz) aufweisen. Dadurch kann der Wert des Gebäudes gesteigert werden, da die Nachhaltigkeit bei Vermietung und Verkauf eine immer größere Rolle spielt. Privatpersonen legen eventuell aus eigener Überzeugung Wert darauf. Für Unternehmen kann es unter Umständen auch dazu dienen, die eigenen Nachhaltigkeitsanstrengungen transparent aufzuzeigen.

Der Umgang mit Trinkwasser in Gebäuden tangiert ebenfalls das Thema Nachhaltigkeit; und zwar hinsichtlich zweier Aspekte: Gesundheitsschutz und Energieeffizienz. Je nach Ansatz für die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene kann es potenziell zu einem Trade-off zwischen beiden Aspekten kommen (siehe Kapitel 3.2). Aus diesem Grund sollte das Trinkwassersystem mit allen Facetten – Wasserverbrauch, Nutzungskonzept und Energieeinsatz bei der Warmwassererzeugung – in Nachhaltigkeitszertifikaten abgebildet werden. Die Überlegungen bei der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) sind dafür ein erster wichtiger Schritt und sollten in jedem Fall weiterverfolgt werden.<sup>231</sup>

## 6.8 SICHERSTELLUNG DES FACHKRÄFTEPOTENZIALS

---

Bereits zu Beginn von Kapitel 6 wurde der Aspekt angesprochen, dass bei den Bürgern das Bewusstsein für die Bedeutung und den Wert von qualitativ hochwertigem Trinkwasser gesteigert werden muss. Die Relevanz von Trinkwasser und dessen Management gilt es auch noch aus einem anderen Grund, den Bürgern – insbesondere den Jüngeren – stärker zu vermitteln.

Um die zuvor genannten Punkte umzusetzen, mit denen Energieeffizienz beziehungsweise Klimaschutz und Gewährleistung der Trinkwasserhygiene (Gesundheitsschutz) besser vereinbart werden können, braucht es am Ende immer auch die notwendigen Ressourcen. Neben den Finanzmitteln sind dies insbesondere die passenden qualifizierten Fachkräfte.

Aktuell gibt es in der Baubranche schon einen landesweiten Fachkräftemangel, der bereits zu spezifischen Engpässen führt. Im Zuge des demografischen Wandels und dem Ausscheiden der sogenannten Babyboomer-Generation aus dem Arbeitsmarkt wird das generelle Erwerbspersonenpotenzial sinken, wodurch die Engpassbereiche zunehmen werden.<sup>232</sup>

Auch die Wasserbranche beispielsweise befürchtet bereits, dass künftig nicht mehr alle Arbeitsplätze besetzt werden können.<sup>233</sup> Dazu kommen die öffentlichen Verwaltungsbereiche, die beispielsweise aktuell bereits zu wenig Personal für die Kontrollen haben, das Handwerk und auch die Hersteller der neuen Lösungen für Trinkwassermanagementsysteme. Künftig wird in diesen Bereichen außerdem besondere Expertise wie der Umgang mit digitalen Anwendungen oder digitales Bauen immer wichtiger, wofür das Fachkräftepotenzial noch einmal begrenzter ist.

---

231 Vgl. Experteninterview mit Dr. Christine Lemaitre.

232 Vgl. Fuchs et al. (2021).

233 Vgl. Bathke / Birich (2021), Geidel et al. (2021).

Insofern zählt zu den wichtigen Voraussetzungen für die Umsetzung dieser Zukunftsstrategie die Gewährleistung eines ausreichenden Fachkräfteangebots. Dies fängt bei finanziellen Anreizen für Auszubildende sowie Firmenpraktika an und setzt sich im Bildungsbereich fort, dass hier die passenden Angebote zur Vermittlung der notwendigen Kompetenzen vorhanden sein müssen.<sup>234</sup> Und mit dem eingangs erwähnten gestärkten Bewusstsein für die Relevanz des Themas Trinkwasser wird dieses Betätigungsfeld von künftigen Fachkräften ebenfalls stärker als möglicher Arbeitsbereich wahrgenommen. Vor allem müssen die Arbeitsbedingungen in diesem Bereich und damit die Attraktivität des Berufes – insbesondere für Fachhandwerker – wesentlich verbessert werden.



### Volker Meyer (figawa)

Wenn wir uns die Historie der Trinkwasserversorgung anschauen, dann hat sich vieles verändert im Vergleich zu früher. Als damals, im 19. Jahrhundert, vielerorts zum ersten Mal Wasserleitungen in die Häuser gelegt wurden, da gab es meistens nur einen einzigen Kaltwasserhahn für ein ganzes Haus. Seither sind die Wassersysteme immer komplexer geworden: Die Zahl der Entnahmestellen pro Haus ist nach und nach gestiegen. Heute haben viele normale Häuser nicht mehr ein Badezimmer, sondern drei – und pro Badezimmer gibt es oft zwei Waschbecken, dazu Dusche und Wanne.

Dadurch steigt natürlich die Gefahr für Verkeimungen. Zu denen kommt es, wenn Trinkwasser in den Rohren stagniert und lange nicht abfließt. Je mehr Entnahmestellen es nun gibt in den Häusern, desto seltener wird jede einzelne genutzt – und desto eher haben wir verkeimtes Trinkwasser. Um das zu verhindern, werden die Trinkwassersysteme heute oft anders gebaut: Während früher zu jeder Entnahmestelle eine Stichleitung für den Frischwasserzulauf gelegt wurde, wird heute häufig mit Schleifen gearbeitet – sodass das Wasser von Entnahmestelle zu Entnahmestelle weiterfließen kann und sich alle Stellen im System gegenseitig durchspülen. Zusätzlich werden auch gegebenenfalls Zirkulationssysteme eingebaut, die dafür sorgen, dass das Trinkwasser in Bewegung bleibt. Solche Vorkehrungen allerdings machen die Installationen dann noch komplexer.

Legionellen sind tatsächlich ein großes Problem geworden in den zurückliegenden Jahren: Bei rund fünf bis sechs Prozent aller Proben, die in den letzten Jahren in Gebäuden genommen wurden, sind Überschreitungen des techni-

234 Vgl. Geidel et al. (2021).

schen Maßnahmenwertes festgestellt worden. Das macht deutlich, dass man sich mit diesem Thema beschäftigen muss.

Damit das Trinkwasser in einem Gebäude hygienisch sauber sein kann, muss alles zueinanderpassen: Die Trinkwasserinstallation muss sinnvoll geplant und gut gebaut worden sein, außerdem muss der einwandfreie Betrieb sichergestellt und überwacht werden. Alle drei Bereiche – Planung, Bau und Betrieb – haben praktisch einen gleich großen Einfluss auf die Trinkwasserhygiene. Und alle drei können ursächlich für Schäden – also Verkeimungen – sein.

Wenn im Fall von Grenzwertüberschreitungen sogenannte Risikoanalysen erstellt werden müssen, untersuchen die Techniker bzw. Hygieniker deshalb immer alle drei Bereiche. Die beste Installation kann verkeimen, wenn sie nicht regelmäßig genutzt und gewartet wird. Im Schadensfall müssen Besitzer bzw. Betreiber von Immobilien mit hohen Kosten rechnen.

Insgesamt wachsen die Herausforderungen, vor denen die Trinkwasserversorgung steht. Und dies betrifft nicht nur die Installationen in den Gebäuden, sondern praktisch die gesamte Wertschöpfungskette des Trinkwassers. Für die Wasserversorger beispielsweise waren die zurückliegenden Jahre sehr schwierig. Nicht unbedingt, weil es Probleme mit den Wassermengen gab – denn Deutschland ist und bleibt ein wasserreiches Land. Probleme machen aber die hohen Temperaturen in den Sommern. Dadurch steigt die Gefahr von Verkeimungen – und der Aufwand für die Aufbereitung wächst.

Auch auf den Transport in die Häuser haben die hohen Sommertemperaturen Auswirkungen. Denn eigentlich müssen die Versorger das Wasser kühl bis in die Häuser pumpen können. Doch in heißen Sommern gelingt dies oft nicht mehr. Das Kaltwasser ist dann zu warm, was Keime wachsen lässt. Man könnte die Rohre des öffentlichen Trinkwassersystems natürlich tiefer legen – und für die Zukunft ist dies sicherlich auch eine Option. Doch diese Rohre sollen eigentlich 80 bis 100 Jahre liegen bleiben. Dementsprechend selten werden sie ausgetauscht. Insgesamt müssen wir davon ausgehen, dass das Thema Trinkwasserhygiene in den kommenden Jahren aufgrund der vielfältigen Herausforderungen deutlich mehr Aufmerksamkeit bekommen wird.

*Volker Meyer ist Hauptgeschäftsführer der Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach (figawa).*

**FAZIT**

**07**

Jeder Mensch benötigt hygienisch einwandfreies Trinkwasser zum Leben. In der südlichen Hemisphäre der Erde gibt es diesbezüglich einen Mangel. Und in den Industrieländern der nördlichen Erdhalbkugel, wo es keinen großen Wassermangel gibt, ist die Gewährleistung der Hygiene mit einem zum Teil größeren Aufwand verbunden. Dies ist auch in Deutschland der Fall. Zwar ist die Qualität des Trinkwassers hierzulande durchweg gut bis sehr gut, allerdings erst nach einer immer aufwändigeren Aufbereitung.

Während Belastungen mit Nitrat und Pestiziden zwar noch vorhanden sind, aber abnehmen, könnten im Zuge des demografischen Wandels und des daraus resultierenden größeren Medikamentenverbrauchs sowie infolge des Klimawandels die Herausforderungen bei der Bereitstellung hygienisch einwandfreien Trinkwassers zunehmen.

Insbesondere im Gebäudesektor kann die Trinkwasserhygiene darüber hinaus durch Mikroorganismen wie Legionellen beeinträchtigt werden. Diesem Problem wird zwar durch die Erwärmung des Wassers entgegengewirkt, der dafür notwendige Energieeinsatz wird in Zeiten, in denen Klimaschutz immer mehr das Handeln bestimmt, allerdings zu einem Problem.

Klimaschutz und die Sicherstellung der Trinkwasserhygiene sind dank technologischem Fortschritt aber künftig immer besser vereinbar. Die dazu notwendigen Schritte, insbesondere seitens der Politik, wurden in der Zukunftsstrategie Trinkwasser aufgezeigt. Es ist eine Mischung aus einer weiteren Reduzierung der Verunreinigungen des Wassers, der Anpassung gesetzlicher Rahmenbedingungen, einer voranschreitenden Digitalisierung sowie finanziellen Förderungen.

Damit verbunden sind weitere Investitionen in die Trinkwasseraufbereitung und -hygiene. Qualitativ hochwertiges Trinkwasser zu vergleichsweise geringen Kosten wird in Deutschland als selbstverständlich wahrgenommen. Sein gesellschaftlicher Wert, das heißt die positiven externen Effekte sauberen Trinkwassers, ist vielen Bürgern nicht immer bewusst. In dieser Hinsicht gilt es, das Bewusstsein für die Ressource Wasser zu stärken, so wie in der Nationalen Wasserstrategie Deutschland beabsichtigt ist.

## LITERATUR

---

Anter, J. / Kreins, P. / Heidecke, C. / Gömann, H. (2018): Entwicklung des regionalen Bewässerungsbedarfs – Engpässe in der Zukunft? In: Schimmelpfennig, S. / Anter, J. / Heidecke, C. / Lange, S. / Röttcher, K. / Bittner, F. (Hrsg.), Bewässerung in der Landwirtschaft – Tagungsband zur Fachtagung am 11./12.09.2017 in Suderburg, Thünen Working Paper 85, S. 125–136.

ATT / BDEW / DBVW / DVGW / DWA / VKU (2020): Branchenbild der deutschen Wasserwirtschaft 2020. Arbeitsgemeinschaft Trinkwassertalsperren e. V. (ATT), Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW), Deutscher Bund der verbandlichen Wasserwirtschaft e. V. (DBVW), Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. – Technisch-wissenschaftlicher Verein (DVGW), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA), Verband kommunaler Unternehmen e. V. (VKU), Bonn.

Bathke, M. / Birich, D. (2021): Die Wasserwirtschaft im Wettbewerb um Fachkräfte: Entscheidend ist der Weg des Recruitings. Gwf-Wasser|Abwasser 02/2021, S. 14–15.

Bauen & Wohnen Aktuell (2016): Sanierungskonzept senkt Reparaturkosten um bis zu 70 Prozent in Trinkwassersystemen. Erschienen am 10.02.2016 online unter: <<https://www.bauen-wohnen-aktuell.de/bauen/haeuser/sanierungskonzept-senkt-reparaturkosten-um-bis-zu-70-in-trinkwassersystemen/>>, abgerufen am 31.11.2020.

Baumgarten, C. / Rechenberg, J. / Richter, S. / Chorus, I. / Vigelahn, L. / Schmoll, O. (2014): Wassersparen in Privathaushalten: sinnvoll, ausgereizt, übertrieben? – Fakten, Hintergründe, Empfehlungen. Hintergrundpapier, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

BBK (2019): Sicherheit der Trinkwasserversorgung – Teil 2: Notfallvorsorgeplanung. Grundlagen und Handlungsempfehlungen für Aufgabenträger der Wasserversorgung in den Kommunen in Bezug auf außergewöhnliche Gefahrenlagen. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, erschienen im September 2019. Online verfügbar unter: <[https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis\\_Bevoelkerungsschutz/PiB\\_15\\_Sicherheit\\_der\\_Trinkwasserversorgung\\_Teil\\_2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Praxis_Bevoelkerungsschutz/PiB_15_Sicherheit_der_Trinkwasserversorgung_Teil_2.pdf?__blob=publicationFile)>, abgerufen am 04.03.2021.

BDEW (2018): Pro-Kopf-Wassergebrauch im europäischen Vergleich. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, erschienen am 22.10.2020 online unter: <<https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/pro-kopf-wassergebrauch-im-europaeischen-vergleich/>>, abgerufen am 10.11.2020.

BDEW (2019): Auf 2,8 Milliarden Euro sind die Investitionen der Trinkwasserversorger 2018 gestiegen. Zahl der Woche, erschienen online am 18.02.2019 unter: <<https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/zahl-der-woche-auf-28-milliarden-euro/>>, abgerufen am 04.03.2021.

BDEW (2020a): Wassernutzung in Deutschland. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, erschienen am 22.10.2020 online unter: <<https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/wassernutzung-deutschland>>, abgerufen am 02.11.2020.

BDEW (2020b): Entwicklung des Wärmeverbrauchs in Deutschland – Basisdaten und Einflussfaktoren. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Foliensatz, erschienen am 24.04.2020 online unter: <[https://www.bdew.de/media/documents/20200525\\_Waermeverbrauchsanalyse\\_Foliensatz\\_2020\\_daQSUCb.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/20200525_Waermeverbrauchsanalyse_Foliensatz_2020_daQSUCb.pdf)>, abgerufen am 23.11.2020.

BDEW (2020c): Klimawandel erfordert verstärkten Wasserressourcen-Schutz. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, erschienen am 15.06.2020 online unter: <<https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/bdew-klimawandel-erfordert-verstaerkten-wasserressourcen-schutz/>>, abgerufen am 23.11.2020.

BDEW (2020d): 3,05 Milliarden Euro investierten Trinkwasserversorger im Jahr 2019. Zahl der Woche, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, erschienen am 03.02.2020 online unter: <<https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/zahl-der-woche-305-milliarden-euro/>>, abgerufen am 29.11.2020.

BDEW (2020e): Corona-Lockerungen: Hinweise für die Wiederinbetriebnahme von Trinkwasserinstallationen in Gebäuden. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Pressemitteilung, erschienen am 24.04.2020 online unter: <<https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/corona-lockerungen-hinweise-fuer-die-wiederinbetriebnahme-von-trinkwasserinstallationen-in-gebaeuden/>>, abgerufen am 23.11.2020.

BDEW (2021): Trinkwasserverwendung im Haushalt. Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, erschienen am 13.04.2021 online unter: <<https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasserverwendung-im-haushalt/>>, abgerufen am 12.06.2021.

Berger, S. / Böhme, I. / Brunner, C. / Förster, C. / Grope, N. / Mohaupt, J. / Oppelt, A. / Rapp, T. / Schuster, R. / Steinerl, K. (2020): Trinkwasser aus dem Hahn. Ratgeber, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Berschens, R. (2019): EU verliert die Geduld mit Deutschland, Handelsblatt Nr. 141 vom 25.7.2019.

Bertschek, I. / Niebel, T. / Ohnemus, J. (2019): Zukunft Bau – Beitrag der Digitalisierung zur Produktivität in der Baubranche. Studie des Leibniz-Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung im Auftrag des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), Mannheim.

BIC (2019): BIM-Monitor 2019: Trends und Entwicklungen. Studie von BaulInfoConsult, Düsseldorf.

Blawat, K. (2012): Mit Chemie gegen den Dreck. Erschienen am 23.02.2012 online unter: <<https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/chlor-im-trinkwasser-mit-chemie-gegen-den-dreck-1.1121889>>, abgerufen am 23.11.2020.

BMG (2018): Trinkwasserverordnung und Legionellen. Themenpapier, Bundesministerium für Gesundheit, erschienen am 25.04.2018 online unter: <[https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3\\_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Stamtext\\_TrinkwV\\_und\\_Legionellen\\_250418.pdf](https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Stamtext_TrinkwV_und_Legionellen_250418.pdf)>, abgerufen am 20.11.2020.

BMG (2020a): Trinkwasserverordnung und Legionellen. Bundesministerium für Gesundheit, erschienen online unter: <<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/t/trinkwasser/trinkwasserverordnung-und-legionellen.html>>, abgerufen am 17.11.2020.

BMG (2020b): Europaparlament verabschiedet Neufassung der Trinkwasser-richtlinie. Bundesministerium für Gesundheit, Pressemitteilung, erschienen am 17.12.2020 online unter: <<https://www.bundesgesundheitsministerium.de/presse/pressemitteilungen/2020/4-quartal/trinkwasserrichtlinie.html>>, abgerufen am 17.02.2021.

BMG / UBA (2018): Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland 2014–2016. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

BMG / UBA (2021): Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland 2017–2019. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

BMU (2012): Trinkwasserschutzgebiete. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, online verfügbar unter: <<https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/trinkwasser/trinkwasser-trinkwasserschutzgebiete/>>, abgerufen am 3.11.2020.

BMU (2019a): Besserer Schutz der Gewässer vor Spurenstoffen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen online unter: <<https://www.bmu.de/pressemitteilung/besserer-schutz-der-gewaesser-vor-spurenstoffen/>>, abgerufen am 18.11.2020.

BMU (2019b): Bundesregierung entwickelt erste Maßnahmen gegen Spurenstoff-Belastung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen online unter: <<https://www.bmu.de/pressemitteilung/bundesregierung-entwickelt-erste-massnahmen-gegen-spurenstoff-belastung/>>, abgerufen am 18.11.2020.

BMU (2020a): Kurzinfo Biozide. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen online unter: <<https://www.bmu.de/themen/gesundheit-chemikalien/chemikaliensicherheit/biozide/>>, abgerufen am 18.11.2020.

BMU (2020b): Nitratbericht 2020. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen online unter: <<https://www.bmu.de/meldung/nitratbericht-2020>>, abgerufen am 12.11.2020.

BMU (2020c): Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung. Themenpapier, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen online unter: <<https://www.bmu.de/themen/wasser-abfall-boden/binnengewasser/trinkwasser/wasserwerk-wassergewinnung-aufbereitung-und-verteilung/>>, abgerufen am 03.12.2020.

BMU (2021): Nationale Wasserstrategie – Entwurf des Bundesumweltministeriums. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, erschienen am 08.06.2021 online unter: <<https://www.bmu.de/download/nationale-wasserstrategie/>>, abgerufen am 03.09.2021.

BMW (2020): Sustainable Value Report 2019. BMW Group, München.

BMW (2021): Häufige Fragen zur Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, erschienen online unter: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/FAQ/BEG/faq-bundesfoerderung-fuer-effiziente-gebäude.html>>, abgerufen am 29.03.2021.

Botzenhart, K. (1996): Mikroorganismen im Trinkwasser. Deutsches Ärzteblatt, 93 (34-35), A-2142-2144.

Brenner, B. (2013): Infektionsgefährdung durch Einatmen von Legionellen-haltigem Aerosol. Informationen des Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, erschienen am 23.10.2013 online unter: <[https://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz\\_umwelt/biologische\\_umweltfaktoren/bioaerosole/legionellen.htm](https://www.lgl.bayern.de/gesundheit/arbeitsplatz_umwelt/biologische_umweltfaktoren/bioaerosole/legionellen.htm)>, abgerufen am 09.12.2020.

Bürschgens, A. (2019): Wenn die Installation zur Gefährdung wird. Erschienen am 05.02.2019 online unter: <<https://www.sbz-online.de/trinkwasserhygiene/wenn-die-installation-zur-gefaehrung-wird>>, abgerufen am 10.12.2020.

Bundeskartellamt (2016a): Bericht über die großstädtische Trinkwasserversorgung in Deutschland. Bonn.

Bundeskartellamt (2016b): Wasserbericht des Bundeskartellamts. Pressemeldung, erschienen am 30.06.2016 online unter: <[https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2016/30\\_06\\_2016\\_Wasserbericht.html](https://www.bundeskartellamt.de/SharedDocs/Meldung/DE/Pressemitteilungen/2016/30_06_2016_Wasserbericht.html)>, abgerufen am 16.11.2020.

Bundesregierung (2017): Wassernutzung und Wasserrisiko in Deutschland. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Peter Meiwald, Friedrich Ostendorff, Annalena Baerbock, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Deutscher Bundestag, Drucksache 18/12915, Berlin.

Bundesregierung (2020): Neue Düngeverordnung – Nährstoffeffizienz und saubere Gewässer. Erschienen am 30.04.2020 online unter: <<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/duengeverordnung-1735878>>, abgerufen am 12.11.2020.

Castell-Exner, C. (2014): Zehn Jahre Water-Safety-Plan-Konzept der WHO – ein Zwischenfazit. energie | wasser-praxis, 04/2014, S. 68-74.

dena (2021): Fokusthemen zum Klimaschutz im Gebäudebereich. dena-Gebäudereport 2021, Deutsche Energie-Agentur, Berlin.

Destatis (2018a): Öffentliche Wasserversorgung und öffentliche Abwasserentsorgung 2016. Fachserie 19 Reihe 2.1.1, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

Destatis (2018b): Nichtöffentliche Wasserversorgung und nichtöffentliche Abwasserentsorgung 2016. Fachserie 19 Reihe 2.2, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.

DVGW (o. J.): Nitrat und Trinkwasser. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, online verfügbar unter: <<https://www.dvgw.de/themen/umwelt/nitrat-im-wasser>>, abgerufen am 20.11.2020.

DVGW (2009): Desinfektion von Trinkwasser-Installationen zur Beseitigung mikrobieller Kontaminationen. twin Nr. 5, Information des DVGW zur Trinkwasser-Installation, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Bonn.

DVGW (2015): Arzneimittelrückstände im Wasserkreislauf; eine Bewertung aus Sicht der Trinkwasserversorgung. DVGW-Information Wasser Nr. 54, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Bonn.

DVGW (2017): Nitrat – Nitratbelastung des Grundwassers – Hintergründe, Forderungen und Lösungen der Wasserwirtschaft. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, online verfügbar unter: <<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/umwelt/nitrat/ewp-kompakt-nitrat1709.pdf>>, abgerufen am 20.11.2020.

DVGW (2019): Blei im Trinkwasser. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, erschienen online unter: <<https://www.dvgw.de/themen/wasser/verbraucherinformationen/blei-im-trinkwasser/>>, abgerufen am 18.11.2020.

DVGW (2020a): Zukunftsbilder 2030 bis 2100 – Wandel erfordert bereits heute die Entwicklung langfristiger regionaler und lokaler Konzepte. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, erschienen online unter: <<https://www.dvgw.de/medien/dvgw/leistungen/publikationen/dvgw-wasser-impuls-zukunftsbilder-factsheet.pdf>>, abgerufen am 23.11.2020.

DVGW (2020b): So sorgen Sie für die Sicherheit Ihres Trinkwassers. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, erschienen online unter: <<https://www.dvgw.de/themen/wasser/verbraucherinformationen/trinkwasser-installation/>>, abgerufen am 23.11.2020.

DVGW (2020c): Trinkwasserverordnung – Garant für sauberes Trinkwasser. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, erschienen online unter: <<https://www.dvgw.de/themen/wasser/trinkwasserverordnung>>, abgerufen am 23.11.2020.

DVGW / BDEW / VKU (2019): Bericht des DVGW, BDEW und VKU zur Nitratbelastung der Trinkwasserressourcen in Deutschland. Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, Verband kommunaler Unternehmen, online verfügbar unter: <[https://www.bdew.de/media/documents/20181217\\_Nitratbericht.pdf](https://www.bdew.de/media/documents/20181217_Nitratbericht.pdf)>, abgerufen am 14.11.2020.

DWA (2015): Anthropogene Spurenstoffe im Gewässer. DWA-Positionen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Hennef.

ECDC (2019): Surveillance of antimicrobial resistance in Europe – 2018. Surveillance report, Europäisches Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten, erschienen online unter: <<https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/surveillance-antimicrobial-resistance-Europe-2018.pdf>>, abgerufen am 08.12.2020.

ECDC (2020): Legionnaires' disease – Annual Epidemiological Report for 2018. Surveillance report, Europäisches Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten, erschienen online unter: <[https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER\\_for\\_2018\\_Legionnaires.pdf](https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/AER_for_2018_Legionnaires.pdf)>, abgerufen am 14.11.2020.

Europäische Kommission (2018): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung). COM(2017) 753 final – 2017/0332 (COD), online verfügbar unter: <<https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/DE/COM-2017-753-F1-DE-MAIN-PART-1.PDF>>, abgerufen am 18.11.2020.

Europäischer Rat (2020): Einwandfreies und sauberes Trinkwasser: Rat billigt vorläufige Einigung zu aktualisierten Qualitätsstandards. Pressemitteilung, erschienen am 05.02.2020 online unter: <<https://www.consilium.europa.eu/de/press/press-releases/2020/02/05/safe-and-clean-drinking-water-council-approves-provisional-deal-which-updates-quality-standards/>>, abgerufen am 18.11.2020.

Ewig, S. / Birkner, N. / Strauss, R. / Schaefer, E. / Pauletzki, J. / Bischoff, H. / Schrader, P. / Welte, T. / Hoeffken, G. (2009): New perspectives on community-acquired pneumonia in 388 406 patients. Results from a nationwide mandatory performance measurement programme in healthcare quality. *Thorax*, 64(12), S. 1062-1069.

Exner, M. (2013): Ausbruchmanagement des Legionellenausbruches in Warstein 2013 – Charakterisierung, Lehren und Konsequenzen aus hygienisch-medizinischer Sicht. Rückblickende Analyse des Ausbruchmanagements. Online verfügbar unter: <[https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/legionellen\\_warstein\\_ausbruchmanagement.pdf](https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/umwelt/legionellen_warstein_ausbruchmanagement.pdf)>, abgerufen am 07.12.2020.

Exner, J. / Flore, P. / Hefner, M. / Hofmann, D. B. / Kruse Brandao, T. / Mattes, K. / Mikusz, M. / Peter, J. / Speth, F. (2021): Smart Buildings – Erfolgskritische Trends und Anwendungsfälle für Gebäudeplanung und Betrieb. Studie des Bundesverbands Digitale Wirtschaft, Berlin.

Finsterbusch, S. (2021): Computer-Hacker kapern die Rechner eines Wasserwerks. Er erschienen am 11.02.2021 online unter: <<https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/computer-hacker-kapern-die-rechner-eines-wasserwerks-17192864.html>>, abgerufen am 03.03.2021.

Fraunhofer IGB (2015): Trinkwassercheck Deutschland – jede sechste Probe überschreitet Grenzwert. Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Pressemitteilung, erschienen am 05.10.2015 online unter: <<https://www.igb.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/2015/wassercheck.html>>, abgerufen am 18.11.2020.

Fraunhofer IGB (2018): Wie es um die Trinkwasserqualität in Deutschlands Haushalten steht. Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Pressemitteilung, erschienen am 04.04.2018 online unter: <<https://www.igb.fraunhofer.de/de/presse-medien/presseinformationen/2018/wie-es-um-die-trinkwasserqualitaet-in-deutschlands-haushalten-st.html>>, abgerufen am 23.11.2020.

Freitag-Ziegler, G. / Kötter, E. / Strommel, H. (2019): Wasser: Gewinnung. Erschienen am 10.11.2019 online unter: <<https://www.bzfe.de/lebensmittel/vom-acker-bis-zum-teller/wasser/wasser-gewinnung/>>, abgerufen am 03.11.2020.

Frey, A. (2018): Das Drama zu unseren Füßen. Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung Nr. 39 vom 30.09.2018.

Fuchs, J. / Söhnlein, D. / Weber, B. (2021): Demografische Entwicklung lässt das Arbeitsangebot stark schrumpfen. IAB-Kurzbericht 25/2021, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Nürnberg.

Gassmann, M. (2019): Wasserqualität – die unsichtbare Krise, Welt Nr. 194 vom 21.8.2019.

Geidel, T. / Dworak, T. / Schmidt, G. / Rogger, M. / Matauschek, C. / Völer, J. / Borchardt, D. (2021): Ausgewählte Fachinformationen zur Nationalen Wasserstrategie. Abschlussbericht von Fresh Thoughts Consulting, sconas. Science. Consulting. Aquatic Systems und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

Geisel, B. / Widders, G. / Schmidt, A. / Seewald, M. / Poldrack, R. / Hofmann, A. / Kohlstock, C. / Schicht, B. / Spengler, A. (2017): Rahmenhygieneplan gemäß § 23 Infektionsschutzgesetz für Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen. Länder-Arbeitskreis zur Erstellung von Rahmenhygieneplänen nach §§ 23 und 36 IfSG.

Gelsenwasser (2019): Mikroplastik. Erschienen online unter: <<https://www.gelsenwasser.de/wasser/trinkwasserqualitaet/hintergrundinformationen/mikroplastik/>>, abgerufen am 20.11.2020.

Gendries, S. (2017): Bund der Steuerzahler NRW vergleicht Wasserpreise und fordert mehr Kontrolle. Erschienen am 18.12.2017 online unter: <<https://www.lebensraumwasser.com/bund-der-steuerzahler-nrw-vergleicht-wasserpreise-und-fordert-mehr-kontrolle/>>, abgerufen am 4.11.2020.

Groß, A. (o. J.): Wieviel Wasser ist in Wand und Boden? Erschienen online unter: <<http://www.mak-gross.de/neubau.html>>, abgerufen am 10.11.2020.

Hardt, H. (2015): Verkehrssicherungspflichten und Handlungsverpflichtungen am Beispiel einer Trinkwasser-Installation. energie | wasser-praxis, 02/2015, S. 59-61.

Hentschel, W. (2011): Legionellen-Bekämpfung im Krankenhaus. Management & Krankenhaus. Erschienen am 03.06.2011 online unter: <<https://www.management-krankenhaus.de/topstories/hygiene/legionellen-bekaempfung-im-krankenhaus>>, abgerufen am 03.12.2020.

Hillawoth, G. (2016): Urteil: Kosten in Millionenhöhe wegen falscher Rohrsanierung. Erschienen am 26.02.2016 online unter: <<https://www.mainpost.de/regional/wuerzburg/urteil-kosten-in-millionenhoehewegen-falscher-rohrsanieung-art-9131855>>, abgerufen am 03.11.2020.

Hochwallner, R. (2015): Hygiene bei Trinkwasserversorgungsanlagen. Diplomarbeit, Hochschule Mittweida.

Hornei, B. / Kantor, G. / Gassel, H.-J. (2021): Einmal Legionellen – immer Legionellen? Risikobewertung der Hausinstallation nach einem großen Legionellose-Ausbruch in einer Klinik. 15. Kongress für Krankenhaushygiene.

Jorzik, O. (2019): Virtueller Wasserverbrauch. Erschienen online unter: <<https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/virtueller-wasserverbrauch-9351029/>>, abgerufen am 05.11.2020.

Kafsack, H. (2020): Sauberes Wasser für alle. Frankfurter Allgemeine Zeitung Nr. 294 vom 17.12.2020.

Karger, R. / Hoffmann, F. (2013): Wasserversorgung. 14. Auflage, Springer Vieweg, Wiesbaden.

Klinikum Stuttgart (2019): Hygienebericht 2018 mit Darstellung der Entwicklung antibiotikaresistenter Erreger im Klinikum Stuttgart und Bewertung nach § 23 IfSG. Institut für Krankenhaushygiene, erschienen am 04.02.2019 online unter: <[https://www.klinikum-stuttgart.de/fileadmin/mediapool/user\\_upload/Hygienebericht2018\\_final.pdf](https://www.klinikum-stuttgart.de/fileadmin/mediapool/user_upload/Hygienebericht2018_final.pdf)>, abgerufen am 04.03.2021.

Klose, U. (2020): Deutschland hat genug Trinkwasser für alle – noch! Erschienen am 04.02.2020 online unter: <<https://www.umweltdialog.de/de/umwelt/klimawandel/2020/Deutschland-hat-genug-Trinkwasser-fuer-alle-noch.php>>, abgerufen am 16.11.2020.

Köhler, H. (2014): Schleifen sind nicht immer schick. Erschienen am 17.07.2014 online unter: <<https://www.sbz-online.de/sanitaer/sicherstellung-der-trinkwasserguete-schleifen-sind-nicht-immer-schick>>, abgerufen am 09.12.2020.

Korth, A. / Petzoldt, H. (2020): Vermehrung von Legionellen in Kaltwasser. energie | wasser-praxis, 05/2020, S. 1-8.

Landesregierung Schleswig-Holstein (2013): Beprobung von Wasser für den menschlichen Gebrauch zur mikrobiologischen Untersuchung in medizinischen Einrichtungen, Altenheimen und Pflegeeinrichtungen. Empfehlung des Ministeriums für Soziales, Gesundheit, Familie und Gleichstellung, Kiel.

Lesnik, R. / Brettar, I. / Höfle, M. G. (2016): Legionella species diversity and dynamics from surface reservoir to tap water: from cold adaptation to thermophily. The International Society for Microbial Ecology Journal, 10(5), S. 1064-1080.

LfU (2020): Arzneimittel in der Umwelt. Bayerisches Landesamt für Umwelt, erschienen online unter: <[https://www.lfu.bayern.de/analytik\\_stoffe/arzneimittelwirkstoffe/faq/index.htm](https://www.lfu.bayern.de/analytik_stoffe/arzneimittelwirkstoffe/faq/index.htm)>, abgerufen am 19.11.2020.

Löwe, S. B. (2019): Risikofaktoren in Trinkwasser-Installationen für das Vorkommen von Legionellen. Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.

Maier, B. (2004): Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums – Das neue DVGW-Arbeitsblatt 11/2004. Online verfügbar unter: <[https://www.tga-fachplaner.de/sites/default/files/ulmer/de-tga/document/file\\_134069.pdf](https://www.tga-fachplaner.de/sites/default/files/ulmer/de-tga/document/file_134069.pdf)>, abgerufen am 08.12.2020.

Management & Krankenhaus (2011): Trinkwasserhygiene – Für Krankenhäuser eine Herausforderung. Erschienen am 11.01.2011 online unter: <<https://www.management-krankenhaus.de/topstories/hygiene/trinkwasserhygiene-fuer-krankenhaeuser-eine-herausforderung>>, abgerufen am 03.11.2020.

Management & Krankenhaus (2018): Das Water Safety Plan-Konzept. Erschienen am 15.05.2018 online unter: <<https://www.management-krankenhaus.de/topstories/hygiene/das-water-safety-plan-konzept>>, abgerufen am 07.12.2020.

Mehr Demokratie NRW (2018): Gewinne und Kosten für Wasserversorgung ein Geheimnis. Pressemitteilung vom 22.2.2018, erschienen online unter: <<https://listen.jpberlin.de/pipermail/md-presseschau/2018-March/001335.html>>, abgerufen am 6.11.2020.

Mintenig, S. / Löder, M. / Gerdts, G. (2014): Mikroplastik im Wasser – Untersuchung im Trinkwasserversorgungsgebiet des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in Niedersachsen. Studie des Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), und der Biologischen Anstalt Helgoland im Auftrag des Oldenburgisch- Ostfriesischen Wasserverbands.

Nestler, R. (2019): Berlins Grundwasser heizt sich immer weiter auf. Erschienen am 04.06.2019 online unter: <<https://www.tagesspiegel.de/wissen/ich-mache-mir-grosse-sorgen-berlins-grundwasser-heizt-sich-immer-weiter-auf/24416078.html>>, abgerufen am 17.11.2020.

Neuerer, D. (2021): Wasserknappheit behindert Teslas Pläne in Brandenburg. Erschienen am 16.03.2021 online unter: <<https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/gigafactory-in-gruenheide-wasserknappheit-behindert-teslas-plaene-in-brandenburg/27010560.html>>, abgerufen am 30.03.2021.

Oelmann, M. / Czichy, C. (2019): Möglichkeiten einer verursachergerechten Finanzierung von Maßnahmen zur Reduktion von Spurenstoffen. Gutachten der MOcons GmbH & Co. KG im Auftrag des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft, Mülheim an der Ruhr.

Oelmann, M. / Czichy, C. / Hormann, L. (2017): Gutachten zur Berechnung der Kosten der Nitratbelastung in Wasserkörpern für die Wasserwirtschaft – Kurzfassung. Gutachten der MOcons GmbH & Co. KG im Auftrag des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft, Mülheim an der Ruhr.

Oelmann, M. / Czichy, C. / Scheele, U. / Zaun, S. / Dördelmann, O. / Harms, E. / Penning, M. / Kaupe, M. / Bergmann, A. / Steenpaß, C. (2017): Quantifizierung der landwirtschaftlich verursachten Kosten zur Sicherung der Trinkwasserbereitstellung – Endbericht. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

Osmancevic, E. / Engelfried, M. / Friedmann, R. (2018): Erhöhte Temperaturen in Trinkwasser-Versorgungssystemen. energie | wasser-praxis, 09/2018.

Partner für Wasser e. V. (2020): Trinkwasserhygiene im Healthcare Bereich – Eine Metaanalyse von vier Studien aus den Jahren 2016–2019. Institut für empirische Kommunikationsforschung.

RKI (2005): Legionellose in Deutschland 2004. Epidemiologisches Bulletin Nr. 48/2005, Robert Koch Institut, Berlin.

RKI (2015): Legionärskrankheit in Deutschland (2001-2013). Epidemiologisches Bulletin Nr. 13/2015, Robert Koch Institut, Berlin.

RKI (2016): Studie zu eingeleiteten Schritten und dem finanziellen Aufwand bei Überschreitung des TMW für Legionellen in der Hausinstallation von Mehrfamilienhäusern. Epidemiologisches Bulletin Nr. 41/2016, Robert Koch Institut, Berlin.

RKI (2019a): Infektionsepidemiologisches Jahrbuch meldepflichtiger Krankheiten für 2018. Robert Koch Institut, online verfügbar unter: <[https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahresstatistik\\_2018.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Jahrbuch/Jahresstatistik_2018.pdf?__blob=publicationFile)>, abgerufen am 16.11.2020.

RKI (2019b): RKI-Ratgeber Legionellose. Robert Koch Institut, online verfügbar unter: <[https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber\\_Legionellose.html](https://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Merkblaetter/Ratgeber_Legionellose.html)>, abgerufen am 01.12.2020.

RKI (2020a): Norovirus-Infektionen in Deutschland 2019, Legionellosen vorbeugen. Epidemiologisches Bulletin Nr. 24/2020, Robert Koch Institut, Berlin.

RKI (2020b): Legionärskrankheit in Deutschland während der COVID-19-Pandemie Januar–Juli 2020. Epidemiologisches Bulletin Nr. 44/2020, Robert Koch Institut, Berlin.

Rothmann, R. / Rühling, K. (2019): Ergebnisse von Legionellen-Routinebeprobungen nach TrinkwV – Auswertung ausgewählter Daten für Mehrfamilienhäuser. Kurzbericht an die Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und Wasserfach (figawa). Erschienen online unter: <[https://figawa.org/fileadmin/figawa/news/2019-11-06\\_Kurzbericht\\_figawa\\_end\\_Druck-tu-dresden.pdf](https://figawa.org/fileadmin/figawa/news/2019-11-06_Kurzbericht_figawa_end_Druck-tu-dresden.pdf)>, abgerufen am 09.12.2020.

Rühling, K. / Rothmann, R. / Haupt, L. / Hoppe, S. / Löser, J. / Schreiber, C. / Waßer, F. / Zacharias, N. / Kistemann, T. / Lück, C. / Koshkolda, T. / Petzold, M. / Schaule, G. / Nocker, A. / Wingender, J. / Kallert, A. / Schmidt, D. / Egelkamp, R. (2018): EnEff: Wärme – Verbundvorhaben Energieeffizienz und Hygiene in der Trinkwasser-Installation im Kontext: DHC Annex TS1 "Low Temperature District Heating for Future Energy Systems". Koordinierter Schlussbericht zu 03ET1234 A bis D. TU Dresden. Erschienen am 30.04.2018 online unter: <[https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/iet/gewv/resources/dateien/forschung\\_und\\_projekte/projekte/ee\\_hyg\\_at\\_twi/180618\\_Koordinierter-Schlussbericht\\_public.pdf?lang=de](https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/iet/gewv/resources/dateien/forschung_und_projekte/projekte/ee_hyg_at_twi/180618_Koordinierter-Schlussbericht_public.pdf?lang=de)>, abgerufen am 10.12.2020.

Schmitz, R. (2007): Legionellenbekämpfung mit Chlordioxid – Bedarfsgerechte Dosierung baut Biofilm ab. IKZ-Fachplaner, Heft 8/9, S. 9-11.

Schmoll, O. / Bethmann, D. / Sturm, S. / Schnabel, B. (2018): Das Water-Safety-Plan-Konzept: Ein Handbuch für kleine Wasserversorgungen. Handbuch des DVGW-Technologiezentrums Wasser und des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

Schoenen, D. / Botzenhart, K. / Exner, M. / Feuerpfeil, I. / Hoyer, O. / Sacré, C. / Szewzyk, R. (2001): Beobachtungen über parasitenbedingte Ausbrüche durch Trinkwasser und Maßnahmen zu deren Vermeidung Teil III: Seuchenhygienische Anforderungen. Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, 44, S. 377-381.

Schwarz, W. (1995): Chlor macht krank – Die Auswirkungen von Chlorverbindungen auf die menschliche Gesundheit. Greenpeace Studie, Hamburg.

Schweizerisches Bundesamt für Gesundheit (BAG) (2010): Anerkannte Aufbereitungsverfahren für Trinkwasser. Online verfügbar unter: <<https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/verantwortlichkeiten/anerkannte-aufbereitungsverfahren-trinkwasser.pdf.download.pdf/anerkannte-aufbereitungsverfahren-trinkwasser.pdf>>, abgerufen am 03.12.2020.

Seele-Leichert, M. (2019): Legionellen: Wohnanlage in Düsseldorf muss saniert werden. Erschienen am 25.10.2019 online unter: <[https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/legionellen-wohnanlage-in-duesseldorf-muss-saniert-werden\\_aid-46720869](https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/legionellen-wohnanlage-in-duesseldorf-muss-saniert-werden_aid-46720869)>, abgerufen am 14.12.2020.

Simon, S. / Schöpfer, R. / Schumacher, D. / Meyer, C. (2019): Auswirkungen der Sommertrockenheit 2018 auf die öffentliche Wasserversorgung. energie | wasser-praxis, 03/2019.

SPD / BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN / FDP: Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. Koalitionsvertrag 2021–2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN und den Freien Demokraten (FDP), Berlin.

TÜV Rheinland (2020a): Leitungswasser: Lange nicht genutzte Rohrleitungen erst durchspülen. Pressemitteilung, erschienen am 23.06.2020 online unter: <<https://presse.tuv.com/leitungswasser-lange-nicht-genutzte-rohrleitungen-erst-durchspuelen/>>, abgerufen am 23.11.2020.

TÜV Rheinland (2020b): Wasseruntersuchungen und Gefährdungsbeurteilung. Erschienen online unter: <<https://www.tuv.com/germany/de/wasseruntersuchungen.html>>, abgerufen am 23.11.2020.

UBA (2008): Schwere Altlast: Trinkwasserleitungen aus Blei jetzt vollständig tauschen. Umweltbundesamt, Pressemitteilung, erschienen am 05.02.2008 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/schwere-altlast-trinkwasserleitungen-aus-blei-jetzt>>, abgerufen am 18.11.2020.

UBA (2011): Energiesparen bei der Warmwasserbereitung – Vereinbarkeit von Energieeinsparung und Hygieneanforderungen an Trinkwasser. Stellungnahme des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau.

UBA (2012): Empfehlungen für die Durchführung einer Gefährdungsanalyse gemäß Trinkwasserverordnung. Empfehlung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission. Online verfügbar unter: <[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/empfehlungen\\_gefaehrungsanalyse\\_trinkkwv.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/empfehlungen_gefaehrungsanalyse_trinkkwv.pdf)>, abgerufen am 11.12.2020.

UBA (2015): Daten zur Trinkwasserqualität. Umweltbundesamt, Erschienen am 22.05.2015 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/daten-zur-trinkwasserqualitaet>>, abgerufen am 18.11.2020.

UBA (2016): Trinkwasser aufbereiten. Umweltbundesamt, erschienen am 08.02.2016 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/trinkwasser-aufbereiten#undefined>>, abgerufen am 5.11.2020.

UBA (2018a): Wasserfußabdruck. Umweltbundesamt, erschienen am 25.07.2018 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/wasser-bewirtschaften/wasserfussabdruck#was-ist-der-wasserfussabdruck>>, abgerufen am 9.11.2020.

UBA (2018b): Systemische Untersuchungen von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probennahme, Untersuchungsgang und Angabe des Ergebnisses. Empfehlung des Umweltbundesamtes, online verfügbar unter: <[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/twk\\_08\\_1-0-18\\_endfassung\\_uba-empfehlung\\_systemische\\_untersuchung\\_legionellen.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/twk_08_1-0-18_endfassung_uba-empfehlung_systemische_untersuchung_legionellen.pdf)>, abgerufen am 23.11.2020.

UBA (2018c): Fakten zur Nitratbelastung in Grund- und Trinkwasser. Umweltbundesamt, erschienen am 11.05.2018 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/fakten-zur-nitratbelastung-in-grund-trinkwasser>>, abgerufen am 12.11.2020.

UBA (2018d): Blei im Trinkwasser. Umweltbundesamt, erschienen am 02.05.2018 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/essen-trinken/blei-im-trinkwasser#unsere-tipps>>, abgerufen am 12.11.2020.

UBA (2018e): Vorkommen von Legionellen in dezentralen Trinkwassererwärmern. Mitteilung des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission vom 18.12.2018, online verfügbar unter: <[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/mitteilung\\_dezentral\\_tw\\_erwaermung.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/mitteilung_dezentral_tw_erwaermung.pdf)>, abgerufen am 12.11.2020.

UBA (2019a): Mikrobiologie. Umweltbundesamt, erschienen am 19.08.2019 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/trinkwasser/trinkwasserqualitaet/mikrobiologie#mikrobiologische-indikatororganismen>>, abgerufen am 13.11.2020.

UBA (2019b): Arzneimittelrückstände in der Umwelt. Umweltbundesamt, erschienen am 09.11.2019 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/chemikalien/arzneimittel-in-der-umwelt>>, abgerufen am 19.11.2020.

UBA (2020a): Deutsches Trinkwasser erhält wieder die Note „sehr gut“. Umweltbundesamt, Pressemitteilung, erschienen am 24.05.2018 online unter: <[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-25\\_deutsches-trinkwasser\\_erhaelt\\_wieder\\_die\\_note\\_sehr\\_gut.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/pm-2018-25_deutsches-trinkwasser_erhaelt_wieder_die_note_sehr_gut.pdf)>, abgerufen am 12.11.2020.

UBA (2020b): Energieverbrauch privater Haushalte. Umweltbundesamt, erschienen am 01.07.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/energieverbrauch-privater-haushalte#direkte-treibhausgas-emissionen-privater-haushalte-sinken>>, abgerufen am 23.11.2020.

UBA (2020c): Pflanzenschutzmittelverwendung in der Landwirtschaft. Umweltbundesamt, erschienen am 06.11.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/pflanzenschutzmittelverwendung-in-der#funde-von-pflanzenschutzmitteln-in-gewaessern>>, abgerufen am 18.11.2020.

UBA (2020d): Pestizide in europäischen Gewässern – eine Datenanalyse. Umweltbundesamt, erschienen am 04.09.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/pestizide-in-europaeischen-gewaessern-eine>>, abgerufen am 18.11.2020.

UBA (2020e): Was ist Mikroplastik? Umweltbundesamt, erschienen am 21.02.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-mikroplastik>>, abgerufen am 20.11.2020.

UBA (2020f): Wassernutzung privater Haushalte. Umweltbundesamt, erschienen am 20.04.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>>, abgerufen am 07.12.2020.

UBA (2020g): FAQs zu Nitrat im Grund- und Trinkwasser. Umweltbundesamt, erschienen am 21.07.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/grundwasser/nutzung-belastungen/faqs-zu-nitrat-im-grund-trinkwasser#was-ist-der-unterschied-zwischen-trinkwasser-rohwasser-und-grundwasser>>, abgerufen am 07.12.2020.

UBA (2020h): Wasserressourcen und ihre Nutzung. Umweltbundesamt, erschienen am 20.04.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/wasserressourcen-ihre-nutzung#wassernachfrage>>, abgerufen am 07.12.2020.

UBA (2020i): Energiesparende Gebäude. Umweltbundesamt, erschienen am 29.05.2020 online unter: <<https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energiesparen/energiesparende-gebaeude#gebaeude-wichtig-fur-den-klimaschutz>>, abgerufen am 08.02.2021.

UBA (2020j): Kollisionsregel Trinkwasserverordnung und Gebäudeenergiegesetz – Mindesttemperatur von erwärmtem Trinkwasser aus Großanlagen zur Trinkwassererwärmung. Mitteilung des Umweltbundesamtes Anhörung der Trinkwasserkommission, Bad Elster.

van Rùth, P. (2015): Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserwirtschaft. energie | wasser-praxis – DVGW-Jahresrevue 12/2015, S. 80-83.

van Treeck, C. / Elixmann, R. / Rudat, K. / Hiller, S. / Herkel, S. / Berger, M. (2016): Gebäude.Technik.Digital. – Building Information Modeling. Springer Vieweg, Berlin/Heidelberg.

Vahrson, M. (2015): Trinkwassergefährdungsanalyse in Einrichtungen des Gesundheitswesens. Vortrag auf der 40. Veranstaltung des Arbeitskreises Infektionsprophylaxe am 10. März 2015 in Potsdam.

VDI / DVGW (2013): Hygiene in Trinkwasser-Installationen – Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung. Richtlinie des Vereins Deutscher Ingenieure und des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfachs, online verfügbar unter: <[https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi\\_de/redakteure/richtlinien/inhaltsverzeichnis/1929953.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/pages/vdi_de/redakteure/richtlinien/inhaltsverzeichnis/1929953.pdf)>, abgerufen am 23.11.2020.

VKU (2017a): Kommunale Wasserwirtschaft. VKU-Positionspapier. Verband kommunaler Unternehmen, erschienen am 29.11.2017 online unter: <<https://www.vku.de/vku-positionen/kommunale-wasserwirtschaft/kommunale-wasserwirtschaft/>>, abgerufen am 3.11.2020.

VKU (2017b): Wasserpreise und -gebühren – Faktencheck. Verband kommunaler Unternehmen, erschienen online unter: <[https://www.vku.de/fileadmin/user\\_upload/Verbandsseite/Landingpages/Wasserpreise/171012\\_VKU-Broschuere\\_Faktencheck\\_Wasserpreise.pdf](https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Landingpages/Wasserpreise/171012_VKU-Broschuere_Faktencheck_Wasserpreise.pdf)>, abgerufen am 03.12.2020.

VKU (2020): Für einen nachhaltigen Schutz unseres Wassers. Positionspapier des Verbands kommunaler Unternehmen, erschienen online unter: <[https://www.vku.de/fileadmin/user\\_upload/Verbandsseite/Landingpages/Trinkwasserqualitaet/Positionspapier\\_Wasser\\_Spurenelemente\\_Web\\_ES.pdf](https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Landingpages/Trinkwasserqualitaet/Positionspapier_Wasser_Spurenelemente_Web_ES.pdf)>, abgerufen am 18.11.2020.

von Baum, H. / Ewig, S. / Marre, R. / Suttorp, N. / Gonschior, S. / Welte, T. / Lück, C. / Competence Network for Community Acquired Pneumonia Study Group (2008): Community-acquired Legionella pneumonia. *Clinical Infectious Diseases*, 46(9), S. 1356–1364.  
Verbraucherzentrale NRW (2019): Kosten für Warmwasser senken: Das können Sie als Hausbesitzer tun. Erschienen am 20.12.2019 online unter: <<https://www.verbraucherzentrale.nrw/wissen/energie/heizen-und-warmwasser/kosten-fuer-warmwasser-senken-das-koennen-sie-als-hausbesitzer-tun-17755>>, abgerufen am 17.11.2020.

Wagner, U. (2002): Legionärskrankheit – Die Gefahr lauert in winzigen Wassertröpfchen. Erschienen am 10.06.2002 online unter: <<https://www.pharmazeutische-zeitung.de/inhalt-24-2002/medizin1-24-2002/>>, abgerufen am 09.12.2020.

Westfalenblatt (2019): Erneuter Legionellen-Fall: AWO schließt Seniorenzentrum Bielefeld-Baumheide. Erschienen am 28.10.2019 online unter: <<https://www.westfalen-blatt.de/OWL/Bielefeld/Bielefeld/4013542-Bewohner-werden-in-anderen-Einrichtungen-untergebracht-Erneuter-Legionellen-Fall-AWO-schliesst-Seniorenzentrum-Bielefeld-Baumheide>>, abgerufen am 08.12.2020.

WHO / SIWI (2005): Making Water a Part of Economic Development: The Economic Benefits of Improved Water Management and Services. Report der Weltgesundheitsorganisation und des Stockholm International Water Institute. Erschienen online unter: <[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/waterandmacroecon.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/waterandmacroecon.pdf)>, abgerufen am 09.12.2020.

WHO (2012): Legionellose. Fact sheet Nr. 285, Weltgesundheitsorganisation, Genf.

Wricke, B. / Korth, A. (2016): Erkennen und Beseitigen der Ursachen mikrobiologischer Güteveränderungen. energie | wasser-praxis, 11/2016, S. 32-40.

Zwiener, C. (2006) Verhalten von Arzneimittelrückständen bei der Trinkwasseraufbereitung. In: Frimmel, F. H. / Müller, M. B. (Hrsg.) Heil-Lasten. Springer, Berlin/Heidelberg, S. 207-223.

## RECHTLICHER HINWEIS

---

Die vorstehenden Angaben und Aussagen stellen keine Anlage-, Rechts- oder Steuerberatung dar. Die verwendeten Daten stammen aus unterschiedlichen Quellen und wurden als korrekt und verlässlich betrachtet, jedoch nicht unabhängig überprüft; ihre Vollständigkeit und Richtigkeit sind nicht garantiert, und es wird keine Haftung für direkte oder indirekte Schäden aus deren Verwendung übernommen, soweit nicht durch grobe Fahrlässigkeit oder vorsätzliches Fehlverhalten unsererseits verursacht.

Alle Meinungen können ohne vorherige Ankündigung und ohne Angabe von Gründen geändert werden. Die vorstehenden Aussagen werden lediglich zu Informationszwecken des Auftraggebers gemacht und ohne darüber hinausgehende vertragliche oder sonstige Verpflichtung zur Verfügung gestellt.

Soweit in vorstehenden Angaben Prognosen oder Erwartungen geäußert oder sonstige zukunftsbezogene Aussagen gemacht werden, können diese Angaben mit bekannten und unbekanntem Risiken und Ungewissheiten verbunden sein. Es kann daher zu erheblichen Abweichungen der tatsächlichen Ergebnisse oder Entwicklungen zu den geäußerten Erwartungen kommen. Neben weiteren hier nicht aufgeführten Gründen können sich insbesondere Abweichungen aus der Veränderung der allgemeinen wirtschaftlichen Lage, der Entwicklung der Finanzmärkte und Wechselkurse sowie durch Gesetzesänderungen ergeben.

Das Handelsblatt Research Institute verpflichtet sich nicht, Angaben, Aussagen und Meinungsäußerungen zu aktualisieren.

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen des Handelsblatt Research Institute.

## IMPRESSUM

---

Zukunftsstrategie Trinkwasser  
Eine Studie im Rahmen des  
MASTERPLAN 2030

Autor:innen: Sabine Haupt, Dr. Sven Jung,  
Dr. Hans Christian Müller, Axel Schrinner,  
Martin Woher.  
Unter wissenschaftlicher Leitung von  
Prof. Dr. Dr. h. c. Bert Rürup

Studienpate:  
Viega Holding GmbH & Co. KG

Herausgeber:  
Handelsblatt Research Institute  
Toulouser Allee 27  
D-40211 Düsseldorf  
+49 (0)211/887-1100  
www.handelsblatt-research.com

Ansprechpartner:  
Dr. Sven Jung  
+49 (0)211/887-1243  
s.jung@handelsblattgroup.com

Verlag:  
Fachmedien Otto Schmidt KG,  
Neumannstraße 10  
40235 Düsseldorf  
Tel.: 0800/000-1637, Fax: 0800/000-2959  
Internet: www.fachmedien.de

Handelsblatt Fachmedien ist eine lizenzierte  
Marke der Fachmedien Otto Schmidt KG.

Sämtliche Leistungs- und Vertragsbezie-  
hungen entstehen ausnahmslos mit der  
Fachmedien Otto Schmidt KG

© 2022 Fachmedien Otto Schmidt KG  
www.fachmedien.de, info@fachmedien.de  
Printed in Germany  
April 2022

ISBN:  
Print: 978-3-947711-81-9  
eBook: 978-3-947711-82-6  
Bundle: 978-3-947711-83-3

Bilder:  
iStockphoto.com

Layout und Satz:  
Handelsblatt Research Institute  
Isabel Rösler, Christina Wiesen

Druck:  
Beltz Grafische Betriebe GmbH  
Am Fliegerhorst 8  
99947 Bad Langensalza  
www.beltz-grafische-betriebe.com

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile  
ist urheberrechtlich geschützt. Jede  
Verwendung außerhalb der engen Grenzen  
des Urheberrechtsgesetzes ist ohne  
Zustimmung des Verlags unzulässig und  
strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet abrufbar über <http://www.d-nb.de>.



# ZUKUNFTSTRATEGIE TRINKWASSER

Eine Studie im Rahmen des MASTERPLAN 2030

In Deutschland gab und gibt es keine generelle Trinkwasserknappheit. Für die allermeisten Bewohner dieses Landes ist es eine Selbstverständlichkeit, dass Trinkwasser in unbegrenzten Mengen aus dem Hahn kommt – und man sich über dessen Herkunft und Qualität keine Sorgen machen muss.

Allerdings kann die Qualität des Trinkwassers in Deutschland nur mit einer aufwändigen Aufbereitung gewährleistet werden. Und um in Gebäuden einen Befall mit Legionellen zu verhindern und die Hygiene sicherzustellen, muss das Trinkwasser dort in den Rohren entweder sehr kalt oder sehr warm sein. Dabei wird gerade der hohe Energieverbrauch, der für das Aufheizen des Wassers im Haus notwendig ist, zunehmend zum Problem im Hinblick auf die Klimaschutzziele. Nach der Raumwärme hat die Warmwasseraufbereitung den größten Energieverbrauch in Gebäuden.

Die vorliegende Studie greift den Zielkonflikt auf, der zwischen der Sicherstellung der Trinkwasserqualität und dem Klimaschutz besteht. Mit einem Fokus auf den Gebäudesektor werden Wege skizziert, wie beide Ziele in Übereinstimmung gebracht werden können. Dazu wird eine Zukunftsstrategie Trinkwasser entworfen, die die technischen, ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen reformiert.

---

Autor:innen: Sabine Haupt, Dr. Sven Jung, Dr. Hans Christian Müller, Axel Schrunner, Martin Woher

Unter wissenschaftlicher Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. Bert Rürup

[www.handelsblatt-research.com](http://www.handelsblatt-research.com)

Handelsblatt  
**RESEARCH** INSTITUTE

---

Verlag:

**Handelsblatt**  
**FACHMEDIEN**

[www.fachmedien.de](http://www.fachmedien.de)

ISBN 978-3-947711-81-9



19,99 €