



# Unser kostbares Wasser



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

# UNSER KOSTBARES WASSER

## INHALT

	Vorwort	3
	Wasserkreislauf	4 - 5
	Wasserrecht	6
	Zuständigkeiten	7
	Wasserrahmenrichtlinie	8 - 10
	Gewässerökologie	11 - 19
	Wasserbau, Hochwasserschutz, Gewässerentwicklung	20 - 25
	Boden, Altlasten	26 - 29
	Grundwasserschutz, Wasserversorgung	30 - 37
	Abwasserbeseitigung	38 - 43

## IMPRESSUM

Herausgeber: ..... Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg,  
Kernerplatz 9, 70182 Stuttgart, [www.um.baden-wuerttemberg.de](http://www.um.baden-wuerttemberg.de)

Redaktion: ..... Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Konzeption / Gestaltung: ..... ARTBUND, [www.artbund.de](http://www.artbund.de)

Druck: ..... Offizin Scheufele, Stuttgart / [www.scheufele.de](http://www.scheufele.de)

5. Auflage: ..... Januar 2018

Titelbild: ..... „Unser kostbares Wasser“ Fotomontage Wasserturm Mannheim

*Alle Rechte vorbehalten, Nachdruck - auch auszugsweise - nur nach vorheriger Genehmigung des Herausgebers*



Wasser von bester Qualität – jederzeit und für alle – ist für uns in Baden-Württemberg zu einer Selbstverständlichkeit geworden. Aber ist das wirklich selbstverständlich?

Die Vereinten Nationen haben am 28. Juli 2010 das Recht auf Wasser als Menschenrecht festgeschrieben.

Auch noch 2017 fehlt rund 800 Millionen Menschen auf unserem Globus der Zugang zu sauberem Wasser, 2,5 Milliarden Menschen sind nicht an eine Abwasserentsorgung angeschlossen.

Das darf uns allen nicht gleichgültig sein. Die schon im Jahr 2000 von rund 150 Staatschefs unterschriebene Millenniums-Erklärung der Vereinten Nationen fordert, der auf Dauer nicht tragbaren Ausbeutung der Wasserressourcen ein Ende zu setzen.

Obwohl unser Planet zu mehr als 72 Prozent mit Wasser bedeckt ist, wird es zunehmend knapp. Nicht einmal 3 Prozent der gewaltigen Wassermengen sind Süßwasser und davon wiederum ist nur ein Drittel für die menschliche Nutzung erreichbar.

Was bedeutet das für Baden-Württemberg?

99 Prozent der Einwohner im Land sind an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen, ebenso viele entsorgen ihr Abwasser in gut ausgerüstete Kläranlagen.

Für alle Seen, Flüsse und das Grundwasser wurde in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie das Ziel formuliert, einen guten Zustand bis spätestens 2027 zu erreichen. Zur Verbesserung der Wasserqualität, der Gewässerökologie und beim Hochwasserschutz wurden in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen. Doch obwohl wir in der Vergangenheit Vorbildliches geleistet haben, die meisten Grundwasservorkommen eine gute Wasserqualität aufweisen und im Rhein wieder Lachse schwimmen, dürfen wir in unseren Anstrengungen, die aquatische Umwelt zu schützen und die Wasservorräte und Böden zu schonen,

nicht nachlassen. Wir müssen auch neue Herausforderungen annehmen. Die Folgen des Klimawandels erfordern verstärkte Anstrengungen, etwa im Bereich des Hochwasserschutzes. In den kommenden Jahren müssen die schadhafte Kanalnetze saniert werden.

Der wissenschaftliche Kenntnisstand über den Verbleib und die Auswirkung von Schadstoffen in Gewässern hat sich in den vergangenen Jahren – nicht zuletzt durch die Verbesserung analytischer Verfahren – erheblich weiterentwickelt. Quecksilber und einige sehr schwer abbaubare organische Stoffe sind in der Umwelt weit verbreitet (ubiquitär). Sie können sich in lebenden Organismen anreichern und sich bei empfindlichen Wasserlebewesen bereits in geringsten Konzentrationen nachteilig auswirken. Die Trendbeobachtung solcher ubiquitärer Stoffe ist notwendig zum Schutz und Erhalt der Gewässerökologie. Daneben erfordert die Belastung von Gewässern durch pharmazeutische und andere Spurenstoffe neue strategische Ansätze.

Anstrengungen zur Reduzierung der rasch fortschreitenden und meist irreversiblen Inanspruchnahme von landwirtschaftlichen Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke müssen fortgesetzt werden. Es sollte uns nachdenklich stimmen, wenn wir feststellen, dass jährlich in Deutschland Flächen von insgesamt nahezu der Hälfte des Bodensees mit seinen insgesamt 536 km<sup>2</sup> versiegelt werden.

Im Übrigen ist es unabdingbar, integriert zu denken und Gesamtzusammenhänge zu erkennen. Beispielsweise wird bei Altlasten deutlich, dass Boden- und Grundwasserschutz gemeinsam funktionieren müssen. Deshalb unterstützen wir die Sanierung der registrierten Altlastenflächen in Baden-Württemberg. Nur wenn wir weiterhin konsequent an der Bewältigung der Herausforderungen arbeiten, werden wir auch in Zukunft „Unser kostbares Wasser“ genießen können.

Franz Untersteller MdL  
Minister für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft  
des Landes Baden-Württemberg



Verdunstung von der Landoberfläche

Gewässerverdunstung

Abregnung über Land

Wasseraufbereitung für Haushalt und Kleingewerbe

Abwasserreinigung und Rückfluss ins Gewässer

Wasseraufbereitung für Industrie und Gewerbe

Kühlwasseraufbereitung für die öffentliche Elektrizitätsversorgung

Grundwasser





Pflanzen-  
verdunstung

Verdunstung des Wassers

Niederschlag auf Seen

## WASSERKREISLAUF (vereinfachtes Schema)

Das Wasser auf der Erde unterliegt einem Kreislauf aus Niederschlag, Abfluss, Versickerung und Verdunstung. Verantwortlich für diesen Kreislauf ist die Sonne.

Die erwärmte Luft nimmt bis zur Sättigungsgrenze den Wasserdampf auf, der durch die Verdunstung entstanden ist. Bei Abkühlung kondensiert er wieder und fällt als Tau, Regen, Nebel, Schnee, Graupel oder Hagel auf die Erde zurück. Dort fließt das Niederschlagswasser entweder oberirdisch in Flüssen, Bächen und Seen ab, oder es versickert im Boden und wird als Grundwasser gespeichert. Außerdem wird es von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen.

Grundwasser



Die begrenzten Vorräte an Wasser haben dazu geführt, dass die Nutzung des Wassers schon früh gesetzlich geregelt worden ist. Während das frühere Wasserrecht vorwiegend die Nutzung der Wasserentnahmen und den Ausbau der Gewässer regelte, steht heute der Schutz der Gewässer im Vordergrund.

Seit 1975 wurden von der Europäischen Union zur Harmonisierung des europäischen Wasserrechts zahlreiche Wasserrichtlinien erlassen, die von den Mitgliedsstaaten in nationales Recht umgesetzt worden sind.

Die Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie) und die Richtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik von 2008 wurden durch das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes und die Oberflächengewässerverordnung (OGewV) sowie die Grundwasserverordnung (GrwV) umgesetzt.

Daneben enthält das zum 1. Januar 2014 novellierte Wassergesetz des Landes wichtige Bestimmungen zum Schutz und zur Reinhaltung der Gewässer. Mit den Nutzungsbeschränkungen auf Gewässerrandstreifen sollen die Schadstoffeinträge in die Gewässer verringert werden und zur Erreichung eines guten Zustandes beitragen. Die zukünftigen Einnahmen aus dem Wasserentnahmeentgelt fließen zweckgebunden in den Gewässerschutz.

Außerdem gibt es noch viele weitere Bestimmungen, zum Beispiel auf der Ebene der Rechtsverordnungen, die zum Wasserrecht zählen und bei der Gewässerbewirtschaftung zu beachten sind. Die Durchführung des Wasserrechts obliegt den Wasserbehörden. „Oberste Wasserbehörde“ ist das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

„Höhere Wasserbehörden“ sind die vier Regierungspräsidien und „Untere Wasserbehörden“ sind die Landratsämter und Bürgermeisterämter der Stadtkreise. Der Gewässerkundliche Dienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) unterstützt den wasserrechtlichen Vollzug als „Know-how-Stelle“.

## Wichtige Bundes-, Landesgesetze und Verordnungen

### BUND

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Abwasserabgabengesetz (AbwAG)
- Oberflächengewässerverordnung (OGewV)
- Abwasserverordnung (AbwV)
- Grundwasserverordnung (GrwV)
- Trinkwasserverordnung (TrinkwV)
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

### LAND

- Wassergesetz für Baden-Württemberg (WG)
- Indirekteinleiterverordnung (IndVO)
- Eigenkontrollverordnung (EKVO)
- Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO)



 Mensch und Gewässer

## Wasserrechtsverfahren

Jede Benutzung eines Gewässers (§ 9 WHG), ob Aufstau, Entnahme von Wasser, Entnahme oder Einleitung von Stoffen, bedarf in der Regel einer Erlaubnis oder Bewilligung (§ 8 WHG). Damit sind den Behörden die rechtlichen Instrumente gegeben, um den Wasserhaushalt und die Gewässerbewirtschaftung zu ordnen sowie Anforderungen an den Gewässerschutz zu stellen. Auch bedürfen zum Beispiel wasserbauliche Maßnahmen sowie der Bau und Betrieb bestimmter Anlagen einer wasserrechtlichen Planfeststellung oder einer anderen wasserrechtlichen Zulassung. Über diese Vorhaben wird auf Antrag im Rahmen eines Wasserrechtsverfahrens in der Regel durch die untere Wasserbehörde entschieden.

Mit den wasserrechtlichen Entscheidungen können Inhalts- und Nebenbestimmungen festgesetzt werden. Beispielsweise darf Abwasser nur in ein Gewässer eingeleitet werden, wenn mindestens die Anforderungen der Abwasserverordnung des Bundes eingehalten werden.

 Unsere Vorräte an Wasser sind begrenzt



## Die Durchführung des Wasserrechts obliegt den Wasserbehörden

### OBERSTE WASSERBEHÖRDE

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Sitz in Stuttgart

### HÖHERE WASSERBEHÖRDE

Regierungspräsidien  
Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg, Tübingen

### UNTERE WASSERBEHÖRDEN

35 Landratsämter, 9 Bürgermeisterämter der Stadtkreise

### KNOW-HOW-STELLE

Gewässerkundlicher Dienst der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW), Sitz in Karlsruhe



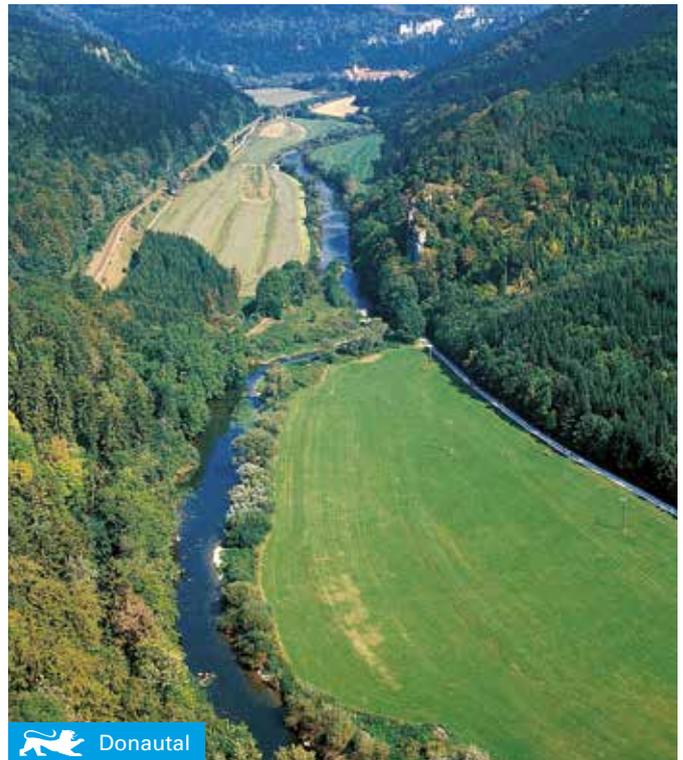
# WASSERRAHMENRICHTLINIE

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) aus dem Jahr 2000 hat ein ambitioniertes Ziel: den guten Zustand der europäischen Gewässer. Voraussetzung zur Erreichung dieses Zieles ist ein verantwortungsvoller Umgang mit der Ressource Wasser und die nachhaltige Bewirtschaftung aller Gewässer, der Flüsse, Seen und des Grundwassers.

Eine maßgebliche Neuerung war der ganzheitliche Ansatz der Wasserrahmenrichtlinie: Untersucht und bewertet werden nun der ökologische und chemische Zustand der Oberflächengewässer sowie der chemische und mengenmäßige Zustand des Grundwassers. Die Bezugsgröße für die Beurteilung des Zustands ist der sogenannte Wasserkörper, bei Fließgewässern größere Gewässerabschnitte einschließlich der Seitengewässer und des Einzugsgebiets. Auf Grundlage der erhobenen Daten werden in den Gewässern Defizite und deren Ursachen identifiziert und darauf basierend, effiziente Maßnahmen zur Verbesserung des Gewässerzustands abgeleitet. Diese werden im Anschluss schrittweise umgesetzt.

Der fachlich integrative Ansatz der WRRL erfordert umfangreiche Abstimmungen mit den Interessen der kleinen und großen Wasserkraft, Industrie, Schifffahrt, Landwirtschaft, Fischerei, Denkmalschutz und Naturschutz auf Verwaltungs- und Verbänderebene. Die Betrachtung des Einzugsgebiets führt zu intensiven Abstimmungen, auch mit den Nachbarländern.

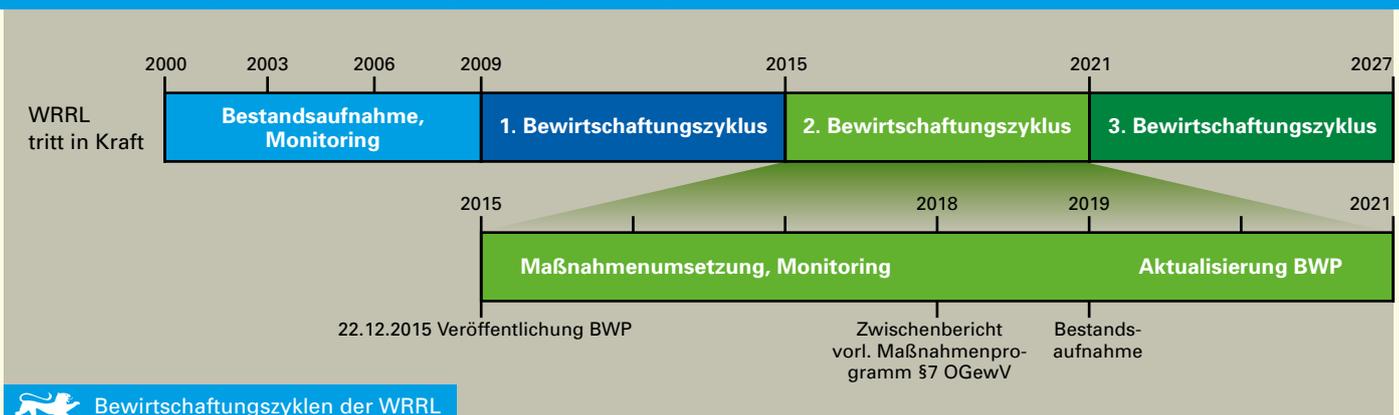
Entsprechend komplex ist die Aufgabenverteilung. Die Flussgebietsbehörden fügen in einem modularen System die Maßnahmenprogramme für die Bearbeitungsgebiete zusammen. Das UM übernimmt die grenzüberschreitende Koordination. Die LUBW führt das landesweite Monitoring durch und erarbeitet fachliche Arbeitshilfen.



Die unteren Verwaltungsbehörden bringen ihre Vor-Ort-Kenntnisse in die Maßnahmenplanung ein und setzen später einen Großteil der Maßnahmen gemäß ihrer rechtlichen Zuständigkeit um.

Bis Ende 2015 wurden die national und international abgestimmten Bewirtschaftungspläne aktualisiert. Bestandteil davon sind die Maßnahmenprogramme zur Erreichung eines guten ökologischen Zustandes und eines guten chemischen Zustandes der Oberflächengewässer sowie eines guten mengenmäßigen und chemischen Zustandes des Grundwassers. Bei erheblich veränderten oder künstlichen Wasserkörpern gilt anstatt des guten ökologischen Zustands als Zielerreichung das

## Die Umsetzung der WRRL erfolgt in regelmäßig wiederkehrenden Arbeitsschritten





# WASSERRAHMENRICHTLINIE

ökologische Potenzial. Die Maßnahmenprogramme wurden unter intensiver Beteiligung der Öffentlichkeit aufgestellt und sind bis 2018 umzusetzen. Im Teilprogramm „Hydromorphologie“ sollen die Maßnahmen dazu beitragen, die Durchgängigkeit der Gewässer wieder herzustellen. Dabei soll die Struktur verbessert werden, um und eine ausreichende Mindestwasserführung zu gewährleisten. Auch die Gewässerstruktur soll aufgewertet werden. Zudem ist es notwendig, Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft und der Abwasserbehandlung zu reduzieren. Die sehr anspruchsvollen Ziele sollen bis 2021 erreicht werden. Allerdings gibt es umfangreich zu begründende Fristverlängerungsmöglichkeiten bis zum Jahr 2027.

Der Schwerpunkt der letzten Jahre lag in der Umsetzung einer Vielzahl von Maßnahmen, die weitgehend bereits in den Maßnahmenprogrammen 2009 enthalten waren: Hunderte Kilometer von Gewässerstrecken wurden naturnah gestaltet, eine Vielzahl von Querbauwerken mit Fischtreppe versehen, damit die Fische ungehindert flussaufwärts wandern können, der Ausbau der Abwasserbehandlung wurde kontinuierlich vorangebracht und die Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft wurden weiter verringert.



 Neckarschleife und Enzmündung bei Besigheim

Der gute Zustand der Gewässer ist ein Zustand, der nur geringfügig von dem natürlichen Referenzzustand abweicht und ist entsprechend schwer zu erreichen. Insbesondere in Deutschland sind aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte und der wirtschaftlichen Entwicklung viele Gewässer stark anthropogen überprägt. Diese Ausgangslage stellt uns im Vergleich zu vielen anderen europäischen Staaten vor eine größere Herausforderung.

 Altrheinarm bei Ketsch



## Wesentliche Ziele der WRRL, Ausgangslage

Mit der WRRL werden die Ziele der Wasserwirtschaft von der früher primär betrachteten Wasserqualität hin zur ökologisch definierten Gewässerqualität neu ausgerichtet. Wesentliches Ziel ist es, die Lebensbedingungen für die in der WRRL relevanten Organismen zu schaffen. Insbesondere für das Thema „Fische“ stellt dies eine beträchtliche

Herausforderung dar. Notwendig sind eine flächendeckende ökologische Bewirtschaftung und die Wiederherstellung ökologisch funktionsfähiger Räume. Dies macht auch in Einzugsgebieten Darstellungen der Gewässerqualität erforderlich. Beim Grundwasser bleibt es bei der Betrachtung von Menge und chemisch definierter Qualität.



# WASSERRAHMENRICHTLINIE

Schon der reine Umfang der erforderlichen Maßnahmen stellt alle Beteiligten vor große Herausforderungen. Insbesondere, weil diese Maßnahmen oftmals lange Zeit benötigen, bis sie eine Wirkung und eine messbare Verbesserung anzeigen. So siedeln sich Fische und andere Lebensgemeinschaften nicht sofort wieder in einem naturnah gestalteten Gewässerabschnitt an, um nur ein Beispiel zu nennen. Deshalb lassen sich zum Teil die Erfolge dieser Maßnahmen im Bewertungssystem der WRRL nicht direkt abbilden.

Weiterhin sind die Umweltqualitätsnormen zahlreicher Stoffe einzuhalten (vergleiche Oberflächengewässerverordnung – OGewV – vom 20.06.2016). Die Zahl der prioritären Stoffe, die für die Beurteilung des chemischen Zustands herangezogen werden, ist zuletzt im Jahr 2013 von 33 auf 45 erhöht worden.

Auch die Tatsache, dass bei der Bewertung des chemischen

und ökologischen Zustands der Gewässer immer die schlechteste Teilkomponente maßgeblich ist, führt dazu, dass viele Gewässer ohne Veränderung den guten Zustand nicht erreichen.

Doch gibt es auch Verbesserungen: So haben sich viele Gewässer von einem ehemals unbefriedigenden oder sogar schlechten in einen mäßigen ökologischen Zustand verbessert. Damit ist das Umweltziel „der gute ökologische Zustand“ näher gerückt und es wird deutlich, dass wir auf dem richtigen Weg sind. Trotzdem bedarf es noch erheblicher Anstrengungen, um die Ziele der WRRL zu erreichen. Da die erforderlichen Maßnahmen und die damit verbundenen personellen und finanziellen Aufwendungen sehr umfangreich sind, ist abzusehen, dass nicht alle Maßnahmen bis 2027 umgesetzt werden können. Deshalb werden wir uns in Europa dafür einsetzen, dass es über 2027 hinaus eine Verlängerung um weitere Zyklen gibt.

 Bodensee



Die Zuständigkeiten für das Flussgebiet Rhein und das Flussgebiet Donau wurden wie folgt geregelt:

**REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART**

Bearbeitungsgebiete Neckar und Main

**REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE**

Bearbeitungsgebiet Oberrhein

**REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG**

Bearbeitungsgebiet Hochrhein

**REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN**

Bearbeitungsgebiete Alpenrhein/Bodensee und Donau



## Fließgewässer

Durch die natürliche Gliederung unserer Landschaft lassen sich an größeren Flüssen meist drei Abschnitte mit abnehmendem Gefälle unterscheiden: Der ursprungnahe, oft reißend fließende, steinig-kiesige und kühlere Oberlauf, der rasch fließende, sandige Mittellauf und der Unterlauf mit höherer Temperatur, träger Strömung und Schlammablagerungen.



 Döbel

Zu den natürlichen ökologischen Rahmenbedingungen eines Gewässers gehören die Art des Gewässerbetts, das Gefälle und die Fließgeschwindigkeit, die wiederum die Sauerstoffaufnahme über die Oberfläche und die Schwebstofffracht beeinflussen. Auch die Licht- und Temperaturverhältnisse bestimmen die Lebensbedingungen im Fließgewässer. Hinzu kommen die chemischen Verhältnisse, vor allem Salzgehalt, Nährstoffe, Wasserhärte und Säuregrad.

Die in den Gewässern siedelnden Lebewesen gehören fast allen systematischen Gruppen des Tier- und Pflanzenreichs an – von mikroskopisch kleinen Bakterien und Algen bis zu den Fischen.

Aufgrund ihrer unterschiedlichen Lebensansprüche können nicht alle diese Organismenarten in jedem Gewässertyp leben und sich vermehren. Viele stellen besondere Ansprüche an die Temperatur oder den Chemismus des Wassers. Für einige sind andere Organismen existenznotwendig, weil diese als Nahrung, Siedlungsraum oder für die Vermehrung unverzichtbare Partner in der Lebensgemeinschaft sind.

Nach ihrer Ernährungsart lassen sich alle Organismen des Tier- und Pflanzenreichs den folgenden drei Gruppen zuordnen:

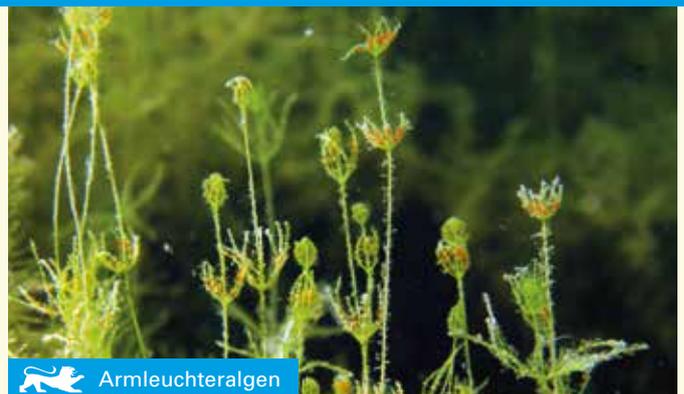
- den Produzenten (Aufbauenden)
- den Konsumenten (Verzehrenden)
- den Reduzenten (Abbauenden)

Zu den Produzenten gehören alle ein- und vielzellige Pflanzen mit grünem Farbstoff (Chlorophyll), aber auch die meisten nichtgrünen, durch bräunliche, rote oder blaugüne Farbstoffe ausgezeichneten Algen. Alle diese Organismen besitzen die Fähigkeit, unter der Einwirkung des Sonnenlichts und unter Verwendung der im Gewässer gelösten Mineralstoffe organische Substanzen wie zum Beispiel Zucker, Fette und Eiweiß aufzubauen (Photosynthese).

Für die gesamten Vorgänge im Wasser ist von Bedeutung, dass bei der Photosynthese am Tage Kohlenstoffdioxid verbraucht, Sauerstoff dagegen erzeugt wird. Nachts läuft der Vorgang in umgekehrter Richtung. Das führt in nährstoffreichen (eutrophen) Gewässern zu deutlichen Sauerstoffschwankungen.



 Edelkreb



 Armluchteralgen



# GEWÄSSERÖKOLOGIE

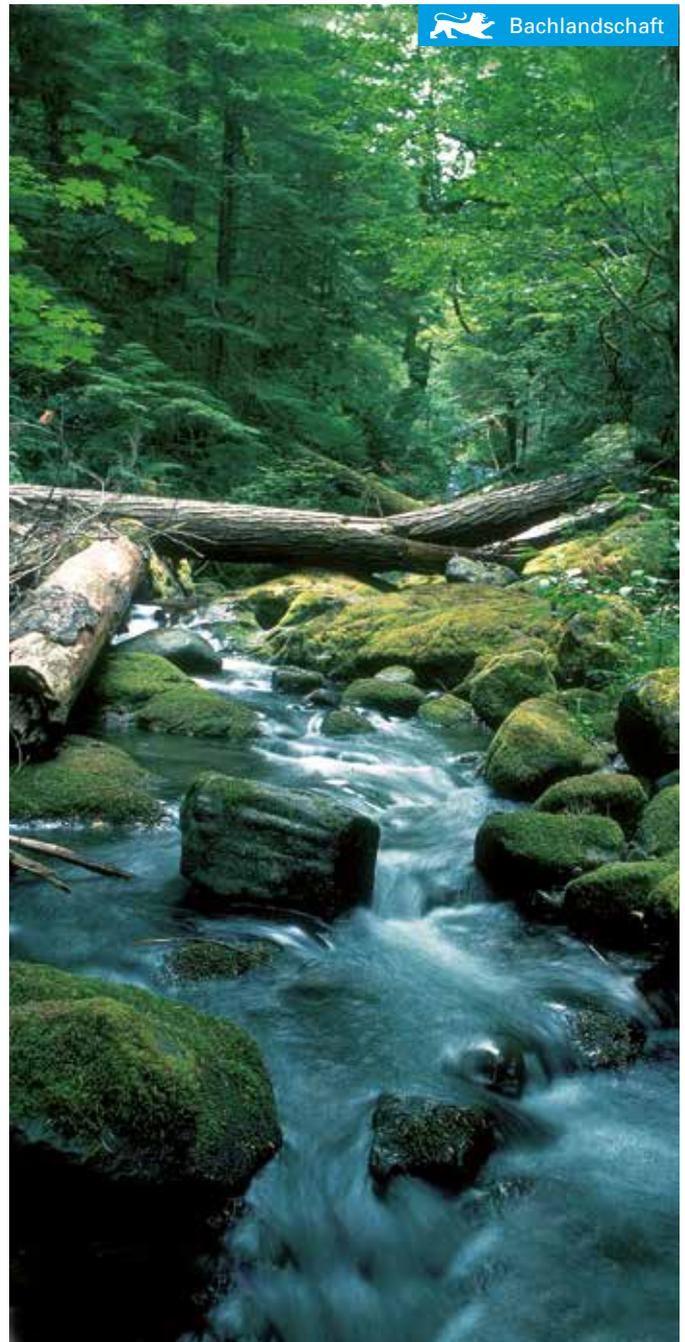
Die Konsumenten gehören fast ausschließlich dem Tierreich an. Sie sind darauf angewiesen, ihren Nährstoff- und Energiebedarf aus der von den Produzenten erzeugten Biomasse zu decken.

Bei den meisten Konsumenten ist die Verdauung der Pflanzen unvollständig. Die halbverdauten Nahrungsreste und die abgestorbenen Pflanzen und Tiere bilden den Nährboden der Reduzenten, die nahezu ausschließlich Bakterien und Pilze umfassen. Sie zersetzen die organischen Stoffe durch ihren Stoffwechsel wieder in die Grundbestandteile Kohlenstoff, Stickstoff und Wasser. Bei dieser Abbautätigkeit verbrauchen die Reduzenten Sauerstoff (aerober Abbau).

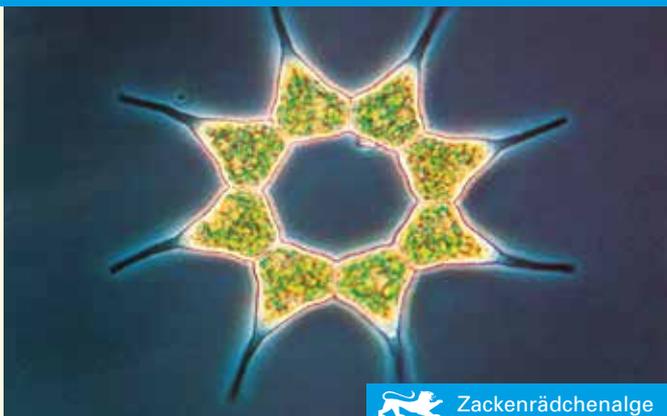
Das Verhältnis der drei Nahrungsnetztypen zueinander ändert sich vom Quellgebiet zur Mündung eines Fließgewässers. In den ursprungsnahen, zumeist kälteren und wenig belichteten Bächen ist die Produktion noch gering, vor allem wegen der meist unbedeutenden Nährstoffzufuhr (Phosphor und Stickstoff) aus den Waldböden.

Ihr Sauerstoffgehalt wird allein von temperaturabhängigen Sättigungsvermögen des Wassers bestimmt und ist deshalb praktisch kaum Schwankungen unterworfen. Das Sättigungsvermögen beträgt zum Beispiel bei 10 °C = 11 mg/l O<sub>2</sub>.

Im Mittel- und Unterlauf nehmen die Nährstoffgehalte sowie die Produzenten weiter zu. Zudem wird durch die Erwärmung des Gewässers das Sauerstoff-Sättigungsvermögen verringert. Es beträgt zum Beispiel bei 25 °C nur noch 8 mg/l. Andererseits werden die Stoffwechselvorgänge der Organismen und damit der Sauerstoffverbrauch bei einer Temperaturzunahme von zum Beispiel 10 °C um das zwei- bis vierfache beschleunigt.



Bachlandschaft



Zackenrädchenalge



Phytoplankton *Asterionella formosa*



## Stehende Gewässer

Stehende Gewässer, also Seen und Weiher, weisen durch ihren bewegungsarmen Wasserkörper physikalische Gesetzmäßigkeiten auf, die besondere ökologische Verhältnisse schaffen. Bei den tiefen Binnenseen, zum Beispiel dem Bodensee, bildet sich im Sommer eine über 20 °C warme und bis zu 30 m mächtige Deckschicht aus. In der darunter liegenden wenige Meter mächtigen Sprungschicht fällt die Temperatur steil ab: bis auf ca. 4 °C in der anschließenden Tiefenschicht. Bei dieser Temperatur hat das Wasser seine größte Dichte und ist deshalb schwerer als das Wasser der oberen Schicht.

Deckschicht und Tiefenschicht verhalten sich in der wärmeren Jahreszeit fast wie zwei selbstständige Gewässerteile. Diese Periode der stabilen Schichtung wird als Sommerstagnation bezeichnet. In der Deckschicht wird dabei Biomasse aufgebaut.



 Zeller See, Stadt Bad Schussenried, Landkreis Biberach



 Alter Weiher, Gemeinde Altshausen, Landkreis Ravensburg

Während dieser Stagnationsperiode bleibt der Sauerstoffeintrag auf die Deckschicht beschränkt. Die windbedingten Strömungen und Umwälzungen der Deckschicht greifen nicht auf das Tiefenwasser über, das deshalb keinen Sauerstoff aufnehmen kann, sondern auf seinen Sauerstoffvorrat angewiesen ist. In der Tiefenschicht wird jedoch durch den Abbau abgestorbener und abgesunkener Organismen aus der Deckschicht Sauerstoff verbraucht.

In nährstoffarmen Seen ist der Sauerstoffvorrat größer als der Sauerstoffverbrauch. In nährstoffreichen Seen, vor allem bei solchen, die durch Abwasser belastet sind, kann es dagegen zu völligem Sauerstoffschwund in der Tiefenschicht kommen. Folgen davon sind zum Beispiel das Fischsterben und die Rücklösung von Nährstoffen aus dem Sediment durch Reduktionsvorgänge.



 Flussbarsch



 Illmensee, Gemeinde Illmensee, Landkreis Sigmaringen



# GEWÄSSERÖKOLOGIE

Die im Herbst einsetzende Abkühlung gleicht die Temperaturunterschiede zwischen den Wasserschichten allmählich aus. Der gesamte Wasserkörper des Sees kann nun wegen seiner gleichmäßigen Temperatur (4 bis 5 °C) und Dichte durch die Winterstürme bis zum Gewässergrund durchmischt werden und dabei Sauerstoff aufnehmen (Zirkulationsperiode). Weiher und Flachseen zeigen im allgemeinen keine über längere Zeit stabile Schichtung.

Unsere natürlichen Seen sind erdgeschichtlich vor kurzer Zeit entstanden, meist noch in der letzten Eiszeit vor rund 12.000 Jahren. Sie waren ursprünglich nährstoffarm (oligotroph) und biologisch wenig produktiv. Jeder See macht aber in geologischen Zeiträumen einen natürlichen Alterungsprozess durch. Der Nährstoffnachschub aus den Auslaugungen im Einzugsgebiet und aus den Bodenablagerungen nimmt langsam zu. Die Seen werden allmählich nährstoffreich (eutroph). Die Zahl der Organismen und die Intensität der Abbauvorgänge nimmt zu. Diese Entwicklung verläuft bei flachen Seen schneller – sie verlanden schließlich zu Mooren.

Im Bodensee konnten trotz seiner 10.000 bis 15.000 Jahre langen Existenz noch Ende der 1930er Jahre kaum gelöste Phosphorverbindungen nachgewiesen werden. Die Produktion von pflanzlichen Organismen war gering. Durch zivilisatorische Einflüsse (z. B. starker Waschmittelzusatz und fehlende Kläranlagen) ist der Phosphorgehalt (P) im Seewasser jedoch stark angestiegen. Das 1979 erreichte Maximum von 87 Milligramm pro Kubikmeter ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) P konnte durch Abwassersanierungsmaßnahmen und geänderte gesetzliche Vorgaben auf rund  $8 \text{ mg}/\text{m}^3$  P gesenkt werden.

Wichtige ökologische Bereiche der Seen sind Uferzonen

und Flachwasserbereiche. Langjährige Untersuchungen haben gezeigt, dass in den vom Sonnenlicht durchfluteten, flachen Uferzonen des Bodensees organische Substanzen besonders intensiv auf- und abgebaut werden. In diesen Seezonen wird der Seeboden durch die fortwährende Wasserbewegung ständig verändert. Nicht weniger bedeutsam ist der aquatische und der terrestrische Grenzbereich Land/Wasser. Hier laufen eng verknüpfte ökologische Prozesse ab. Die Schilf- und Röhrichtzone, die je nach Jahreszeit

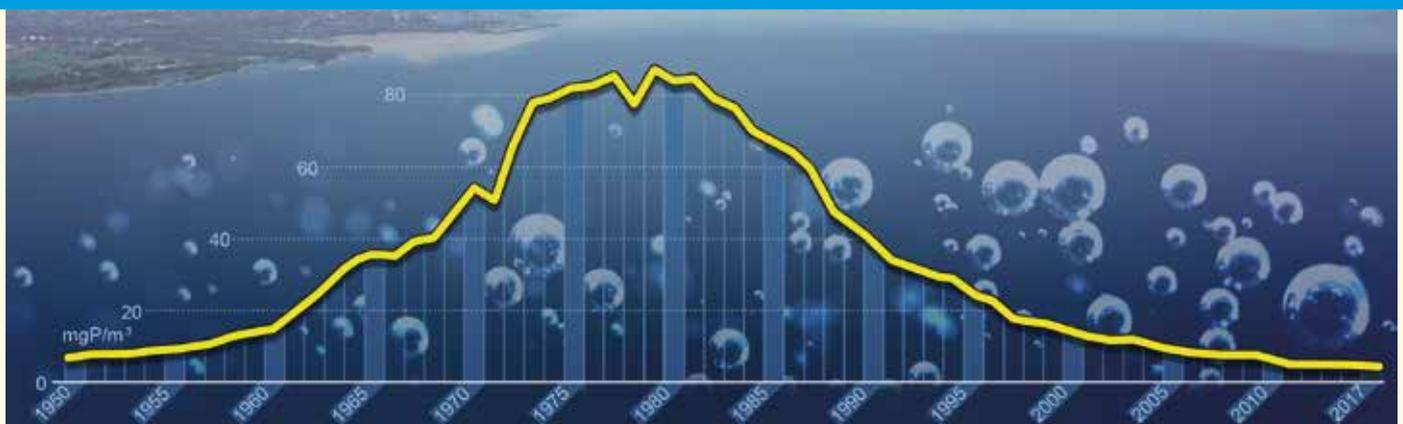


 Zebramuscheln



 Die Flachwasserzone ist die Kinderstube von Fischen

## Gesamt-Phosphor im Bodensee-Obersee während der Durchmischungsphase 1951 - 2017





überflutet wird oder trocken fällt, ist Lebensgrundlage für die Fisch- und Vogelbrut. Diesen ökologischen Vorgängen ist besondere Beachtung und Schutz zu gewähren. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde für den Bodensee eine Untersuchung über den Flachwasserschutz erarbeitet. Durch umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen wurden geschädigte Flachwasserbereiche wieder ökologisch aufgewertet.

Für stehende Gewässer ist die Einleitung insbesondere von Phosphor-, aber auch von Stickstoffverbindungen als Pflanzennährstoffe schädlich. Sie stammen hauptsächlich aus Stoffwechselprodukten und aus Abschwemmungen aus den ländlichen Gebieten (Düngung).



In den Schilfgürteln liegen die Brutplätze der meisten Wasservögel



Rohrsee bei Bad Wurzach, Landkreis Ravensburg



## Selbstreinigung

Ein Gewässer, in das Abwässer eingeleitet werden, kann sich in bestimmtem Umfang „selbst“ reinigen. Organische Schmutzstoffe werden durch die Reduzenten aerob abgebaut. Der begrenzende Faktor für die Intensität der aeroben Abbauvorgänge ist der Sauerstoff. Turbulente Gewässer mit hohem Sauerstoffeintrag an der Oberfläche haben ein größeres Selbstreinigungsvermögen als träge fließende oder gestaute Gewässer.

Wird einem Gewässer übermäßig viel Abwasser zugeführt (Primärbelastung), ist der Sauerstoffverbrauch zum Abbau der organischen Substanz größer als die Sauerstoffaufnahme des Gewässers. Zudem kann es während der warmen und sonnenreichen Monate des Jahres durch die hohe Nährstoffkonzentration im Abwasser und dem Nährstoffeintrag aus der Umgebung zu so rascher Vermehrung der Wasserpflanzen (Verkrautung, Algenblüte) kommen, dass es beim Absterben dieser Pflanzen (Sekundärbelastung) zum vollständigen Sauerstoffverbrauch kommt.



Neunauge

Das Selbstreinigungsvermögen des Gewässers ist dann erheblich beeinträchtigt. Die Mikroorganismen, die auf freien Sauerstoff im Wasser angewiesen sind, sterben ab. Dies kann dazu führen, dass Gewässer „umkippen“. Es kommt zu Fäulnisprozessen durch anaerobe Organismen, die ohne freien Sauerstoff im Wasser auskommen. Die organischen Stoffe werden dabei nur teilweise und sehr langsam umgewandelt. Es bilden sich Sumpfgas, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und andere zumeist übelriechende und giftige Abbauprodukte.

## Fließgewässerüberwachung

Ein „guter“ Fluss oder Bach erfüllt im Wesentlichen zwei Kriterien. Er hat eine gute Wasserqualität - zu erkennen an niedrigen Schad- und Nährstoffgehalten und einer guten Sauerstoffversorgung – und er hat naturnahe, abwechslungsreiche Gewässerstrukturen ohne Wanderungshindernisse. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, wird sich eine gewässertypische, vielfältige Tier- und Pflanzenwelt einstellen. Entsprechend muss ein Monitoring all diese Aspekte erfassen und sowohl die Wasserchemie als auch die Flora und Fauna betrachten.

Zur Untersuchung des physikalisch-chemischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg wird an etwa 160 Messstellen ein Untersuchungsprogramm mit monatlicher Einzelprobenahme und einer umfangreichen Inhalts- und Schadstoffanalytik durchgeführt. An den größeren Flüssen sind diese oft als Messstationen ausgebaut, die die wichtigsten Parameter ständig erfassen und ins Internet übertragen. Meist sind dort auch automatische Probensammler installiert, die rund um die Uhr Wasserproben entnehmen, die für besondere Fragestellungen oder bei unfallbedingtem Schadstoffeinträgen genutzt werden.

## Für die Intensität der Selbstreinigung sind außerdem folgende Faktoren von Bedeutung:

- die Fließgeschwindigkeit und Fließzeit des Wassers
- das Verhältnis Benetzungsfläche zu Wasserkörper
- das Verhältnis Wasseroberfläche zu Wasserkörper
- die Belichtung des Gewässergrundes
- die Wassertemperatur
- die Belastung durch Abwasser und Landwirtschaft



Hauptmessstation Karlsruhe, Rhein



 Steinfliege

Zusätzlich wurden seit 1988 am Rhein, wo es immer wieder zu spektakulären Unfällen gekommen war, Maßnahmen zum Aufbau eines Frühwarnsystems ergriffen. Der Rhein wird in der Hauptmessstation Karlsruhe, in der gemeinsam mit der Schweiz betriebenen Hauptmessstation Weil am Rhein und in der mit den Bundesländern Hessen und Rheinland-Pfalz betriebenen Hauptmessstation in Worms besonders intensiv und zeitnah überwacht. In Worms kommen auch kontinuierlich betriebene Biotests zum Einsatz.

Die zweite Säule des Gewässerüberwachungsnetzes bilden die rund 1.900 biologischen Untersuchungsstellen, an denen die Lebensgemeinschaften von Tieren oder Pflanzen (Biozönose) im Gewässer bestimmt werden.

## Ökologischer und chemischer Zustand (der Fließgewässer)

Die Bewertung des Gewässerzustands folgt bundeseinheitlichen Vorgaben und richtet sich nach der Oberflächengewässer-Verordnung vom 20. Juni 2016. Kernziel ist die Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustandes der Gewässer, bezogen auf den sogenannten „Wasserkörper“ als räumliche Einheit.

Der ökologische Zustand wird anhand von Bewertungssystemen für Fische, Makrozoobenthos und Wasserpflanzen (Makrophyten und Phytobenthos = Aufwuchsalgen, in größeren Flüssen zusätzlich das Phytoplankton) eingestuft. Dabei steht das Gewässer als Lebensraum im Vordergrund. Jedes Gewässer im natürlichen Zustand hat seinen eigenen unverwechselbaren Charakter, der von den Bewertungssystemen berücksichtigt wird. Das zeigt sich an den Pflanzen und Tieren, die in ihm leben, an den physikalischen und chemischen Bedingungen sowie an der Gewässerstruktur und dem Wasserhaushalt.



 Erbsenmuscheln

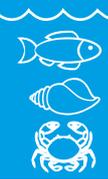
Dieser „potenziell natürliche Zustand“ würde sich einstellen, wenn keine vom Menschen verursachten Belastungen mehr vorlägen, sondern natürliche Bedingungen herrschten. Um das Prädikat „guter ökologischer Zustand“ zu erhalten, darf ein Fließgewässer nur geringfügig vom potenziell natürlichen Zustand abweichen. Für alle Gewässer, seien es Bäche, Flüsse, Seen oder künstliche Gewässer, wurden Leitbilder als Referenz definiert.

## Die biologischen Qualitätskomponenten und ihre wesentlichen Indikationsleistungen:

- Fische zeigen den hydromorphologischen Gewässerzustand an (Gewässerstruktur, Wanderungshindernisse, Abflussbeeinträchtigungen).
- Das Makrozoobenthos zeigt organische Verschmutzungen, die Gewässerversauerung und Defizite der Gewässermorphologie an.

- Makrophyten und Phytobenthos zeigen die Nährstoffbelastung im Wasser und Sedimenten sowie strukturelle Belastungen an.

- Das Phytoplankton zeigt die Nährstoffbelastung im Wasser an.

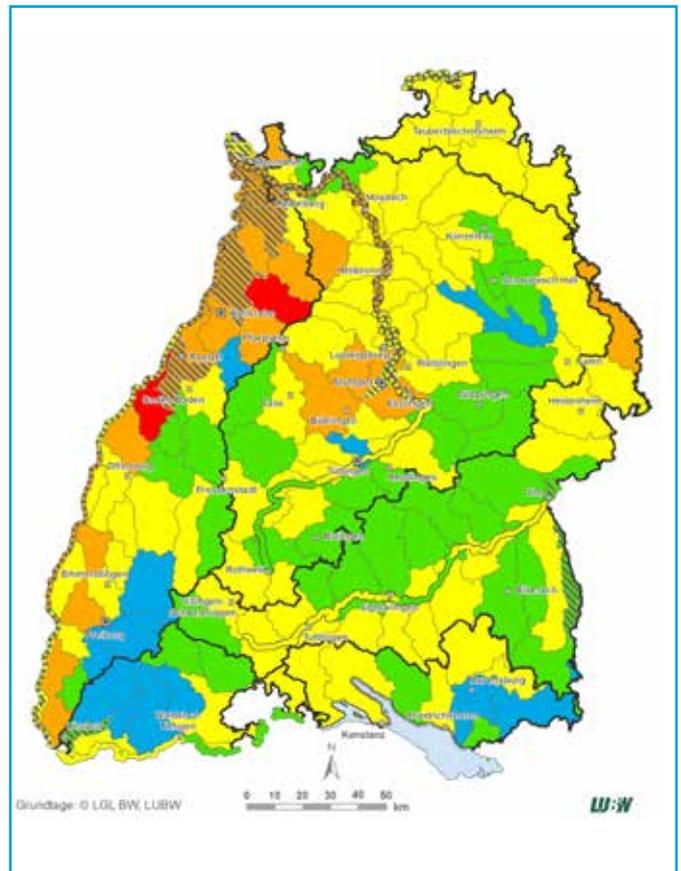
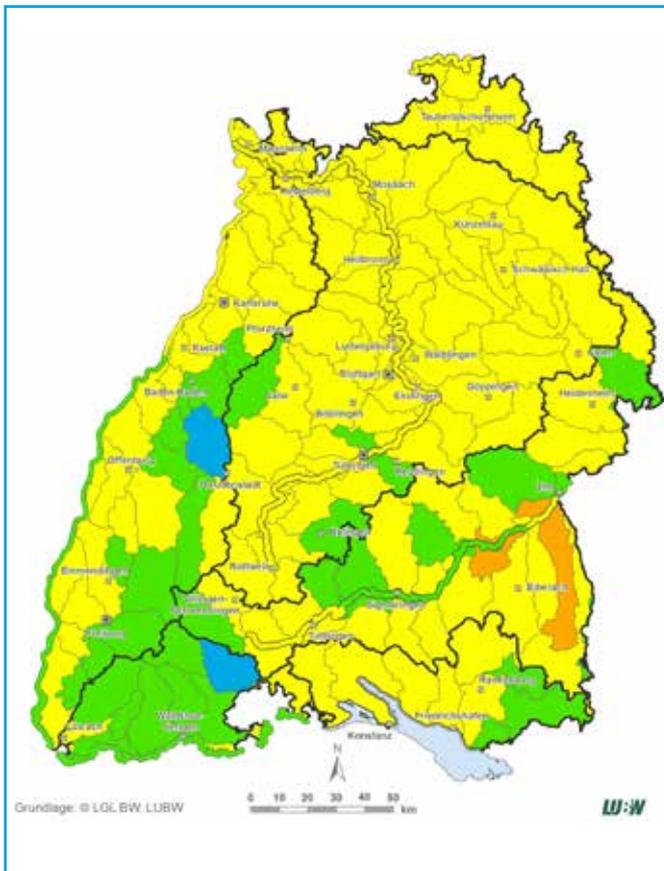


# GEWÄSSERÖKOLOGIE

Manche Organismen reagieren sensibler auf bestimmte Belastungen als andere. Die Artenzusammensetzung liefert daher meist auch Hinweise auf Belastungsursachen, die zusammen mit den chemischen Messungen oder Gewässerstrukturuntersuchungen zu notwendigen Verbesserungsmaßnahmen führen.

Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung gibt die Oberflächengewässer-Verordnung vom 20. Juni 2016 Umweltquali-

tätsnormen (UQN) für 67 Stoffe vor. Der gute chemische Zustand ist erreicht, wenn die UQN für die 45 prioritären Stoffe eingehalten sind, die ein erhebliches Risiko für die aquatische Umwelt darstellen. Leider trifft das, ähnlich wie in der ganzen Bundesrepublik, an keinem untersuchten Gewässer in Baden-Württemberg zu. Hauptgrund sind die ubiquitären Stoffe. Damit werden Stoffe bezeichnet, die aufgrund ihrer chemischen Stabilität kaum abgebaut werden und in der



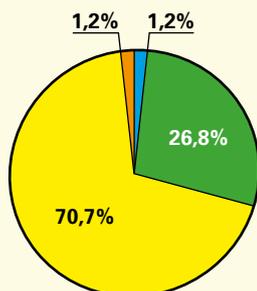
biologische Bewertung auf der Grundlage der Qualitätskomponente Makrophyten und Phytobenthos (2012)

biologische Bewertung auf der Grundlage der Qualitätskomponente des Makrozoobenthos (2012/13)

**Zustandsklasse:**

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht

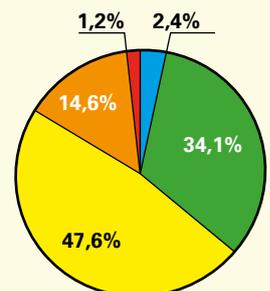
**Bearbeitungsgebiete:**  
 Grenze BG



**Zustand / Potential:**

- sehr gut
- gut
- mäßig
- unbefriedigend
- schlecht
- (noch) nicht bewertet, nicht klassifiziert

**Bearbeitungsgebiete:**  
 Grenze BG





Umwelt sehr weit verbreitet sind. Sie können sich in lebenden Organismen anreichern und toxisch wirken. Ubiquitäre Stoffe können sowohl natürlich vorkommen (z. B. Quecksilber) als auch synthetisch hergestellt sein (z. B. perfluorierte Verbindungen, Flammschutzmittel). Selbst wenn die Produktion und Verwendung bereits verboten wurde, ist davon auszugehen, dass diese Stoffe langfristig in der aquatischen Umwelt zu finden sein werden. Für die ubiquitären Stoffe liegen die Umweltqualitätsnormen so niedrig, dass sie im Wasser nicht gemessen werden können. Die UQN lassen sich z. B. über die Anreicherung in Fischen oder Muscheln überprüfen. Außer bei den ubiquitären Stoffen wurden für einige Pflanzenschutzmittel wie Isoproturon in einzelnen Gewässern noch Überschreitungen der UQN gemessen.

Auch den guten ökologischen Zustand erreichen die meisten Flüsse und Bäche im Land noch nicht, wie ein Blick auf die biologischen Untersuchungsergebnisse zeigt. Im Wesentlichen gibt es noch zwei Hauptdefizite. Zum einen ist die Gewässerstruktur in weiten Bereichen naturfern. So zeigt die jüngste Strukturkartierung, dass nur knapp 20 % der Gewässerstrecken unverändert oder gering verändert sind. Fische finden dadurch keine Laichmöglichkeiten oder können Gewässerabschnitte erst gar nicht erreichen, weil ihnen Wanderungshindernisse den Weg versperren. Bestimmte Makrozoobenthosarten finden beispielsweise keine Lebensräume, weil die benötigte steinige Gewässer-sole wegen der durch Stauwehre verlangsamten Strömung zugeschlammmt ist. Die Ursache liegt im Gewässerausbau früherer Jahrzehnte. Damals war es alleiniges Ziel, den Hochwasserschutz zu gewährleisten und die Gewässer zur Energiegewinnung nutzbar zu machen. Der Schwerpunkt des heutigen wasserwirtschaftlichen Handelns liegt in der



 Schlammröhrenwürmer

naturnahen Umgestaltung der Gewässer unter weitgehender Beibehaltung der Nutzungen.

Das zweite Defizit sind zu hohe Nährstoffgehalte in vielen Gewässern. Nährstoffliebende Pflanzenarten verdrängen andere Pflanzen. Unter bestimmten Voraussetzungen kann es zu Massenentwicklungen von bestimmten höheren Pflanzen und Algen kommen, die beim Absterben den Sauerstoffhaushalt belasten. Der relevante Nährstoff für das Pflanzenwachstum in Fließgewässern ist der Phosphor, der hauptsächlich über das Abwasser und über Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen eingetragen wird. Während die organische Restbelastung des eingeleiteten Abwassers in den letzten Jahrzehnten durch verbesserte Kläranlagen und den nahezu vollständigen Anschluss aller Einwohner erheblich vermindert wurde, muss die Phosphorelimination aus dem Abwasser weiter verbessert werden. Aber auch der Eintrag aus der Landwirtschaft muss reduziert werden. Noch bedarfsgerechtere Düngung, Vermeidung von Erosion und Abschwemmung sowie Gewässerrandstreifen sind mögliche Maßnahmen.



 Renaturiertes Ufer, Konstanz



Ziele und Aufgaben des Wasserbaus und der Gewässerentwicklung haben sich im Wandel der Zeit tiefgreifend verändert. Zunächst war es der Hochwasserschutz, der eine zentrale Bedeutung hatte. Daneben stand das Ziel, Wasser sinnvoll zu nutzen, insbesondere mit einfachen Wasserkraftanlagen (Mühlen, Hammerschmieden) und zur Bewässerung. Später wurden in großem Ausmaß sogenannte Kulturbaumaßnahmen durchgeführt, wobei großräumig Überschwemmungs- und Mooregebiete entwässert und der landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt wurden. Flüsse wurden zur Nutzung der Wasserkraft und zur Schiffbarmachung aufgestaut und kanalisiert. Ein Großteil der notwendigen Siedlungsflächen wurde in ehemaligen Überschwemmungsgebieten angelegt. Die Vielzahl der Eingriffe hat den Naturhaushalt nachhaltig beeinträchtigt. Gewässer- und auentypische Lebensräume haben heute Seltenheitswert.

Mit einer stärkeren gesellschaftlichen Gewichtung ökologischer Belange wird heute im Wasserbau und in der Gewässerentwicklung das Ziel verfolgt, natürliche und naturnahe Gewässerstrecken zu erhalten. Bei bestehenden wasserbaulichen Problemen gilt es, notwendige Maßnahmen ökologisch verträglich zu gestalten. Darüber hinaus sollen Defizite im natürlichen Wirkungsgefüge der Fließgewässer schrittweise abgebaut werden und Gewässer sich langfristig naturnah entwickeln.



Hammerschmiede am Blautopf bei Blaubeuren

## Veränderungen des Abflussverhaltens

Das hydrologische Messnetz des Landes mit etwa 300 Pegeln erfasst kontinuierlich das Abflussgeschehen an den wichtigsten Gewässern. Es registriert auch die Häufigkeit und Höhe von Hochwasser- beziehungsweise Niedrigwasserabflüssen.

Der Abfluss eines Gewässers wird von der Größe des Einzugsgebietes, aber auch vom geologischen Aufbau und vom Klima bestimmt. Dieses natürliche Abflussverhalten wurde häufig durch menschliche Eingriffe erheblich verändert. Die Überbauung und die Versiegelung großer Flächen verringern die Versickerung des Regenwassers. Auch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung und der Ausbau von Gewässern verändern den Abfluss. Bei Hochwasser können hierdurch größere Abflüsse auftreten. In Verbindung mit der intensiven Nutzung der Talauen, insbesondere durch Siedlungsflächen, erhöht sich das Hochwasserrisiko.

## Umgang mit Hochwasser

Hochwasser sind Naturereignisse, die immer wieder in unvorhersehbaren Zeitabständen und wechselnden Höhen auftreten. Die vom Hochwasser Betroffenen sehen sich diesen Risiken ausgesetzt:

Überflutungen gefährden Menschenleben und können zu materiellen Schäden an Bauten, Einrichtungen und an gelagerten Stoffen, aber auch zu Ausfall- und Folgeschäden durch die Unterbrechung von Produktionsabläufen führen. Auch die Umwelt kann durch den Austritt von wassergefährdenden Stoffen geschädigt werden. Aus diesen Gründen ist ein effektives Hochwasserrisikomanagement erforderlich, welches die nachteiligen Folgen eines Hochwassers so weit wie möglich und sinnvoll reduziert.

Innerhalb des Hochwasserrisikomanagements müssen auch die nachteiligen Folgen von Starkregenereignissen berücksichtigt werden. Starkregenniederschläge sind lokal eng begrenzte

Bei allen Maßnahmen müssen folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Veränderungen des Abflussverhaltens und der Grundwasserverhältnisse
- Hochwasserschutz für Siedlungsflächen und Infrastrukturanlagen
- Erhalt beziehungsweise Entwicklung vielfältiger naturnaher und gewässertypischer Lebensräume für Pflanzen, Tiere und Menschen
- Auswirkungen auf den gesamten Lebensraum



Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden Württemberg



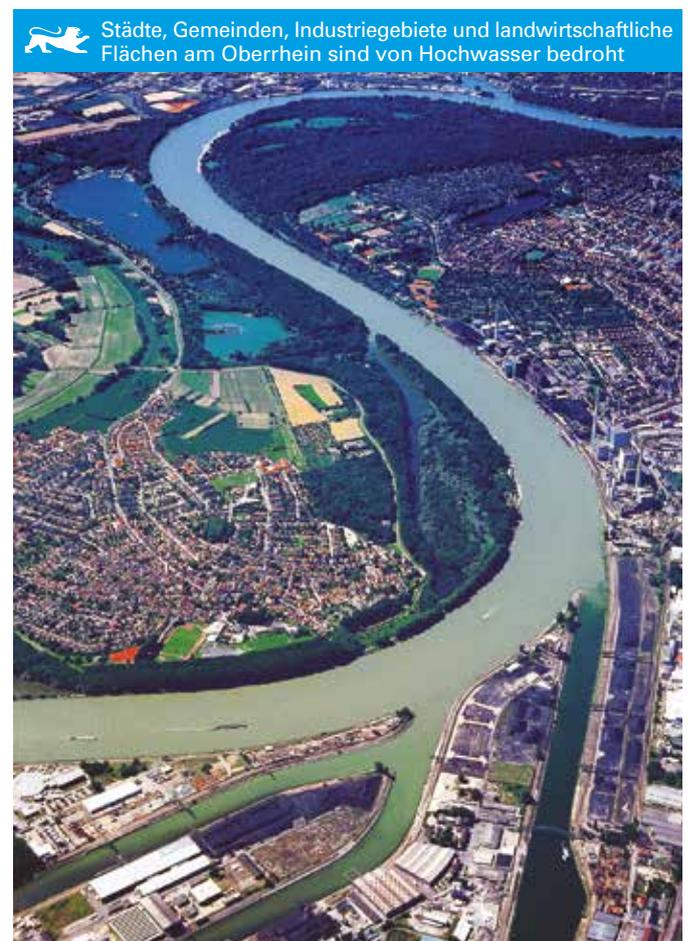
Niederschlagsereignisse mit sehr hohen Niederschlagsmengen innerhalb kürzester Zeit. Diese können überall auftreten und stellen daher ein nur schwer zu kalkulierendes Überflutungsrisiko dar. Bedingt durch die hohen Niederschlagsintensitäten fließen große Anteile des Niederschlags oberirdisch ab und nutzen Wege, Straßen und Einschnitte im Gelände als Abflusswege. Dadurch kann es zu Gerölltransport und Erosion kommen, wodurch weitreichende Schäden verursacht werden können. Im Vergleich zum Flusshochwasser ist die von Starkniederschlägen ausgehende Gefahr insbesondere auf Grund der deutlich kürzeren Reaktionszeiten höher, sodass es erforderlich ist, sich auf den Eventualfall vorzubereiten und vorbeugende Maßnahmen umzusetzen, um das Risiko durch Starkregenereignisse zu mindern.

Die Hochwasserstrategie des Landes Baden-Württemberg führt die verschiedenen Akteure zusammen, die einen Beitrag zu Senkung des Hochwasserrisikos leisten können. Die Maßnahmen in den unterschiedlichen Handlungsfeldern wie der Hochwasservorsorge, dem Flächenmanagement und dem technischen Hochwasserschutz werden auf regionaler Ebene in einem Maßnahmenbericht zusammenfassend dargestellt. Im Flächenmanagement werden auch die gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiete, die bei einem hundertjährigen Hochwasserereignis überschwemmt oder durchflossen werden, berücksichtigt. Überschwemmungsgebiete sind nach Wasserhaushaltsgesetz von einer neuen Bebauung freizuhalten. Dargestellt werden die Überflutungsflächen eines zehn-, fünfzig- und hundertjährigen Ereignisses sowie eines Extremereignisses in Hochwassergefahrenkarten, die landesweit erstellt werden.

Um das Wasser in der Landschaft zurückzuhalten, dürfen Moore und andere Feuchtgebiete nicht mehr entwässert und in landwirtschaftliche Nutzflächen umgewandelt werden.

Feuchtgebiete sind ökologisch besonders wertvoll. Sie dienen als Lebensräume für viele Tier- und Pflanzenarten und stellen ökologische Regenerations- und Ausgleichsflächen in der Landschaft dar. Mulden oder kleine, an geeigneter Stelle angelegte Erdvertiefungen dienen dazu, kleine Niederschläge aufzufangen und dadurch den Oberflächenabfluss zu verringern.

Eine Gliederung der landwirtschaftlichen Nutzflächen durch ökologisch wertvolle Landschaftsstrukturen wie Feldhecken, Feldgehölze, Raine und extensiv genutzte



 Braunsbach nach Starkregenereignis, Mai 2016



 geschützte Ortslage Künzelsau - Morsbach am Kocher



 Auelandschaft am Oberrhein

Ackerrandstreifen kann einen zusätzlichen Beitrag zur Verminderung von Oberflächenabfluss und Bodenerosion leisten. Darüber hinaus kann der Abfluss aus landwirtschaftlichen Nutzflächen durch landbautechnische Maßnahmen wie Verbesserung und Pflege der Bodenstruktur, Anbau von Zwischenfrüchten und gegebenenfalls Einsatz von besonderen Erosionsschutzstreifen vermindert werden. Maßnahmen der Hochwasservorsorge bilden durch bewusstes Handeln im Hochwasserfall einen weiteren wichtigen Baustein zur Vermeidung von Hochwasserschäden. Dazu gehören angepasstes Bauen und eine adäquate Elementarschadensabsicherung. Trotzdem kann die akute Gefährdung von bebauten Gebieten und von Infrastrukturanlagen Maßnahmen des technischen Hochwasserschutzes erfordern. In Siedlungsbereichen muss künftig ebenfalls verstärkt auf eine Rückhaltung der Niederschläge hingewirkt werden. Wasserdurchlässige Beläge für Verkehrsflächen wie Straßen und Parkplätze sowie Regenwasserspeicher in Hausgärten sind erste Ansatzpunkte.

Der Hochwasserschutz kann durch örtliche Maßnahmen an gefährdeten Objekten (Eindeichung), durch Beseitigung von Engstellen im Gewässer oder auch durch Hochwasserrückhaltebecken verbessert werden. Die Vertretbarkeit von Ausbaumaßnahmen am Gewässer und des Baus von Hochwasserrückhaltebecken ist in umfassenden wasserwirtschaftlichen

und landschaftsökologischen Untersuchungen nachzuweisen. Die Maßnahmen müssen so gestaltet sein, dass der Landschaftshaushalt möglichst wenig beeinträchtigt wird.

## Oberrhein

Die Rheinkorrektur nach den Plänen von Tulla in der Mitte des vorletzten Jahrhunderts hat die regelmäßigen Überflutungen der Rheinebene beseitigt, die Besiedlung und wirtschaftliche Entwicklung ermöglicht und die Voraussetzungen für die Rheinschifffahrt im heutigen Maßstab geschaffen. Sie hatte jedoch auch zur Folge, dass die Flusssohle durch das wesentlich größere Gefälle erodierte. Der Wasserspiegel des Flusses und des Grundwassers senkte sich hierdurch erheblich ab. Durch den weiteren Ausbau des Oberrheins in den Jahren 1950 - 1977, insbesondere durch Staustufen, wurde zwar das vorhandene Wasserkraftpotential optimal ausgenutzt, die Schiffbarkeit verbessert und der Sohlenerosion begegnet, jedoch gingen durch die Einengung des Abflussquerschnitts insgesamt 130 km<sup>2</sup> Vorlandflächen mit Auenwäldern als Retentionsfläche verloren. Der Bau der Staustufen stellte einen schwerwiegenden Eingriff



 Umgestaltung der alten Rench im Sommer 2002



 Biber



 Ringelnatter



 Eisvogel



in die vor dem Ausbau durch Tulla noch weitgehend naturnahe Flusslandschaft dar, denn durch den Bau der Staustufen wurden die Hochwasserabflüsse am Oberrhein beschleunigt. Der Wegfall der Ausuferungsflächen vergrößerte die Spitzenabflüsse. Das Hochwasserrisiko für die Anliegergemeinden unterhalb der letzten Staustufe Iffezheim, vor allem in den Räumen Karlsruhe, Speyer, Mannheim und Worms, hat sich dadurch erhöht.

Die Wiederherstellung des ehemals vorhandenen Hochwasserschutzes für diesen Rheinabschnitt, ist daher erklärtes Ziel einer deutsch-französischen Vereinbarung von 1982. Zur Erreichung dieses Ziels beabsichtigt das Land Baden-Württemberg 13 Rückhalteräume mit zusammen rund 167 Millionen m<sup>3</sup> zu errichten. 45 % des erforderlichen Rückhalteraaumes stehen bereits zur Verfügung.

In Baden-Württemberg wird dieses Volumen auf den ehemals überfluteten Vorländern durch gezielt eingesetzte (steuerbare) Polder oder durch Dammrückverlegungen mit ungesteuerter Überflutung des Rheinvorlandes erreicht. Planung und Bau dieser Räume erfolgen im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms (IRP). Die gesteuerten Rückhalteräume werden – außer zu Zeiten der Hochwasserrückhaltung – auch bei kleineren Rheinhochwässern mit geringeren Wassermengen überflutet (ökologische Flutungen). Damit werden die Voraussetzungen für aueähnliche Biotope in den Rückhalteräumen geschaffen, die dann auch die Hochwassereinsätze schadlos überstehen und damit die Umweltverträglichkeit der Maßnahmen gewährleisten. Neben der Wiederherstellung des Hochwasserschutzes ist die Entwicklung einer ökologisch intakten und naturnahen Auelandschaft entlang des Oberrheins das zweite Ziel des IRP. Die hierfür geeigneten Maßnahmen sind im Teil II des Rahmenkonzeptes zum IRP zusammengefasst.



 Schleuse Iffezheim

## Donau

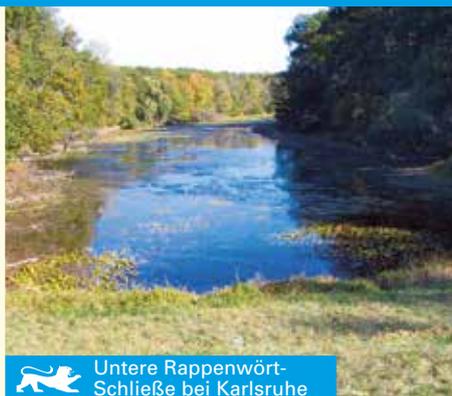
Für die gesamte baden-württembergische Donau einschließlich der Quellflüsse Brigach und Breg wurde das Integrierte Donauprogramm (IDP) entwickelt. Es verbindet gleichgewichtig Maßnahmen des örtlichen und überörtlichen Hochwasserschutzes mit Maßnahmen der Bewahrung und Wiederherstellung einer ökologisch wertvollen Tallandschaft sowie der Regeneration von Lebensräumen der ursprünglichen Donau-Aue. Das IDP umfasst über 220 Einzelmaßnahmen der naturnahen Gewässerentwicklung und des technischen Hochwasserschutzes.

## Neckar

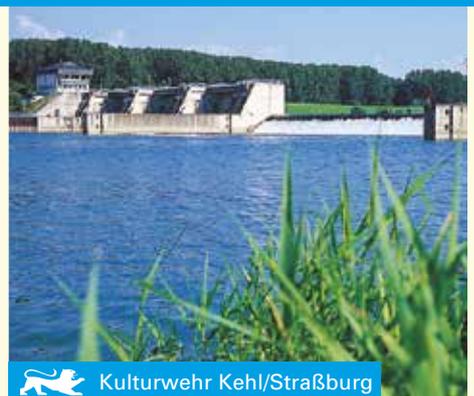
Im Hinblick auf eine zukunftsfähige europäische Wasserpolitik wurde für das gesamte Einzugsgebiet des Neckars ein Bogen von der Hochwasserproblematik über die Gewässermorphologie und die Wasserqualität gespannt, der zu einer ökologischen und ökonomischen Standortsicherung führt. Das Land hat 1999 mit der Integrierenden Konzeption Neckar-Einzugsgebiet (IKoNE) beispielhaft einen gesamtwirtschaftlichen Handlungsrahmen geschaffen, der



 Hochwasserrückhaltebecken Erzgrube-Nagoldtalsperre/Altensteig



 Untere Rappenwört-Schleuse bei Karlsruhe



 Kulturwehr Kehl/Straßburg



Mäandrierender Bachlauf

die Aktivitäten aller Beteiligten, vom Land über die Kommunen bis zu den einzelnen Bürgern integrieren, bewerten und koordinieren soll.

Seit Jahren bemühen sich zahllose Akteure mit den verschiedensten Aktivitäten um den Fluss und seine Landschaft. Damit das hohe Engagement in Zukunft noch mehr Wirkung für den Fluss erzielen kann, hat das Umweltministerium bereits im Frühsommer 2007 eine Plattform für den Austausch und die Kooperation der Akteure für das Gesamtprojekt „Unser Neckar“ ins Leben gerufen. Seit der Gründung der Initiative „Unser Neckar“ hat sich viel bewegt. Gewässerökologische Maßnahmen und Naturschutzprojekte tragen zur Steigerung der Attraktivität des Gewässers und der Flusslandschaft bei. Zudem konnten aufbauend auf den Angeboten zahlreicher Akteure am, auf und für den Fluss bereits drei Kongresse sowie drei Aktionstage „Unser Neckar“ angeboten werden, um so Schritt für Schritt ein verantwortungsvolles Bewusstsein für die Bedeutung des Flusses zu schaffen.

## Naturnahe Gewässer und Auen

Bäche und Flüsse sind wesentliche Bestandteile von Natur und Landschaft. Sie bilden mit ihren Auen eine funktionelle Einheit und erfüllen vielfältige und wichtige Aufgaben im Naturhaushalt. Naturnahe Auen leisten einen wichtigen Beitrag zum Wasserrückhalt in der Fläche und sind damit auch für den Hochwasserschutz von Bedeutung. Für alle mit dem Wasser verbundenen Tier- und Pflanzenarten bietet insbesondere der naturnahe Uferbereich (Wasserwechselzone) einen vielfältigen Lebensraum. Vordringliche Aufgabe ist es deshalb, naturnahe Gewässer und Auen zu erhalten. Darüber hinaus müssen nicht naturnah ausgebaute Gewässer wieder in einen naturnahen Zustand zurückgeführt werden.

Ein wesentliches Instrumentarium zur landesweit einheitlichen und sukzessiven Umsetzung der naturnahen Entwicklung der Fließgewässer stellt die Gewässerentwicklungsplanung dar. Hierzu werden die in den Bewirtschaftungs- und Gewässerentwicklungsplänen erarbeiteten Maßnahmen konkretisiert und umgesetzt.

Zur Erreichung naturnaher Gewässer und Auen sind daher erforderlich:

- Erhaltung und Schutz naturnaher Gewässerabschnitte, die bereits heute einen guten ökologischen Zustand haben.
- Entwicklung eigendynamischer Prozesse von Gewässern und Auen fördern, um eine größere Naturnähe zu entwickeln beziehungsweise wiederherzustellen.
- Umgestaltung von Gewässern, die mittel- und langfristig über kein Potenzial zu einer eigendynamischen Entwicklung hin zu einem naturnäheren Zustand mehr verfügen.

Des Weiteren ist die Wiederherstellung der Durchgängigkeit im Gewässer und zu den Auen eine wesentliche Aufgabe der Gewässerentwicklung. Eine auf ökologische Belange ausgerichtete Gewässerunterhaltung kann dazu beitragen, dass die Gewässer wieder naturnäher werden. Hierzu gehören Maßnahmen wie zum Beispiel das Ergänzen beziehungsweise die Neuanlage von



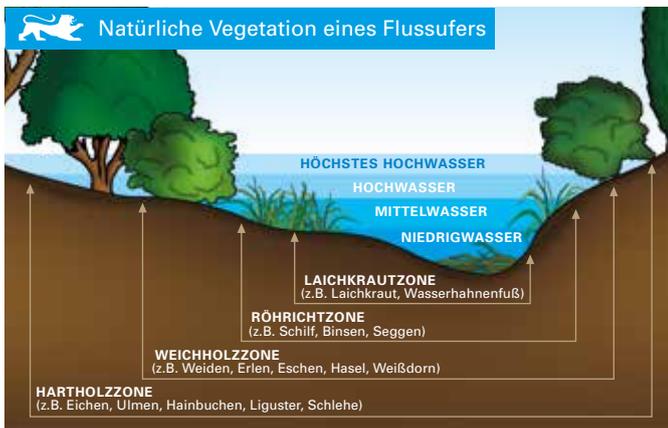
Ufer in Langenargen vor der Renaturierung



Ufer in Langenargen nach der Renaturierung



Gehölzstrukturen, die strukturelle Verbesserung im Gewässer durch Totholz sowie eine weitgehende Duldung (zum Teil auch Förderung) der Eigendynamik eines Gewässers. Die Bereitstellung eines entsprechenden Gewässerentwicklungskorridors ist für die Entwicklung naturnaher Gewässer und Auen erforderlich.



## Uferschutz

Die Ufer sind Nahtstellen und Übergangszonen zwischen Wasser und Landbereich. In diesem Bereich entwickelt die Natur eine große Arten- und Formenvielfalt. Voraussetzung ist, dass ein ausreichend großer Geländestreifen vom Uferöhricht bis zur Hartholzaue im Naturzustand erhalten bleibt. Naturbelassene Ufer sind Rückzugsgebiete für bedrohte Tier- und Pflanzenarten. Wasserwirtschaftlich ist die Pufferwirkung naturnah bepflanzter Uferstreifen hinsichtlich der Abschwemmung von Bodenmaterial und des Eintrags von Dünge- und Pflanzenbehandlungsmitteln äußerst bedeutsam. Bei der Gewässerpflege ist darauf zu achten, dass sich diese Vielfalt wieder entwickeln kann, sofern sie nicht mehr vorhanden ist. Hierzu sind ausreichend bemessene Uferstreifen notwendig, innerhalb derer sich das Gewässer bewegen kann. Bei Seen ist die Flachwasserzone für das biologische Gleichgewicht besonders wichtig. Gleichzeitig ist sie auch besonders gefährdet. Dieser Gefährdung wird zum Beispiel am baden-württembergischen Bodenseeufer durch

ein Sanierungskonzept begegnet. Das Land wird die hierin aufgeführten Maßnahmen gemeinsam mit den Anliegergemeinden verwirklichen. Unter anderem werden verbaute Uferstrecken naturnah umgestaltet, von Erosion bedrohte Flachwasserbereiche geschützt und der stark rückläufige Schilfbestand durch geeignete Maßnahmen saniert. Zum Schutz der Natur sind gegebenenfalls auch Nutzungen zu beschränken oder zu untersagen.

## Gewässerrandstreifen

Unter natürlichen Bedingungen würden die meisten Bäche und Flüsse in Mitteleuropa durch Wald fließen. Die wenigen verbliebenen Fließgewässersysteme, bei denen dies noch in weiten Teilen der Fall ist, zeichnen sich durch eine herausragende Biodiversität und ökologische Funktionsfähigkeit aus und zählen zu den wertvollsten Lebensräumen in unseren Breiten. Bis zu einem gewissen Maß sind naturnahe, mit Gehölz bewachsene Gewässerrandstreifen in der Lage, vergleichbar positive Effekte zu bewirken.

Gemäß dem Wasserhaushaltsgesetz des Bundes dienen Gewässerrandstreifen der Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. Der letztere Aspekt ist heute von besonderer Bedeutung für den Gewässerschutz. Im Wasser-gesetz für Baden-Württemberg (WG) steht daher die Pufferwirkung des Gewässerrandstreifens in Bezug auf Einträge aus der Fläche explizit im Vordergrund. In der Begründung zu § 29 WG wird ausgeführt, dass „dem Schutz der Gewässer vor diffusen Einträgen von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln (insbesondere aus der landwirtschaftlichen Anwendung) zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele der EU-Wasserrahmenrichtlinie besondere Bedeutung zukommt. [...] Der Gewässerrandstreifen dient insbesondere der effektiven Minimierung der Einträge dieser Stoffe durch Abschwemmung.“ Die Wirkung von Gewässerrandstreifen für den Stoffrückhalt nimmt, so der wissenschaftliche Kenntnisstand, mit zunehmender Breite zu.

## Bei Fließgewässern zeichnet sich ein ökologisch hochwertiger Uferbereich aus durch:

- unregelmäßige Uferlinie und Bachquerschnitte
- Wechsel von Steil- und Flachufern
- Pionierstandorte und ihre Sukzessionsstadien, die durch gewässerdynamische Prozesse ständig neu gebildet werden
- Altwasser
- vielfältiger Pflanzenbestand



Rohrbach vor - und nach der Renaturierung

# BODEN, ALTLASTEN

## Boden

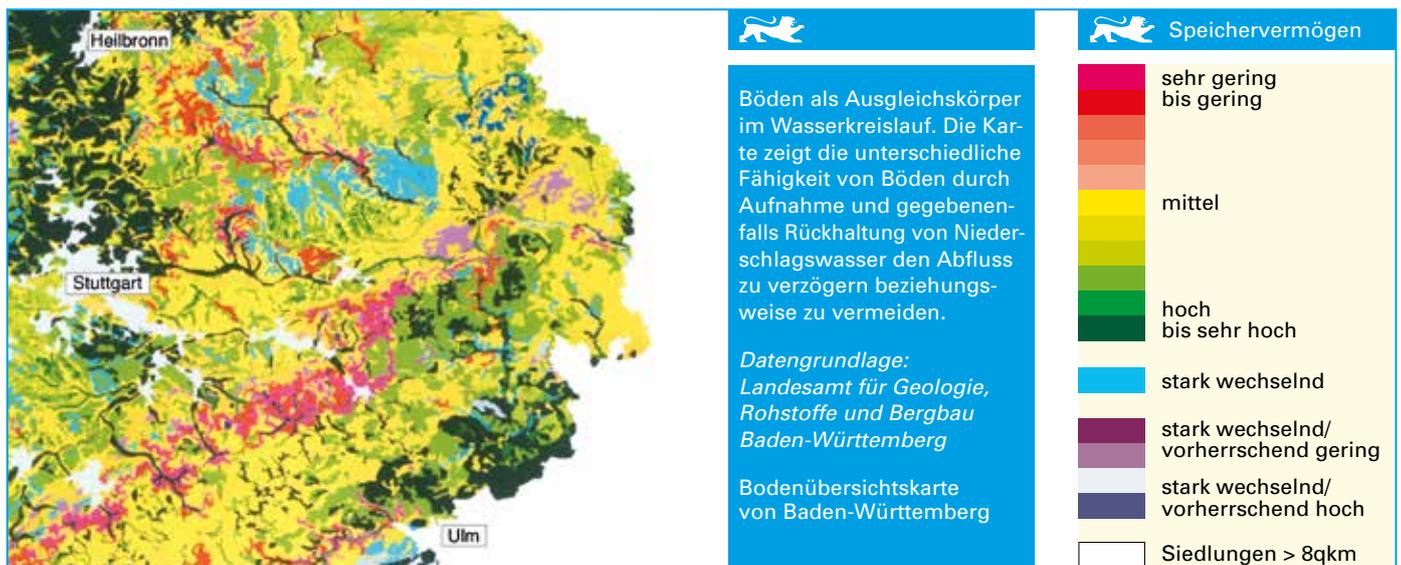
Das Wasser der Erde bewegt sich im ständigen Kreislauf von Verdunstung, Kondensation, Niederschlag, Oberflächenabfluss und erneuter Verdunstung. In diesem Kreislauf regeln der Boden und der geologische Untergrund, der Bewuchs und das Relief, welche Niederschlagsmenge an der Oberfläche abfließt und welcher Anteil zur Grundwasserneubildung beiträgt.

Der Boden nimmt Niederschläge auf, verzögert und verringert den Abfluss, vermindert so Hochwasserspitzen und ermöglicht die Grundwasserneubildung – kurz, er fungiert als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf.

Im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes ist der Boden die obere Schicht der Erdkruste einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und der gasförmigen Bestandteile (Bodenluft) ohne Grundwasser und Gewässerbetten.

Neben der quantitativen Regelungsfunktion im Wasserkreislauf beeinflusst der Boden auch die Qualität des Wassers. Diffus über die Luft in den Boden eingetragene Schadstoffe wie Schwermetalle und polyzyklische Aromaten oder vom Menschen direkt eingebrachte Stoffe wie Pflanzenschutzmittel werden vom Boden in unterschiedlichem Maß zurückgehalten oder in ihrer Wirkung gedämpft. Sie werden gefiltert oder gepuffert. Auch die heute nicht mehr praktizierte Verwertung von Abfällen, unter anderem die Klärschlammdüngung, führt zu Schadstoffeinträgen in den Boden. Viele der gering oder nicht abbaubaren Substanzen werden im Lauf der Zeit in unseren Böden angereichert.

Mit der an Pflanzen anhaftenden Erde oder über die Wurzeln können Schadstoffe in die Nahrungskette gelangen. Einige organische Schadstoffe werden im Boden mikrobiell abgebaut. Allgemein gilt, dass der Boden umso besser als Filter und Puffer für Schadstoffe fungiert, je mehr Ton und



## Wasserspeichervermögen auf einem Quadratmeter



## Wasserspeichervermögen auf einem Quadratmeter





Humus er enthält. Solche Böden verringern die Gefahr, dass unerwünschte Stoffe von Pflanzen aufgenommen oder mit dem Sickerwasser aus dem Boden ausgewaschen und mit der Nahrung oder dem Trinkwasser von Menschen aufgenommen werden.

Im oberen Teil der Böden – den Böden im naturwissenschaftlichen Sinn – wachsen Pflanzen und leben Bodenorganismen. Er ist die schützende Decke der tiefer liegenden Grundwasser führenden Schichten. So benötigen alle Stockwerke des Bodens unseren besonderen Schutz, um die einwandfreie Qualität des im tieferen Untergrund enthaltenen oder gebildeten Grundwassers auf lange Sicht zu erhalten. Vereinfacht gesagt: Wenn die Bodenfunktionen in Takt sind, braucht einem um das Grundwasser nicht bange zu sein.

## Bodenschutz

Obwohl der Boden als Hauptbestandteil landschaftlicher Ökosysteme wichtige Funktionen für Menschen und Umwelt erfüllt, gab es früher nur für das Wasser und die Luft gesetzliche Schutzbestimmungen. Mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz von 1998 erhielt auch der Boden zum erstenmal einen bundesweit einheitlichen Schutzstatus. Im Dezember 2004 wurde er durch das Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz ergänzt.

Böden sind über einen Zeitraum von vielen tausend Jahren entstanden. Mit ihren natürlichen und Nutzungs-Funktionen sind sie eine nicht vermehrbare, leicht zerstörbare Ressource. Böden sind mannigfaltige Naturkörper und unentbehrliche Grundlage der belebten Umwelt.

Deshalb gilt es vorzusorgen und durch eine verantwortungsbewusste Planung sparsam und schonend mit unserer endlichen Boden- und Flächenressource zu wirtschaften, um künftigen Generationen vergleichbare Handlungsspielräume, wie wir sie heute haben, zu erhalten. Dazu gehört auch, die Neuversiegelung von Böden auf das absolut unvermeidliche Maß zu beschränken. Dies ist ein wichtiger Aspekt bei der Grundwasserneubildung und bei der Verringerung von Hochwassergefahren. Künftig sind daher weitere Maßnahmen geboten, um die Inanspruchnahme der Böden und der Fläche wirksam zurückzuführen.

## Altlasten

Weit über 100 Jahre Produktion, Verarbeitung und Konsum von industriellen und gewerblichen Produkten und die Beseitigung entstandener Abfälle haben ihre Spuren im Boden und Grundwasser hinterlassen. Gefährliche Stoffe sind dabei durch Unkenntnis und Nachlässigkeit, leider manchmal auch durch bewusstes Handeln, im Untergrund versickert und entsorgt worden. Die wichtigsten Schadstoffgruppen sind dabei Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW), Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole (BTEX), Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Schwermetalle, Polychlorierte Biphenyle (PCB). Grundlage der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg war zunächst die am 17. Oktober 1988 vom Ministerrat beschlossene „Konzeption zur Behandlung altlastverdächtiger Flächen und Altlasten in Baden-Württemberg“. Diese Konzeption hat zur Bewältigung des Altlastenproblems als politische Willensäußerung ein stufenweises Vorgehen wegweisend dargestellt sowie gleichzeitig die fachlichen Grundlagen für die Altlastenbearbeitung und ein Finanzierungskonzept für Baden-Württemberg entwickelt.

## Wasserspeichervermögen auf einem Quadratmeter



# BODEN, ALTLASTEN

Die heutige Altlastenbearbeitung stützt sich auf die rechtlichen Vorgaben des Bundes-Bodenschutzgesetzes und des neuen Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetzes von Ende 2004. Bislang stellte das Land Baden-Württemberg rund 765 Millionen Euro für die kommunale Altlastenbearbeitung zur Verfügung. Seit Beginn der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg ist bei 18.948 Flächen die Gefährdungsabschätzung abgeschlossen. Seit 1988 konnten 3.421 Sanierungen abgeschlossen werden. Aktuell sind 578 Fälle in der Sanierung.

 Hinterlassenschaften einer Industrieanlage



## Mit jedem Erkundungsschritt wächst die Erkenntnis

Baden-Württemberg hat in den Jahren 1988 bis 2002 erstmals flächendeckend alle altlastverdächtigen Flächen erfasst. Da alle ganz oder zum Teil stillgelegten Betriebe, sofern sie einer altlastrelevanten Branche angehören, als altlastverdächtige Flächen überprüft werden müssen, finden in regelmäßigen Abständen Nacherfassungen statt. Nur so kann die Aktualität der Daten und damit die Planungs- und Rechtssicherheit weiterhin sichergestellt werden. Verantwortlich sind dafür die unteren Bodenschutz- und

Altlastenbehörden der Stadtkreise und Landratsämter. Sie erfassen im Rahmen der systematischen Altlastenbearbeitung alle Flächen, bei denen aufgrund der Aktenlage oder sonstiger Hinweise Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Altlast bestehen, flurstücksgenau im Bodenschutz- und Altlastenkataster.

Bis Ende 2015 haben die unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden insgesamt 101.320 Flächen erfasst. Davon konnten bisher 40.713 Fälle (40%) ohne Altlastenverdacht ausgeschieden werden. Bis Ende 2015 sind im Altlastenkataster 15.220 Flächen (15%) als altlastverdächtig eingestuft, 2.583 Flächen (3%) stehen als Altlasten fest.

Das Bundes-Bodenschutzgesetz unterteilt die Gefährdungsabschätzung in zwei Stufen: Die orientierende Untersuchung und die Detailuntersuchung. Für den Großteil der erfassten altlastverdächtigen Flächen ist zunächst eine orientierende Untersuchung erforderlich. Sie dient der einfachen Überprüfung des Anfangsverdachts. Erst wenn sich dieser bestätigt, folgen vertiefte Untersuchungen. Mit der Detailuntersuchung sind in der Regel die technischen Untersuchungen abgeschlossen. Alle weiteren Schritte zielen in Richtung Sanierung der Altlast (Sanierungsuntersuchung, Sanierungsplanung).

 Bodensanierung in einem Wohngebiet

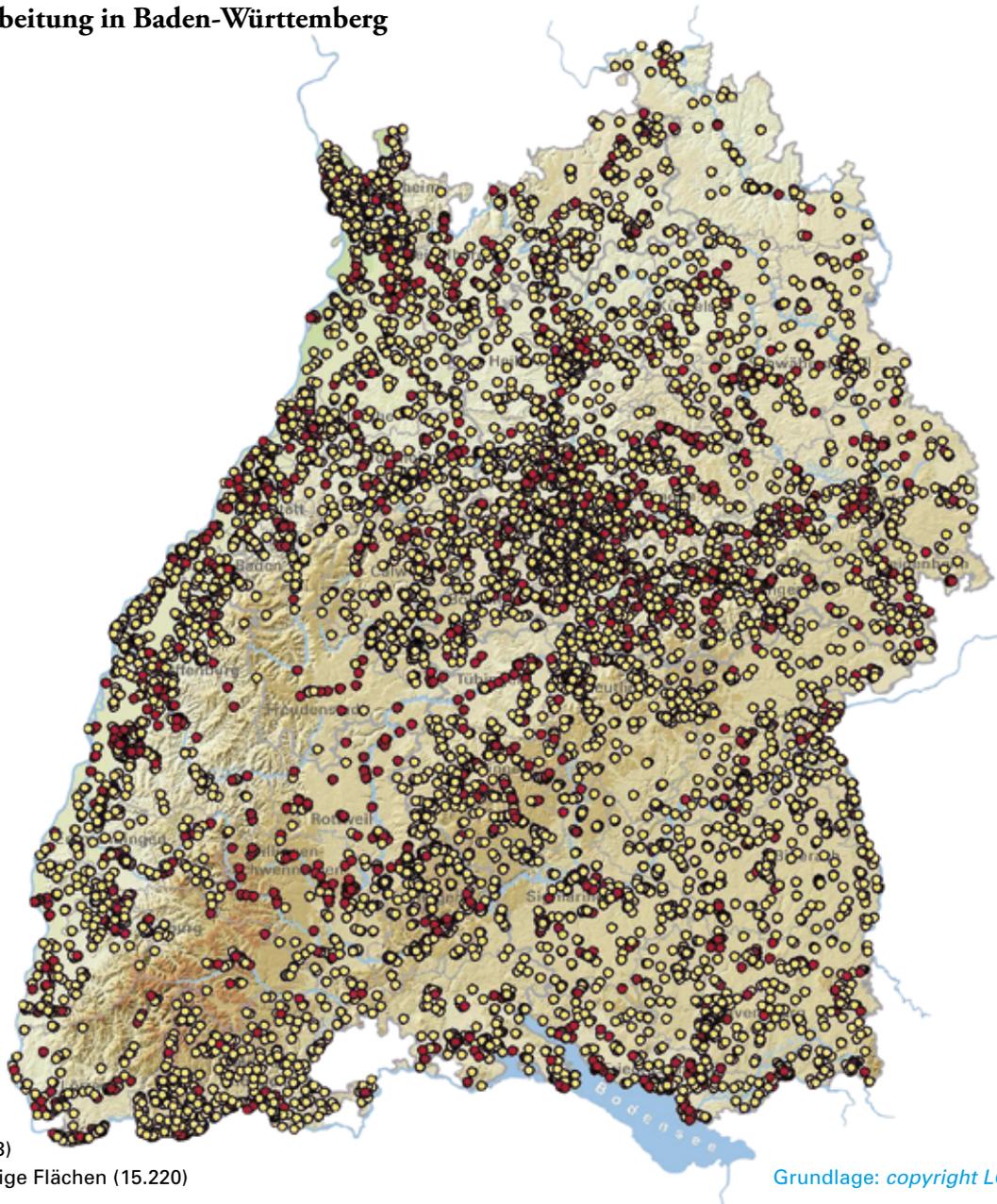


## Begriffe, die man nicht verwechseln sollte:

- **Altlasten** sind Altablagerungen und Altstandorte, von denen festgestellte Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen
- **Altablagerungen** sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen und sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, früher abgelagert worden sind oder noch lagert sind
- **Altstandorte** sind Flächen stillgelegter Anlagen und sonstige Flächen, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist. Ein derartiger Umgang liegt insbesondere dann vor, wenn die genannten Stoffe im Rahmen der Produktion gelagert, umgeschlagen, abgefüllt, hergestellt, behandelt oder verwendet worden sind. Beispiele für Altstandorte sind stillgelegte Gaswerke, Tankstellen, Galvanikbetriebe sowie stillgelegte Standorte der Metall verarbeitenden oder chemischen Industrie
- **Altlastverdächtige Flächen** sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit besteht



## Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg



- Altlasten (2.583)
- altlastverdächtige Flächen (15.220)

Grundlage: *copyright LGL, BW, LUBW*

## Unterschiedliche Bearbeitungsstufen der Bodenuntersuchung/Bewertung in Baden-Württemberg





## Gefährdung des Grundwassers

Noch im frühen 20. Jahrhundert konnten volkswirtschaftliche Lehrbücher Wasser als Beispiel eines „freien“ Wirtschaftsgutes anführen, das in ausreichenden Mengen vorhanden war und deshalb auch keinen Marktpreis besaß. In der Zwischenzeit ist Wasser durch die starke Bevölkerungszunahme, das gesteigerte Hygienebewusstsein, das geänderte Konsumverhalten des Menschen und die Ausweitung der industriellen Produktion zu einem knappen Gut und damit zu einem bedeutsamen Wirtschaftsfaktor geworden.

Wie sich in den letzten Jahren gezeigt hat, ist auch das Grundwasser vielfältigen Gefährdungen durch menschliche Eingriffe ausgesetzt. Die Gefährdungen wirken im Vergleich zu den Oberflächengewässern langfristig, weil das Grundwasser nur langsam fließt und die darüber liegenden Bodenschichten Schadstoffe nur verzögert weitergeben. Grundwasser hat ein „Langzeitgedächtnis“.

Seit langem wird die Gefährdung des Grundwassers durch Freilegung beobachtet. Wenn Kies-Sand bis zum Grundwasserspiegel ausgebaggert wird, können Schadstoffe direkt in das Grundwasser gelangen. Viele lokale Grundwasserunreinigungen sind auch durch unsachgemäß angelegte Deponien (Altlasten) oder durch Industrieansiedlungen verursacht. Grundsätzlich stellen alle wassergefährdenden Stoffe eine besondere Gefahr für das Grundwasser dar. Hierzu zählt beispielsweise das Mineralöl, das bei unsachgemäßem Umgang oder bei Unfällen das Grundwasser erheblich belasten kann. Nach wie vor auffällig ist auch die Belastung des Grundwassers mit Chlorkohlenwasserstoffen (CKW) wie zum Beispiel Lösemittel, die bei der chemischen Reinigung, bei der Herstellung von Lacken, aber auch bei der Metallentfettung verwendet werden. Außerdem werden sie

in Pflanzenschutz-, Desinfektions-, Konservierungs-, Reinigungs-, Feuerlösch- und Kältemitteln sowie als Weichmacher in Kunststoffen eingesetzt. Wenn mit diesen Stoffen nicht sorgfältig und sachgemäß umgegangen wird, können örtlich erhebliche Belastungen des Grundwassers auftreten, die sich wegen der geringen Abbaubarkeit der chlorierten Kohlenwasserstoffe und der besonderen Verhältnisse des Grundwassers über lange Zeit langsam im Untergrund ausdehnen. Im Unterschied zu Öl sind CKW schwerer als Wasser und können sich daher bis zur Sohle des Grundwasserleiters verteilen.

Besondere Sorgen bereitet nach wie vor die Belastung des Grundwassers mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln. Trotz einer – insgesamt im Landesdurchschnitt – merklichen Abnahme seit circa 1995 sind die Nitratgehalte in einigen Regionen des Landes nach wie vor zu hoch. Die Ursachen sind vielfältig. So können ungeordnete Abfallablagerungen (Altlasten) und das Versickern von Abwasser zur Nitratbelastung beitragen. Die Hauptursache der Nitratbelastung liegt jedoch in der großflächigen und intensiven landwirtschaftlichen Ackernutzung. Vor allem die unsachgemäße Düngung lässt die Nitratkonzentration im Grundwasser besonders ansteigen. Deshalb ist das Grundwasser in Gebieten mit Intensivkulturen und ungünstigen Bodenverhältnissen in der Regel besonders belastet. Hohe Nitratgehalte im Wasser wie auch in der Nahrung können über die Umwandlungsprodukte Nitrit oder Nitrosamine eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen. Deshalb wurde der Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser auf 50 mg/l festgesetzt.

Die Belastung des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln ist insgesamt rückläufig. Dabei hat sich insbesondere das seit 1988 geltende Verbot des Wirkstoffes Atrazin positiv ausge-



 Bohrloch im Karst im Donauried



 Kiesabbau



wirkt. Allerdings ist das Grundwasser immer noch mit den entsprechenden Abbauprodukten belastet. Die langfristige Wirkung dieser Stoffe wird dadurch belegt. Deshalb wird das Grundwasser in Baden-Württemberg in regelmäßigen Zeitabständen auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. Wenn notwendig, können Anwendungsverbote ausgesprochen werden.



 Unsachgemäße Lagerung wassergefährdender Stoffe

## Grundwasserschutz

Ein Teil des Niederschlagswassers und des Oberflächenwassers sickert in den Boden ein und staut sich über wasserundurchlässigen Schichten. Art, Menge und Fließgeschwindigkeit des Grundwassers sind von der Beschaffenheit des Untergrundes, der Deckschicht und den hydrologischen Verhältnissen abhängig. Deshalb ist das Grundwasser in Baden-Württemberg sehr ungleichmäßig verteilt. In der Regel sind die Lockergesteine (Sand und Kies) die besten Grundwasserspeicher. Die größten Grundwasservorkommen liegen in den Randbereichen des Landes, vor allem im Rheintal, im Donautal und im Illertal. Größere Grundwasservorkommen liegen auch in den Molasseablagerungen Oberschwabens.

Dagegen sind die Hochflächen des Schwarzwaldes und der Schwäbischen Alb, die Hohenloher Ebene, die Gäulandschaften und der Mittlere Neckarraum Wassermangelgebiete.

Durch die Bodendeckschichten wird Grundwasser vor Verunreinigungen geschützt. Zudem wird es bei langsamem Fließen, insbesondere durch Lockergesteine, gefiltert.

Im lichtlosen Grundwasser gibt es kein pflanzliches Leben. Die wassergefüllten Poren und Spalten des Grundwasserleiters können jedoch Lebensraum für angepasste Bakterien, Pilze und manche tierische Kleinorganismen sein. Diese können organische Stoffe abbauen und so die Grundwasserqualität verbessern. Durch den langen Aufenthalt im Untergrund hat das Grundwasser eine kühle und ausgeglichene Temperatur. Es besitzt damit von Natur aus die Eigenschaften, die an Trinkwasser gestellt werden. Es wird deshalb für die öffentliche Wasserversorgung bevorzugt genutzt. Die Grundwasservorkommen und ihre Ergiebigkeiten werden landesweit erkundet und in einer hydrogeologischen Kartierung festgehalten. Dabei werden auch mathematische Modelle eingesetzt, mit deren Hilfe der Grundwasserhaushalt im Ganzen erfasst, die Auswirkungen von Grundwasserentnahmen abgeschätzt und Bewirtschaftungsmöglichkeiten untersucht werden können.

*Belastungen des Grundwassers mit Schadstoffen haben lang anhaltende Folgen. Wenn überhaupt, sind sie nur mit großem zeitlichen und finanziellen Aufwand rückgängig zu machen oder zu mildern. Aus diesem Grunde und wegen der besonderen Bedeutung des Grundwassers für die Wasserversorgung gilt beim Grundwasserschutz in besonderem Maße das Prinzip der Vorsorge.*



 Ausbringung von Gülle



 Versprühen von Pflanzenschutzmitteln



# GRUNDWASSERSCHUTZ, WASSERVERSORGUNG

Baden-Württemberg hat als erstes Bundesland ein Grundwasserbeschaffenheits-Messnetz aufgebaut. Das Messnetz wird vom Land betrieben und durch umfangreiche Messdaten der Wasserversorgungsunternehmen ergänzt.

Im Rahmen des Messnetzes werden umfassend Grundwassergütedaten erfasst, ausgewertet und fortgeschrieben. Das Messnetz ergibt einen Überblick über den Gütezustand der Grundwasservorräte und eröffnete die Möglichkeit, das Grundwasser systematisch zu überwachen und Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit rechtzeitig zu erkennen.



Talsperre „Kleine Kinzig“ des Zweckverbandes Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK)

## Wasserschutzgebiete

Die öffentliche Wasserversorgung stützt sich vor allem auf Grundwasser, weil es am besten von Verunreinigung geschützt ist und die an Trinkwasser zu stellenden Anforderungen meist von Natur aus erfüllt. Der gesamte Wasserbedarf der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg wird zu rund 73% aus Grund- und Quellwasser und zu rund 27% aus Oberflächenwasser gedeckt. Dabei stammen die Entnahmen aus Oberflächenwasser nahezu vollständig aus dem Bodensee, aus der Donau und aus der Trinkwassertalsperre „Kleine Kinzig“ im Schwarzwald.

Um das Grund-, Quell- und Oberflächenwasser weitgehend gegen Verunreinigungen zu schützen, werden im Einzugsbereich der Wasserfassungen Wasserschutzgebiete festgesetzt. Auf Grund der geologischen, hydrologischen und topographischen Verhältnisse werden die Schutzgebiete in drei Zonen eingeteilt:

- Fassungsbereich (I)
- engere Schutzzone (II)
- weitere Schutzzone (III)

In den einzelnen Zonen sind jeweils bestimmte Nutzungen und Einrichtungen untersagt. Beispielsweise ist es das Ziel einer ordnungsgemäßen Landbewirtschaftung mit der seit 01.01.1988 geltenden Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung (SchALVO) die Belastung mit Nitrat und Pflanzenschutzmitteln zu verringern. Die Grundstücksnutzer erhalten für damit verbundene wirtschaftliche Nachteile einen finanziellen Ausgleich durch das Land. In den Schutzzonen werden außerdem an den Umgang mit wassergefährdeten Stoffen strenge Anforderungen gestellt. Erdaufschlüsse jeder Art sind eingeschränkt.



Wasserwerk der Bodensee-Wasserversorgung auf dem Sipplinger Berg (BWV)

## Das umfassende Grundwasserschutzkonzept des Landes beruht auf folgenden 7 Prinzipien:

- dem vorbeugenden Grundwasserschutz
- der Präventivschutz gilt nicht nur für Einzugsgebiete genutzter Grundwassererfassungen, sondern generell
- der Festsetzung von Wasserschutzgebieten einschließlich der Überwachung und betriebseigener Kontrolle
- der Anpassung der landwirtschaftlichen Nutzung auf ein umweltverträgliches Maß. Die Lösung des Problems hoher Nitrat- und Pflanzenschutzmittelgehalte im Grund- und Trinkwasser ist langfristig nur möglich, wenn in den betroffenen Gebieten die Düngung und der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere bei intensiver landwirtschaftlicher Nutzung, auf ein umweltverträgliches Maß zurückgeführt werden
- weitere Verbesserung des Umgangs mit wassergefährdeten Stoffen
- grundsätzlich ist die Substitution von umweltgefährdeten durch umweltfreundliche Stoffe zu fordern. Dabei ist darauf zu achten, dass die Substitutionen zu keinen neuen Umweltbelastungen führen. Wo dies nicht möglich ist, muss durch intensive Überwachung der Industrie- und Gewerbebetriebe erreicht werden, dass bezüglich wassergefährdender Stoffe die notwendigen Schutzmaßnahmen, zum Beispiel Lagerung in Auffangwannen, Leckanzeigen und Bodenabdichtung, ergriffen werden
- dem landesweiten Betrieb eines Grundwasserbeschaffenheitsmessnetzes



Die Schutzgebiets- und Ausgleichsverordnung wurde im Jahr 2001 novelliert und die darin enthaltenen Anforderungen nach der Belastung des Grundwassers abgestuft. Insgesamt sind in Baden-Württemberg derzeit rund 2.300 Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von rund 9.400 km<sup>2</sup> festgesetzt. Um dennoch auf Grundwasserschadensfälle vorbereitet zu sein, die trotz der vorbeugenden Maßnahmen - zum Beispiel bei Unfällen - geschehen, werden technische Verfahren zur Aufbereitung von belastetem Grundwasser entwickelt und erprobt. Das Verbundnetz zwischen den einzelnen Versorgungssystemen hilft auch hier, Notfällen zu begegnen.

In Baden-Württemberg ist die mengenmäßige Wasserversorgung von wenigen regionalen Engpässen abgesehen, kein Problem. Es ist jedoch ein Ausgleich zwischen den Wassermangelgebieten und Wasserüberschussgebieten erforderlich. In immer stärkerem Maße sind zur Sicherstellung der Wasserversorgung Gütefragen zu lösen.

Das Grundwasser wird auch in Zukunft überregionale Bedeutung für die Versorgung von Haushalten, Industrie und Gewerbe haben. Deshalb dürfen auch kleine örtliche Wasservorkommen nicht aufgegeben werden. Die Industrie sollte in der Produktion bevorzugt Oberflächenwasser einsetzen. Schließlich ist der sparsame Umgang mit Wasser in allen Bereichen eine wichtige Voraussetzung für die Schonung der Wasservorräte.

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel. Es muss frei sein von Krankheitserregern und darf keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften haben. Trinkwasser soll appetitlich sein und zum Genuss anregen. Es soll kühl, klar, farblos, geruchlos und geschmacklich einwandfrei sein. Trinkwasser wird regelmäßig auf seine physikalischen, chemischen und bakteriologischen Eigenschaften untersucht.



## Wasserversorgung

Vor der Industrialisierung dominierte die Einzelwasserversorgung: jede Familie versorgte sich in der Regel selbst aus Brunnen, Quellen oder einem Wasserlauf. Erst mit dem Aufkommen der Industrie Mitte des 19. Jahrhunderts entstand in Deutschland allmählich die zentrale öffentliche Wasserversorgung. Heute sind in Baden-Württemberg über 99% der Einwohner an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Der Wasserbedarf der Bevölkerung (Haushalte) beträgt je nach örtlichen Verhältnissen zwischen 54 und 220 l/Einwohner und Tag und liegt im Landesdurchschnitt bei rund 98 Litern. Insgesamt gibt die öffentliche Wasserversorgung an Haushalte, Kleingewerbe, gewerbliche und sonstige Abnehmer durchschnittlich täglich 143l Wasser je Einwohner ab. Jährlich werden von der öffentlichen Wasserversorgung in Baden-Württemberg rund 653 Millionen m<sup>3</sup> Trinkwasser bereitgestellt.

Nach dem Wassergesetz für Baden-Württemberg vom 03.12.2013 obliegt die öffentliche Wasserversorgung den Gemeinden als Aufgabe der Daseinsvorsorge.

## Die Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers sind unter anderem geregelt durch:

- die Europäische Trinkwasserrichtlinie
- das Lebensmittelgesetz des Bundes
- die Trinkwasserverordnung des Bundes mit den Ausführungsbestimmungen des Landes



# GRUNDWASSERSCHUTZ, WASSERVERSORGUNG

Die Wasserversorgungsanlagen werden in der Regel von den Städten und Gemeinden betrieben. Dazu gehören Wasserfassungen, Wasseraufbereitungsanlagen, Pumpwerke, Wasserspeicher (z.B. Hochbehälter) und Verteilungsnetze. Die Verteilungsnetze dieser drei Versorgungsebenen sind untereinander stark verknüpft.

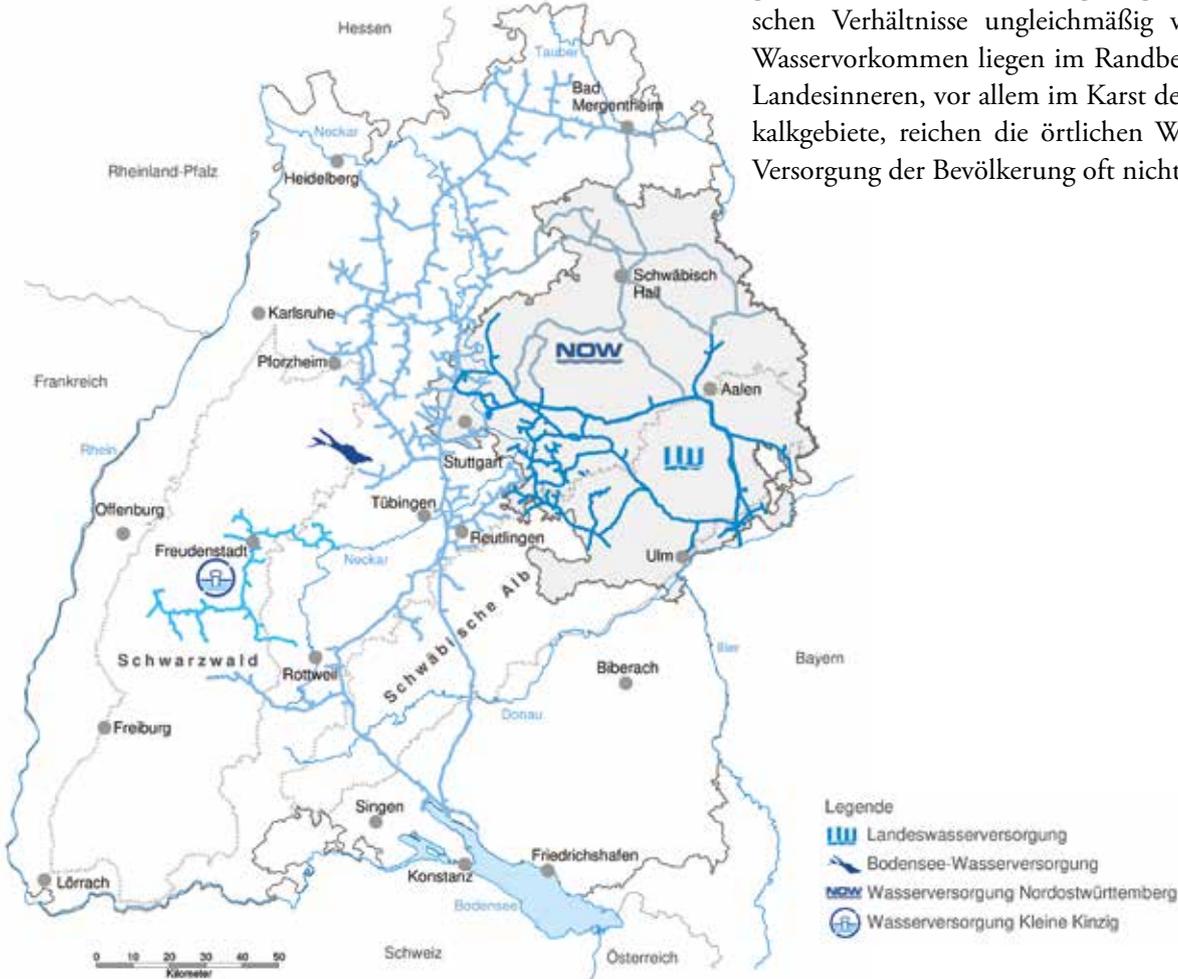
Durch diesen Verbund hat die öffentliche Wasserversorgung eine hohe Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Dabei werden vorrangig ortsnahe Wasservorkommen genutzt.



## Fernwasserversorgung in Baden-Württemberg

### Das Fernwasserversorgungssystem des Landes Baden-Württemberg

Die Wasservorkommen in Baden-Württemberg sind wegen der unterschiedlichen geologischen und hydrologischen Verhältnisse ungleichmäßig verteilt. Die größten Wasservorkommen liegen im Randbereich des Landes. Im Landesinneren, vor allem im Karst der Jura- und Muschelkalkgebiete, reichen die örtlichen Wasservorkommen zur Versorgung der Bevölkerung oft nicht aus.



## Die Wasserversorgung des Landes Baden-Württemberg erfolgt in drei Versorgungsebenen:

### erste Ebene

- Rund 1062 Gemeindewasserversorgungs- und 98 private Wasserversorgungsunternehmen liefern an den Endverbraucher das örtlich gewonnene und überörtlich bezogene Trinkwasser in der notwendigen Menge und der erforderlichen Güte.

**Gewinnungsanteil: 47 %**

### zweite Ebene

- Über 170 Gruppenwasserversorgungen dienen darüber hinaus der überörtlichen Versorgung. Sie verteilen flächenhaft das örtlich gewonnene und von Fernwasserversorgungen bezogene Wasser.

**Gewinnungsanteil: 19 %**



Die Wassernot der Albhochfläche hat bereits vor über 100 Jahren dazu geführt, dass sich die Gemeinden zu Wasserversorgungsgruppen zusammengeschlossen haben, um das Wasser der Albtäler zu fassen und auf die Hochfläche zu fördern. In den letzten Jahrzehnten wurde zum überregionalen Ausgleich zwischen Wassermangel- und Wasserüberschussgebieten ein Fernwasserversorgungssystem geschaffen. Der Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (BWV) als größter Fernwasserversorger liefert Bodenseewasser bis in den nördlichen Teil des Landes.

Seit 1912 versorgt der Zweckverband Landeswasserversorgung (LW) ebenfalls den Verdichtungsraum des Mittleren Neckars mit Wasser aus dem Donauried bei Langenau sowie mit Karstgrundwasser und aufbereitetem Donauwasser. Der Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig (WKK) versorgt aus einer Trinkwassertalsperre - der einzigen in Baden-Württemberg - den mittleren Schwarzwald mit zusätzlichem Trinkwasser.

Der Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg (NOW), der sein Wasser überwiegend von der LW und der BWV bezieht, liefert zusätzliches Wasser in die Wassermangelgebiete im Nordosten Baden-Württembergs.



Die große Bedeutung des Fernwasserversorgungssystems für Baden-Württemberg hat sich insbesondere in verschiedenen Trockenperioden und zuletzt im besonders trockenen Sommer 2003 bewiesen. In Spitzenverbrauchszeiten werden durch die Fernleitungen über 1.000 Millionen Liter Trinkwasser täglich in die Wassermangelgebiete geleitet.

## Industriewasserbedarf

Zur Herstellung von Waren und Gütern wird viel Wasser verbraucht. Folgend vier Beispiele:

- zur Erzeugung von 1 t Papier 10 bis 20 m<sup>3</sup>
- zum Gerben von 1 t Rohhaut 10 bis 40 m<sup>3</sup>
- zur Erzeugung von 1 t Textilware 50 bis 200 m<sup>3</sup>
- zur Verarbeitung von 1 t Rohöl rund 0,5 m<sup>3</sup>

Die Industrie in Baden-Württemberg verbraucht derzeit jährlich ca. 460 Millionen m<sup>3</sup> Wasser. Etwa 30 Millionen m<sup>3</sup> davon werden von der öffentlichen Wasserversorgung bezogen, ca. 420 Millionen m<sup>3</sup> selbst gewonnen, hauptsächlich aus Oberflächenwasser (2/3) und Grundwasser (1/3). Der Industriezweig mit dem größten Wasserverbrauch in Baden-Württemberg ist die Papierindustrie (160 Millionen m<sup>3</sup> = 35 %), gefolgt von der chemischen Industrie und der Mineralölverarbeitung (111 Millionen m<sup>3</sup> = 24 %) sowie der Gewinnung von Steinen und Erden (46 Millionen m<sup>3</sup> = 10 %). Ernährungsgewerbe, Metallverarbeitung liegen jeweils bei ungefähr 20 Millionen m<sup>3</sup> (4 %). Der restliche Wasserverbrauch fließt in sonstige Industriebetriebe. Noch 1971 verbrauchte die Industrie fast 1.000 Millionen m<sup>3</sup> Wasser. Seither wies der Wasserbedarf trotz des Wirtschaftswachstums eine rückläufige Tendenz auf. Die Gründe dafür sind insbesondere der Einsatz von Technologien mit geringem Wasserverbrauch und die zunehmende Mehrfachnutzung von Wasser im Kreislauf.

## Die Wasserversorgung des Landes Baden-Württemberg erfolgt in drei Versorgungsebenen:

### dritte Ebene

- Fernwasserversorgungen stellen mit großräumigen Versorgungssystemen Zusatzwasser für Wassermangelgebiete bereit.

**Gewinnungsanteil: 34 %**



## Kühlwasser für Kraftwerke

Einen sehr hohen Wasserbedarf haben die Wärmekraftwerke. Sie benötigen Wasser zur Kühlung der Kondensatoren. Der Kühlwasserbedarf in Baden-Württemberg stieg von ca. 2.600 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 1975 auf einen Höchststand von etwa 6.000 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 1995 und sank wieder auf unter 3.000 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 2013. Durch die Stilllegung von Kernkraftwerken (Atomausstieg) und Kohlekraftwerken (Ersatz durch regenerative Energie) sind die Entnahmen seitdem weiter stark rückläufig und verlieren zunehmend an Bedeutung. Als Kühlwasser wird fast ausschließlich Oberflächenwasser aus den großen Gewässern des Landes verwendet.



 Reinwasserbehälter der Landeswasserversorgung (LW)

## Wasseraufbereitung

In Baden-Württemberg wird zur öffentlichen Wasserversorgung überwiegend Grundwasser genutzt. Dabei kann in der Regel auf aufwändige Aufbereitungsverfahren verzichtet werden. Allerdings muss auch in Zukunft auf Oberflächenwasser aus Seen und Flüssen zurückgegriffen werden. Dieses Wasser ist in jedem Fall aufzubereiten. Als Beispiel ist die Aufbereitungsanlage der Landeswasserversorgung in Lengenau schematisch dargestellt. Aus der Donau bei Leipheim wird Rohwasser entnommen und durch ein Pumpwerk über eine 7 km lange Leitung in das Wasserwerk gefördert.

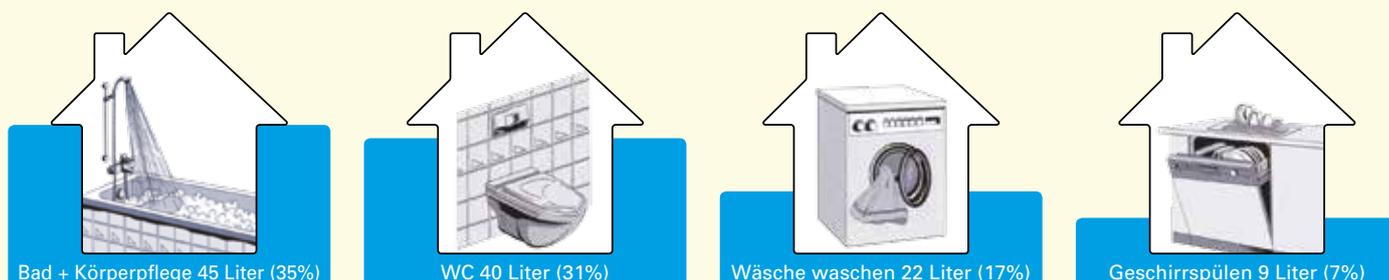
Dort wird das Flusswasser zunächst in einer Kompaktflockungsanlage mit Absetzbecken und Schlammeindickung einer ersten Reinigung unterzogen. In dieser Flockungsanlage wie im folgenden Flockungsbecken werden durch Zugabe von Flockungsmitteln schwere Schlammflocken gebildet, die absinken. Das abfließende Klarwasser wird in der Ozonanlage mit Ozongas behandelt. Dieses Gas, wesentlich stärker als Chlor, bewirkt eine zusätzliche Entkeimung und die Oxidation von gelösten organischen Stoffen. In der anschließenden Filteranlage wird das Wasser zunächst durch eine 2,4 m starke Quarz-Sandschicht, anschließend durch Aktivkohlefilter geleitet und von den restlichen Fremdstoffen befreit. Das aufbereitete Wasser wird in einem Filtratbehälter gespeichert und im anschließenden Reinwasserbehälter mit dem Grundwasser aus dem Donauried gemischt.

## Rationelle Wasserverwendung

Jeder einzelne Wasserverbraucher kann durch nachfolgend genannte Maßnahmen dazu beitragen, nicht nur kostspielig aufbereitetes Trinkwasser zu sparen, sondern auch eigene Kosten zu reduzieren.

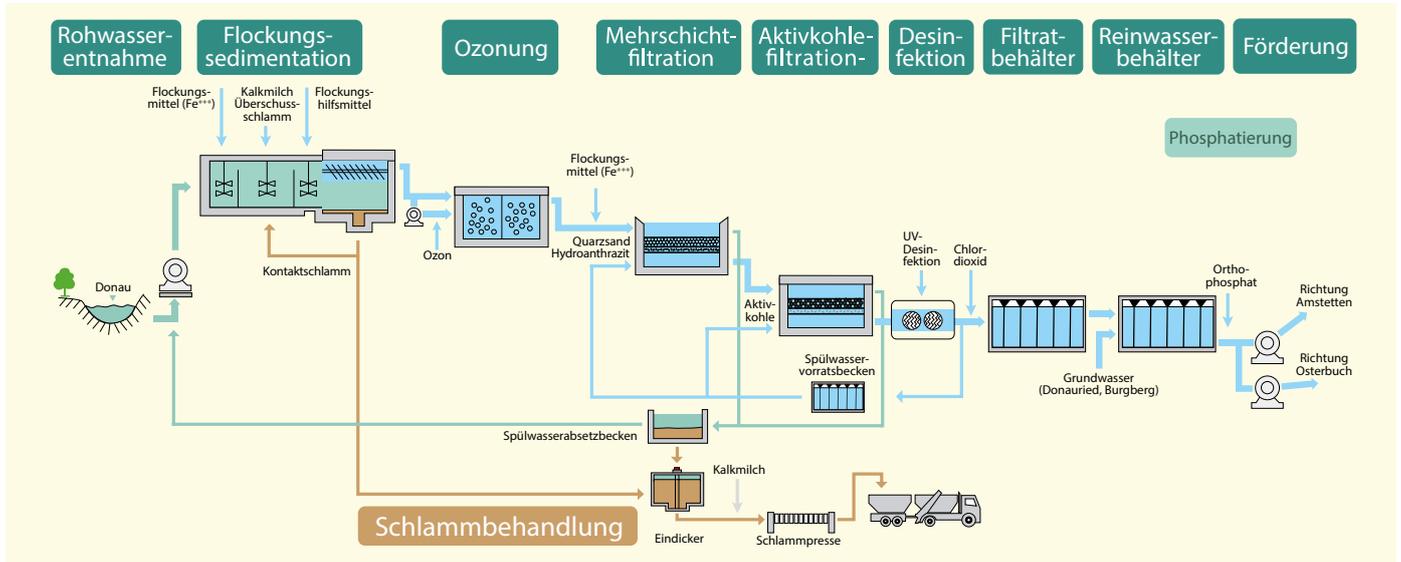
- **im privaten Bereich:**  
Benutzung einer Spartaste bei der Toilettenspülung, Duschen statt Baden, Verwendung wassersparender Geräte und Armaturen, Regenwassernutzung, Wohnungswasserzähler
- **bei öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen:**  
Verminderung des wasserwerkseigenen Verbrauchs, Vermeidung von Wasserverlusten im Verteilungsnetz
- **bei der Industrie:**  
Anwendung von wassersparenden Technologien, Kreislaufführung des Wassers

## Verwendung des Trinkwassers im Haushalt (Durchschnitt pro Tag)

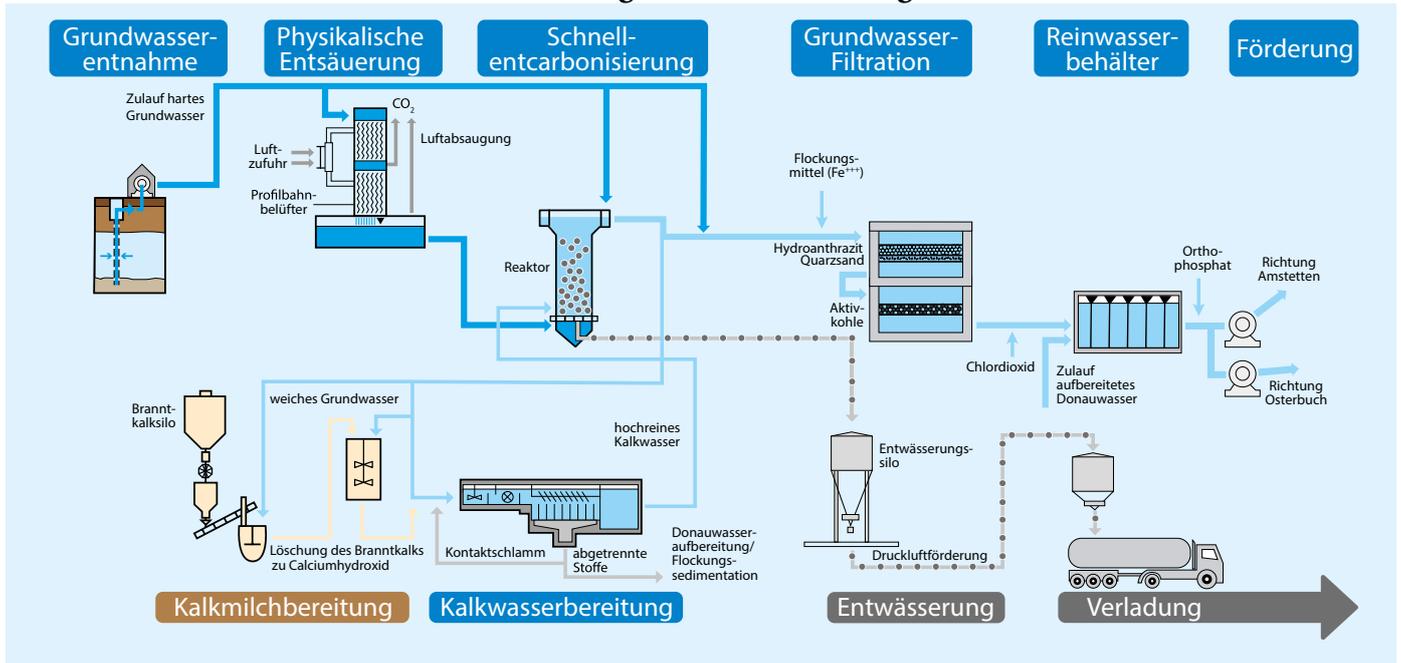




## Verfahrensschema der Flusswasseraufbereitung aus der Donau im Wasserwerk Langenau



## Verfahrensschema der Schnellentcarbonisierung im Wasserwerk Langenau



## Wassergewinnung- und Abgabe an Endverbraucher



**Quelle:**  
 Statistisches Landesamt,  
 Datenbasis 2013)  
 Angaben in Mio. m<sup>3</sup>/ jährlich  
 Ohne Energiewirtschaft  
 (Kühlwasser)  
 Ohne Landwirtschaft

**OFW** = Oberflächenwasser  
**G+QW** = Grund- und  
 Quellwasser (incl. Uferfiltrat)



## Abwasserbeseitigung

Die natürlichen Verhältnisse in den Gewässern werden durch die Einwirkung des Menschen erheblich gestört. Insbesondere sind die häuslichen und industriellen Abwasserteinträge eine Gefahr für die Gewässer, wenn sie nicht vorher ausreichend behandelt werden.

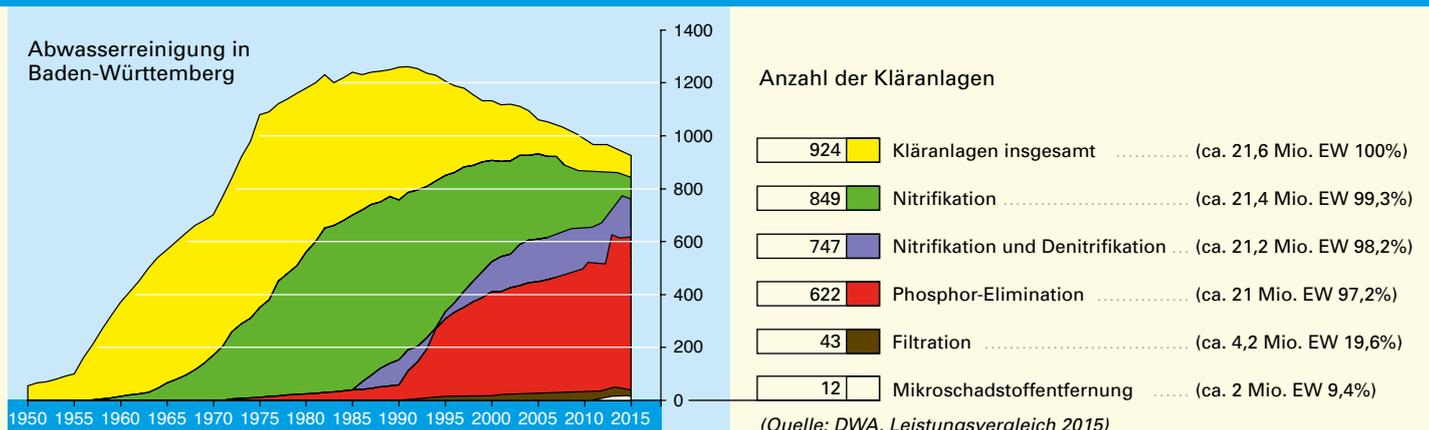
Die häuslichen Abwässer enthalten vor allem biologisch abbaubare organische Stoffe, zu deren Abbau viel Sauerstoff verbraucht wird, sowie Phosphor- und Stickstoffverbindungen, die als Nährstoffe das Wachstum der Pflanzen im

Gewässer anregen. Ein Mensch „erzeugt“ pro Tag durchschnittlich eine Abwassermenge von 100 l bis 120 l und eine organische Belastung von 60 g biochemischem Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>). Die gesamten häuslichen Abwässer des Landes würden zusammengenommen einen ansehnlichen Fluss von der Größe des Neckars im Mittellauf ergeben (~50 m<sup>3</sup>/s).

Besondere Aufmerksamkeit wird in letzter Zeit den Spurenstoffen gewidmet. Hierzu zählen neben Pflanzenschutzmitteln beispielsweise Flammschutzmittel, biozide Wirkstoffe aus Bautenschutz- oder Insektenschutzmitteln, Duftstoffe



## Entwicklung des kommunalen Kläranlagenbestandes nach Anzahl der Kläranlagen und Verfahren





aus Kosmetik- und Reinigungsmitteln, sowie Arzneimittelrückstände. Sie gelangen mit dem Siedlungsabwasser in die Gewässer, da sie in den Kläranlagen nicht vollständig abgebaut werden. Einige dieser Stoffe können bereits in sehr geringen Konzentrationen von weniger als einem Millionstel Gramm ökotoxikologische Wirkungen auslösen.

Das können Sie tun:

- Arzneimittelreste nicht ins Abwasser entsorgen
- Verwenden Sie ökologisch unbedenkliche und schadstoffarme Produkte (z. B. mit dem Umweltsiegel „Blauer Engel“)
- Schadstoffe sicher entsorgen: Erkundigen Sie sich bei Ihrer lokalen Abfallbehörde.

Aus gewerblichen Prozessen kommen anorganische Stoffe, wie zum Beispiel Schwermetalle und Cyanide. Ein Teil dieser Verbindungen kann – je nach Konzentration – zu mehr oder minder starken Schädigungen der aquatischen Lebensgemeinschaft führen oder kann sich in den Flusssedimenten, Organismen und damit in der Nahrungsmittelkette anreichern. Probleme kann auch die Einleitung von Salzen in die Gewässer bringen, insbesondere aus der Kaligewinnung und dem Bergbau. Abgänge aus Tierhaltungen und Silagesicker-saft aus der Landwirtschaft sind wegen ihrer hohen Sauerstoffzehrung und ihrer Giftwirkung für Fische gefährlich und dürfen deshalb nicht in Gewässer eingeleitet werden.

Zu den physikalischen Gewässerbelastungen gehört die Abwärme. Die Erwärmung der Gewässer, insbesondere durch das Kühlwasser der Wärmekraftwerke, beeinflusst das bestehende ökologische System. Der Sauerstoffgehalt sinkt, gleichzeitig wird durch die Intensivierung der Lebenstätigkeit der Wasserorganismen mehr Sauerstoff verbraucht.

Ähnlich wie häusliche Abwässer wirken industrielle Abwässer aus der Nahrungsmittelindustrie, die in vielen Fällen

allerdings noch wesentlich höhere Konzentrationen an organischen Stoffen aufweisen. Vor allem bei Schlachthöfen, Molkereien, Brauereien, Brennereien, Zuckerfabriken und Teigwarenfabriken fallen sehr große Abwassermengen an.

Industrielle Abwässer, zum Beispiel aus Härtereien, Metallveredelungen, chemischer Produktion und Farbenfabrikationen, belasten die Gewässer nicht in erster Linie mit sauerstoffzehrenden Stoffen, sondern mit schwer abbaubaren organischen Substanzen, etwa den Ligninsulfonsäuren aus der Zellstoffindustrie, Mineralölverbindungen oder auch Komplexbildner wie EDTA, die in der Industrie vielfältig Anwendung finden.

Schließlich können radioaktive Stoffe aus kerntechnischen Anlagen und Isotopenlaboratorien sowie Krankheitskeime, vor allem aus Krankenhäusern, die Gewässer belasten.

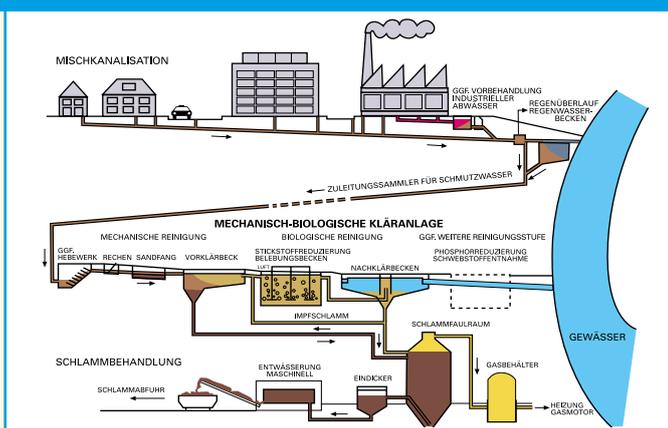
Eine gut funktionierende Abwasserbeseitigung ist für den Gewässerschutz von zentraler Bedeutung. Die Abwasserbeseitigung besteht aus Abwassersammlung, Regenwasserbehandlung und Abwasserreinigung. Eine optimale Abwasserbeseitigung kann nur erreicht werden, wenn diese drei Bereiche optimal aufeinander abgestimmt werden.

**Es gilt der Grundsatz:**  
Soviel Abwasser wie möglich vermeiden

## Abwassersammlung

In den Städten des Mittelalters wurde der Unrat aus Haus und Hof einfach in die Gassen, Straßen und Gräben gekippt. Wegen der schlechten hygienischen Verhältnisse traten immer wieder verheerende Seuchen auf. Nachdem dieser Zusammenhang erkannt war, wurde Ende des 19. Jahrhunderts mit dem Bau von Kanalsystemen begonnen. Heute sind in allen Städten und Gemeinden öffentliche Kanalisationen vorhanden.

## Schema der Abwasserbehandlung



## Abwasservermeidung kann erreicht werden durch:

- Sparsamen Umgang mit Frischwasser
- Reduzierung der in Kanälen abgeleiteten Niederschlagswassermenge durch Entsiegelungsmaßnahmen
- Versickerung, Verdunstung und getrennte Ableitung des Regenwassers
- Fernhalten von Grund- und Quellwasser aus der Kanalisation



# ABWASSERBESEITIGUNG

Früher standen zwei Verfahren zur Auswahl. Beim Trennverfahren wird das Abwasser und das Oberflächenwasser (Regen-, Quell- und Sickerwasser) in zwei voneinander vollkommen getrennten Kanalnetzen zur Kläranlage bzw. zum nächsten Gewässer („Vorfluter“) abgeleitet. Bei dem in Baden-Württemberg meist angewandten Mischverfahren werden Abwasser und Regenwasser gemeinsam in einem Kanalnetz gesammelt.

Weil das Verhältnis von Abwasser zu Oberflächenwasser bei starken Regenfällen über 1 : 300 betragen kann und diese Wassermengen der Kläranlage nicht wirtschaftlich zugeführt und dort behandelt werden können, müssen im Kanalnetz entsprechende Regenwasserentlastungs- und Regenwasserbehandlungsanlagen vorgesehen werden.

Aus ökologischen Gründen werden heute bei der Abwassersammlung mit sogenannten modifizierten Entwässerungssystemen neue Schwerpunkte gesetzt. Dabei kann es sich um modifizierte Trenn- oder modifizierte Mischsysteme handeln. Charakteristisch ist die getrennte Ableitung von nicht behandlungsbedürftigem Regenwasser. Dieses kann über die bewachsenen Bodenzonen versickert oder über offene Mulden und Gräben getrennt einem Fließgewässer zugeleitet werden. Bei der Versickerung übernimmt der Boden für die auch im Regenwasserabfluss enthaltenen Schadstoffe die Aufgabe eines Filters, Puffers und biologischen Reaktors. Bei der ökologischen Regenwasserbewirtschaftung sind Gründächer und Zisternen geeignete Maßnahmen.

## Regenwasserbehandlung

Das bei Regen abfließende Oberflächenwasser kann durch die Abspülung von Straßen und sonstigen befestigten Flächen

belastet sein. Zusätzlich werden im Mischsystem die in Trockenwetterzeiten im Kanalnetz – vor allem bei geringem Gefälle – abgelagerten Schmutzstoffe bei Regenwetter abgeschwemmt. Dies führt zu Schmutzstößen, deren Konzentration dann zeitweise vielfach höher ist, als die von häuslichem Abwasser – insbesondere zu Beginn des Regens. Deshalb müssen Regenbecken gebaut werden, in denen die hochverschmutzten Abwassermengen (sogenannter 1. Spülstoß) sedimentiert, zwischengespeichert und nach Regenende der Kläranlage zugeleitet werden. Wenn mehr Regenwasser anfällt, dann wird dieses ins Gewässer abgeführt. Zur Verbesserung der Gewässerqualität werden als zusätzliche Reinigungsstufe - und zur Rückhaltung - Retentionsbodenfilter eingesetzt.

In Baden-Württemberg sind bereits über 95 % der erforderlichen Regenwasserbehandlungsanlagen gebaut worden.

## Mechanisch-biologische Abwasserreinigung

Das gesammelte Abwasser fließt zur Kläranlage. In der mechanischen Stufe werden grobe Stoffe im Rechen, Sand im Sandfang sowie gut absetzbare und aufschwimmende Stoffe im Vorklärbecken zurückgehalten. Dies sind ca. 20 - 30 % der organischen Schmutzstoffe. Die anschließende biologische Stufe ist meist eine Belebungsanlage. Im Belebungsbecken dienen die im Abwasser verbliebenen Abwasserinhaltsstoffe den Bakterien und anderen Kleinlebewesen als Nahrung und werden von diesen in absetzbaren „Belebtschlamm“ umgewandelt. In einem Liter sind etwa 100 Millionen Bakterien enthalten. Der dafür in erhöhtem Umfang erforderliche Sauerstoff wird über Gebläse in das Abwasser eingetragen. Der sich bildende Schlamm setzt sich im Nachklärbecken ab, während das geklärte Wasser aus dem oberen Teil des Beckens ins Gewässer abfließt.



 Anlage zur Regenwasserbehandlung (Retentionsbodenfilter)



 Belebungsbecken



## Weitere Reinigungsstufen

Bei gutem Betrieb erreicht eine mechanisch-biologische Kläranlage, bezogen auf den Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe (BSB<sub>5</sub>), eine Leistung von über 90 %. Das gereinigte Abwasser enthält aber noch das 5 bis 10-fache der Belastungssubstanzen natürlicher Gewässer. Diese Reinigungsleistung reicht nicht aus, um eine ausreichende Gewässergüte zu gewährleisten und die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie, insbesondere für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Phytobenthos sowie der Saprobie einzuhalten. Deshalb sind über die mechanisch-biologische Abwasserreinigung hinaus zusätzliche Reinigungsmaßnahmen notwendig.

## Nitrifikation, Denitrifikation

Hierunter versteht man den Abbau der Stickstoffverbindungen, die hauptsächlich aus Eiweißstoffen stammen und auf der Kläranlage als Ammoniumstickstoff ankommen. Ammonium wirkt sauerstoffzehrend und wird im Prozess der Nitrifikation durch bestimmte Bakterienstämme im Wasser der Kläranlagen in Nitrat umgewandelt. Nitrat-Stickstoff wirkt allerdings als Pflanzennährstoff eutrophierend. Die Umwandlung von Nitrat in atmosphärischen Stickstoff geschieht im Prozess der Denitrifikation.

## Phosphorelimination

Die Phosphorreduzierung wird mittlerweile bei allen größeren aber auch vielen mittleren Kläranlagen durchgeführt. Hierzu werden dem Abwasser bestimmte Chemikalien zudosiert, die Fällungs- und Flockungsreaktionen auslösen. Dadurch können dem Abwasser die Phosphate und gelösten Reststoffe entnommen werden.

## Schwebstoffentnahme

Die organische Restverschmutzung des Abwassers nach der mechanisch-biologischen Reinigung kann beispielsweise durch Mikrosiebe oder Sandfilter wirksam reduziert werden.

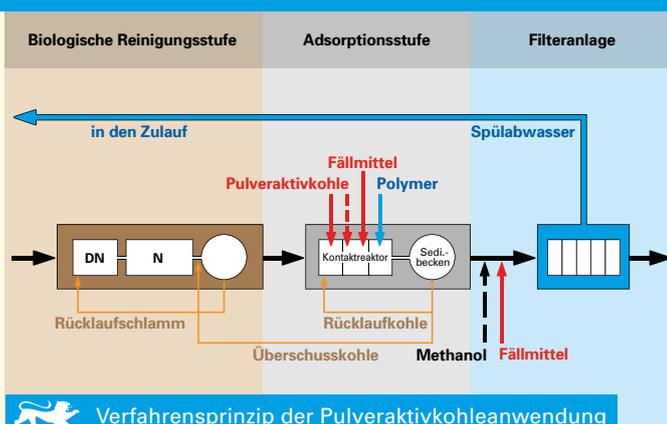
## Spurenstoffelimination

In den letzten Jahren wurden Anstrengungen unternommen, Kläranlagen mit einer weitergehenden Reinigungsstufe zur Spurenstoffelimination auszurüsten, um insbesondere Gewässer mit einem hohen Abwasseranteil oder Gewässer, die der Trinkwassergewinnung dienen, zu entlasten. Für die Spurenstoffelimination kommen dabei Techniken unter Einsatz von Aktivkohle oder Ozon in Betracht. In Baden-Württemberg wurden bis Ende 2016 bereits 12 Kläranlagen mit einer Aktivkohlestufe ausgerüstet. Die Aktivkohle kann als Pulver hinzudosiert werden oder das Abwasser wird über einen Filter mit granulierter Aktivkohle geleitet. Dabei werden die Spurenstoffe an die Aktivkohle gebunden. Beim Einsatz von Ozon werden die Spurenstoffe oxidiert. In beiden Fällen wird das Abwasser anschließend nochmals über einen Filter (z. B. Sandfilter oder Tuchfilter) geleitet. Für die Beratung zu diesen neuen Techniken hat das Land Baden-Württemberg das Kompetenzzentrum Spurenstoffe eingerichtet. Auf deren Internetseite finden sich detaillierte Informationen zu diesem Thema:

[www.koms-bw.de](http://www.koms-bw.de)

## Schlammbehandlung

In einer Kläranlage fällt täglich 1 Liter Schlamm pro Einwohner an. Er wird oft in Faultürmen unter Luftabschluss (anaerob) ausgefault, damit er sich leichter entwässern lässt und geruchsneutral wird. Das beim Faulprozess anfallende Methangas wird in Energie (beispielsweise in Gasgeneratoren und Blockheizkraftwerken) umgewandelt und für die Kläranlage wieder eingesetzt.



Aktivkohleadsorptionsanlage auf der Kläranlage Langwiese, Ravensburg



 Faultürme, Kläranlage Mannheim

## Industrielle Abwasserbehandlung

Industrielle Abwässer werden in der Regel, auch aus Sicherheitsgründen, über die öffentliche Kanalisation in die kommunale Kläranlage eingeleitet (Indirekteinleiter). Durch die Mischung mit häuslichem Abwasser lässt sich das meist einseitig verschmutzte industrielle Abwasser oftmals leichter reinigen. Außerdem können Mengenschwankungen oder Konzentrationsspitzen der industriellen Abwässer ausgeglichen werden. Bestimmte chemische Inhaltsstoffe der industriellen Abwässer können jedoch den Betrieb oder die Anlagen der Abwasserbehandlung beeinträchtigen. So können Säuren und Laugen die Abwässerkanäle angreifen und die biologische Reinigung stören. Außerdem können sich bestimmte Stoffe im Klärschlamm anreichern.

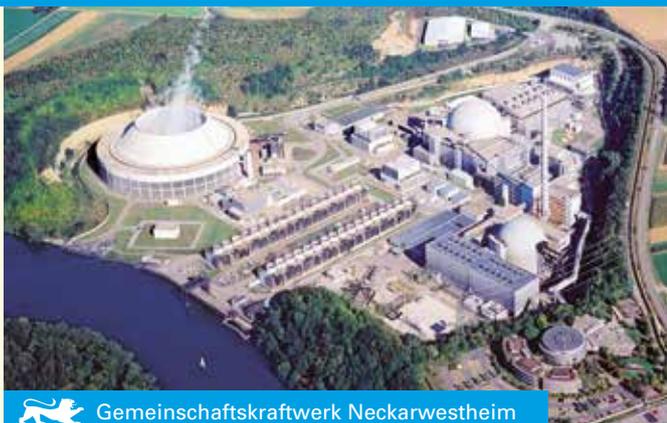
Deshalb müssen bei Abwässern mit gefährlichen Stoffen aus industriellen oder gewerblichen Herkunftsbereichen die Anforderungen der Abwasserverordnung nach dem Stand der Technik für Indirekteinleiter eingehalten werden. Darüber hinaus schreiben die Gemeinden in ihren Abwassersatzungen vor, welche Grenzwerte der Inhaltsstoffe einzuhalten sind, damit das Abwasser in die Kanalisation eingeleitet werden darf. Beispielsweise darf es keine Gifte,

starke Säuren und Laugen, Öle, Fette und feuergefährliche Flüssigkeiten enthalten. Der pH-Wert muss zwischen 6,0 und 9,5 liegen. Industrielles Abwasser, das den Anforderungen nicht genügt, muss innerhalb des Betriebsgeländes in Vorbehandlungsanlagen so weit vorgereinigt werden, dass es die Einleitungsbedingungen erfüllt. Eine einfache Vorbehandlungsanlage ist zum Beispiel ein Ölabscheider. Zyanid- oder chromhaltiges Abwasser aus Galvanikbetrieben muss entgiftet und entschlammte werden. Manche Industriebetriebe können nicht an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossen werden, so dass deren Abwässer in betriebseigenen Kläranlagen zu behandeln und danach direkt in die Gewässer einzuleiten sind (Direkteinleiter).

Der Schwerpunkt der industriellen Abwasserbehandlung hat sich zunehmend von der reinen Abwasserbehandlung zu produktionsintegrierten Maßnahmen verlagert. So werden an gewerbliche und industrielle Prozesse auch Anforderungen zur Vermeidung, Verminderung, oder Verwertung von Abwasser und Abfall gestellt. Deren Menge und Schädlichkeit muss so gering gehalten werden, wie dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Zur Reduzierung des Frischwassereinsatzes kann zum Beispiel Betriebsabwasser in Ionenaustauschern weitgehend gereinigt und im Kreislauf geführt werden. Die Einrichtung von geschlossenen Produktionswasserkreisläufen ist für die sparsame Verwendung des Wasservorrats von sehr großer Bedeutung. Darüber hinaus muss durch innerbetriebliche Maßnahmen erreicht werden, dass problematische Stoffe möglichst gar nicht entstehen.

## Kühlwasser

Wärmeleistungwerke und größere Industriebetriebe führten mit ihren Kühlwassereinleitungen in der Vergangenheit vielfach zu erheblichen Veränderungen der natürlichen Temperaturverhältnisse im Gewässer. Die Temperaturerhöhung bewirkte eine erhöhte Sauerstoffzehrung, insbesondere bei



 Gemeinschaftskraftwerk Neckarwestheim



 Im Untersuchungslabor, ausgewählte Vertreter des Zooplanktons im Bodensee



hoher organischer Vorbelastung und damit eine Beeinträchtigung des Gütezustandes. Heute ist die Situation weniger kritisch. Zum einen haben die enormen Verbesserungen bei der Abwasserreinigung die organische Gewässerbelastung deutlich reduziert. Zum anderen wurden auf Grund des Atomausstiegs und der Energiewende in den vergangenen Jahren viele, vor allem ältere, Wärmekraftwerke stillgelegt. Dabei handelte es sich um die größten Wärmeeinleiter, da sie zumeist nicht mit Kühltürmen ausgestattet waren.

Örtlich können Wärmeeinleitungen an kleinen Flüssen auch heute noch für Fließgewässer kritisch sein. Dort, wie bei den Wärmekraftwerken, gilt es, die Einleitungen durch technische Verbesserungen und wasserrechtliche Einschränkungen auf ein verträgliches Maß zu reduzieren.

## Abwasserabgabe

Das Abwasserabgabengesetz bestimmt, dass die Einleiter von Abwasser in ein Gewässer eine Abgabe zu leisten haben. Die Höhe der Abgabe richtet sich nach der Menge und Verschmutzung des Abwassers. Des Weiteren muss teilweise für Niederschlagswasser und für Schmutzwasser von Kleineinleitungen eine Abgabe entrichtet werden. Die Abwasserabgabe ist ein flankierendes Instrument des Gewässerschutzes, das die ordnungspolitischen Instrumente des Wasserrechts nicht ersetzt, wohl aber sinnvoll ergänzt. Durch die Abgabe soll ein marktwirtschaftlicher Anreiz geschaffen werden, das Abwasser besser zu reinigen und abwasserarme Produktionsverfahren einzusetzen.

## Kontrolle und Überwachung

Die Wasserbehörden überwachen die Einhaltung der Vorschriften, insbesondere die behördlichen Inhalts- und Nutzungsbestimmungen für alle Arten der Wassernutzung. Hierzu gehört vor allem die Überprüfung von Abwasserbe-



 Forschungsschiff Kormoran

handlungsanlagen und die Überwachung der Ablaufwerte von Abwasserreinigungsanlagen. Es werden regelmäßig Wasserproben entnommen und untersucht. Die amtliche Überwachung wird ergänzt durch die Eigenkontrolle der Betreiber der Anlagen.

Darüber hinaus erfassen die Behörden laufend den Zustand unserer Bäche, Flüsse, Seen und des Grundwassers. Von mehreren tausend Messstellen werden Werte über die Wasserstände, Abflüsse und Wasserbeschaffenheit gewonnen und ausgewertet.

Eine wichtige Aufgabe bei der Überwachung des Bodensees hat das Forschungsschiff Kormoran des Instituts für Seenforschung in Langenargen. Es unterstützt mit seiner einzigartigen, technischen Ausrüstung auch die Anliegerländer des Bodensees im Rahmen der Arbeit in der internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB).

Vergleiche hierzu: [www.igkb.org](http://www.igkb.org)



 Daphnia



 Diaphanosoma



 Datenbeobachtung im Forschungsschiff



## Unser kostbares Wasser

### Bildquellen:

Abwasserverband Altensteig, Altensteig  
Artbund (Fotomontage Umschlag: Titel und Rücktitel, Piktogramme, Grafiken)  
Blattner, Stuttgart  
Dmytro Tolokonov - Fotolia + ammit - 123rf  
DWA Landesverband Baden-Württemberg  
EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart  
Fischereiforschungsstelle, Langenargen  
Gaukler  
Gemeinde Walldürn  
Hydra, Büro Peter Rey, Konstanz  
LUBW, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg  
IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH, Heidelberg  
Institut für Seenforschung, Langenargen  
Jörg Hackemann - Fotolia  
Kessler Mediadesign, Grasellenbach  
Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg  
Maerzke, Leonberg  
MNStudio - Fotolia  
Proregio Oberschwaben, Ravensburg Frank Hofmann  
Regierungspräsidium Freiburg,  
(frühere Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein)  
Regierungspräsidium Tübingen  
(frühere Gewässerdirektion Donau/Bodensee)  
Schwab, Bad Wimpfen  
Stadt Besigheim  
Stanko Petek, Radolfzell  
Stadtentwässerung Mannheim  
Thielke, Deutsche Umwelthilfe, Radolfzell  
Trautmann/Proregio Oberschwaben, Ravensburg  
Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Bonn  
Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung, Stuttgart  
Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig, Alpirsbach  
Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart

Print  kompensiert  
Id-Nr. 1767127  
www.bvdm-online.de

Das verwendete Papier unterliegt strengsten umwelttechnischen Anforderungen. (Diese Broschüre ist auf 100 % Altpapier gedruckt, das Papier ist frei von chemischen Bleichmitteln)



## Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT