



# Unser kostbares Wasser



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT




# WASSER

## INHALT

VORWORT .....	3
WASSERKREISLAUF .....	4
WASSERRECHT .....	6
ZUSTÄNDIGKEITEN .....	7
WASSERRAHMENRICHTLINIE .....	8
GEWÄSSERÖKOLOGIE .....	12
WASSERBAU, HOCHWASSERSCHUTZ, GEWÄSSERENTWICKLUNG .....	20
BODEN/ALTLASTEN .....	26
GRUNDWASSERSCHUTZ, WASSERVERSORGUNG . . .	30
ABWASSERBESEITIGUNG .....	38



# Vorwort

 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.



Dennoch fehlt nach wie vor mehr als einer Milliarde Menschen auf unserem Globus der Zugang zu sauberem Wasser. 2,5 Milliarden Menschen sind nicht an eine Abwasserentsorgung angeschlossen.

Das muss nachdenklich machen. Kaum jemand kennt die sogenannten Millenniumsziele der Vereinten Nationen, die schon im Jahr 2000 von 186 Staatschefs unterschrieben wurden. Gemäß den Zielen soll die Zahl von einer Milliarde Menschen, die keinen Zugang zu sauberem Süßwasser hat, bis zum Jahr 2015 halbiert werden. Es gibt Prognosen für das Jahr 2025, dass jeder zweite Mensch bis dahin unter Trinkwassermangel leiden wird und künftige Kriege auch um das Wasser geführt werden.

Obwohl unser Planet zu mehr als 70 Prozent damit bedeckt ist, wird Wasser ein zunehmend knappes Gut. Denn gerade mal 3 Prozent dieser gewaltigen Mengen sind Süßwasser und davon wiederum nur ein Drittel für menschliche Nutzung erreichbar.

Was bedeutet das für Baden-Württemberg?

99% der Einwohner im Land sind an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen, ebenso viele entsorgen ihr Abwasser in gut ausgerüstete Kläranlagen. Die Altlastenflächen im Land sind registriert, die Sanierung dieser Flächen schreitet voran. Für alle Seen, Flüsse und das Grundwasser wurde in der europäischen Wasserrahmenrichtlinie das Ziel formuliert, grundsätzlich einen guten Zustand bis 2015, spätestens bis 2027 zu erreichen. Zur Verbesserung 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.

Neue Herausforderungen stehen an: der Klimawandel erfordert verstärkte Anstrengungen im Bereich des Hochwasserschutzes, der demographische Wandel wirkt sich auch im Abwasserbereich aus und die Sanierung schadhafter Kanalnetze ist eine Aufgabe zum Erhalt unserer funktionierenden Infrastruktur. Der wissenschaftliche Kenntnisstand über den Verbleib und die Auswirkungen von Schadstoffen in Gewässern hat sich – auch durch die Verbesserung analytischer Verfahren – in den letzten Jahren erheblich weiter entwickelt. Einige sehr schwer abbaubare Stoffe sind in der Umwelt weit verbreitet (ubiquitär), sie können sich in lebenden Organismen anreichern und bei empfindlichen Wasserlebewesen bereits in geringsten Konzentrationen nachteilige Wirkungen auslösen. Die Trendbeobachtung solcher „ubiquitärer“ Stoffe sind ein weiterer Schritt zum Schutz und Erhalt der Gewässerökologie. Daneben erfordert auch die Belastung von Gewässern durch pharmazeutische Stoffe 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 machen, wenn wir feststellen, dass jährlich in Deutschland eine Fläche von beinahe der Größe des Bodensees (536 km<sup>2</sup>) versiegelt wird.

Integriertes Denken und Gesamtzusammenhänge zu erkennen sind unabdingbar. Beispielsweise wird bei Altlasten deutlich, dass Boden- und Grundwasserschutz Hand in Hand funktionieren müssen. Dem Erhalt und der Wiederherstellung naturnaher Bäche, Flüsse und Seen sowie auch einem guten Hochwasserschutz gilt unsere Aufmerksamkeit.

Diese Broschüre soll dazu beitragen, Bewusstsein zu wecken für unser kostbares Wasser in seiner vielfältigen Nutzung, für die Notwendigkeit eines konsequenten Schutzes von Wasser und Boden sowie für die verschiedenen Aufgabenbereiche der Wasserwirtschafts- und Bodenschutzverwaltung in Baden-Württemberg.



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



Mittlerer Niederschlag 803 mm pro Jahr  
(1 mm Niederschlag entspricht einer Rege

Verdunstung  
vom Meer  
360 mm pro Jahr

Oberflächengewässer  
289 mm pro Jahr

Grundwasser  
110 mm pro Jahr

Abwasserreinigung und  
Rückfluss zum Gewässer



Industrieansiedlungen



Haushalte und Kleingewerbe



Tiefbrunnen

Grundwasser



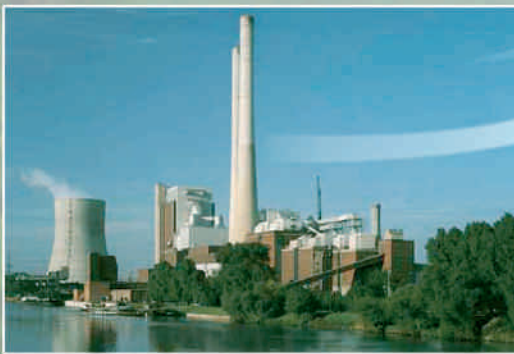
Wasser in Baden-Württemberg  
(Niederschlagsmenge von 1 Liter pro m<sup>2</sup>)

# Wasserkreislauf

(vereinfachtes Schema)

Landoberfläche  
404 mm pro Jahr

Verdunstung  
von der Landoberfläche  
443 mm pro Jahr




Kraftwerke

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. Hier fließt das Niederschlagswasser entweder oberirdisch in Flüssen, Bächen und Seen ab, oder es versickert im Boden und kann als Grundwasser gespeichert werden. Außerdem wird es von den Wurzeln der Pflanzen wieder aufgenommen.

Wasserversorgung für  
Haushalte und Gewerbe

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) umgesetzt.

Daneben enthält das zum 1. Januar 2014 novellierte Wassergesetz des Landes wichtige Bestimmungen zum Schutz und zur Reinhaltung der Gewässer.

Mit den Nutzungsbeschränkungen im Gewässerrandstreifen sollen die Schadstoffeinträge in die Gewässer verringert und zur Erreichung eines guten Zustandes beigetragen werden. Zudem fließen zukünftig die Einnahmen aus dem Wasserentnahmeentgelt zweckgebunden in den Gewässerschutz.

## Wichtige Bundes-, Landesgesetze und Verordnungen

### Bund:

- Wasserhaushaltsgesetz
- Oberflächengewässerverordnung
- Abwasserabgabengesetz
- Abwasserverordnung
- Grundwasserverordnung
- Verordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Trinkwasserverordnung

### Land:

- Wassergesetz für Baden-Württemberg
- Indirekteinleiterverordnung
- Eigenkontroll-Verordnung
- Schutzgebiets- und Ausgleichs-Verordnung





# Zuständigkeiten

Außerdem gibt es noch Bestimmungen in anderen Gesetzen und Verordnungen sowie Verwaltungsvorschriften und Richtlinien. 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. Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) unterstützt den wasserrechtlichen Vollzug als „Know-how-Stelle“.

## Wasserrechtsverfahren

Jede Benutzung eines Gewässers (§ 9 WHG), ob Aufstau, Entnahme oder Einleitung von Stoffen, bedarf nach dem Gesetz in der Regel einer Erlaubnis oder Bewilligung (§ 8 WHG). Damit sind den Behörden die rechtlichen Instrumente gegeben, um den Wasserhaushalt zu ordnen. Auch bedürfen zum Beispiel wasserbauliche Maßnahmen sowie der Bau und Betrieb bestimmter Anlagen einer Planfeststellung oder einer wasserrechtlichen Genehmigung. Diese Gestattungen (Erlaubnis = widerrufliche Befugnis, die befristet werden kann. Bewilligung = stets befristete Befugnis) werden auf Antrag im Rahmen eines Wasserrechtsverfahrens in der Regel durch die untere Wasserbehörde erteilt.

Mit den wasserrechtlichen Entscheidungen können Auflagen und Bedingungen festgesetzt werden. Beispielsweise darf Abwasser nur in ein Gewässer eingeleitet werden, wenn einzelne Inhaltsstoffe bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

### OBERSTE WASSERBEHÖRDE

**Ministerium für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft**

**Sitz in Stuttgart**

### HÖHERE WASSERBEHÖRDEN

**Flussgebietsbehörden**

**Regierungspräsidien  
Stuttgart Karlsruhe Freiburg Tübingen**

### UNTERE WASSERBEHÖRDEN


**35 Landratsämter  
9 Bürgermeisterämter der Stadtkreise**

### KNOW-HOW-STELLE

**Landesanstalt für Umwelt,  
Messungen und Naturschutz (LUBW)  
Sitz in Karlsruhe**



# Wasserrahmenrichtlinie

 Die am 22.12.2000 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) stellt den Gewässerschutz auf ein EU-einheitliches Fundament. Mit der Tochterrichtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik im Jahr 2008 wurden zudem EU-einheitliche Konzentrationswerte für die Beurteilung von Schadstoffbelastungen der Oberflächengewässer festgelegt. Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie sind der gute ökologische und chemische Zustand der Oberflächengewässer und der gute mengenmäßige und chemische Zustand des Grundwassers, die grundsätzlich bis Ende 2015 erreicht werden müssen. Mit der Wasserrahmenrichtlinie wird nach den vielen sektoralen Gewässerrichtlinien der Europäischen Kommission zum ersten Mal ein ganzheitlicher Ansatz verfolgt. Die Gewässer sollen flussgebietsbezogen bewirtschaftet werden, d. h. von der Quelle bis zur Mündung mit allen Zuflüssen. Zur Erreichung der Ziele wurden flussgebietsbezogene Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme aufgestellt, die mit unseren nationalen und internationalen Nachbarn koordiniert wurden.

## Vom Wasser zum Gewässer

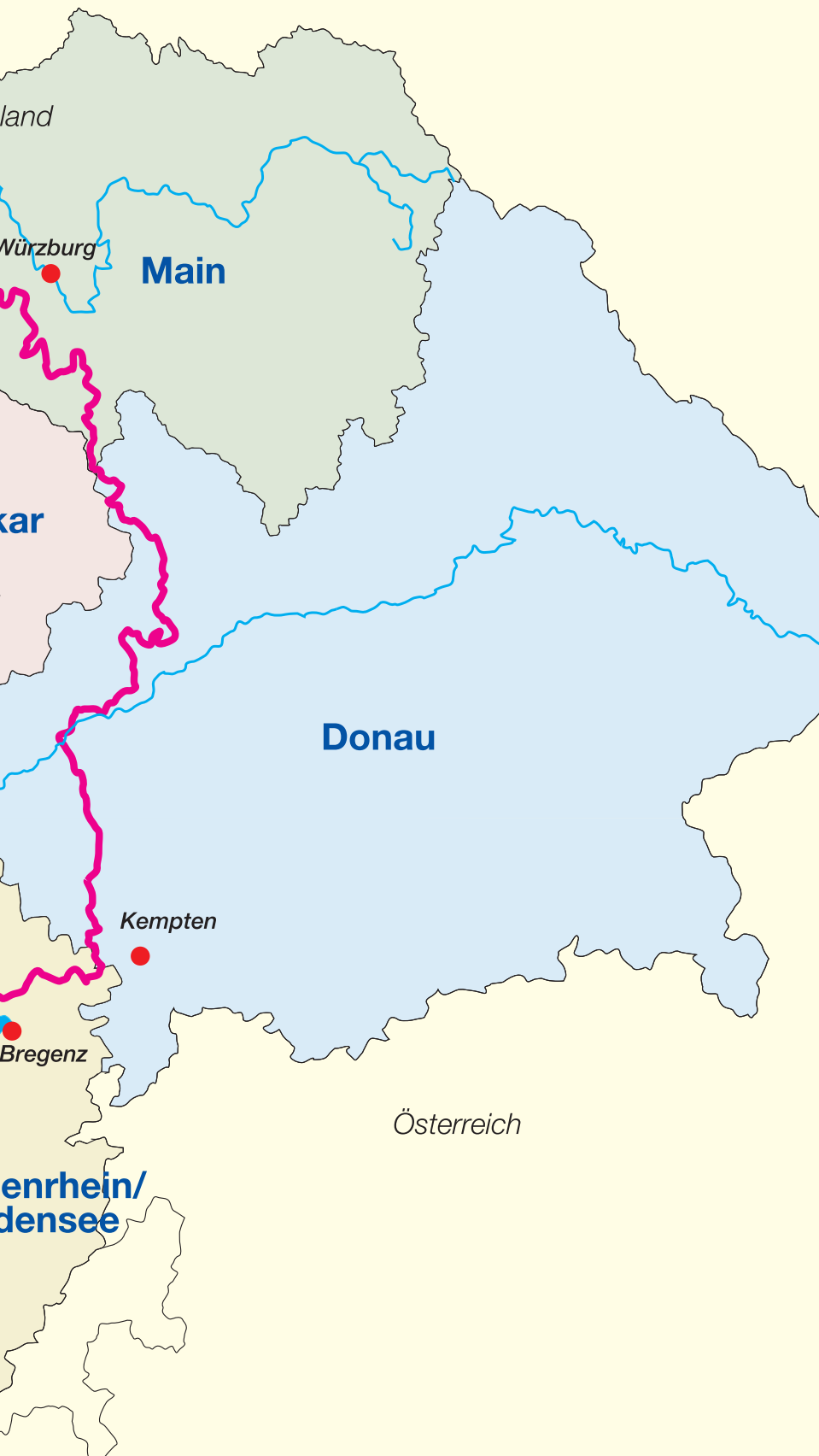
Während bisher die Gewässergüte anhand der Sauerstoffverfügbarkeit (Saprobienindex) dargestellt wurde, werden zukünftig gewässertypenspezifische Artenzusammensetzungen für Fische, Algen, Wasserpflanzen und wirbellose Gewässerorganismen definiert. Dadurch erhält der Gewässerschutz eine noch stärkere ökologische Ausrichtung und orientiert sich an detaillierten, am Vorkommen von verschiedenen Organismengruppen ausgerichteten Zielen.

## Bearbeitungsgebiete in Baden-Württemberg





# temberg



Von den (international definierten) Flussgebiets-einheiten besitzt Baden-Württemberg Anteile an Rhein und Donau. Daraus resultieren Kooperations- und Koordinierungsverpflichtungen für Baden-Württemberg mit den Staaten Österreich, Schweiz, Frankreich und den Bundesländern Rheinland-Pfalz, Hessen und Bayern. Für das Erreichen der Ziel und Kontrolle durch die EU (Berichtspflicht) besteht ein klarer Zeitplan: Nach einer international abgestimmten Bestandsaufnahme aller Belastungsfaktoren (kommunale und industrielle Punktquellen, diffuse Quellen, morphologische Veränderungen für Oberflächengewässer, flächenhafte und Punktbelastungen für Grundwasser, etc.) war bis zum 22.12.2009 ein Bewirtschaftungsplan zu erstellen. Dieser ist alle sechs Jahre fortzuschreiben. Damit soll der gute ökologische und chemische Zustand für alle Seen, Flüsse und Grundwasser bis zum 22.12.2015, spätestens aber zum 22.12.2027 flächendeckend erreicht werden. Für die Schadstoffbelastung sind dabei die Umweltqualitätsnormen von fast 200 Stoffen in der Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juli 2011 maßgebend.

Im August 2013 wurden von der EU neue Anforderungen verabschiedet: die Zahl der prioritären Schadstoffe, die für die Beurteilung des chemischen Zustands heran gezogen werden, wurde von 33 auf 45 erhöht. Die Umweltqualitätsnormen für diese neuen Stoffe sind spätestens ab 2027 einzuhalten. Weiterhin wurden die Umweltqualitätsnormen für sieben bereits geregelte Stoffe verschärft, darunter Flammschutzmittel (PBDE), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, die vor allem aus Verbrennungsprozessen und Verkehr resultieren sowie Nickel und Blei. Die Anforderungen sind bereits zum 22.12.2021 zu erfüllen.



Neckarschleife  
und Enzmündung  
bei Besigheim



Altrheinarm bei Ketsch



Bodensee





Um die Bewirtschaftung in der großen Flussgebietseinheit Rhein praxisnah zu machen, wurde das gesamte Rheineinzugsgebiet nach naturräumlichen Gegebenheiten in insgesamt 9 Bearbeitungsgebiete (Alpenrhein/Bodensee, Hochrhein, Oberrhein, Neckar, Main, Mittelrhein, Mosel/Saar, Niederrhein, Deltarhein) gegliedert. Die Umsetzung der Vorgaben erfolgt in den Bearbeitungsgebieten auf der Grundlage von Vorgaben aus der Flussgebietseinheit weitgehend selbstständig durch die beteiligten Staaten und Bundesländer.

Baden-Württemberg besitzt Anteile an den Bearbeitungsgebieten Alpenrhein/Bodensee, Hochrhein, Oberrhein, Neckar und Main (siehe Abbildung S. 8 u. 9). Auch für die Donau haben die EU-Mitgliedstaaten Österreich und Deutschland mit den Bundesländern Bayern und Baden-Württemberg beschlossen, die auf Ebene der Flussgebietseinheit erforderlichen Arbeiten gemeinsam anzugehen.

Die Regierungspräsidien (Stuttgart, Karlsruhe, Freiburg, Tübingen) haben in Baden-Württemberg die Funktion der Flussgebietsbehörden übernommen.

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

**RP Stuttgart:**

Bearbeitungsgebiete Neckar und Main

**RP Karlsruhe:**

Bearbeitungsgebiet Oberrhein

**RP Freiburg:**

Bearbeitungsgebiet Hochrhein

**RP Tübingen:**

Bearbeitungsgebiete Alpenrhein/Bodensee und Donau

Intensive Information und Anhörung der Öffentlichkeit und Förderung der aktiven Beteiligung.

Zum ersten Bewirtschaftungszyklus (2009 – 2015) wurde ein abgestimmter Bewirtschaftungsplan verabschiedet. Der Umsetzungsstand ist mittlerweile beachtlich. Er hält dem nationalen und vor allem dem internationalen Vergleich erfolgreich Stand. Trotzdem bedarf es noch erheblicher Anstrengungen, um die ambitionierten Ziele der WRRL zu erreichen. So zeigt die im Jahr 2013 erstellte neue Bestandsaufnahme im Rahmen der Gewässerbeurteilung weiterhin Defizite. Die auf Seite 9 schon erwähnten neuen Anforderungen tragen ihren Teil bei. Der Stand der Umsetzung und die Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne mit den neuen Herausforderungen sind im Internet dokumentiert:

[www.wrrl.baden-wuerttemberg.de](http://www.wrrl.baden-wuerttemberg.de)

Donautal





## Fließgewässer

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

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, Wasserhärte und Säuregrad.



Edelkrebs

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 verschiedenen Lebensansprüche können nicht alle diese Organismenarten in jedem Gewässertyp leben und sich vermehren. Viele stellen besondere Ansprüche an die Temperatur oder die Chemie des Wassers. Für einige sind ganz bestimmte 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)**

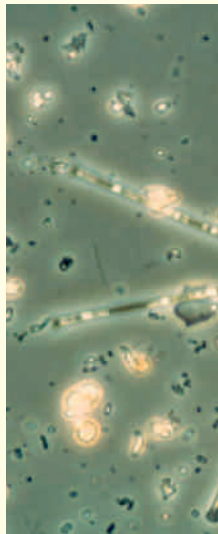
**den Reduzenten (Abbauenden)**

Zu den Produzenten gehören alle ein- und vielzellige Pflanzen mit grünem Farbstoff (Chlorophyll), aber auch die meisten nichtgrünen, durch bräunliche, rote oder blaugrüne 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 z. B. 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.

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

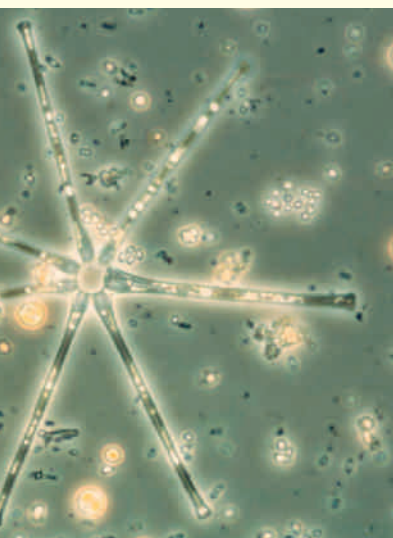
Bei den meisten Konsumenten ist die Verdauung der Pflanzen unvollständig. Die halbverdauten Nahrungsreste und die abgestorbenen Pflanzen und Tiere bilden den Nährboden der Reduzenten, die nahezu ausschließlich Bakterien und Pilze umfassen. Sie zersetzen die organischen Stoffe durch ihren Stoffwechsel wieder in die Grundbestandteile Koh-







*Döbel*



*Sternchenalge*

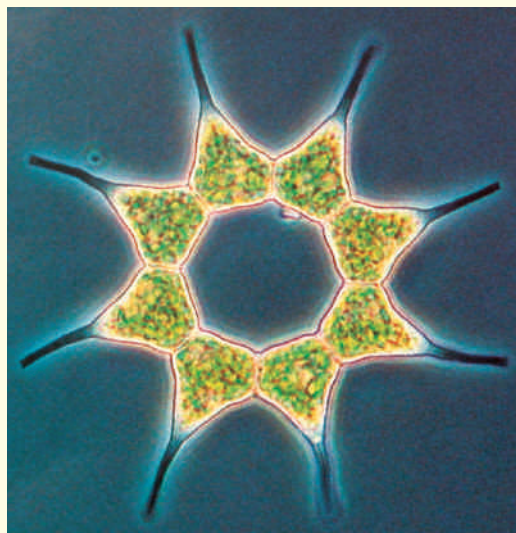


*Arملهuchteralgen*

lenstoff, Stickstoff und Wasser. Bei dieser Abbautätigkeit verbrauchen die Reduzenten Sauerstoff (aerober Abbau).

Das Verhältnis der drei Organismengruppen 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 = 11mg/l O<sub>2</sub>.



*Zackenrädchenalge*

Durch die Erwärmung des Gewässers im Mittel- und Unterlauf wird das Sauerstoff-Sättigungsvermögen vermindert. 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. In erwärmten Gewässern verschiebt sich damit das ökologische Gleichgewicht.



*Bachlandschaft*



## Stehende Gewässer

Stehende Gewässer, also Seen und Weiher, weisen durch ihren bewegungsarmen Wasserkörper physikalische Gesetzmäßigkeiten auf, die besondere ökologische Verhältnisse schaffen. Bei den tiefen Binnen-



Abb. oben:  
Illmensee, Gemeinde Illmensee,  
Landkreis Sigmaringen

Abb. mitte:  
Alter Weiher, Gemeinde Altshausen,  
Landkreis Ravensburg

Abb. unten:  
Flussbarsch

Abb. rechts:  
Zeller See, Stadt Bad Schussenried,  
Landkreis Biberach

seen, zum Beispiel dem Bodensee, bildet sich im Sommer eine über 20°C warme und bis zu 30m 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.

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.

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 Schicht.

Alle unsere 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 zum Moor.





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 auf  $6 - 7 \text{ mg}/\text{m}^3$  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 Röhrlichtzone, die je nach Jahreszeit überflutet wird oder trocken fällt, ist Lebensgrundlage für Fisch- und Vogelbrut. Durch den intensiven Abbau von organischen Stoffen in der Flachwasserzone werden die tieferen Seebereiche weniger mit schädlichen Stoffen belastet.

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 besonders schädlich. Sie stammen hauptsächlich aus Stoffwechselprodukten und aus Abschwemmungen aus den ländlichen Gebieten (Düngung).

Abb. rechts:  
In den Schilfgürteln  
liegen die Brutplätze  
der meisten Wasservögel



Abb. rechts:  
Zebramuscheln



Abb. rechts außen:  
Die Flachwasserzone  
ist die Kinderstube von  
Brütlingen und  
Jungfischen



Renaturiertes Ufer, Konstanz



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.

### **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

Wird einem Gewässer Abwasser im Übermaß 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. Das Selbstreinigungsvermögen des Gewässers ist dann erheblich beeinträchtigt. Die Mikroorganismen, die auf freien Sauerstoff im Wasser angewiesen sind, sterben ab. Dies kann dazu füh-

ren, 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.

## **Gewässergüte**

Die Güte eines Oberflächengewässers ist daran zu erkennen, in welchen Konzentrationen Schadstoffe enthalten sind, wie gut die Sauerstoffversorgung ist und welche charakteristischen Organismenarten (Indikatoren) in welcher Anzahl vorkommen. Zur Untersuchung des chemischen und physikalischen Zustands der Fließgewässer in Baden-Württemberg sind derzeit 16 Messstationen im Betrieb. In diesen Stationen werden ständig Wasserproben entnommen und auf ihre Hauptinhaltsstoffe, auf Schwermetalle und organische Einzelsubstanzen untersucht. Außerdem wird an etwa 140 weiteren Messstellen ein Untersuchungsprogramm mit monatlicher Einzelprobenahme durchgeführt. Es dient der Erfassung der Gewässerbeschaffenheit in Nebengewässern sowie der regelmäßigen Kontrolle der versauerungsgefährdeten Gewässeroberläufe des Schwarzwaldes und des Odenwaldes.

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. Dabei kommen auch kontinuierlich betriebene Biotests zum Einsatz. Daneben gibt es rund 1.100 biologische Untersuchungsstellen, an denen die Lebensgemein-



Wassergüte-Messstation  
Neckar, Stuttgart

## Anteil der untersuchten Stellen [%]

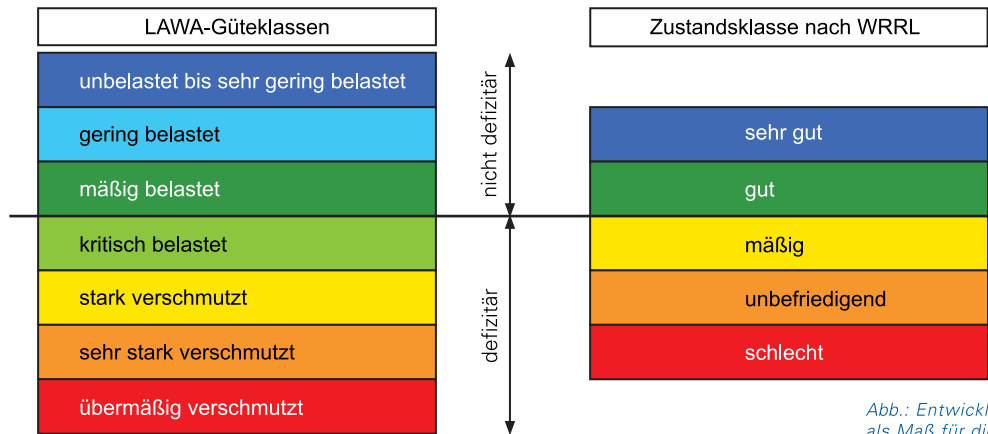
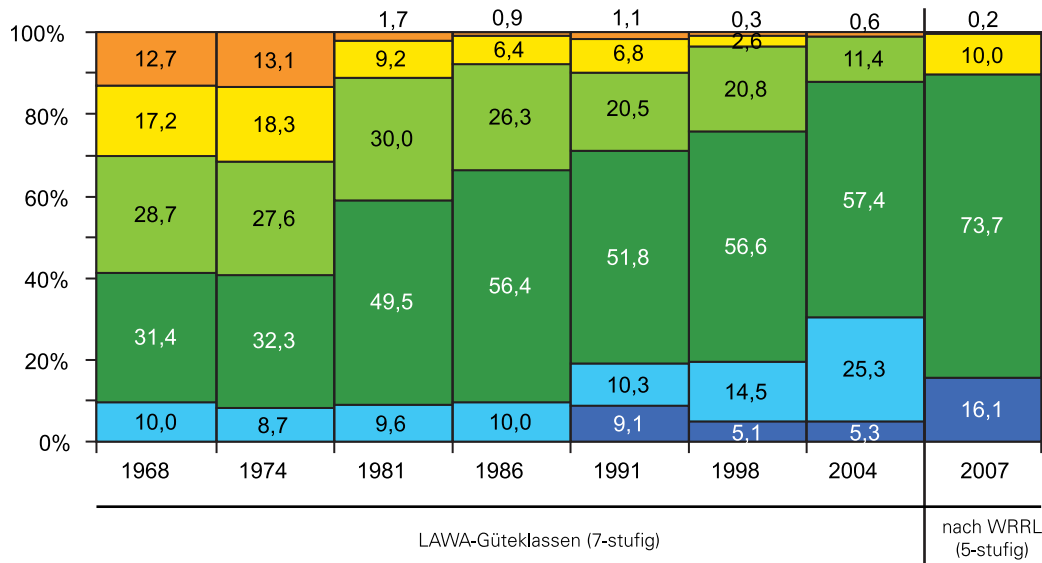


Abb.: Entwicklung der Gewässergüte als Maß für die Verschmutzung mit leicht abbaubaren Stoffen



Schlammröhrenwürmer

schaft von Tieren und Pflanzen (Biozönose) im Wasser bestimmt wird. Dieses biologische Besiedlungsbild gibt grundsätzlich Aufschluss über die langfristigen Auswirkungen aller Belastungen anhand von Indikatororganismen unabhängig von kurzzeitigen Schwankungen. Außerdem bildet es die wichtigste Grundlage für die Bewertung der Gewässer nach der Wasserrahmenrichtlinie.

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts führte die zunehmende Menge und Verschmutzung des Abwassers zu einer starken Belastung der Gewässer. Sie erreichte um 1970 ihren Höhepunkt, als zum Beispiel der Neckar teilweise übermäßig stark verschmutzt war (Klasse IV nach der damals gültigen biologischen Gewässergüteklassifizierung). Der Bau von Abwasserbehandlungsanlagen auf der Grundlage von abwassertechnischen Zielplanungen und Sanierungsprogrammen hat seither wesentliche Erfolge gebracht.



Abb. rechts:  
- Erbsenmuscheln  
- Neunauge  
- Steinfliege



Inzwischen sind in Baden-Württemberg etwa 1.000 kommunale Abwasserbehandlungsanlagen mit einer Anschlussleistung von rund 21 Millionen Einwohnerwerten in Betrieb, die das Abwasser von mehr als 99% der Bevölkerung reinigen. Die Verbesserung der Reinigungsleistung wird aus den Ergebnissen des Leistungsvergleichs deutlich, der seit 1974 jährlich durchgeführt wird. Die organische Restbelastung des gereinigten Abwassers konnte in den letzten Jahren erheblich vermindert werden. Wie die durch das Makrozoobenthos indizierte Entwicklung der Gewässergütekarte zeigt, ist die organische Belastung heute bereits an rd. 90% der über 850 Untersuchungsstellen so gering, dass der von der Wasserrahmenrichtlinie geforderte gute Zustand bezogen auf die Wasserqualität hierfür schon erreicht wird. Wenn man jedoch die Gewässerqualität mit den nach WRRL erforderlichen Gewässerbewertungen betrachtet, gibt es noch einiges zu tun.

### Gewässerbewertung nach Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Kernziel der Wasserrahmenrichtlinie ist die Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustandes für die Oberflächengewässer. Mit der Richt-

linie werden neue typenspezifische Bewertungssysteme für Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten als Nachweis für den guten ökologischen Zustand eingeführt. Dabei steht das Gewässer als Lebensraum im Vordergrund. Jedes Gewässer im natürlichen Zustand hat seinen eigenen unverwechselbaren Charakter. 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. 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. Dieses Leitbild dient als Grundlage für eine Typisierung aller Gewässer, seien es Bäche, Flüsse, Seen oder künstliche Gewässer. Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung gibt die Oberflächengewässer-Verordnung vom 20. Juli 2011 Umweltqualitätsnormen (UQN) für ca. 200 Stoffe vor. Der gute chemische Zustand ist erreicht, wenn die UQN für die 33 prioritären Stoffe eingehalten sind, die ein erhebliches Risiko für bzw. durch die aquatische Umwelt darstellen.

## Gesamt-Phosphor im Bodensee-Obersee während der Durchmischungsphase 1951 – 2014





Große Defizite liegen im Bereich der Gewässerstruktur. Sie haben ihren Ursprung im Gewässer- ausbau früherer Jahrzehnte. Der Schwerpunkt des wasserwirtschaftlichen Handelns liegt daher in der naturnahen Umgestaltung der Gewässer. Der Umgang mit der Belastung durch ubiquitäre Stoffe wird in den nächsten Jahren ein wichtiges Thema sein: Der Begriff der ubiquitären Stoffe wurde mit der Änderung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie und deren Tochterrichtlinie im Jahr 2013 eingeführt. Damit werden Stoffe bezeichnet, die aufgrund ihrer chemischen Stabilität in der Umwelt kaum abgebaut

werden und in der 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 acht ubiquitären Stoffe liegen die Umwelt- qualitätsnormen so niedrig, dass sie nicht in der Wasserphase gemessen werden können. Damit werden auch die empfindlichsten Wasserlebewesen geschützt.

Die Umweltkonzentration lässt sich z. B. über die Anreicherung in Fischen oder Muscheln bestimmen.

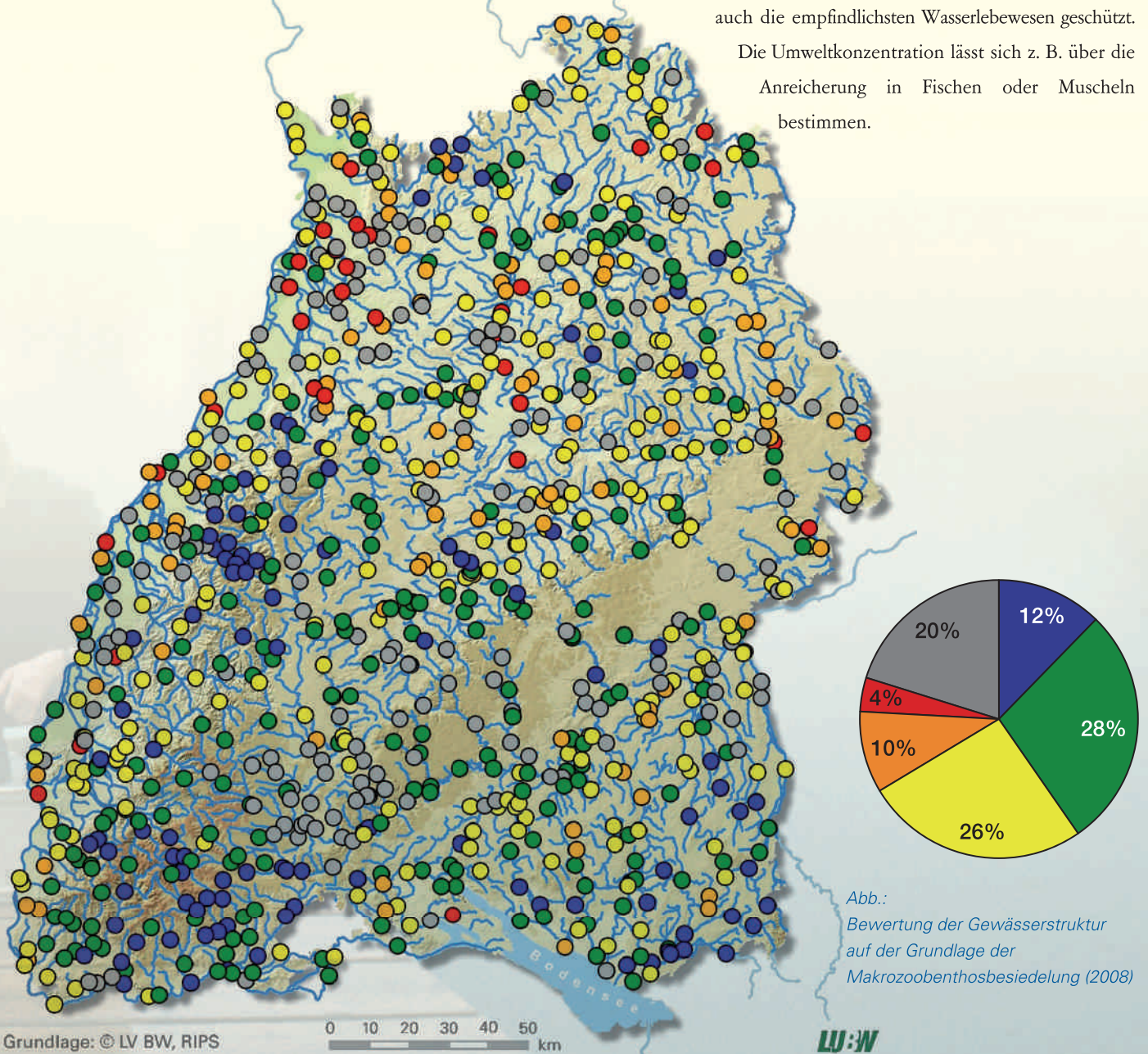



Abb.:  
Bewertung der Gewässerstruktur  
auf der Grundlage der  
Makrozoobenthosbesiedelung (2008)

Legende:





# Wasserbau Hochwasserschutz Gewässerentwicklung

 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 Ausmaße sog. Kulturbaumaßnahmen durchgeführt, wobei großräumig Überschwemmungs- und Moorgebiete 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.



Hammerschmiede am Blautopf bei Blaubeuren

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.

## Bei allen Maßnahmen müssen folgende

### Punkte berücksichtigt werden:

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

## 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- bzw. 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 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 damit das Hochwasserrisiko.

## Umgang mit Hochwasser

Hochwasser sind Naturereignisse, die immer wieder in unvorhersehbaren Zeitabständen und wechselnden Höhen auftreten. Für die vom Hochwasser Betroffenen







bedeutet Hochwasser Risiken: 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.

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. Als Teil des Flächenmanagements gelten seit der Änderung des Wassergesetzes vom 03.12.2013 alle Gebiete als Überschwemmungsgebiete, die bei einem hundertjährlichen Hochwasserereignis überschwemmt oder durchflossen werden. Hierfür bedarf es keiner förmlichen Festsetzung. Überschwemmungsgebiete sind nach Wasserhaushaltsgesetz von einer neuen Bebauung freizuhalten. Dargestellt werden die Überflutungsflächen eines zehn-, fünfzig- und hundertjährlichen 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 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 ggf. Einsatz von besonderen Erosionsschutzstreifen vermindert werden.

Maßnahmen der Hochwasservorsorge bilden durch bewusstes Handeln im Hochwasserfall, angepasstes Bauen und eine adäquate Elementarschadensabsicherung einen weiteren wichtigen Baustein zur Vermeidung und Verminderung von Hochwasserschäden.



Abb. oben mitte: Hochwasser in Bad Wimpfen am Neckar

Abb. mitte: Städte, Gemeinden, Industriegebiete und landwirtschaftliche Flächen am Oberrhein sind von Hochwasser bedroht

Abb. unten: Geschützte Ortslage Künzelsau - Morsbach am Kocher

Abb. neben: Hochwasser-Vorhersage-Zentrale Baden-Württemberg





Abb. in Reihe von oben:  
- Hochwasserrückhaltebecken  
Erzgrube-Nagoldtalsperre/Altensteig  
- Kulturwehr Kehl/Straßburg  
- Umgestaltung der alten Rench  
im Sommer 2002  
- Untere Rappenwörth-Schließe bei Karlsruhe  
- Schleuse Iffezheim

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 Gestaltung der Maßnahmen muss Beeinträchtigungen des Landschaftshaushaltes möglichst gering halten.

## **Oberrhein**

Die Rheinkorrektion 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 eine optimale Ausnutzung des vorhandenen Wasserkraftpotentials und die Verbesserung der Schifffahrt erreicht 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 bildete einen schwerwiegenden Eingriff in die

trotz des Tulla'schen Ausbaus noch weitgehend naturnahe Flusslandschaft. 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, der einem Schutz vor einem 200-jährlichen Hochwasserereignis entsprach, ist daher erklärtes Ziel einer deutsch-französischen Vereinbarung von 1982. Zur Erreichung dieses Ziels hat das Land Baden-Württemberg 13 Rückhalteräume mit zusammen rd. 167 Mio. m<sup>3</sup> zu erstellen. Daneben werden in Frankreich rd. 58 Mio. m<sup>3</sup> und in Rheinland-Pfalz rd. 62 Mio. m<sup>3</sup> Rückhaltevolumen bereitgestellt.

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 Rheinhochwassern mit geringeren Wassermengen überflutet (ökologische Flutungen). Damit werden die Voraussetzungen für aueähnliche Biotop 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.



## 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 die Aktivitäten aller Beteiligten, vom Land über die Kommunen bis zum einzelnen Bürger 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 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 Attraktivitätssteigerung 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 verstetigen.

## 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 sichern. Darüber hinaus müssen an ausgebauten Gewässern die Voraussetzungen für eine naturnahe Entwicklung geschaffen werden.

Ein wesentliches Instrumentarium zur landesweit einheitlichen und sukzessiven Umsetzung der naturnahen Entwicklung der Fließgewässer stellt die Gewässerentwicklungsplanung dar. Die Formulierung der an die örtlichen Gegebenheiten angepassten Zielvorstellungen und die Priorisierung von Maßnahmen erfolgt hierbei anhand übergeordneter fachlicher Entwicklungskonzepte durch die Wasserwirtschaftsverwaltung des Landes. Diese Konzepte können den Kommunen als Grundlage für die Aufstellung örtlicher Gewässerentwicklungspläne dienen. Seit diese Grundsätze im Jahr 1995 in das baden-württembergische Wassergesetz aufgenommen worden sind, konnten an vielen Gewässern im Land Verbesserungen zur naturnahen Entwicklung erreicht werden.

Eine auf ökologische Belange ausgerichtete Gewässerunterhaltung kann dazu beitragen, dass die Gewässer wieder naturnäher werden. Hierzu gehören Maßnahmen wie zum Beispiel das Ergänzen bzw. die Neuanlage von Gehölzstrukturen, die Ausweisung extensiv genutzter Gewässerrandstreifen sowie eine weitgehende Duldung (zum Teil auch Förderung) der Eigendynamik eines Gewässers.



Abb. in Reihe von oben:  
- Biber  
- Eisvogel  
- Ringelnatter  
- Auelandschaft am Oberrhein  
- Mäandrierender Bachlauf



## 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 gros-



ser Geländestreifen vom Uferröhricht 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.

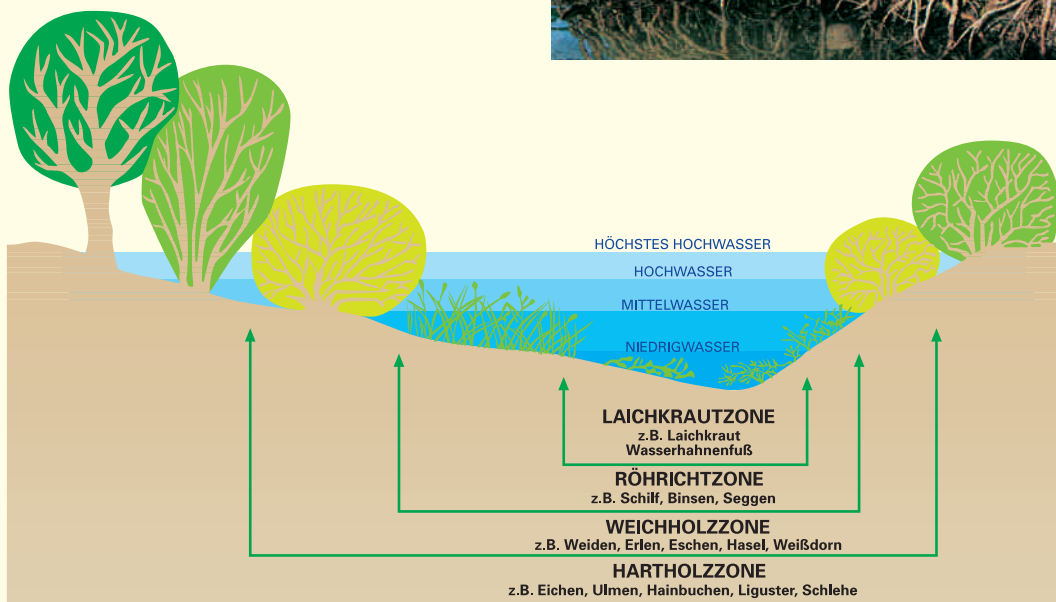


Abb. links oben:  
Schilfufer zwischen  
Untersee und Obersee  
(Bodensee)

Kleine Abb.:  
Die Wurzeln von  
Ufergehölzen sichern  
das Ufer vor Angriffen  
der Gewässerströmung

Grafik links:  
Natürliche Vegetation  
eines Flussufers







Abb. rechts oben:  
Rohrbach vor  
der Renaturierung

Abb. rechts mitte:  
Rohrbach nach  
der Renaturierung

Abb. mitte oben:  
Ufer in  
Langenargen vor  
der Renaturierung

Abb. mitte :  
Ufer in  
Langenargen nach  
der Renaturierung

Abb. links:  
Renaturiertes  
Ufer bei  
Konstanz

**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



# 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 Bewuchs und 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 Sinn des Bundesbodenschutzgesetzes 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 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 Humus er enthält. Solche Böden verringern die Gefahr, dass unerwünschte Stoffe von Pflanzen aufgenommen oder

## Wasserspeichervermögen auf einem Quadratmeter



**Braunerde-Endzina**  
Typischer Boden der Schwäbischen Alb und des Muschelkalks (Heckengäu)



**Pelosol**  
Typischer Boden im Kneuper-Knollenmergel



**Parabraunerde**  
Typischer Boden in Lößgebieten

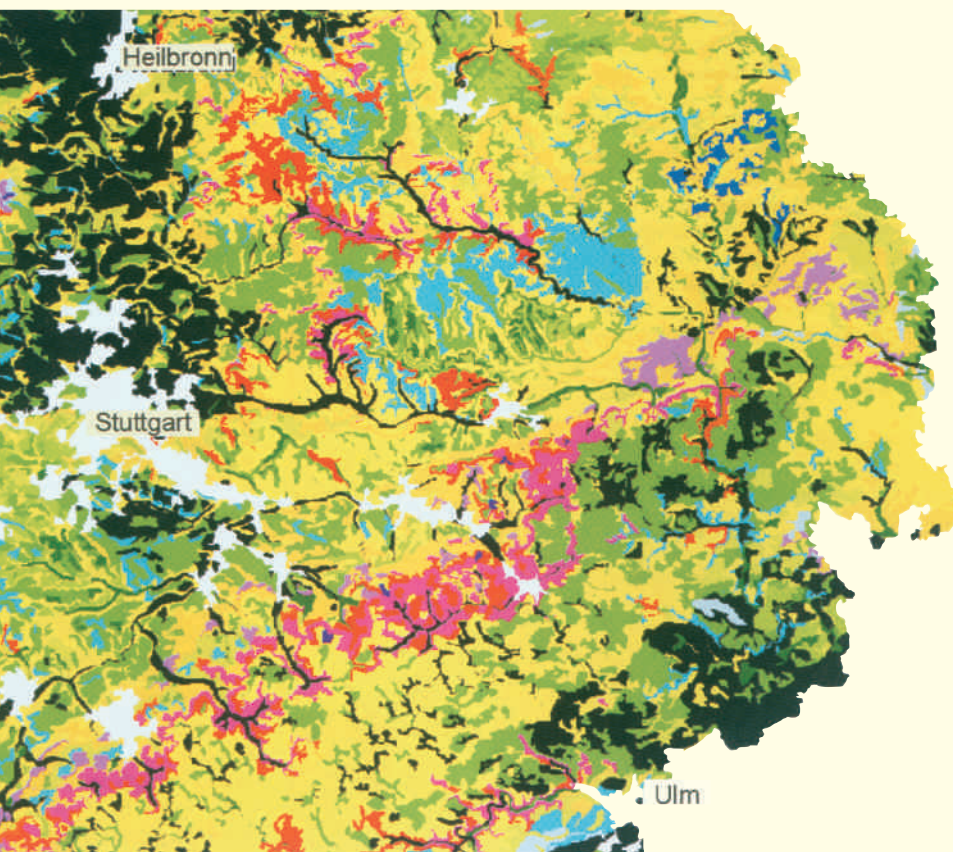


Abb. links: Böden als Ausgleichskörper im Wasserkreislauf. Die Karte zeigt die unterschiedliche Fähigkeit von Böden, durch Aufnahme und ggf. Rückhaltung von Niederschlagswasser, den Abfluss zu verzögern bzw. zu vermeiden.

Datengrundlage: Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden Württemberg  
Bodenübersichtskarte von Baden-Württemberg





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 Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) von 1998 erhielt auch das Umweltmedium Boden zum erstenmal einen bundesweit einheitlichen Schutzstatus. Im Dezember 2004 wurde er mit dem neuen Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz (LBodSchAG) ergänzt.

Böden sind über lange Zeiträume 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, ein wichtiger Aspekt bei der Grundwasserneubildung und beim Mindern der 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, 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.

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 732 Mio. Euro für die kommunale Altlastenbearbeitung zur Verfügung. Seit Beginn der Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg ist bei 17.501 Flächen die Gefährdungsabschätzung abgeschlossen. Seit 1988 konnten 3.076 Sanierungen abgeschlossen werden. Aktuell sind 603 Fälle in der Sanierung.







Hinterlassenschaften einer Industrieanlage

**Begriffe, die man nicht verwechseln sollte:**

**Altlastverdächtige Flächen** sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit besteht

**Altablagerungen** sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen und sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, früher abgelagert worden sind oder noch gelagert 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

**Altlasten** sind Altablagerungen und Altstandorte, von denen festgestellte Gefahren für den Einzelnen oder die Allgemeinheit ausgehen.

Verantwortlich sind dafür die unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden der Stadtkreise und Landratsämter die 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 erfassen.

Bis Ende 2013 haben die unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden insgesamt rund 99.000 Flächen erfasst. Davon konnten bisher rund 41.400 Fälle (42%) ohne Altlastenverdacht ausgeschieden werden. Im Altlastenkataster sind Ende 2013 16.569 Flächen (15%) als altlastverdächtig eingestuft, 2.452 Flächen (2%) stehen als Altlasten fest.

Das BBodSchG unterteilt die Gefährdungsschätzung 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 (Sanierungsuntersuchung, Sanierungsplanung) zielen in Richtung Sanierung der Altlast.

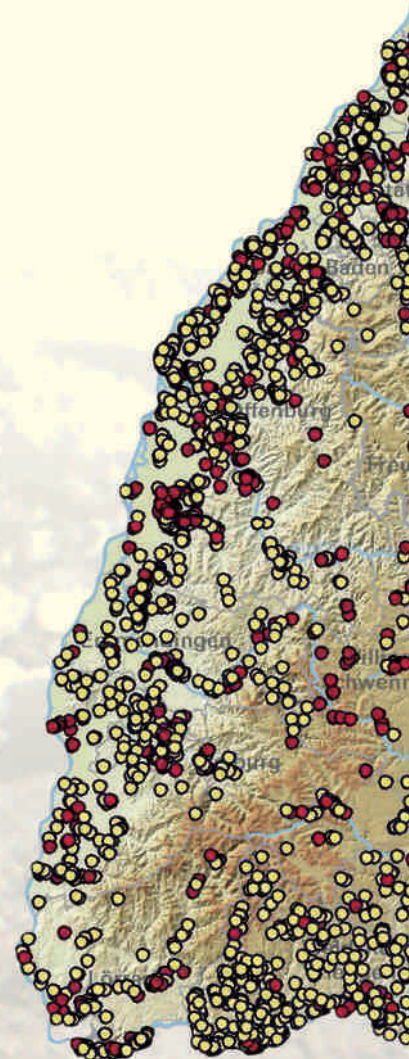
# Altlastenbear

- Altlasten (2.452)
- altlastverdächtige Flächen (14.117)

**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 altlastenrelevanten Branche angehören, als altlastverdächtige Flächen überprüft werden müssen, finden in regelmäßigen Abständen Nacherfassungen statt, um die Aktualität der Daten und damit die Planung- und Rechtsicherheit weiterhin sicherzustellen.

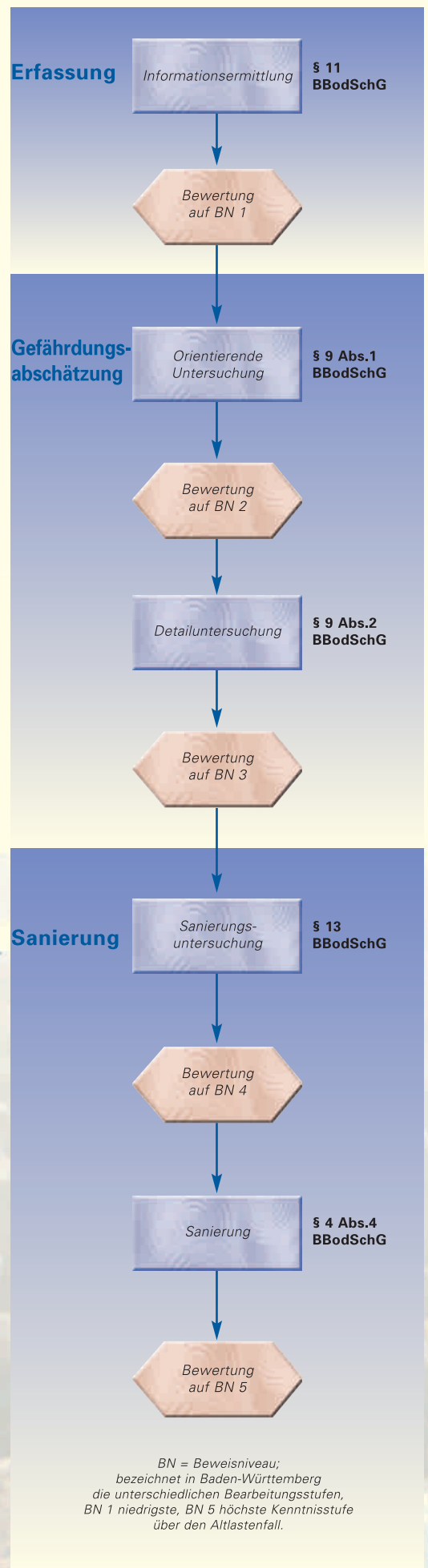
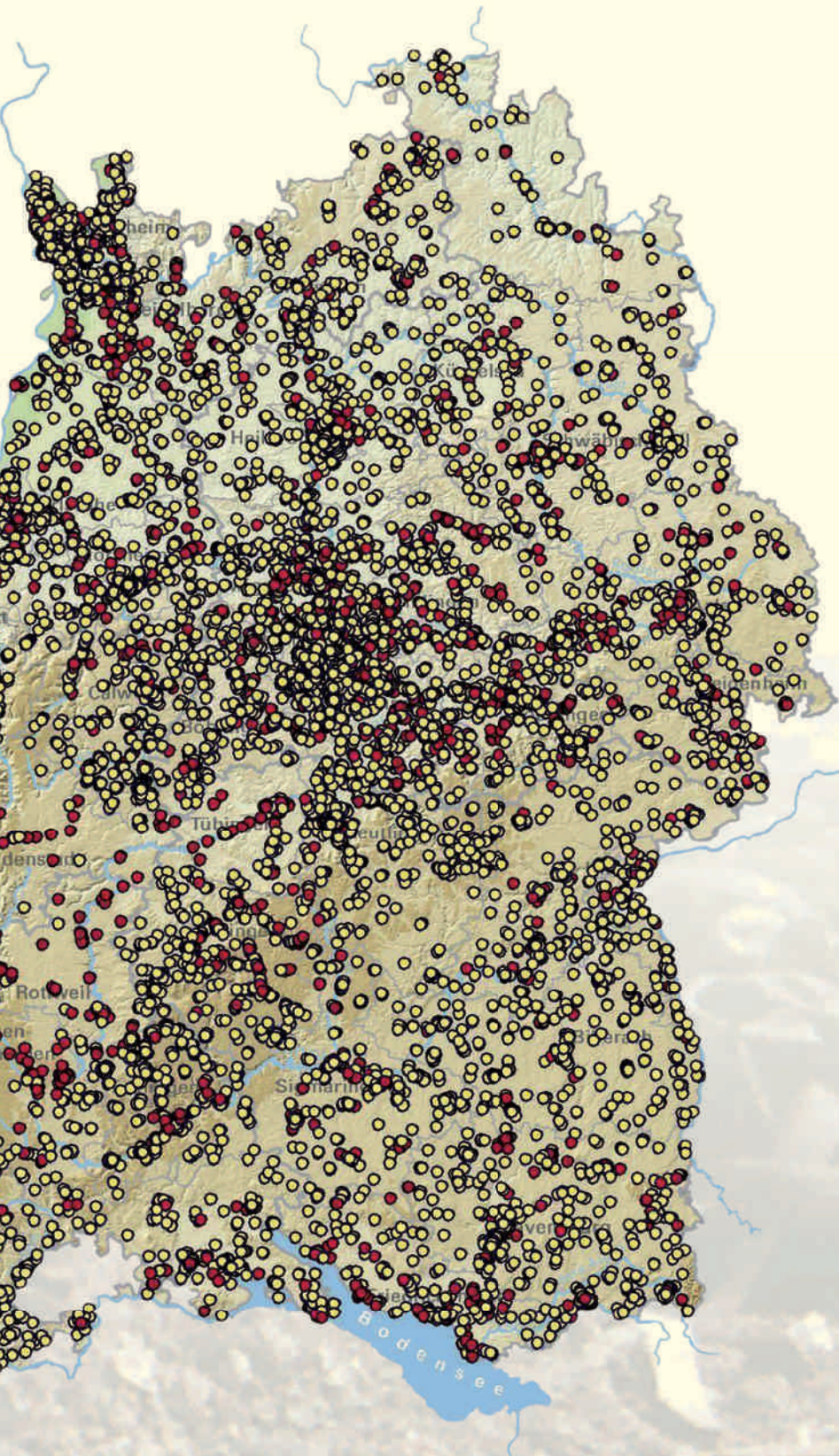
Bodensanierung in einem Wohngebiet



Grundlage: copyright LGL, BW, LUBW



# Bewertung in Baden-Württemberg





# Grundwasserschutz

## Wasserversorgung

### 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“.

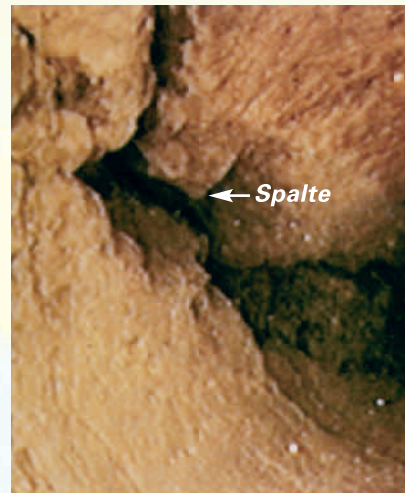
Kiesabbau



Seit langem beobachtet wird die Gefährdung des Grundwassers durch Freilegung. Wenn Kies-Sand bis zum Grundwasserspiegel ausgebaggert wird, können Schadstoffe direkt in das Grundwasser gelangen. Viele lokale Grundwasserverunreinigungen sind auch durch unsachgemäß angelegte Deponien (Altlasten) oder durch Industrieansiedlungen verursacht. Grundsätzlich stellen alle wassergefährdenden Stoffe eine beson-

dere 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 z. B. Lösemitteln, 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 merklichen Abnahme im Landesdurchschnitt seit ca. 1995 sind die Nitratgehalte in einigen Regionen des Landes nach wie vor zu hoch. Die Ursachen sind vielfältig. So können ungeordnete Abfalllagerungen (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 sein. Deshalb wurde der Grenzwert für Nitrat im Trinkwasser auf 50 mg/l festgesetzt.



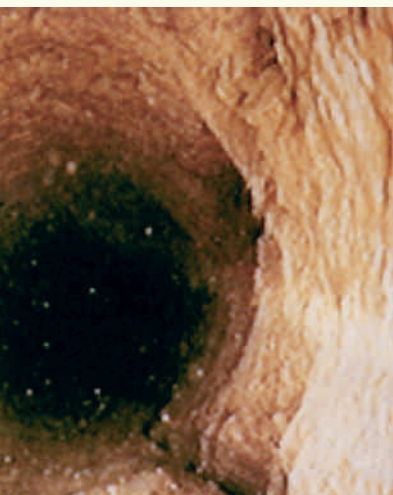
Offenes Bohrloch im Karst – im Donauried



Abb. mitte:  
Versprühen von  
Pflanzenschutzmitteln

Abb. unten:  
Gülle wird auf das  
Weideland ausgebracht





Die Belastung des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln ist insgesamt rückläufig. Dabei hat sich insbesondere das Verbot des Wirkstoffes Atrazin seit 1988 positiv ausgewirkt. Allerdings ist die Belastung des Grundwassers mit den entsprechenden Abbauprodukten immer noch vorhanden. Die langfristige Wirkung dieser Stoffe wird dadurch belegt. Deshalb wird das Grundwasser in Baden-Württemberg in regelmäßigen Zeitabständen auf Pflanzenschutzmittelwirkstoffe untersucht. Bei Bedarf werden Anwendungsverbote ausgesprochen.



## Grundwasserschutz

Ein Teil des Niederschlagswassers und des Oberflächenwassers sickert in den Boden ein und staut sich über wasserundurchlässige 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 Donau- und 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 Wasser-mangelgebiete.

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 zeitlichem und finanziellem 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.





**Das umfassende Grundwasserschutzkonzept des Landes beruht auf folgenden 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 wassergefährdenden Stoffen
- Grundsätzlich ist die Substitution von umweltgefährdenden durch umweltfreundliche Stoffe zu fordern. Dabei ist darauf zu achten, dass die Substitute 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 Bodenabdichtungen, ergriffen werden
- Dem landesweiten Betrieb eines Grundwasserbeschaffenheits-Messnetzes

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

eröffnet die Möglichkeit, das Grundwasser systematisch zu überwachen und Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit rechtzeitig zu erkennen.

**Wasserschutzgebiete**

Die öffentliche Wasserversorgung stützt sich vor allem auf Grundwasser, weil es am besten vor 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 rd. 73% aus Grund- und Quellwasser und zu rd. 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 Landwirtschaft 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.



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



Landeswasserversorgung in Langenau (LW)

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







Die SchALVO 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.

#### Die Anforderungen an die Qualität des Trinkwassers sind u.a. geregelt durch:

- Die Europäische Trinkwasserrichtlinie
- Das Lebensmittelgesetz des Bundes
- Die Trinkwasserverordnung des Bundes mit den Ausführungsbestimmungen des Landes

### 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.

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

Die Wasserversorgungsanlagen werden in der Regel von den Städten und Gemeinden betrieben. Dazu gehören Wasserfassungen, Wasseraufbereitungsanlagen, Pumpwerke, Wasserspeicher (z. B. Hochbehälter) und Verteilungsnetze.

#### Die Wasserversorgung des Landes erfolgt in drei Versorgungsebenen:

- 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%



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

Gewinnungsanteil: 19%

4 Fernwasserversorgungen stellen mit großräumigen Versorgungssystemen Zusatzwasser für Wassermangelgebiete bereit.

Gewinnungsanteil: 34%

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.

## 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 Landesinnern, vor allem im Karst der Jura- und Muschelkalkgebiete, reichen die örtlichen Wasservorkommen zur Versorgung der Bevölkerung oft nicht aus.

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 größte Fernwasserversorgung liefert Bodenseewasser bis in den nördlichsten 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 Milliarde Liter Trinkwasser täglich in die Wassermangelgebiete geleitet.

## Industrierwasserbedarf

Zur Herstellung von Waren und Gütern wird viel Wasser verbraucht.

Beispielsweise

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)

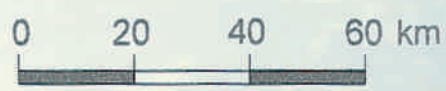


Papierherstellung



# Fernwasserversorgung in Baden-Württemberg

-  Zweckverband Landeswasserversorgung
-  Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung
-  Zweckverband Wasserversorgung Nordostwürttemberg
-  Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig







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%) und 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 1000 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.

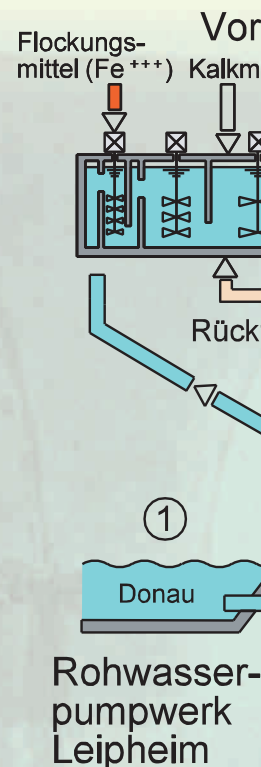
### Kühlwasser für Kraftwerke

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 seither auf ca. 3.400 Millionen m<sup>3</sup> im Jahr 2010. Als Kühlwasser wird fast ausschließlich Oberflächenwasser aus den großen Gewässern des Landes verwendet.

### 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 Langenau schematisch dargestellt. Aus der Donau bei Leipheim wird Rohwasser entnommen und durch ein Pumpwerk über eine 7km lange Leitung in das Wasserwerk gefördert. Dort wird das Flusswasser zunächst in einer Kompaktflockungsanlage mit Absetzbecken und Schlammrückführung 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, Wohnungswassermesser

Bei öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen: Verminderung des wasserwerkseigenen Verbrauchs, Vermeidung von Wasserverlusten im Verteilungsnetz

Bei der Industrie: Anwendung von wassersparenden Technologien, Kreislaufführung des Wassers

### Verwendung des Tri...



Trinken + Kochen 5 Liter (4%)



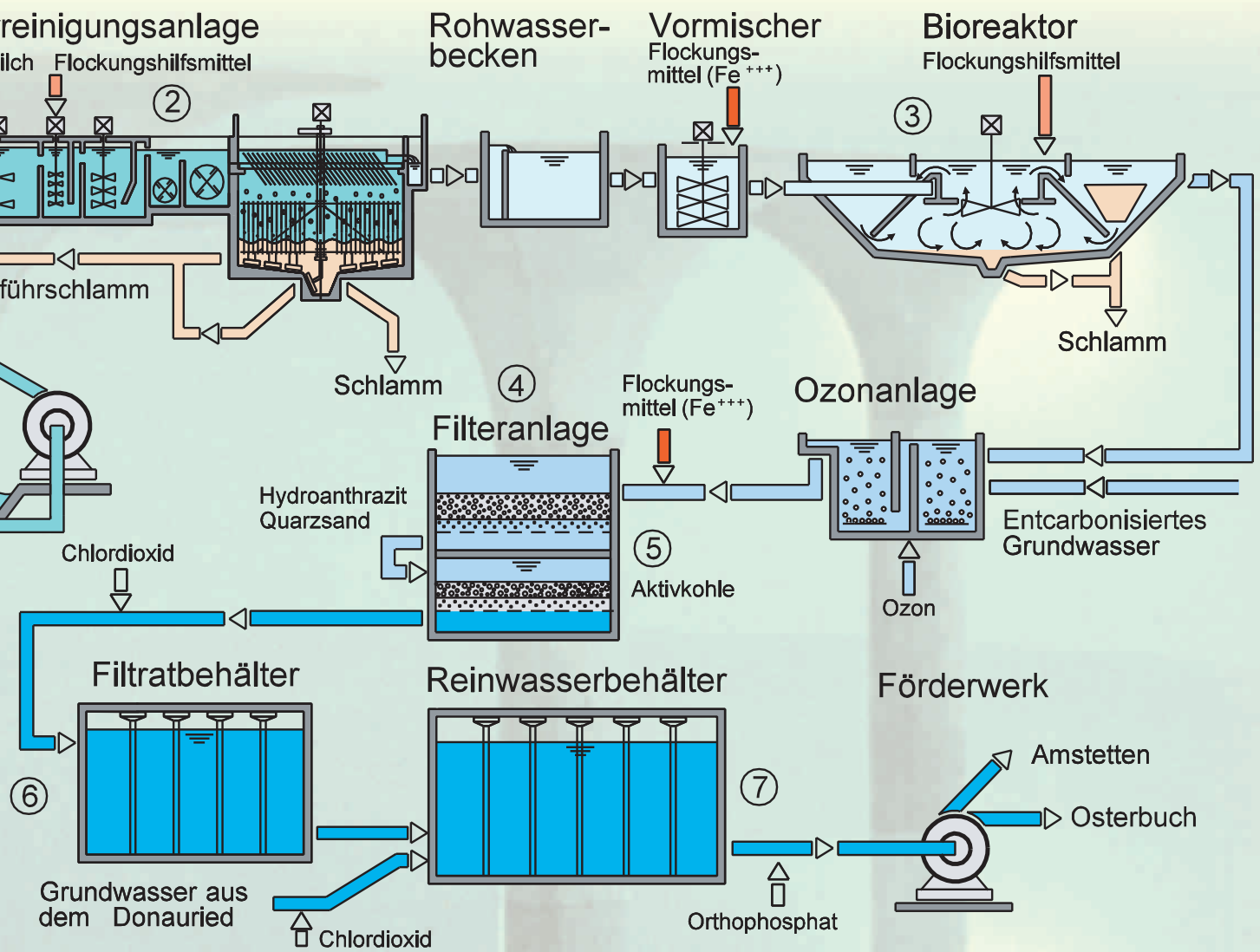
Wohnung + Auto 8 Liter (6%)



WC 40 Liter (31%)



# der Aufbereitung von Donauwasser im Wasserwerk Langenau der Landeswasserversorgung



## Wasserverbrauch im Haushalt



Geschirrspülen 9 Liter (7%)



Wäsche waschen 22 Liter (17%)



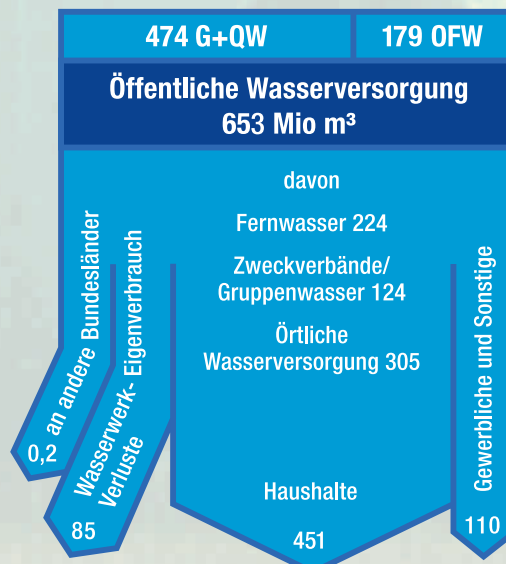
Bad + Körperpflege 45 Liter (35%)

## Wassergewinnung und Wasserabgabe an Endverbraucher

(Quelle: Statistisches Landesamt, Datenbasis 2010) Angaben in Mio. m<sup>3</sup>/jährlich

OHNE ENERGIEWIRTSCHAFT (KÜHLWASSER)

OHNE LANDWIRTSCHAFT



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



# Abwasser- beseitigung

## Abwasserbeseitigung

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

Die Verunreinigung des Wassers mit biologisch abbaubaren organischen Stoffen wird durch den Bio-Chemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB<sub>5</sub>) angegeben. Durch den BSB<sub>5</sub> wird der Bedarf an gelöstem Sauerstoff zum Abbau organischer Stoffe im Wasser durch Mikroorganismen in 5 Tagen bei 20°C gemessen. Der BSB<sub>5</sub> erfasst jedoch keine biologisch schwer oder nicht abbaubaren Stoffe. Zur Ergänzung des BSB<sub>5</sub> wird deshalb unter anderem der Chemische Sauerstoffbedarf (CSB) zur weiteren Beurteilung der Abwasserbelastung herangezogen, zu dessen Bestimmung ein chemisches Oxidationsmittel verwendet wird.

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 150 l bis 250 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 (~50m<sup>3</sup>/s).

Besondere Aufmerksamkeit wird in letzter Zeit den organischen Mikroverunreinigungen gewidmet. Hierzu zählen beispielsweise Flammschutz-, Schädlings-

bekämpfungs- und Pflanzenschutzmittel sowie Arzneimittelrückstände. Aus gewerblichen Anwendungen 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.

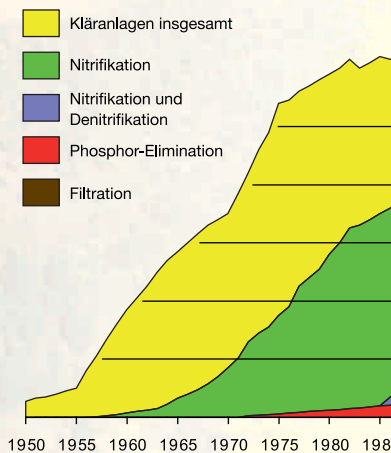
Abgänge aus Tierhaltungen und Silagesickersaft aus der Landwirtschaft sind wegen ihrer hohen Sauerstoffzehrung und ihrer Giftwirkung für Fische gefährlich und dürfen deshalb nicht in Gewässer eingeleitet werden.

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 können die Gewässer nicht in erster Linie mit sauerstoffzehrenden Stoffen belasten, sondern mit schwer abbaubaren organischen Substanzen, wie beispielsweise den Ligninsulfonsäuren aus der

## Entwicklung des kommunalen Kläranlagen



Kläranlage Mannheim

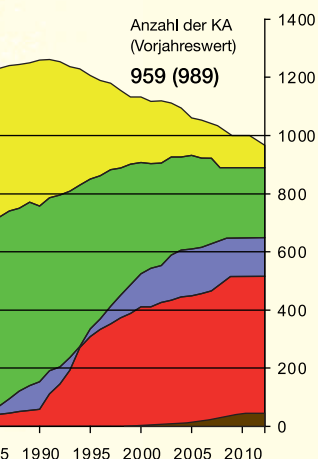


Regenwasserbehandlung, Stadt Walldüren



## Anal Kläranlagenbestandes gen und Reinigungstufen

Entwicklung der Nährstoffelimination in Baden-Württemberg  
(Quelle: DWA, Leistungsvergleich 2012)



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 Abwasser-sammlung, Regenwasserbehandlung und Abwasserreinigung. Eine optimale Abwasserbeseitigung kann nur erreicht werden, wenn diese Bereiche optimal aufeinander abgestimmt werden. Hierbei gilt der Grundsatz:

Soviel Abwasser wie möglich vermeiden.



Dies kann erreicht werden durch:

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

## 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.

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

Weil das Verhältnis von Abwasser zu Oberflächenwasser bei starken Regenfällen über 1 : 300 betragen kann und diese Wassermengen nicht wirtschaftlich der Kläranlage 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 gegenüber den auch



im Regenwasserabfluss enthaltenen Schadstoffen die Aufgabe eines Filters, Puffers und biologischen Reaktors. Bei der ökologischen Regenwasserbewirtschaftung gibt es viele Gestaltungsmöglichkeiten. Zum Beispiel können Gründächer und Zisternen zur Rückhaltung bzw. Nutzung des Regenwassers beitragen.

## 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 bei Regenwetter zeitweise vielfach höher ist, als die von häuslichem Abwasser – insbesondere zu Beginn des Regens. Deshalb müssen Regenbecken gebaut werden, in denen die hochverschmutzten Mischwassermengen sedimentiert, zwischengespeichert und nach Regenende der Kläranlage zugeleitet werden. Zur Verbesserung der Reinigungswirkung werden Retentionsbodenfilteranlagen eingesetzt. Damit kann neben der qualitativen Behandlung auch eine Rückhaltungswirkung erreicht werden.

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 Schlammbelebungsanlage. 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.

## 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.

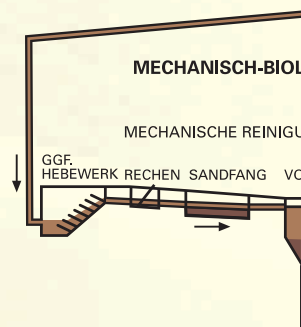
## Weitere Reinigungsstufen

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 Belastungsstoffe natürlicher Gewässer. Diese Reinigungsleistung genügt an besonders empfindlichen Gewässern nicht, um eine ausreichende Gewässergüte zu gewährleisten. Des-



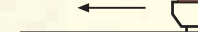
## Schema der Abwasserbehandlung

MISCHKANALISATION



SCHLAMMBEHANDLUNG

SCHLAMMABFUHR





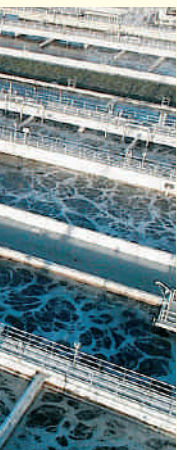


Abb. links:  
Belebungsbecken

Abb. links unten:  
Faultürme Kläranlage  
Mannheim

Abb. unten:  
Anlage zur Regen-  
wasserbehandlung  
(Retentionsboden-  
filter)

halb 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

tungsbemühungen für Nord- und Ostsee werden von deren Zuflüssen Phosphor- und Stickstoffverminderungen gefordert. Die Phosphorreduzierung wird mittlerweile bei allen größeren Kläranlagen durchgeführt. Hierzu werden die Möglichkeiten der erhöhten Phosphoraufnahme durch Bakterien (biologische Phosphorelimination) genutzt. Ergänzend werden dem Abwasser bestimmte Chemikalien zugesetzt, die Fällungs- und Flockungsreaktionen auslösen. Dadurch können die Phosphate und gelösten Reststoffe dem Abwasser entnommen werden.

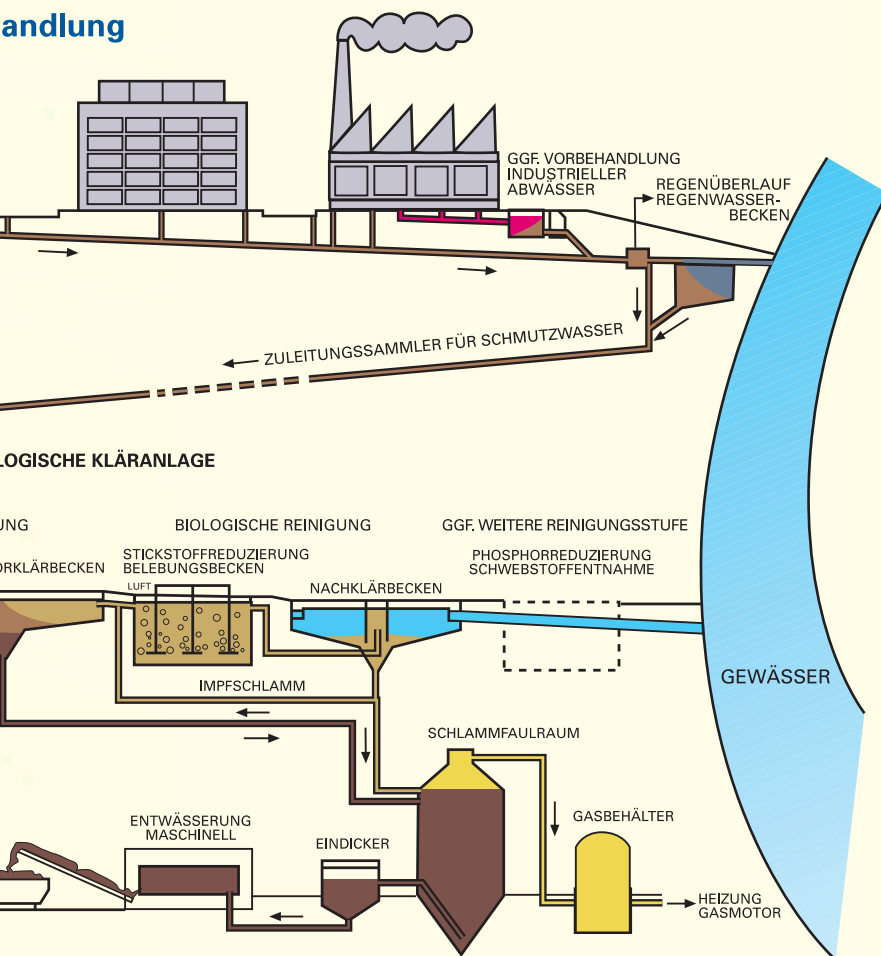
## Schwebstoffentnahme

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

## 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 Abwasserkanäle 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.



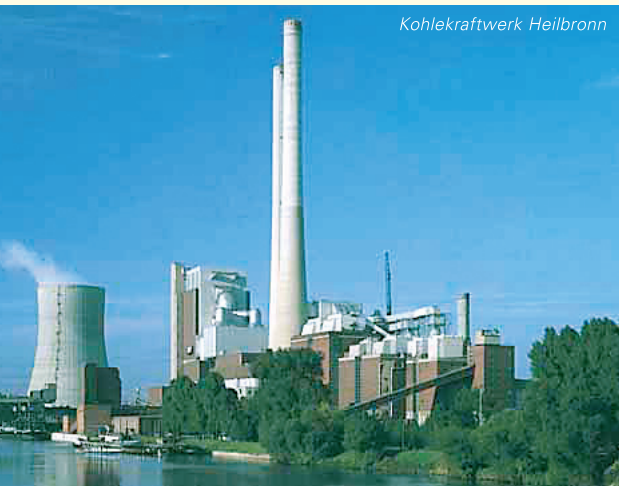
bestimmte Bakterienstämme im Wasser der Kläranlagen in Nitrat umgewandelt. Nitrat-Stickstoff wirkt allerdings als Pflanzennährstoff eutrophierend. Die Umwandlung von Nitrat in atmosphärischen Stickstoff geschieht im Prozess der Denitrifikation.

## Phosphorelimination

Im Einzugsbereich von Seen hat die Verminderung des Pflanzennährstoffs Phosphor im Abwasser besondere Bedeutung. Aber auch bei den Reinhalt-



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.



Kohlekraftwerk Heilbronn

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, neutralisiert und entschlammung werden. Manche Industriebetriebe können nicht an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossen werden. In diesen Fällen sind die Abwässer in betriebseigenen Kläranlagen zu behandeln und direkt in die Gewässer einzuleiten (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**

Wärme- und Kälteanlagen und größere Industriebetriebe führen mit ihren Kühlwassereinleitungen zu erheblichen Veränderungen der natürlichen Temperaturverhältnisse im Gewässer. Die Temperaturerhöhung bewirkt eine erhöhte Sauerstoffzehrung, insbesondere bei hoher organischer Vorbelastung und damit eine Beeinträchtigung des Gütezustandes.

Durch Wärmelastrechnungen, wie sie in Baden-Württemberg schon frühzeitig für den Rhein und den Neckar durchgeführt wurden, wird der jeweils an einem Standort zulässige Wärmeeintrag ermittelt. Die Ergebnisse der Wärmelastrechnungen an Rhein und Neckar führten zu der grundsätzlichen Forderung nach dem Bau von Kühltürmen bei neuen Kraftwerken. In den Kühltürmen wird ein großer Teil der Wärme des Kühlwassers in die Atmosphäre abgegeben. Das abgekühlte Kühlwasser kann dann wieder genutzt (Kreislaufkühlung) oder direkt in das Gewässer abgeleitet werden (Ablaufkühlung). Durch Verdunstung geht ein Teil des Kühlwassers über den Kühlturm dem Gewässer verloren. Sofern diese Verdunstungsverluste ein bestimmtes Maß überschreiten, müssen sie, insbesondere bei leistungsschwachen Gewässern, bei Niedrigwasser entweder ersetzt werden, um die übrigen Funktionen des Gewässers nicht zu gefährden oder die Kühlwasserentnahme muss verringert werden.







## 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 Auflagen und Bedingungen für alle Arten der Wassernutzung. Hierzu gehört vor allem die Überprüfung von Abwasserbehandlungsanlagen und die Überwachung der Ablaufwerte von Abwasserreinigungsanlagen. Es werden regelmäßig Wasserproben entnommen und untersucht. Die amtli-

che Überwachung wird ergänzt durch die Eigenkontrolle der Betreiber der Anlagen.

Darüber hinaus erfassen die Behörden auch 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.



Abb. mitte oben:  
Gemeinschaftskernkraftwerk  
Neckarwestheim

Abb. rechts oben:  
Forschungsschiff  
Kormoran auf dem  
Bodensee

Abb. rechts unten:  
Datenbeobachtung  
im Forschungsschiff

Im Untersuchungslabor,  
ausgewählte Vertreter  
des Zooplanktons im  
Bodensee

Daphnia

Diaphanosoma



**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: Bruno Blattner,  
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg,

Konzeption/  
Gestaltung: Rupert Mattern, Werbe- und PR-Beratung / [rupert.mattern@t-online.de](mailto:rupert.mattern@t-online.de)

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

Bildquellen: Abwasserzweckverband Altensteig, Altensteig (S. 22)  
Blattner, Ministerium für Umwelt, Naturschutz und  
Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart (Titelfoto, S. 15, 24, 25)  
DWA Landesverband Baden-Württemberg (S. 38/39)  
EnBW Kraftwerke AG, Stuttgart (S. 22, 42/43)  
Fischereiforschungsstelle, Langenargen (S. 17)  
Gaukler (S. 43)  
Gemeinde Walldürn (S. 38/39, 40/41)  
Hydra, Büro Peter Rey, Konstanz (S. 12 12/13, 14, 15, 23, 42)  
IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH, Heidelberg (S. 28)  
Institut für Seenforschung, Langenargen (S. 12/13, 13, 42, 43)  
Kessler Mediadesign, Grasellenbach (S. 13 Corel Corporation, 31)  
Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe (S. 16, 28, 31)  
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg (S. 19)  
Maerzke, Leonberg (S. 23)  
Proregio Oberschwaben, Ravensburg/Frank Hofmann (S.14, 15)  
Regierungspräsidium Freiburg,  
(frühere Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein) (S. 20/21, 22)  
Regierungspräsidium Karlsruhe,  
(frühere Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein) (S. 22)  
Regierungspräsidium Tübingen  
(frühere Gewässerdirektion Donau/Bodensee) (S. 23)  
Schmidtko (Grafik S. 4/5, 6/7)  
Schwab, Bad Wimpfen (S. 20/21)  
Stadt Besigheim (S. 10)  
Stanko Petek, Radolfzell (S. 10)  
Stadtentwässerung Mannheim, (S. 38/39, 40, 40/41)  
Thielcke, Deutsche Umwelthilfe, Radolfzell (S. 11)  
Trautmann/Proregio Oberschwaben, Ravensburg (S. 25)  
Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Bonn (S. 34)  
Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung, Stuttgart (S. 32/33)  
Zweckverband Wasserversorgung Kleine Kinzig, Alpirsbach (S. 32/33)  
Zweckverband Landeswasserversorgung, Stuttgart (S. 20, 30/31, 32/33, 36)

1. Auflage: Juli 2005 / 10.000 Exemplare  
2. Auflage: November 2006 / 10.000 Exemplare  
3. Auflage: Dezember 2010 / 5.000 Exemplare  
4. Auflage: September 2014 / 3.000 Exemplare

Alle Rechte vorbehalten

Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger  
Genehmigung des Herausgebers



**Baden-Württemberg**

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

