



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration de la gestion de l'eau



Eist **WAASSER**



VORWORT

Im Jahre 2003, als die letzte Neuauflage der Informationsbroschüre „Eist Waasser“ vom Innenministerium herausgegeben wurde, hat die 58. Generalversammlung der Vereinten Nationen den Zeitraum 2005 bis 2015 zum Internationalen Aktionsjahrzehnt „Water for Life“ ausgerufen. Das Aktionsjahrzehnt hat das Ziel, weltweit Entscheidungsträger und die breite Öffentlichkeit für Wasserthemen zu sensibilisieren und die Aufmerksamkeit auf zentrale Themen wie Wasserknappheit, Zugang zu Trinkwasser und sanitären Einrichtungen, integriertes Wasserressourcenmanagement, grenzüberschreitende Fragen, Umwelt und biologische Vielfalt, Katastrophenvorsorge, Ernährung und Landwirtschaft, Wasserverschmutzung und Energieerzeugung zu lenken.

Während verschiedene dieser Themen vor allem im Rahmen der internationalen Entwicklungszusammenarbeit von Bedeutung sind, richtet sich in Luxemburg das Augenmerk insbesondere auf integriertes Wasserressourcenmanagement, Gewässerschutz und den Erhalt des Lebensraums Wasser. Die Herausforderungen in dem Bereich sind enorm und bedeutende Anstrengungen wurden in den vergangenen zehn Jahren unternommen, um eine nachhaltige Wasserwirtschaft sicherzustellen.

So wurde im Jahre 2004 die Wasserwirtschaftsverwaltung ins Leben gerufen, welche alle Kompetenzen im Bereich Wasserwirtschaft bündelt, die zuvor von verschiedenen Ministerien und Verwaltungen wahrgenommen wurden. Die europäische Wasserrahmenrichtlinie wurde in nationales Recht umgesetzt, mit dem Ziel, alle Oberflächengewässer und Grundwasserkörper bis spätestens 2027 in einen guten chemischen und ökologischen Zustand zu versetzen. Renaturierungen und Investitionsprogramme zum Bau von Abwasserinfrastrukturen sollen dazu beitragen, unsere Wasserläufe wieder in einen naturnahen Zustand zu versetzen und die Qualität der Gewässer zu verbessern.

Auch in den kommenden Jahren müssen weitere Anstrengungen unternommen werden, um die Zielsetzungen der Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen. Der Schutz unserer Trinkwasserquellen steht hierbei im Vordergrund. Bis zum Jahre 2015 sollen alle Trinkwasserschutzzonen ausgewiesen sein. Die Arbeiten hierzu laufen auf Hochtouren und die ersten großherzoglichen Verordnungen sind auf dem Instanzenweg. Ebenso stehen die Hochwassergefahrenkarten und Hochwasserrisikokarten vor ihrer Fertigstellung, um somit den Bürgern eine noch bessere und komplettere Information zum Thema Hochwasserschutz zu bieten.

Die Bürgerbeteiligung ist eine der Säulen der europäischen und nationalen Wasserpolitik. Beispielhaft zeigen die über 300 schriftlichen Stellungnahmen im Rahmen der Hochwasserkartierung, wie die betroffenen Bürger sich konkret in die nationalen Planungen im Bereich der Wasserwirtschaft einbringen und diese zu verbessern helfen können. Darüber hinaus wurden in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Flusspartnerschaften ins Leben gerufen, welche auf lokaler und regionaler Ebene einen nützlichen Beitrag bei der Sensibilisierung und Information der Bürger zum Thema Gewässerschutz leisten.

Auf internationaler Ebene haben die Vereinten Nationen das Jahr 2013 zum "Jahr der Wasserkoooperation" erklärt. Im Bereich der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit pflegt Luxemburg eine Jahrzehnte währende Tradition. Das Großherzogtum ist Gründungsmitglied der seit über 50 Jahren existierenden Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) sowie der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (IKSR).

Die Neuauflage der Informationsbroschüre „Eist Waasser“ bietet ausführliche und interessante Informationen zu den Eigenschaften des Wassers, sämtlichen Stationen des natürlichen und urbanen Wasserkreislaufes, zum Thema Hochwasser und Hochwasserrisikomanagement sowie zur Organisation der Wasserwirtschaft Luxemburgs im europäischen Kontext.



Ich wünsche mir, dass diese Broschüre dazu beiträgt, bei den Leserinnen und Lesern ein besseres Verständnis der Notwendigkeit einer verantwortungsbewussten und nachhaltigen Bewirtschaftung unserer Wasserressourcen herbeizuführen und somit sicherstellt, dass auch die kommenden Generationen sich an einer intakten Natur sowie an sauberem Wasser erfreuen können.

Jean-Marie Halsdorf

Minister für Inneres und für die Großregion

Inhalt

WASSER - DER STOFF AUS DEM LEBEN IST

WASSER IST LEBEN 9

WASSER EIN EIGENARTIGER STOFF 10

Wasser in verschiedenen Formen -	
Die Aggregatzustände des Wassers.....	11
Warum schwimmt Eis auf dem Wasser? -	
Die Dichteanomalie des Wassers.....	12
Warum spendet Wasser Wärme? -	
Die Wärmespeicherfähigkeit des Wassers.....	13
Warum dehnt sich Eis aus? -	
Die Sprengkraft von Eis.....	13
Wasser als Lösungsmittel.....	13

DER NATÜRLICHE WASSERKREISLAUF

WASSER AUF DER RUNDREISE 14

Das Wasser der Erde -
Die Hydrosphäre 14

DER NATÜRLICHE WASSERKREISLAUF 19

NIEDERSCHLAG IN LUXEMBURG 20

DAS GRUNDWASSER..... 21

Grundwasser
und Grundwasserleiter 21

Grundwasser in Gefahr 22
Die Gefährdung des Grundwassers
durch Pflanzenschutzmittel und Nitrate 22
Wie schädlich sind Nitrate? 24
Der Grundwasserschutz 24

DAS OBERFLÄCHENWASSER 25

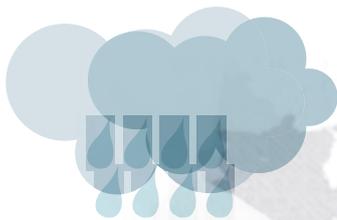
Die Fischregionen -
Einteilung der Fließgewässer 26
Die Fischregionen der
Fließgewässer 28
Renaturierung der Fließgewässer 29
Die Eutrophierung -
Ein Teufelskreis 30

EINFLÜSSE DES MENSCHEN AUF DEN
NATÜRLICHEN WASSERKREISLAUF 33

DER URBANE WASSERKREISLAUF

UNSER TÄGLICH' WASSER 37

DIE TRINKWASSERVERSORGUNG
IN LUXEMBURG 38



Die Rolle der Gemeinden
bei der Trinkwasserversorgung.....38

DIE GEWINNUNG UNSERES TRINKWASSERS.....40

Die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser40
Die Grundwasserfassung.....42
Die Aufbereitung des
Grundwassers43
Die Trinkwassergewinnung
aus Oberflächenwasser.....44
Die Beschaffenheit des
Stauseewassers.....44
Aufbereitungsprozess des Stauseewassers
Die Trinkwassergewinnungsanlage des SEBES -
Syndicat des Eaux du Barrage d'Esch-sur-Sûre....46

TRINKWASSER – EIN KOSTBARES UND STRENG KONTROLLIERTES LEBENSMITTEL50

Wann ist Wasser Trinkwasser? –
Anforderungen an das Trinkwasser50
Die Wasserhärte –
Weiches und hartes Wasser.....51
Die Wasserentkalkung zu Hause53
Der Trinkwasserverbrauch.....54

TRINKWASSERSCHUTZGEBIETE55

Die Schutzzone I –
Der Fassungsereich55
Die Schutzzone II –
Die engere Schutzzone56
Die Schutzzone III –
Die weitere Schutzzone.....56

ABWASSERWASSERBELASTUNG UND SELBSTREINIGUNG DER GEWÄSSER57

Die Abwasserentsorgung in Luxemburg57

DIE ABWASSERLASTEN.....61

DIE ABWASSERARTEN.....63

Häusliches Abwasser (Sanitärabwasser).....63
Industrielles und gewerbliches Abwasser63
Fremdwasser63

Kühlwasser.....63

DIE ABWASSERSYSTEME – DAS MISCH- UND DAS TRENNSYSTEM64

Das Mischsystem64
Das Trennsystem.....65

DIE KOMMUNALE ABWASSERBEHANDLUNG66

Die mechanische Reinigung68
Die biologische Reinigung.....69
Die weitergehende Reinigung.....70
Die Einleitung in ein Gewässer71
Die Schlammbehandlung und -verwertung72

MIKROVERUNREINIGUNGEN – EIN PROBLEM MIT WACHSENDE BEDEUTUNG.....73

HOCHWASSER – MIT DEM WASSER LEBEN

HOCHWASSER-EIN NATUREREIGNIS.....75

HOCHWASSER–EINE KATASTROPHE?.....76

EINFLÜSSE DES MENSCHEN AUF NATÜRLICHE HOCHWASSEREREIGNISSE.....77

DIE HOCHWASSERRISIKO- MANAGEMENTRICHTLINIE78

Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos.....79
Hochwassergefahren-
und Hochwasserrisikokarten79

MASSNAHMEN ZUM VORSORGENDEN HOCHWASSERSCHUTZ.....82

Hochwasserrisikomanagementpläne82
Technischer Hochwasserschutz.....83
Ökologischer Hochwasserschutz84
Vorbeugende Maßnahmen.....85
Hochwasservorhersage- und -warnsysteme.....86



HOCHWASSERPARTNERSCHAFTEN87

HYDROLOGISCHE MESSMETHODEN88

- Die Wasserstandsmessung.....88
- Die Abflussmessung.....88
- Die Wasserstand-Durchfluss-Beziehung89

DIE EUROPÄISCHE
WASSERRAHMENRICHTLINIE 

DIE EUROPÄISCHE
WASSERRAHMENRICHTLINIE.....91

EINTEILUNG DER
GEWÄSSER NACH DER WRRL91

UMWELTZIELE DER WRRL
UND AUSNAHMEREGLUNGEN93

- Zeitplan zur Erreichung der Umweltziele93
- Ausnahmereglungen der WRRL94

DIE BESTANDSAUFNAHME.....95

DIE ÜBERWACHUNG DER GEWÄSSER95

DIE KLASSIFIZIERUNG DER WASSERKÖRPER.....97

- Bewertung der natürlichen
Oberflächenwasserkörper.....97
- Der chemische Zustand
der natürlichen Oberflächenwasserkörper97
- Der ökologische Zustand
der natürlichen Oberflächenwasserkörper97
- Die Gesamtzustandsbewertung
der natürlichen Oberflächenwasserkörper99
- Bewertung der Grundwasserkörper 100
- Der mengenmäßige Zustand
der Grundwasserkörper 100
- Der chemische Zustand
der Grundwasserkörper 100
- Die Gesamtzustandsbewertung
der Grundwasserkörper 101

DER BEWIRTSCHAFTUNGSPLAN 102

- Das Beispiel der internationalen
Flussgebietseinheit Rhein..... 102

DIE MASSNAHMENPROGRAMME 104

- Das luxemburgische Maßnahmenprogramm
und die Einschätzung der Zielerreichung 104
- Das Beispiel der Wiederherstellung
der Fischdurchgängigkeit..... 106

INFORMATION UND ANHÖRUNG
DER ÖFFENTLICHKEIT..... 107

DER KOSTENDECKENDE WASSERPREIS..... 108



DIE ADMINISTRATION
DE LA GESTION DE L'EAU 

DIE GRÜNDUNG DER ADMINISTRATION
DE LA GESTION DE L'EAU..... 111

DIE AUFGABEN DER
WASSERWIRTSCHAFTSVERWALTUNG 111

NATIONALE GESETZE
UND VORSCHRIFTEN IM BEREICH WASSER..... 112

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT 113

- Internationale Kommission
zum Schutz des Rheins (IKSR) 114
- Internationale Kommissionen zum Schutze
der Mosel und der Saar (IKSMS)..... 114
- Internationale Maaskommission (IMK)..... 115

INDEX.....116

2/3



Wasser – der Stoff aus dem **LEBEN** ist

WASSER IST LEBEN

Alle Lebewesen und somit auch wir Menschen bestehen hauptsächlich aus Wasser. Der Wassergehalt des menschlichen Körpers macht durchschnittlich ca. zwei Drittel seines Gewichtes aus. Bei gallertartigen Wassertieren wie den Quallen beträgt der Wasseranteil sogar bis zu 99 % der Körpermasse.

Durch Atmung und Ausscheidungen, wie z. B. Schweiß, Harn und Kot, scheidet unser Körper ständig Wasser aus und verliert selbst beim Schlafen etwa 0,2 Liter Wasser. Um die Wasserverluste zu decken, benötigt der Mensch je nach körperlicher Aktivität zwischen 2 und 4 Liter Flüssigkeit pro Tag. Diese Menge erhalten wir hauptsächlich über Getränke und Speisen, die wir zu uns nehmen. Zudem produziert der Körper bei der Nährstoffverbrennung sogenanntes Oxidationswasser.



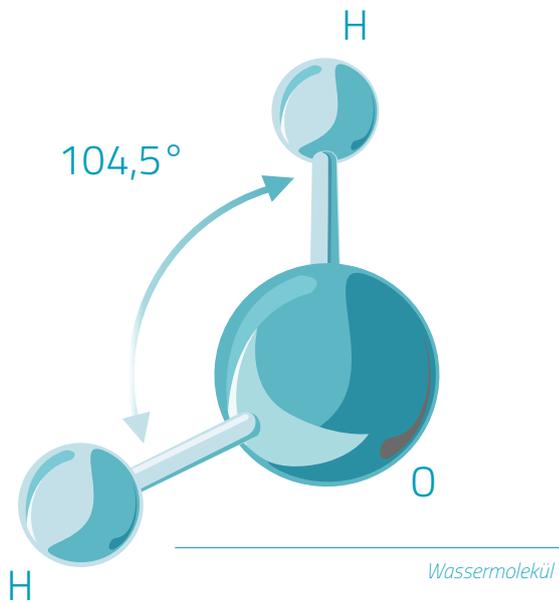
2-4 LITER

*FLÜSSIGKEIT BRAUCHT
DER MENSCH PRO TAG*

Da der Stoffwechsel nur funktioniert, wenn der Körper über eine ausreichende Menge an Wasser verfügt, kann ein Mensch ohne Wasser in der Regel höchstens vier Tage überleben. Ohne feste Nahrung kann er jedoch über einen längeren Zeitraum hinweg auskommen. Wasser ist demnach die Quelle des Lebens.

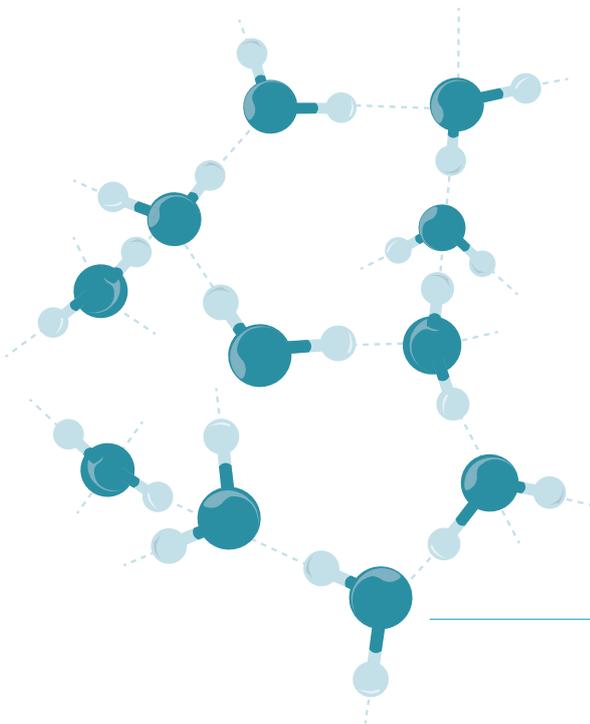


WASSER - EIN EIGENARTIGER STOFF



Aus chemischer Sicht ist Wasser kein Element, sondern eine Verbindung der Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Ein Wassermolekül besteht aus zwei Wasserstoffatomen (H) und einem Sauerstoffatom (O) und besitzt daher die chemische Formel H_2O . Wassermoleküle sind nicht linear aufgebaut, sondern in der Form eines Dreiecks oder V's angelegt, mit dem Sauerstoffatom im Zentrum und den beiden Wasserstoffatomen an den Enden. Der Bindungswinkel zwischen den beiden Wasserstoffatomen beträgt exakt $104,5^\circ$.

Global gesehen ist ein Wassermolekül elektrisch neutral. Da die Elektronegativität von Sauerstoff jedoch größer ist, als die von Wasserstoff, werden die Elektronen der beiden O-H Bindungen zum Sauerstoffatom hingezogen. Auf Grund dieser Elektronenanziehung hat das Sauerstoffatom eine negative und die beiden Wasserstoffatome haben eine positive Teilladung. Zwischen den einzelnen teilgeladenen Wassermolekülen können somit sogenannte Wasserstoffbrückenbindungen gebildet werden. Dabei „bindet“ sich ein Wasserstoffatom eines Wassermoleküls an das Sauerstoffatom eines anderen. Solche Wasserstoffbrückenbindungen sind jedoch keine festen Bindungen und bestehen immer nur für kurze Zeit, sodass sie relativ leicht zu lösen sind. Die Wasserstoffbrückenbindungen bilden sich nicht nur zwischen zwei Wassermolekülen, sondern zwischen mehreren Wassermolekülen, wodurch größere, dreidimensionale Einheiten, sogenannte Cluster, entstehen.



>100 °C*Wasser in seinen drei Aggregatzuständen*

Wasser in verschiedenen Formen - Die Aggregatzustände des Wassers

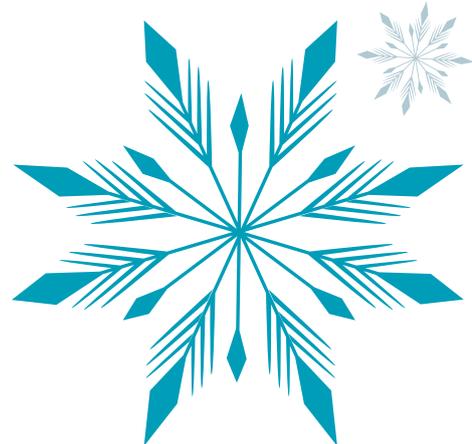
Wasser ist der einzige Stoff, der auf der Erde von Natur aus in allen drei Aggregatzuständen vorkommt:

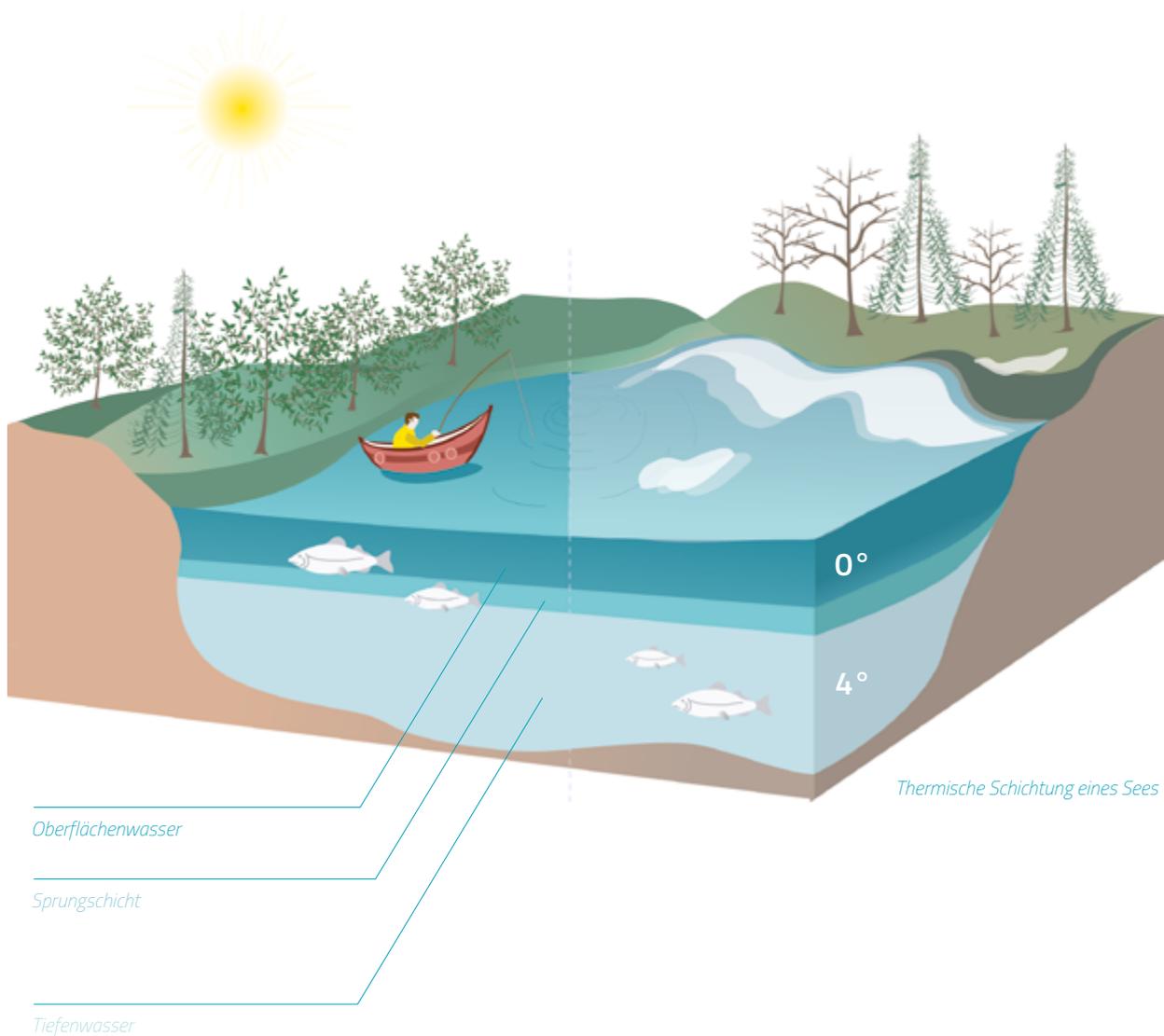
GASFÖRMIG (>100 °C) : als Wasserdampf

FLÜSSIG (0 - 100 °C): in Form von Grundwasser oder Oberflächenwasser sowie Regen, Tau oder Nebel

FEST (< 0 °C) : als Schnee, Eis, Hagel oder Graupel

In welchem Aggregatzustand Wasser vorliegt, hängt allein vom Druck und der Temperatur ab. Verglichen mit Stoffen, die ein ähnliches Molekulargewicht aufweisen, wie z. B. Ammoniak (NH_3) oder Methan (CH_4), müsste Wasser bei Zimmertemperatur eigentlich gasförmig und nicht flüssig sein. Die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den einzelnen Wassermolekülen führen jedoch zu einem stärkeren Zusammenhalt der Moleküle, sodass Wasser nicht so schnell verdunstet wie andere Stoffe.

0-100 °C<0 °C



Warum schwimmt Eis auf dem Wasser? - Die Dichteanomalie des Wassers

Bei den meisten Stoffen nimmt die Dichte bei steigender Temperatur ab und bei sinkender Temperatur zu. Wasser erreicht jedoch seine höchste Dichte bei 4 °C (1 g/cm³) und dehnt sich bei niedrigeren Temperaturen wieder aus, sodass die Dichte bei 0 °C nur 0,92 g/cm³ beträgt. Demnach nimmt die Dichte von Wasser ab, wenn es gefriert. Da Wasser in fester Form eine geringere Dichte als in flüssiger Form hat, schwimmt Eis auf Wasser. Dies ist eine Grundvoraussetzung, damit Fische und andere Wasserlebewesen in den Gewässern überwintern können.

Wenn im Herbst und Winter die Temperaturen sinken, kühlt das Wasser an der Oberfläche der Gewässer ab. Erreicht das Wasser an der Oberfläche z. B. eines Sees eine Temperatur von 4 °C, sinkt es nach unten, da es dann schwerer ist als die sich darunter befindenden Wasserschichten. Das leichtere wärmere Wasser steigt an die Oberfläche des Sees, wo es ebenfalls abgekühlt. Bei weiterer Abkühlung fällt die Temperatur des Wassers schließlich unter 4 °C. Die Dichte des Wassers nimmt ab, es wird leichter als die darunterliegenden, wärmeren Wasserschichten und bleibt somit an der Oberfläche des Sees. Ab einer Temperatur von 0 °C beginnt der See schließlich von oben nach unten zu gefrieren, wobei am Grund des Sees normalerweise eine wärmere, eisfreie Wasserschicht von ca. 4 °C verbleibt, in der die Wasserorganismen überleben können.

Warum spendet Wasser Wärme? - Die Wärmespeicherfähigkeit des Wassers

Eine weitere „Anomalie“ des Wassers ist seine exzellente Wärmespeicherfähigkeit. Wasser hat eine sehr hohe spezifische Wärmekapazität, was bedeutet, dass mehr Energie benötigt wird, um 1 kg Wasser um 1 °C zu erhitzen, als für die meisten anderen Stoffe. Das liegt daran, dass zusätzlich zu der Energie, die zur Erwärmung des Wassers benötigt wird, weitere Energie aufgebracht werden muss, um die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Wassermolekülen zu lösen. Wasser benötigt also mehr Energie als andere Stoffe, um sich zu erwärmen, gibt jedoch beim Abkühlen auch wieder mehr Energie ab. Wasser ist demnach ein guter Energie- bzw. Wärmespeicher.

Die gute Wärmespeicherfähigkeit des Wassers erklärt z. B. warum eine Wärmflasche stundenlang warm bleibt, warum auf der Insel Mainau, die im Bodensee liegt, Zitrusfrüchte wachsen oder warum an der Mosel Weinbau betrieben werden kann. Die Wärmespeicherfähigkeit der Ozeane ist zudem besonders wichtig für die Regulierung des Temperaturhaushaltes der Erde. So wird im Sommer Wärme in den Ozeanen gespeichert, die im Winter langsam wieder freigesetzt wird. Die Ozeane helfen dadurch, das Klima zu stabilisieren und die Temperaturunterschiede zwischen den Jahreszeiten zu reduzieren.

Warum dehnt Eis sich aus? - Die Sprengkraft von Eis

In der Regel ziehen sich Stoffe zusammen, wenn sie fest werden. Da Wasser seine höchste Dichte jedoch nicht bei 0 °C, sondern bei 4 °C erreicht, zieht es sich bei Abkühlung nur bis zu einer Temperatur von 4 °C zusammen. Kühlt das Wasser weiter ab und gefriert, dehnt es sich wieder aus, und zwar um etwa 10 %.

Beim Gefrieren ordnen sich die Wassermoleküle, ähnlich wie in einem Kristall, gitterförmig an. In diesem Gitter sind zahlreiche Hohlräume enthalten, wodurch Eis mehr Platz braucht als flüssiges Wasser. Die Volumenzunahme von gefrierendem Wasser erklärt demnach, warum eine mit Wasser gefüllte Flasche in der Gefriertruhe platzt und Wasserleitungen im Winter bersten können.

Wasser als Lösungsmittel

Wasser ist ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für eine Vielzahl von Stoffen. So können im Wasser nicht nur Feststoffe (z. B. Salz oder Zucker) und andere Flüssigkeiten (z. B. Alkohol), sondern auch Gase (z. B. Sauerstoff oder Kohlendioxid) gelöst werden. Diese Eigenschaft des Wassers ist besonders wichtig für das Leben auf der Erde, da sie nicht nur das Leben der Wassertiere ermöglicht, die den im Wasser gelösten Sauerstoff (O₂) über die Kiemen und die Haut aufnehmen können. Auch der Transport von Sauerstoff und Kohlendioxid (CO₂) im Blut, dessen Hauptbestandteil Wasser ist, ist nur möglich, weil die Gase im Wasser löslich sind.

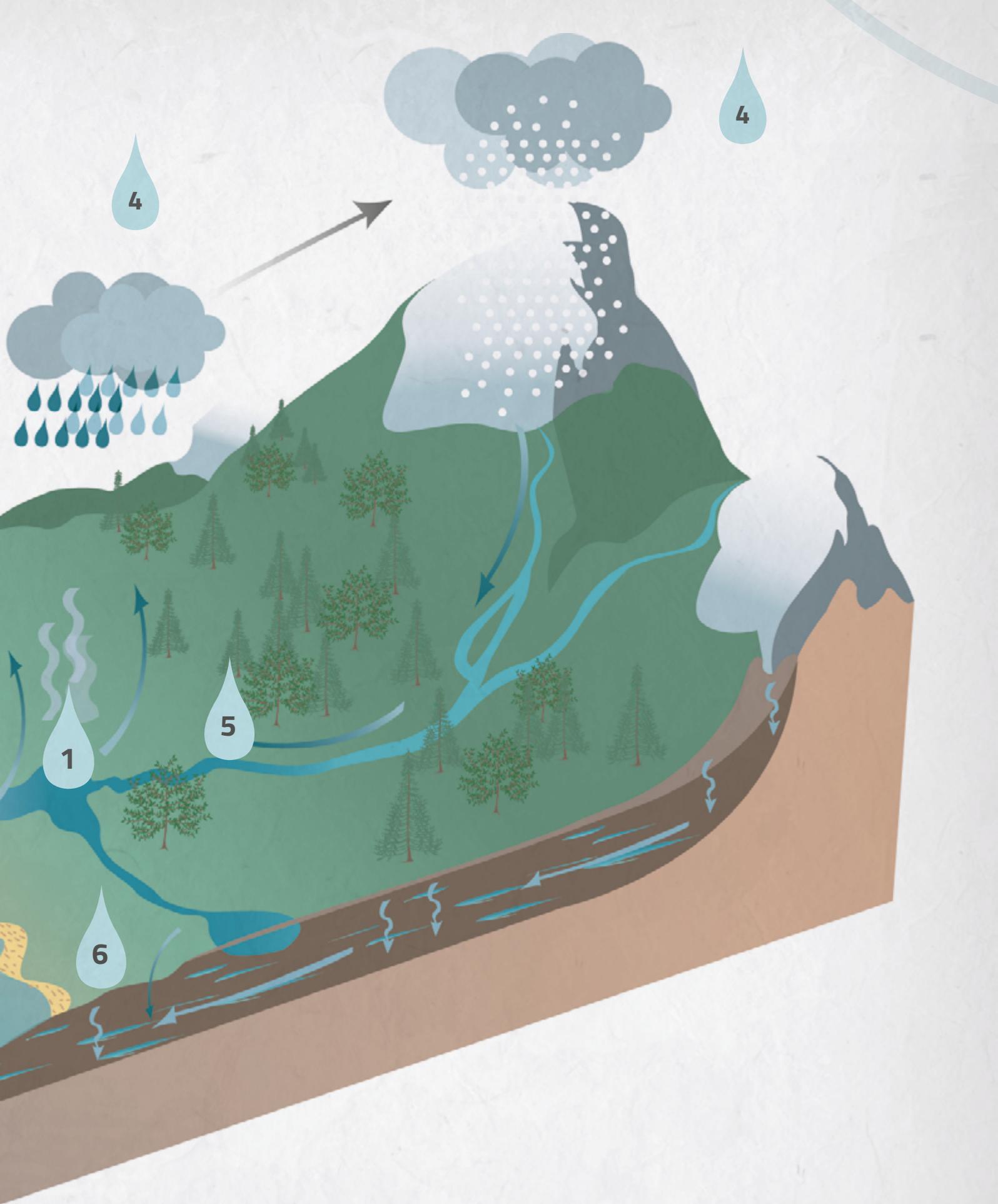
Verantwortlich für die guten Lösungseigenschaften von Wasser sind die Wasserstoffbrückenbindungen, die zwischen den Wassermolekülen und den gelösten Teilchen entstehen und die die Stoffe stabilisieren und so in Lösung halten.



EINE WASSERFLASCHE
KANN IM GEFRIERFACH
PLATZEN.



Der natürliche Wasserkreislauf





DER NATÜRLICHE WASSERKREISLAUF

Das Wasser der Erde befindet sich in einem ewigen Kreislauf, der weder Anfang noch Ende hat. Wasser kann daher nicht verbraucht, sondern nur gebraucht werden, kann jedoch auch nicht vermehrt werden.

An der Erdoberfläche, besonders aber über den Ozeanen, Meeren, Seen und Flüssen, verdunstet Wasser, das als Wasserdampf in die Atmosphäre aufsteigt (1).

Über ihre Blätter geben auch die Pflanzen Feuchtigkeit, welche sie mit ihren Wurzeln aus dem Boden aufnehmen, an die Luft ab (2).

Diese beiden Vorgänge werden zusammen Evapotranspiration genannt.

In der Atmosphäre kühlt der Wasserdampf ab und kondensiert. Aus vielen kleinen Wassertropfen bilden sich Wolken, die durch den Wind zum Teil über weite Strecken transportiert werden (3).

Ab einer gewissen Größe entleeren sich die Wolken schließlich als Niederschlag in Form von Regen, Schnee, Hagel usw. über der Erde (4).



Der natürliche oder hydrologische Wasserkreislauf wird von der Sonne angetrieben, denn sie liefert die zur Verdunstung des Wassers benötigte Energie.

Ein Teil des Niederschlagswassers, das den Boden erreicht:

- verdunstet gleich wieder, entweder von der Bodenoberfläche oder über die Pflanzen, und kehrt in die Atmosphäre zurück,
- sammelt sich und kehrt über die Fließgewässer ins Meer zurück (5).
- versickert im Boden und bildet als Grundwasser den unterirdischen Teil des Wasserkreislaufs (6). Tritt das Grundwasser als Quelle hervor, so speist es den oberirdischen Wasserkreislauf.

Schätzungen zufolge kehrt etwa die Hälfte des Niederschlags durch Verdunstung in die Atmosphäre zurück, rund 40 % fließen direkt über die Oberflächengewässer ab und nur knapp 10 % der Niederschlagsmenge sickert in den Boden ein.



Der natürliche Wasserkreislauf

WASSER AUF DER RUNDREISE

Das Wasser der Erde - Die Hydrosphäre

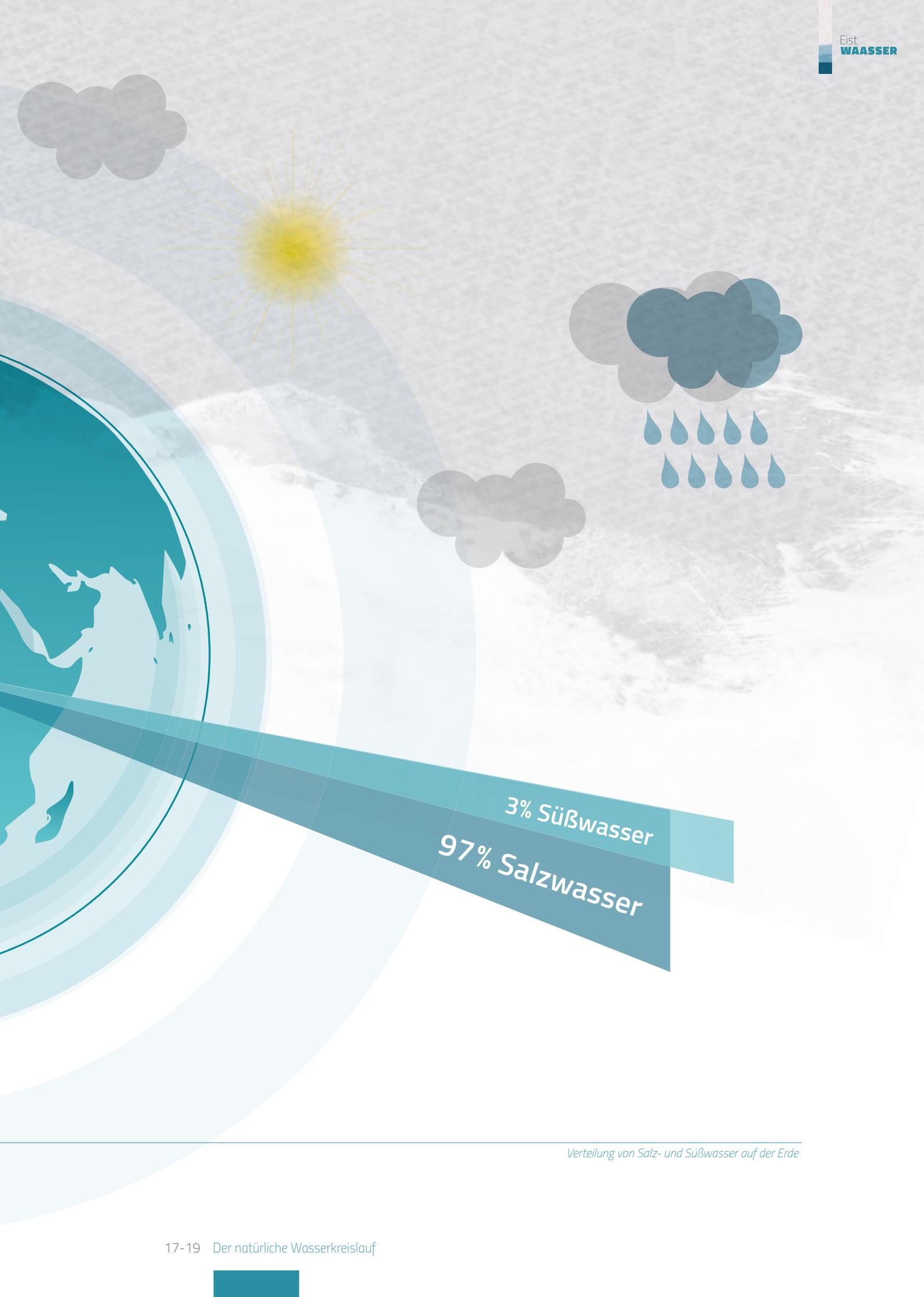
Aus dem Weltall betrachtet ist die Erde ein blauer Planet. Dies liegt daran, dass rund drei Viertel der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt sind.

Die Hydrosphäre, ohne die kein Leben auf der Erde möglich wäre, bezeichnet die gesamte Wasserhülle der Erde und umfasst somit jegliche Form von Wasser auf der Erde. Sie entspricht einer Wassermenge von schätzungsweise 1,4 Milliarden Kubikkilometern, wovon rund 97 % salziges Meerwasser und nur rund 3 % Süßwasser sind.

Für den menschlichen Genuss und demnach die Gewinnung von Trinkwasser eignet sich ausschließlich Süßwasser. Ein großer Teil des Süßwassers ist jedoch im tiefen Grundwasser oder in Form von Eis in den Polarkappen und den Gletschern gespeichert. So bleiben nur etwa 0,7 % der Gesamtmenge an Süßwasser, die für die Menschen und deren vielfältigen Tätigkeiten, wie die Ernährung, die Landwirtschaft, die Industrie, die Energieherstellung, den Transport usw., sowie alle Lebewesen und Pflanzen verfügbar sind. Obwohl sich das Süßwasser in einem endlosen Kreislauf erneuert, ist und bleibt es ein seltenes Gut, das wir vor leichtfertiger Verschwendung und Verschmutzung schützen müssen.







3% Süßwasser
97% Salzwasser

Verteilung von Salz- und Süßwasser auf der Erde

NIEDERSCHLAG IN LUXEMBURG

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge in Luxemburg liegt bei etwa 900 mm (oder Liter pro Quadratmeter), wobei der Nordwesten mit Werten um 950 mm pro Jahr in der Regel die meisten Niederschläge erhält. Im zentralen Teil des Gutlandes liegt die Jahresmenge des Niederschlags bei rund 780 mm und das Ösling liegt insgesamt durchweg um die 900 mm. Der Osten des Landes ist eher regenarm, insbesondere das Moseltal, wo der Niederschlagswert stellenweise unter 700 mm pro Jahr liegen kann. Rechnet man die mittlere jährliche Niederschlagsmenge von 830 mm auf die Fläche um, so fallen pro Jahr etwa 2,15 Milliarden m³ Wasser auf dem Territorium des Luxemburger Landes nieder.

Die höchste Jahresgabe in Luxemburg brachte das Jahr 1866 mit 1115 mm, die geringste fiel 1877 mit nur 385,6 mm. Die höchste Tagesmenge, 120 mm, fiel am 2. Juni 1958 in Echternach.

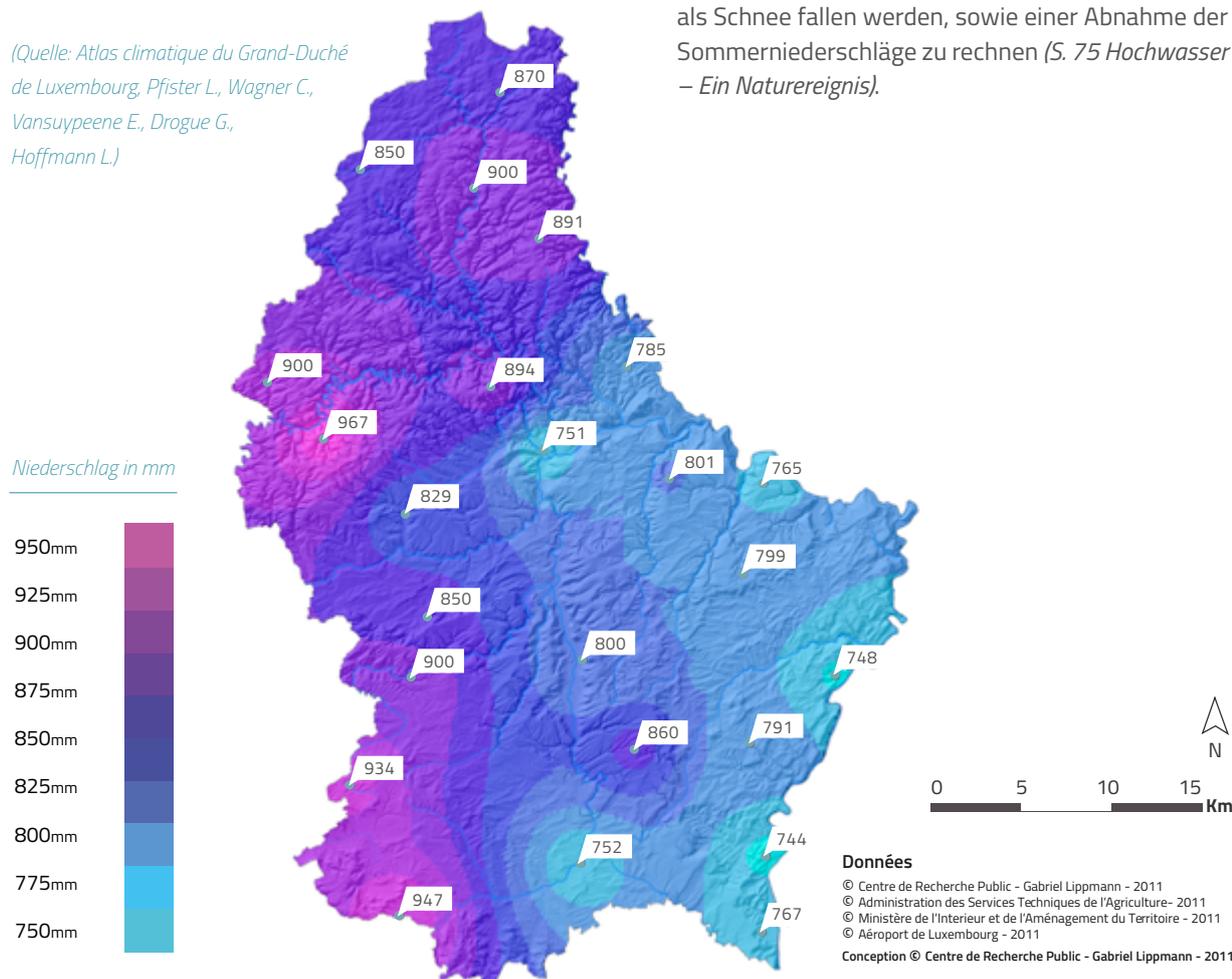
Neben den geografischen Unterschieden in der Verteilung der Niederschlagshöhen treten auch saisonale Schwankungen auf. So war im Zeitraum 1971-2000 der August der regenärmste und der Dezember der regenreichste Monat. In einzelnen Jahren kann es jedoch mehr oder weniger deutliche Abweichungen geben.

Auch Luxemburg wird nicht vom weltweiten Klimawandel verschont bleiben. Die heute bereits beobachtete Verschiebung der Niederschlagsperioden ist eine mögliche Folge eines bevorstehenden oder sich bereits vollziehenden weltweiten Klimawandels. In Zukunft ist deshalb in Luxemburg mit einer Zunahme der Niederschläge in den Wintermonaten, welche vermehrt als Regen und weniger als Schnee fallen werden, sowie einer Abnahme der Sommerniederschläge zu rechnen (S. 75 *Hochwasser – Ein Naturereignis*).

Klimanormalperiode 1971-2000

Verteilung der mittleren jährlichen Niederschläge im Zeitraum 1971-2000 in mm

(Quelle: Atlas climatique du Grand-Duché de Luxembourg, Pfister L., Wagner C., Vansuypeene E., Drogue G., Hoffmann L.)



DAS GRUNDWASSER

Da das Grundwasser unseren Blicken entzogen ist, wird die Bedeutung und das Ausmaß dieses unterirdischen Wasservorkommens oft übersehen. Dennoch stellt das Grundwasser ein riesiges unterirdisches Wasservorkommen dar, welches mehr Wasser enthält als alle Luxemburger Bäche und Flüsse zusammen. Dem Grundwasser kommt in Luxemburg zudem eine besondere Bedeutung zu, da zwei Drittel des Trinkwassers aus dem Grundwasser stammen.

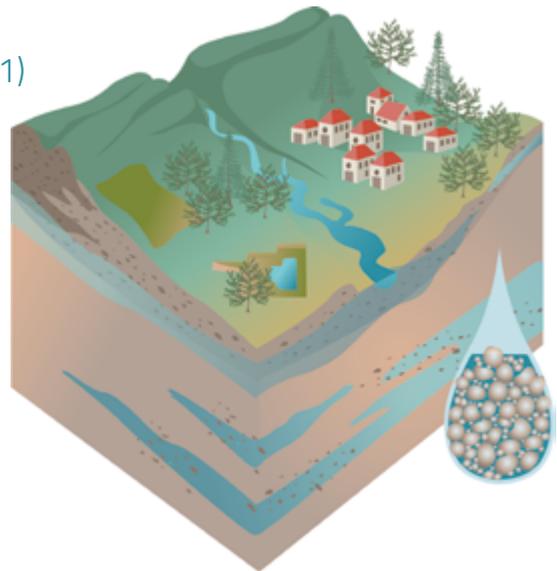
Grundwasser und Grundwasserleiter

Grundwasser ist Wasser, das die Hohlräume des Untergrundes zusammenhängend und vollständig ausfüllt. Das Grundwasser bildet sich durch die Versickerung von Niederschlags- und Flusswasser im Boden. Unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegt sich das Sickerwasser nach unten und sammelt sich dort, wo es auf wasserundurchlässige Schichten, z. B. aus Ton, trifft und füllt die dort vorhandenen unterirdischen Hohlräume (Poren, Klüfte etc.) aus. Die Grundwasserneubildung erfolgt in der Regel in den Monaten Oktober bis März.

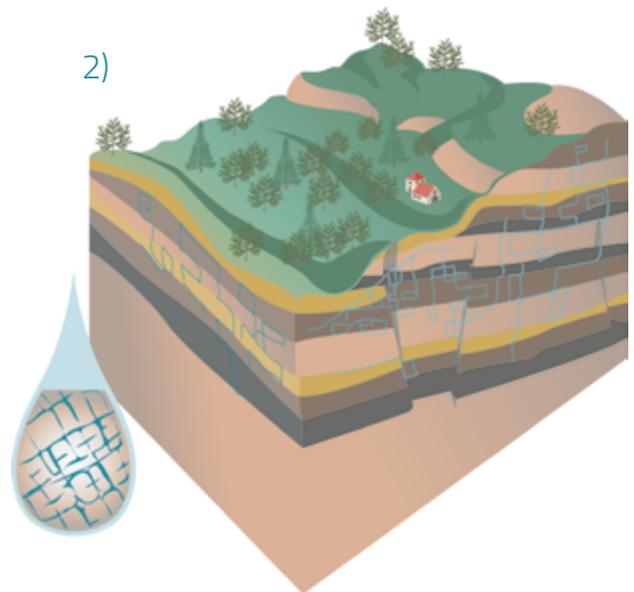
Die Grundwasser führenden Schichten werden Grundwasserleiter genannt. Ein Grundwasserleiter ist demnach ein Gesteinskörper, der Wasser aufnehmen und weiterleiten kann. Es werden drei Arten von Grundwasserleitern unterschieden:

- **Porengrundwasserleiter (1)**, die aus Lockergestein (z. B. Sand oder Kies) bestehen. Hier können große Mengen an Grundwasser gespeichert werden.
- **Kluftgrundwasserleiter (2)**, welche aus Festgestein (z. B. Sand- oder Kalkstein) bestehen. Das Grundwasser fließt hier durch Klüfte, das heißt durch feine Risse und Spalten im Festgestein, und kann so weitergeleitet werden.
- **Karstgrundwasserleiter (3)**, die aus verkarsteten kalkhaltigen Festgesteinen bestehen. Das Grundwasser fließt hier durch sogenannte Karste. Dies sind unterirdisch verzweigte Höhlensysteme, die durch die Auflösung von wasserlöslichem Gestein entstanden

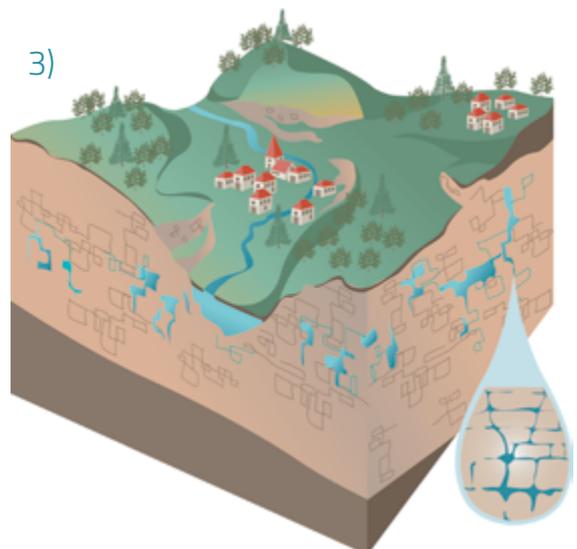
1)



2)



3)



sind. In diesen Grundwasserleitern werden nur geringe Mengen an Grundwasser gespeichert, da das Wasser durch die vorhandenen Karste schnell abfließt.

In Luxemburg befinden sich die Grundwasserreserven hauptsächlich im Gutland, wobei die wichtigsten Grundwasserleiter der Luxemburger Sandstein und der Buntsandstein sind, welche alle beide Kluftgrundwasserleiter sind (S. 40, *Die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser*).

In den Grundwasserleitern fließt das Grundwasser seinem natürlichen Gefälle folgend, bis es als Quell-, Bach- oder Flusswasser wieder an die Oberfläche kommt oder mithilfe eines Brunnens oder einer Bohrung als Trinkwasser gewonnen wird (S. 40, *Die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser*). Das Grundwasser kann sich im Untergrund von einigen Tagen bis zu mehreren Jahren aufhalten, bevor es austritt. Das Grundwasser fließt jedoch wesentlich langsamer als das Wasser in Bächen oder Flüssen und seine Fließgeschwindigkeit hängt von der Beschaffenheit des Grundwasserleiters ab. Im Durchschnitt legt das Grundwasser einige Dutzend bis wenige Hundert Meter pro Jahr zurück.

Grundwasser in Gefahr

Das Grundwasser ist durch seine Bedeckung besser vor Verschmutzungen geschützt als das Oberflächenwasser. Zudem wird das Sickerwasser auf seinem Weg in die Tiefe mechanisch und biologisch gereinigt. So bleiben Verunreinigungen und Schwebstoffe zum einen an den Bodenpartikeln hängen und werden herausgefiltert, zum anderen werden sie von Mikroorganismen, welche sich in den belebten Bodenschichten befinden, adsorbiert oder abgebaut. Dieser Schutz hängt jedoch von der Mächtigkeit und der Filterwirkung der bedeckenden Schichten ab. Das natürliche Reinigungsvermögen der Deckschichten und auch der Grundwasserleiter ist zudem begrenzt, sodass das Grundwasser nicht vollends gegen den Eintrag von unerwünschten Stoffen geschützt ist.

Viele menschliche Nutzungen beeinträchtigen die Qualität des Grundwassers. Die Gefahren für das Grundwasser sind vielfältig und beinhalten unter anderem:

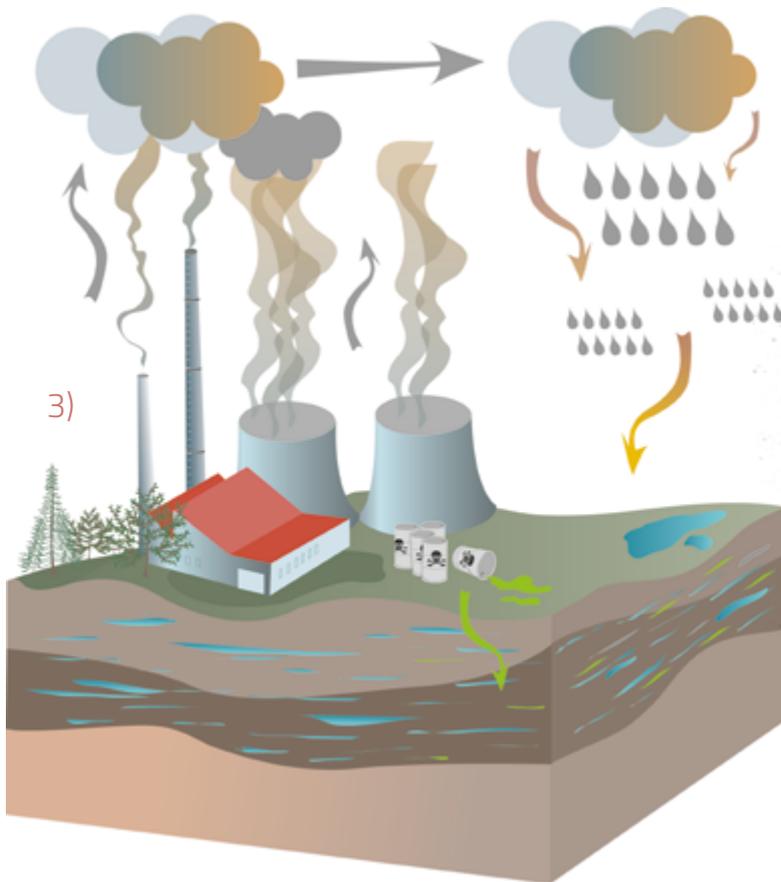
- 1) Altlasten, wie schlecht abgedichtete Mülldeponien und ehemalige Industriestandorte
 - 2) unsachgemäßer Umgang mit Dünge- und Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft und in Kleingärten
 - 3) unsachgemäßer Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in Industrie, Gewerbe und Haushalten
- Unfälle mit wassergefährdenden Stoffen (z. B. Chemikalien, Benzin oder Öl)
 - undichte Abwasserkanäle
 - technisch mangelhafte Erdwärmesonden und Grundwasserbohrungen
 - Eintrag von Schadstoffen im Niederschlag durch Luftverunreinigung, insbesondere durch Stickstoff- und Schwefelverbindungen

Die Gefährdung des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittel und Nitrate

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (Pestiziden), welche zur Bekämpfung von Unkräutern, Schädlingen und Krankheiten eingesetzt werden, ist weitverbreitet. Auch wenn die Landwirtschaft der Hauptanwender von Pflanzenschutzmitteln ist, so hat es sich erwiesen, dass diese oftmals auch aus anderen Quellen, wie der Nutzung im öffentlichen Raum (z. B. zur Unterhaltung des Straßen- und Schienennetzes oder von öffentlichen Grün- und Parkanlagen) oder der Anwendung im privaten Bereich (z. B. zur Schimmelbekämpfung), stammen. Da die Pflanzenschutzmittelwirkstoffe im Boden nicht vollständig abgebaut werden oder an Bodenbestandteile gebunden werden und so wieder freigesetzt werden können, können sie ins Grundwasser gelangen und sich dort anreichern. Dies führt insbesondere bei der Gewinnung von Trinkwasser aus Grundwasser zu Problemen, da das Grundwasser aufwendig aufbereitet werden muss.

Atrazin und dessen Metabolit (Hauptabbauprodukt) Desethylatrazin sind die Schadstoffe, die in der Vergangenheit am häufigsten im luxemburgischen Grundwasser nachgewiesen wurden. Atrazin ist ein Unkrautvertilgungsmittel (Herbizid), das hauptsächlich

lich im Maisanbau angewandt wird. Gefolgt werden sie von 2,6-Dichlorobenzamid, einem Abbauprodukt von Dichlobenil, welches hauptsächlich zur Unkrautentfernung genutzt wird. Die Anwendung von Atrazin ist mittlerweile europaweit verboten und Dichlobenil ist in Luxemburg ebenfalls nicht mehr zugelassen. Es wird jedoch noch einige Zeit dauern, bis diese Schadstoffe komplett aus dem Grundwasser verschwunden sind (S. 24 Der Grundwasserschutz).



Gefährdungen des Grundwassers durch den Menschen



Eine weitere Gefahr für das Grundwasser sind zu hohe Nitratgehalte. Nitrat (NO_3^-) gelangt über verschiedene Wege in den Boden und somit in das Grundwasser:

- über punktuelle Einträge aus undichten Abwasserkanälen
- über diffuse Einträge aus der Landwirtschaft
- über diffuse Einträge durch die Infiltration von Oberflächenwasser
- über atmosphärische Einträge (z. B. durch Stickoxide aus dem Straßenverkehr)

Die Hauptursache der Nitratbelastung des Grundwassers liegt jedoch in der Intensivierung der landwirtschaftlichen Aktivitäten, insbesondere in dem steigenden Verbrauch von synthetischen Mineraldüngern (z. B. Kalkammonsalpeter) und Wirtschaftsdüngern (z. B. Gülle und Jauche), welche reich an Stickstoffverbindungen sind. Für ihr Wachstum benötigen Pflanzen eine ausreichende Zufuhr an Stickstoff (N). Die meisten Pflanzen nehmen den Stickstoff überwiegend in Form von Nitrat oder Ammonium (NH_4^+) aus dem Boden und dem Wasser auf. Wenn zu viel oder zum falschen Zeitpunkt gedüngt wird, dann können die Pflanzen das gesamte im Dünger enthaltene Nitrat nicht aufnehmen. Das überschüssige Nitrat reichert sich im Boden an und gelangt, da es sehr gut wasserlöslich ist, mit dem versickernden Regenwasser in das Grundwasser.

Seit 1989 werden in Luxemburg die Nitrat- und Pestizidgehalte im Grundwasser flächendeckend gemessen. Aufgrund der signifikant hohen Konzentrationen von Nitrat und Pestiziden wurden zwei der fünf luxemburgischen Grundwasserkörper gemäß den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (S. 100, *Bewertung der Grundwasserkörper*) in einen schlechten chemischen Zustand eingestuft.

Europaweit geltende Qualitätsnormen für das Grundwasser

gemäß der Grundwasserrichtlinie (Richtlinie 2006/118/EG) und der großherzoglichen Verordnung vom 8. Juli 2010 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung

Vorgeschriebene Grenzwerte

NITRAT	50 mg/Liter
PFLANZENSCHUTZMITTEL	Einzelgrenzwert: 0,1 µg/Liter Grenzwert für die Gesamtbelastung: 0,5 µg/Liter

Wie schädlich sind Nitrate?

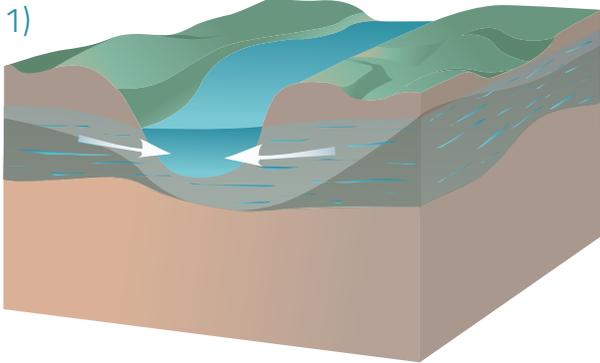
Nitrate an sich sind nicht direkt für den Menschen schädlich. Wenn Nitrate jedoch in zu großen Mengen aufgenommen werden, können sie zu gesundheitlichen Schäden führen. In unserem Körper wird nämlich ein Teil der aufgenommenen Nitratmenge in giftiges Nitrit (NO_2^-) umgewandelt. Nitrite beeinflussen den Sauerstofftransport des Blutes, indem sie Hämoglobin in Methämoglobin umwandeln. In extremen Fällen kann dies zu Sauerstoffmangel und zur lebensgefährlichen Blausucht führen. Vor allem Säuglinge sind anfällig für eine solche Blausucht. Zudem können im Körper unter bestimmten Voraussetzungen aus Nitrit Nitrosamine gebildet werden, die als krebserregend gelten.

Nitrate werden nicht nur über das Wasser, sondern vor allem über die Nahrung aufgenommen. So enthalten Nahrungsmittel, wie beispielsweise Salat, Spinat oder Radieschen, als Folge von Düngung hohe Mengen an Nitrat. Bei der Verarbeitung von Fleischwaren wird zudem Nitrit als Konservierungsmittel (Pökelsalz) genutzt.

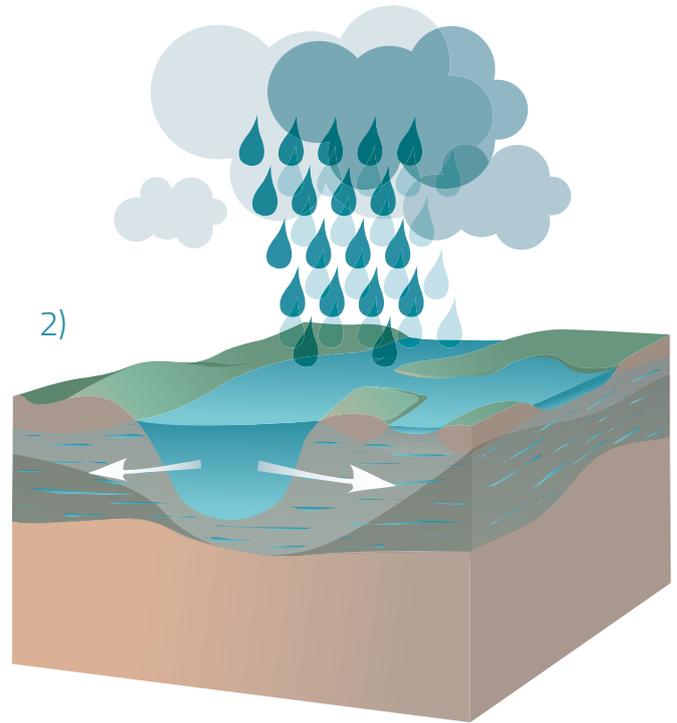
Die Weltgesundheitsorganisation WHO hat bestätigt, dass ein Grenzwert von 50 mg Nitrat pro Liter Trinkwasser, wie er auch gesetzlich in Luxemburg in der großherzoglichen Verordnung vom 7. Oktober 2002 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch festgelegt ist, nicht zu etwaigen negativen Effekten führt.

Der Grundwasserschutz

Verunreinigtes Grundwasser hat ein „langes Gedächtnis“, das heißt, dass die ins Grundwasser vorgestoßenen Verunreinigungen nur langsam oder gar nur teilweise abgebaut werden. Manche Schadstoffe können zudem über viele Jahre im Boden verweilen, bevor sie das Grundwasser erreichen. Dies kann zu einer langfristigen Belastung des Grundwassers führen und hohe Sanierungskosten verursachen. Bei flächenhaften Einträgen von unerwünschten Stoffen, wie z. B. durch die Landwirtschaft oder durch Luftverschmutzung, ist eine Sanierung nicht möglich und einzig und allein eine Verminderung des Eintrags wirksam. Um die gute Qualität des Grundwassers zu bewahren, ist der präventive Grundwasserschutz der einzig sinnvolle.



Austausch zwischen Grund- und Oberflächenwasser



DAS OBERFLÄCHENWASSER

Oberflächenwasser ist Wasser, das sich im Gegensatz zum Grundwasser offen und ungebunden auf der Erdoberfläche befindet. Das Oberflächenwasser umfasst sowohl fließgewässer, wie Bäche und Flüsse als auch stehende Gewässer, wie Meere, Seen und Teiche, sowie Niederschlagswasser, das noch nicht im Boden versickert ist.

Es gibt also einen direkten Austausch zwischen dem Grund- und dem Oberflächenwasser. Besonders in Trockenzeiten werden die Bäche und Flüsse zu einem großen Teil durch das Grundwasser gespeist (1). Umgekehrt sickert aber auch Flusswasser in den Untergrund und trägt so zur Grundwasserbildung bei (2).

Mit einer Länge von 136 km auf luxemburgischem Territorium ist die Sauer das längste fließgewässer in Luxemburg. Danach kommen die Alzette (68 km), die Our (51 km), die Eisch (49 km) und die Mosel (37 km). Die insgesamt 135 km lange deutsch-luxemburgische Grenze wird auf 128 km von den Grenzgewässern Our, Sauer und Mosel gebildet. Auf dieser Länge stellen die drei Flüsse ein Kondominium dar, das

OUR, SAUER & MOSEL SIND GEMEINSCHAFTLICHES DEUTSCH-LUXEMBURGISCHES HOHEITSGEBIET

heißt, dass sie gemeinschaftliches deutsch-luxemburgisches Hoheitsgebiet sind. Die Flüsse gehören somit über ihre gesamte Breite sowohl zum Hoheitsgebiet der Bundesrepublik Deutschland als auch zum Hoheitsgebiet des Großherzogtums Luxemburg. Im Vertrag vom 19. Dezember 1984 über den Verlauf der gemeinsamen Staatsgrenze sind die Detailfragen bezüglich des deutsch-luxemburgischen Grenzverlaufs geregelt, welcher zuvor bereits im Aachener Vertrag vom 26. Juni 1816 festgelegt worden war. Das größte stehende Gewässer Luxemburgs ist der Obersauer Stausee mit einer Gesamtfläche von 380 ha.



Die Sauer bei Reisdorf

Die Fischregionen – Einteilung der Fließgewässer

Die Fließgewässer können von der Quelle bis zur Mündung in drei große Abschnitte gegliedert werden: den Oberlauf, den Mittellauf und den Unterlauf. Der ursprungsnahe, oft reißend fließende, steinig-kiesige und kühle Oberlauf mit großem Gefälle wird zum immer noch schnell fließenden, sandigen Mittellauf und schließlich zum Unterlauf mit geringem Gefälle, höherer Temperatur, träger Strömung und Schlammablagerungen.

In einem biologisch intakten Fließgewässer lässt sich entlang dieser drei Gewässerabschnitte eine Folge verschiedener Lebensgemeinschaften (Biozönosen) feststellen. Die sogenannten Fischregionen werden nach der jeweils für sie typischen Fischart benannt und lassen sich in folgende Regionen aufteilen:

- **Die Forellenregion**, deren Leitfisch die Bachforelle ist. Die Forellenregion ist durch eine sehr starke Strömung, einen hohen Sauerstoffgehalt und niedrige Wassertemperaturen (selten über 10 °C) charakterisiert. Durch die niedrige Nährstoffkonzentration ist die Vegetation hier sehr karg. Der Untergrund besteht aus Fels, Geröll und grobem Kies und ist durch das sehr klare Wasser gut zu erkennen. Typische Begleitfische in dieser Region sind z. B. die Groppe und das Bachneunauge.

LEBENS-GEMEINSCHAFTEN IN BIOLOGISCH INTAKTEN FLIESSGEWÄSSERN



Die Bachforelle (Salmo trutta) (Quelle: Fische in Luxemburg, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la gestion de l'eau)

- Die **Äschenregion**, deren Leitfisch die Äsche ist. Ähnlich wie in der Forellenregion ist das Wasser in der Äschenregion sauerstoffreich und relativ kühl (meist nicht wärmer als 15 °C). Die Strömung ist nicht mehr so stark und der Pflanzenbewuchs beginnt sich zu entwickeln, da das Wasser nährstoffreicher ist. Das Flussbett ist steinig bis kiesig und an ruhigeren Stellen besteht es teilweise bereits aus Sand. Neben den Fischarten der Forellenregion sind hier z. B. auch der Döbel, die Nase oder der Schneider zuhause.



Die Äsche (*Thymallus thymallus*) (Quelle: *Fische in Luxemburg, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la gestion de l'eau*)



Die Barbe (*Barbus barbus*) (Quelle: *Fische in Luxemburg, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la gestion de l'eau*)

- Die **Brachsenregion**, deren Leitfisch die Brachse ist. Das Wasser fließt hier deutlich langsamer als noch in der Barbenregion. Der Untergrund besteht zum größten Teil aus fruchtbaren Schlammablagerungen und aufgrund des starken Pflanzenbewuchses gibt es zahlreiche Fischarten in dieser Region. So finden sich dort die Fischarten der Barbenregion sowie beispielsweise auch Karpfen oder Welse.



Die Brachse (*Abramis brama*) (Quelle: *Fische in Luxemburg, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la gestion de l'eau*)

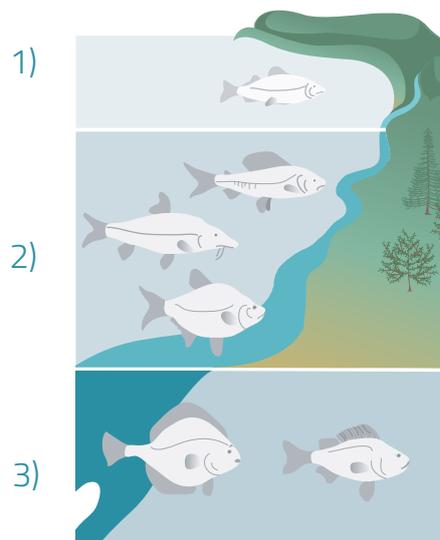
- Die Kaulbarsch- oder Flunderregion, deren Leitfische der Kaulbarsch und die Flunder sind. Diese Region bildet den Mündungsbereich der Flüsse und somit den Übergangsbereich zum Meer. Das Wasser besteht aus einer Mischung aus Süß- und Salzwasser (Brackwasser). Da sie dem Einfluss von Ebbe und Flut ausgesetzt ist, gibt es in dieser Region stark schwankende Wasserstände und Strömungen. Hier kommen sowohl die Fischarten der Brachsenregion als auch typische Meeresfischarten vor.



Der Kaulbarsch (*Gymnocephalus cernuus*) (Quelle: Fische in Luxemburg, Ministère de l'Intérieur et à la Grande Région - Administration de la gestion de l'eau)

Die Fischregionen der Fließgewässer

Die Forellen- und die Äschenregion bilden den **Oberlauf (1)** eines Fließgewässers und werden zusammengefasst auch als Salmonidenregion (Salmoniden = Lachsfische) bezeichnet. Die Barbenregion bildet den **Mittellauf (2)** und die Brachsen- sowie die Kaulbarsch- oder Flunderregion den **Unterlauf (3)** der Flüsse. Zusammengefasst werden die Barben- und die Brachsenregion auch als Cyprinidenregion (Cypriniden = Karpfenfische) bezeichnet.



Ursprüngliche Einteilung der einheimischen Fließgewässer

gemäß den Fischregionen nach Molitor (1979)

SALMONIDENREGION	
FORELLENREGION	ÄSCHENREGION
Mehrzahl der Bäche und kleineren Flüsse z. B. Syr	Atttert Eisch Wark Mamer

CYPRINIDENREGION	
BARBENREGION	BRACHSENREGION
Alzette Korn Sauer (Ettelbrück-Wasserbillig)	Mosel

Renaturierung der Fließgewässer

In einem begradigten, kanalähnlichen Fließgewässer kann auch eine optimale Wasserqualität allein noch keine artenreiche Gewässerfauna hervorrufen. Wie soll ein monotoner Fluss mit trapezförmigem Profil den Ansprüchen einer vielfältigen Fischfauna gerecht werden können? In der Vergangenheit wurde die Wichtigkeit der Morphologie unserer Gewässer oft sträflichst vernachlässigt. Nur eine vielfältige Struktur der Gewässersohle und eine naturnahe Gestaltung der Uferzone können die Voraussetzungen für eine artenreiche aquatische Lebensgemeinschaft bieten.

*DIE VIelfÄLTIGKEIT DES
LEBENSRAUMES BESTIMMT
DIE VIelfALT DER ARTEN*



Der Eisvogel lebt an mäßig schnell fließenden oder stehenden, klaren Gewässern

Die Vielfalt des Lebensraumes bestimmt die Vielfalt der Arten. Nur abwechslungsreiche Strukturen auf kleinstem Raum können den Arten des gesamten potenziellen Spektrums eines Fließgewässers ihre ökologische Nische garantieren und somit ihre Lebensbedingungen erhalten. So bieten z. B. tiefe, eintönig dahinfließende Strecken keine Lebensräume für Jungfische, die nur in seichteren Partien überleben können. Alternierende schnell und langsam fließende Strecken sind unabdinglich für ein Mit- und Nebeneinander von strömungsliebenden (rheophilen) und stillwasserliebenden (potamophilen) Arten.

Vielfach unterschätzt werden auch heute noch die negativen Auswirkungen von Querbauten (z. B. Dämme und Wehre) auf die Gewässerökologie. Angesichts der von Staat und Europäischer Union geförderten regenerativen Energiequellen ist die Nutzung der Wasserkraft im Rahmen von Kleinkraftwerken sehr aktuell. In diesem Rahmen sollen viele Wehre in unseren Gewässern erneuert und mit leistungsfähigeren Turbinen zwecks Stromproduktion ausgerüstet werden. Jedoch steht der Nutzung der Wasserkraft die andere umweltpolitische Zielsetzung entgegen, naturnahe Gewässersysteme zu erhalten oder wiederherzustellen. Es muss also erreicht werden, dass durch die erhöhte Wasserkraftnutzung nicht wertvolle Fließgewässerbiootope definitiv zerstört werden. Schäden entstehen einerseits durch die Herabsetzung der Fließgeschwindigkeit im Staubereich mit der unmittelbaren Folge der Verschlammung des Untergrundes und Veränderung der Gewässerfauna hin zu den wenig anspruchsvollen Arten. In der Ausleitungsstrecke hat die Verringerung des Durchflusses, verbunden mit der Reduzierung der Wassertiefe, der Fließgeschwindigkeit, der Turbulenz und der Schubspannung beziehungsweise der benetzten Oberfläche andererseits eine partielle Verschlechterung der Lebensbedingungen für viele Fließgewässerorganismen zur Folge.

Zudem sind die meisten Wehre nicht oder nur mit einem ungenügend funktionierenden Fischpass ausgerüstet, sodass die lineare Durchwanderbarkeit erheblich gestört oder total unterbunden ist (*S. 106, Das Beispiel der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit*). So laicht z. B. der Lachs überwiegend in Gewässern der Äschenregion, wo auch der Junglachs heranwächst, um später, bis zur Geschlechtsreife, wieder ins Meer abzuwandern. Bachforellen, welche hinunter bis zur Äschenregion vorkommen, ziehen zur Laichzeit in die höher gelegenen Gewässerabschnitte der oberen Forellenregion, beziehungsweise in Nebengewässer dieser Region, um hier geeignete Laichplätze zu finden. Daneben führen Fische Wanderungen durch, um bestimmte Gewässerteile in verschiedenen Lebensabschnitten, auch zur Nahrungssuche und zum Schutz, zu besiedeln.

Dasselbe gilt für die Kleinstlebewesen (Makroinvertebrate), welche durch Abdriften, beziehungsweise stromaufwärts gerichtete Bewegungen oder auch Kompensationsflüge gewährleisten, dass die

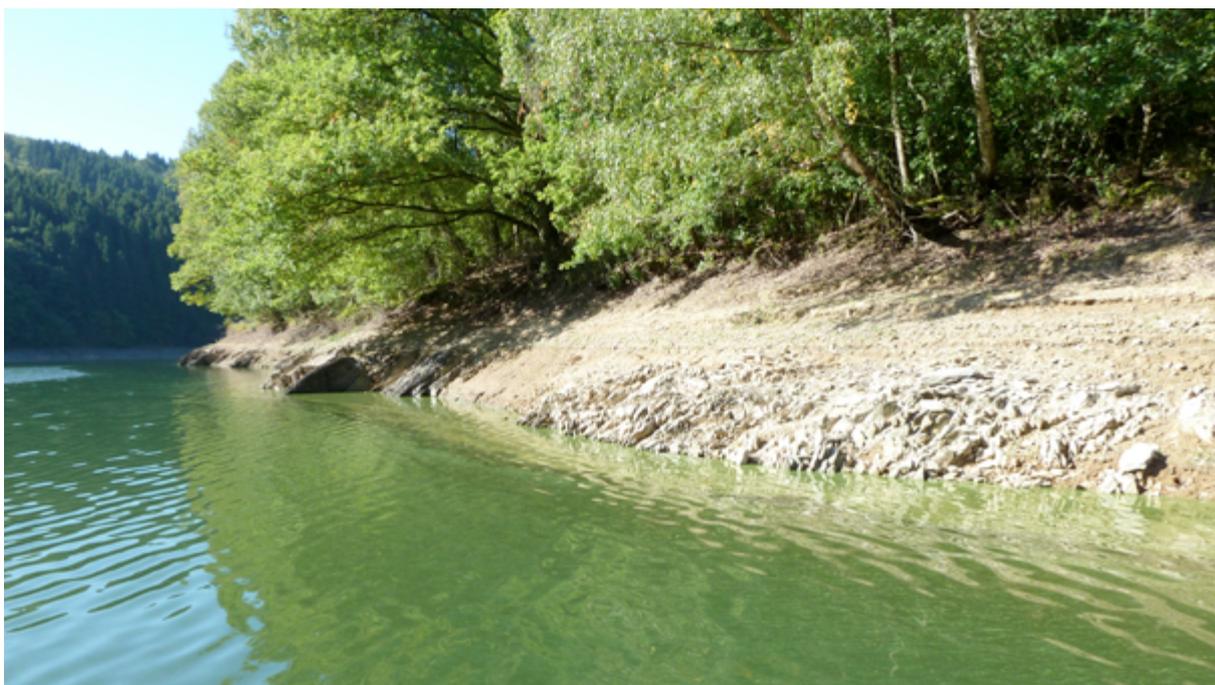
oberhalb oder unterhalb gelegenen Gewässerabschnitte nicht biologisch verarmen und dauerhaft besiedelt werden können. So können beispielsweise nach Umweltkatastrophen aufgrund des im Gewässer vorhandenen Besiedlungspotenzials die geschädigten Gewässerbereiche oft schon nach kurzer Zeit wiederbesiedelt werden, wenn eine weitgehende Vernetzung erhalten geblieben ist.

Die Wiederherstellung naturnaher Gewässerstrukturen ist ökologisch gesehen eine der Hauptaufgaben für die Zukunft. Da ein Fließgewässer kein statisches, sondern ein dynamisches System ist, genügt es oft, das Gewässer aus seinem engen Korsett zu befreien und eine gewisse Uferzone als Pufferzone zur Verfügung zu stellen. Nach jedem Hochwasserereignis wird sich das Fließgewässer verändern und so selbst renaturieren. Dies gilt selbstverständlich nicht für stark anthropogen beeinflusste Gewässer, wie z. B. die Alzette, wo eine Renaturierung ohne größere Renaturierungsprojekte nicht möglich ist. Jedoch gilt es nicht, teure Renaturierungen um jeden Preis durchzuführen, denn auch ein renaturiertes Gewässer bleibt eine Kloake und biologisch tot, wenn die Wasserqualität gewisse Mindestnormen nicht erreicht.

Die Eutrophierung – Ein Teufelskreis

Das Wort „eutroph“ kommt aus dem Griechischen und bedeutet „gut ernährt“. Mit Eutrophierung wird die Anreicherung von anorganischen Nährstoffen, wie Phosphor (P) und Stickstoff (N), in stehenden oder langsam fließenden Gewässern bezeichnet. Die Eutrophierung ist ein sehr langsamer, natürlicher Prozess. Dieser kann jedoch durch menschliche Aktivitäten, die zu einer Anreicherung von Nährstoffen in Gewässern führen (z. B. durch Einträge aus der Landwirtschaft, aus den Kläranlagen oder Abgase), beschleunigt und verstärkt werden.

Das erhöhte Nährstoffangebot im Wasser fördert das Wachstum und die rasche Vermehrung der Algen (Phytoplankton). Für die Photosynthese benötigen die Algen Sonnenlicht und halten sich deshalb vorzugsweise nahe der Oberfläche der Gewässer auf. Wegen des übermäßigen Algenwachstums verkraut-



Algenwuchs im Obersauer Stausee (September 2010)

tet das Wasser. Das Wasser wird getrübt und es gelangt weniger Sonnenlicht zu den am Gewässerboden lebenden Pflanzen. Diese sterben allmählich ab oder werden durch weniger sensible Arten ersetzt.

Wenn Algen und Pflanzen absterben, werden sie von Bakterien zersetzt, wobei Unmengen an Sauerstoff verbraucht werden. Der Sauerstoffgehalt im Wasser sinkt erheblich und Sauerstoffmangel entsteht. Hiervon ist vor allem die Tierwelt (z. B. Muscheln, Schnecken oder Fische) betroffen. Wenn die Wassertiere nicht mehr genügend Sauerstoff zum Überleben zur Verfügung haben, ersticken sie. Beim Abbau der organischen Masse durch die Bakterien werden ebenfalls große Mengen an Stickstoffverbindungen und Phosphaten freigesetzt, was wiederum die Algenentwicklung fördert. Es entsteht ein Teufelskreis.

Sinkt der Sauerstoffgehalt im Wasser unter ein bestimmtes Mindestmaß, entstehen sauerstofffreie Zonen im Gewässer. Der Abbau der organischen Masse durch aerobe (sauerstoffzehrende) Bakterien hört auf. Die Zersetzung durch anaerobe (sauerstofffreie) Bakterien wird begünstigt und diese bewirken Fäulnis. Während des Fäulnisprozesses in den sauerstofffreien Zonen werden giftige Abbau-

DAS GEWÄSSER GERÄT AUS DEM GLEICHGEWICHT UND „KIPPT UM“

produkte, wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder Methan, gebildet. Diese führen zum Tod der meisten im Wasser lebenden Organismen. Das Gewässer gerät aus dem Gleichgewicht und „kippt um“.

Will man die Eutrophierung und ihre negative Einwirkung auf den Sauerstoffhaushalt eines Gewässers bekämpfen, so muss der Hauptakzent auf die Verringerung der Phosphorbelastung und der Stickstoffeinträge gesetzt werden. Viel stärker als die Fließgewässer sind die stehenden Gewässer, wie beispielsweise die Obersauer Talsperre, von Eutrophierung betroffen. Durch die vergleichsweise sehr viel längere Verweildauer des Wassers im Becken und die große, der Sonneneinstrahlung ausgesetzte Wasserfläche führen dort weitaus geringere Phosphat- und Stickstoffkonzentrationen als bei Fließgewässern schon zu einer starken Überdüngung und Algenblüten.



EINFLÜSSE DES MENSCHEN AUF DEN NATÜRLICHEN WASSERKREISLAUF

Der natürliche Wasserkreislauf kann durch den Menschen und dessen Aktivitäten empfindlich gestört werden. Dies ist beispielsweise der Fall:

DURCH EINE ÜBERMÄSSIGE BEFESTIGUNG DES EINZUGSGEBIETES.

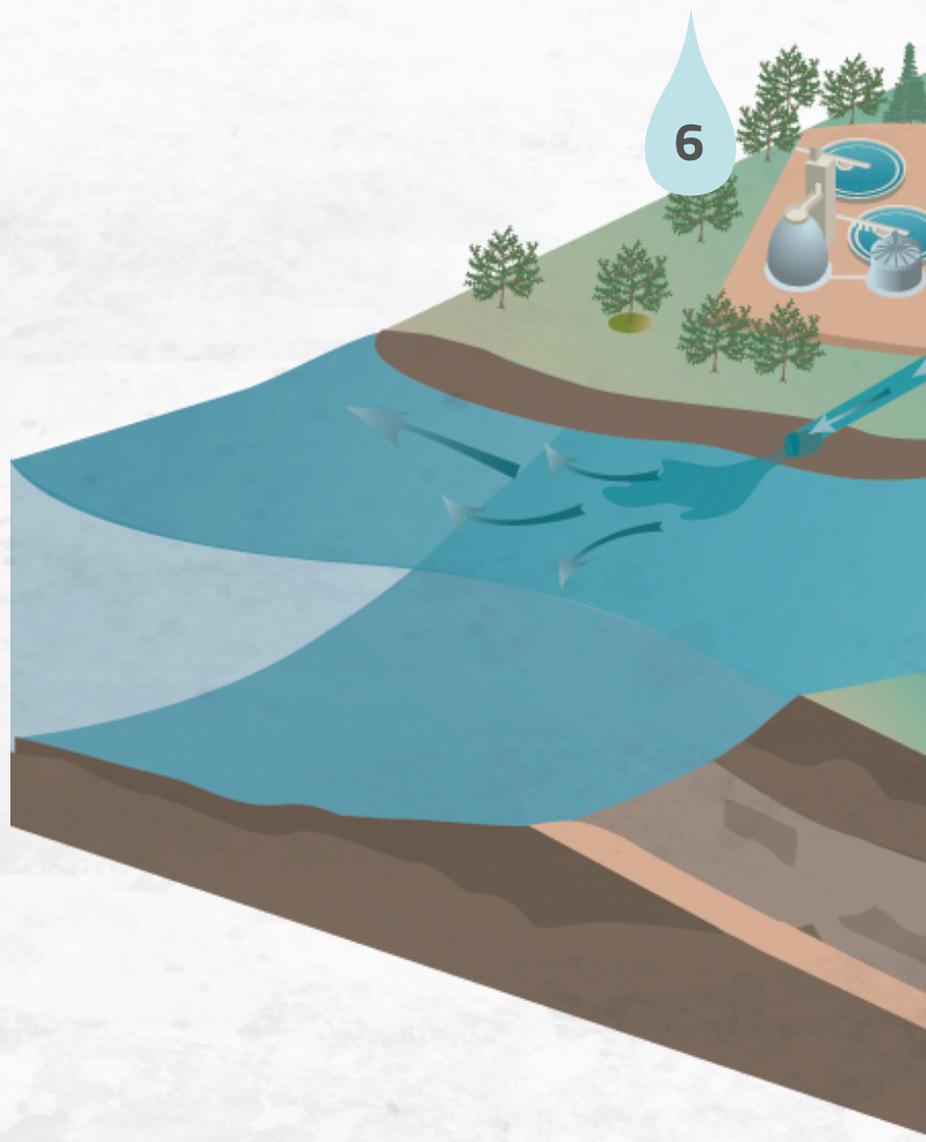
Die Bebauung und Versiegelung großer Flächen, z. B. beim Bau von Straßen, Häusern oder Gewerbeanlagen, verringert die Versickerung des Regenwassers in den Boden und damit die Neubildung von Grundwasser. Der Abfluss in die Oberflächengewässer nimmt jedoch zu, ebenso wie die Gefahr für Hochwasser (*S. 77, Einflüsse des Menschen auf natürliche Hochwasserereignisse*).

DURCH EINE ÜBERMÄSSIGE BEGRADIGUNG DER FLUSSLÄUFE.

Durch eine solche Veränderung des Gewässerbetts fließt der Fluss schneller und gräbt sich tiefer in den Untergrund ein. Eine Flussbegradigung kann zudem die Absenkung des Grundwasserspiegels bewirken und zu verstärkten Hochwasserereignissen führen, da die Flüsse ihre natürlichen Rückhalteflächen verlieren (*S. 77, Einflüsse des Menschen auf natürliche Hochwasserereignisse*). In kleinerem Maßstab wird dies auch durch das oft unnötige Dränieren von Feuchtgebieten bewirkt.

DURCH EIN ÜBERMÄSSIGES ABHOLZEN DER WÄLDER.

Hierdurch wird die Versickerung des Regenwassers gemindert, das oberirdische Abfließen des Niederschlagswassers und die Bodenerosion werden jedoch gefördert.



6





Der urbane Wasserkreislauf



UNSER TÄGLICHES WASSER

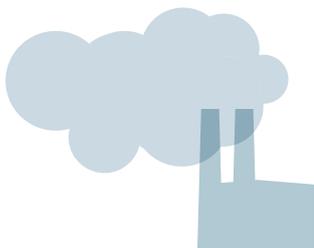
Tagtäglich trinken und nutzen wir Wasser zu den verschiedensten Zwecken, wie z. B. zum Waschen, Spülen oder Putzen. Auch die Landwirtschaft, das Gewerbe und die Industrie nutzen das natürlich vorkommende Wasser z. B. zur Herstellung bestimmter Produkte, zur Kühlung oder zur Energiegewinnung. Durch diese vielfältige Verwendung des Wassers greift der Mensch jedoch entscheidend in den natürlichen Wasserkreislauf ein. Ähnlich dem großen natürlichen oder hydrologischen Wasserkreislauf (S. 14, *Der natürliche Wasserkreislauf*) zeigt sich auch im kleinen urbanen oder künstlichen Wasserkreislauf, dass Wasser nicht verbraucht, sondern nur gebraucht wird.

Das Wasser, das bei uns zu Hause aus dem Wasserhahn kommt, stammt aus dem natürlichen Wasserkreislauf. In der Regel stammt ein Teil des Trinkwassers aus dem Grundwasser (S. 40, *Die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser*), das mithilfe von Quelfassungen oder Bohrungen (1) gefördert wird, ein anderer Teil aus dem Oberflächenwasser (2), wie beispielsweise einem Fluss oder einem See (S. 44, *Die Trinkwassergewinnung aus Oberflächenwasser*). Im Wasserwerk (3) wird das so gewonnene Rohwasser gegebenenfalls gereinigt und zu Trinkwasser aufbereitet. Danach wird das fertige Trinkwasser über ein langes Leitungsnetz an die Trinkwasserversorger verteilt, die es dann an die einzelnen Nutzer weiterverteilen. Um z. B. Verbrauchsschwankungen oder Verbrauchsspitzen abzudecken, wird das Trinkwas-

ser in lokalen Wasserbehältern (4) gespeichert. Die Wasserbehälter können sowohl Erdbehälter, das heißt ebenerdig gebaute und mit Boden bedeckte Betonbauwerke, als auch Wassertürme sein. Die Behälter liegen stets höher als die angeschlossenen Häuser, sodass das Trinkwasser nicht gepumpt werden muss, sondern mit dem natürlichen Gefälle durch die Leitungen fließen kann. Ein Mindestdruck von 2,5 bar (2,7 bar für neue Netze) sollte jedoch im Leitungsnetz gewährleistet sein, damit das Wasser auch bei dem höchstgelegenen Haus im obersten Geschoss mit ausreichend Druck aus dem Wasserhahn kommt.

Das durch den häuslichen, gewerblichen oder industriellen Gebrauch verunreinigte Wasser wird als Abwasser über den Abfluss und die Kanalisation (5) in eine Kläranlage (6) geleitet. Nachdem das verschmutzte Abwasser in der Kläranlage gereinigt wurde, wird es dem natürlichen Wasserkreislauf wieder zugeführt, indem es in einen Bach oder Fluss, den sogenannten Vorfluter (7), geleitet wird.

Da die technischen Möglichkeiten der Kläranlagen begrenzt sind und das Entfernen auch kleinster Verunreinigungen aus dem Abwasser sehr aufwendig ist (S. 73, *Mikroverunreinigungen – Ein Problem mit wachsender Bedeutung*), ist es sehr wichtig, das Wasser nicht unnötig zu verschmutzen und zu belasten, zumal es sich in einem ständigen Kreislauf befindet und somit immer wieder zu uns zurückkehren wird.



DIE TRINKWASSERVERSORGUNG IN LUXEMBURG

Die erste Trinkwasserleitung unseres Landes wurde am 21. Oktober 1866 in der Stadt Luxemburg in Betrieb genommen. Echternach, damals die zweitgrößte Stadt des Landes, folgte im Jahre 1876, Esch/Alzette im Jahre 1885. Diekirch baute seine Trinkwasserleitung erst im Jahre 1909.

Für die Trinkwasserbereitstellung in guter Qualität und ausreichenden Mengen sind in Luxemburg die Gemeinden zuständig. Nicht alle Gemeinden verfügen aber über die nötigen Wasservorräte. So kam es bereits Anfang des 20. Jahrhunderts dazu, dass sich Gemeinden zu einem Trinkwassersyndikat zusammenschlossen. Als erstes dieser interkommunalen Wassersyndikate wurde das *Syndicat des eaux du Sud (SES)* im Jahre 1908 gegründet, um die aufstrebenden Industriestädte des Südens mit Wasser zu versorgen. Im Norden folgte 1929 das *Syndicat pour la conduite d'eau des Ardennes*, besser bekannt unter dem heutigen Namen *Syndicat de distribution d'eau des Ardennes (DEA)*. Daneben entstanden im Osten des Landes weitere Trinkwassersyndikate von lokalerer Bedeutung: 1936 das *Syndicat pour la construction, l'exploitation et l'entretien de la conduite d'eau du Sud-Est (SESE)* und 1949 das *Syndicat pour la distribution d'eau dans les communes de Bous, Dalheim, Remich, Stadtbredimus et Waldbredimus (SR)*. 1995 entstand das *Syndicat intercommunal pour la distribution d'eau dans la région de l'Est (SIDERE)* und 2004 haben sich einige Gemeinden aus dem Zentrum des Landes zum *Syndicat des eaux du Centre (SEC)* zusammengeschlossen.

Bis Mitte der Sechzigerjahre wurde die Trinkwasserversorgung des Landes fast ausschließlich aus Grundwasser sichergestellt, meistens aus Quellen des Luxemburger Sandsteins, die in den Flusseinzugsgebieten z. B. von der Eisch, der Alzette, der Attert oder der Syr gefasst sind. In Gegenden, wie z. B. dem Müllertal oder dem Eischtal, findet man auch heute noch eine Vielzahl an Quellen und Brunnen, die zur Trinkwasserversorgung genutzt werden. Ab 1969 wurden die Aufbereitungsanlage und die Versorgungsleitung des *Syndicat des eaux du barrage d'Esch-sur-Sûre (SEBES)* in Betrieb genommen und somit auf Oberflächenwasser zur Trinkwassergewinnung zurückgegriffen.

Die Entstehungsidee des SEBES basierte auf der Erkenntnis, dass ein zusätzliches Erschließen von Quellen zum Zweck der Befriedigung der steigenden Trinkwassernachfrage das natürliche Gleichgewicht stören würde. Dieses Problem stellt sich jedoch nicht bei einer Rohwasserentnahme aus der Mehrzwecktalesperre von Esch/Sauer. Das SEBES wurde als kommunales Syndikat mit staatlicher Beteiligung, bedingt durch seine landesweite Bestimmung im Gegensatz zu den anderen Wassersyndikaten mit regionaler Bestimmung, durch das Gesetz vom 31. Juli 1962 ins Leben gerufen.

Die Rolle der Gemeinden bei der Trinkwasserversorgung

Die Trinkwasserversorgung liegt in Luxemburg in öffentlicher Hand. Die Gemeinden sind demnach sowohl für die Trinkwasserverteilung als auch für den Unterhalt der Infrastrukturen zuständig. Die Gesamtlänge des luxemburgischen Verteilungsnetzes beträgt schätzungsweise mehr als 4.600 km.

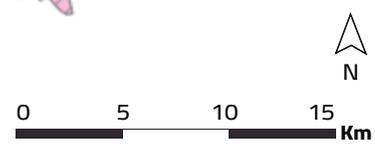
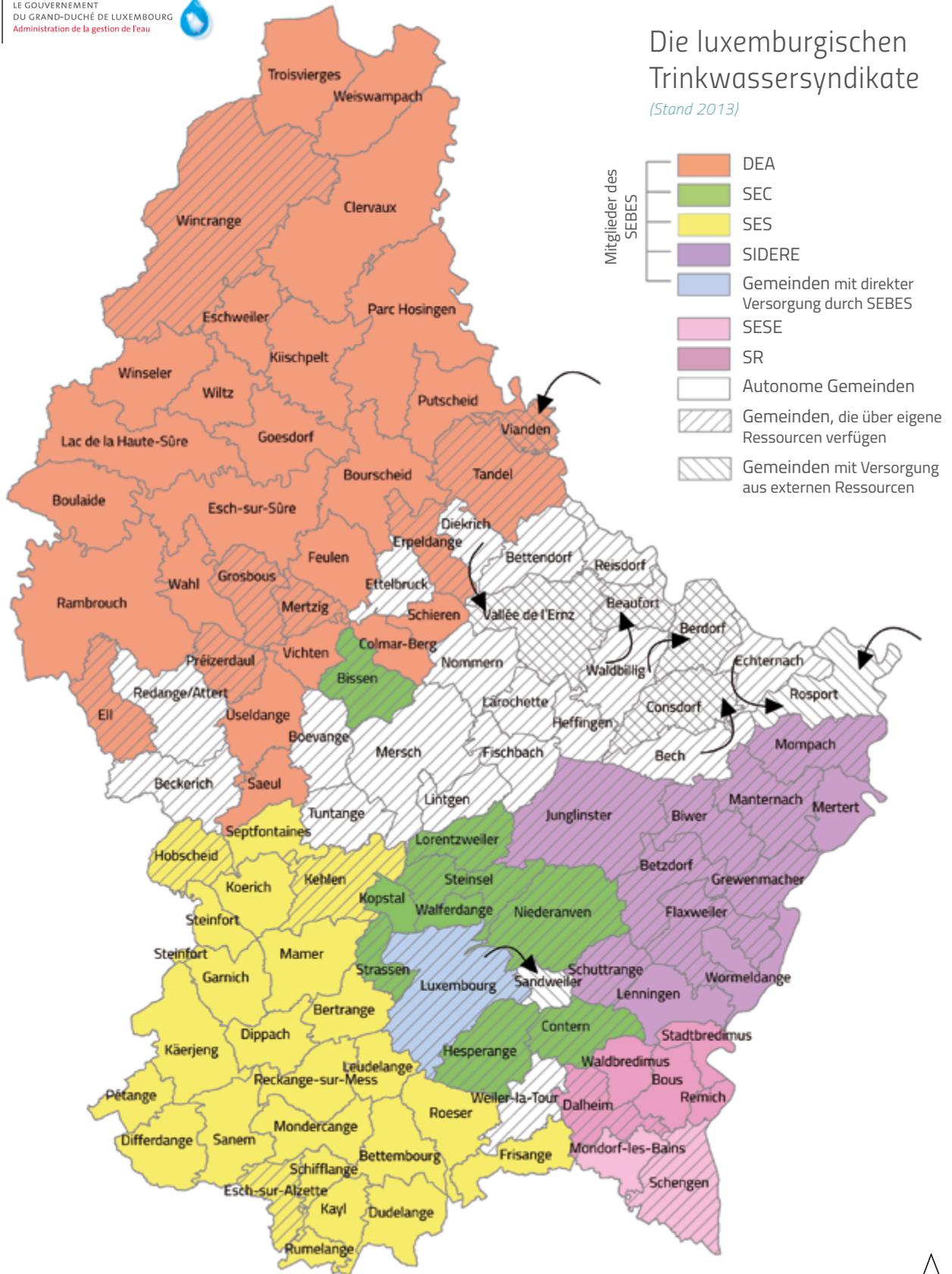
Im Bereich der Wasserversorgung gibt es in Luxemburg im Wesentlichen drei Typen von Gemeinden:

- **Gemeinden, die sich autonom versorgen**, das heißt, die ihr Trinkwasser über eigene Grundwasserfassungen beziehen (etwa 20 %).
- **Gemeinden, die an ein Trinkwassersyndikat angeschlossen sind**, von dem sie mit Trinkwasser beliefert werden (etwa 50 %). Die einzelnen Trinkwassersyndikate beliefern die Gemeinden bis an den Eingang ihres jeweiligen Ortsnetzes, das heißt in der Regel bis zum Wasserbehälter oder -turm. Ab dort übernehmen die Gemeinden die Verantwortung einer einwandfreien Trinkwasserversorgung der Endverbraucher.
- **Gemeinden, die über eigene Ressourcen verfügen und gleichzeitig an ein Trinkwassersyndikat angeschlossen sind** (etwa 30 %).



Die luxemburgischen Trinkwassersyndikate

(Stand 2013)



DIE GEWINNUNG UNSERES TRINKWASSERS

Das öffentliche Trinkwasserversorgungsnetz versorgt uns täglich mit etwa 120.000 m³ Trinkwasser. Diese Menge wird zu zwei Dritteln aus dem Grundwasser und zu einem Drittel aus dem Obersauer Stausee gewonnen. Je nach demographischer Entwicklung kann der tägliche Wasserverbrauch bis 2040 auf knapp 170.000 m³ ansteigen.

Die Trinkwassergewinnung aus Grundwasser

In Luxemburg stammen knapp zwei Drittel der täglich genutzten Trinkwassermenge aus dem Grundwasser. Dies entspricht einer mittleren Fördermenge von etwa 70.000 m³ Grundwasser, das aus etwa 270 Quellen und 40 Bohrungen erschlossen wird.

Der Hauptgrundwasserleiter in Luxemburg ist der **Luxemburger Sandstein (Unterer Lias)**, aus dem etwa 80–90 % des gesamten vom Grundwasser gelieferten Trinkwassers gefördert werden. Der Luxemburger Sandstein besteht aus Sandkörnern mit kalkigem Bindemittel. Er bedeckt mit einer Fläche von etwa 493 km² einen großen Teil des Gutlands und wird im Südwesten von jüngeren Schichten überlagert. Jedoch bieten nur etwa 300 km² der Gesamtfläche des Luxemburger Sandsteins günstige Bedingungen für das Einsickern des Niederschlagswassers, da der übrige Teil mit undurchlässigen Ton- und Kalkschichten bedeckt ist.



Luxemburger Sandstein



120.000 m³

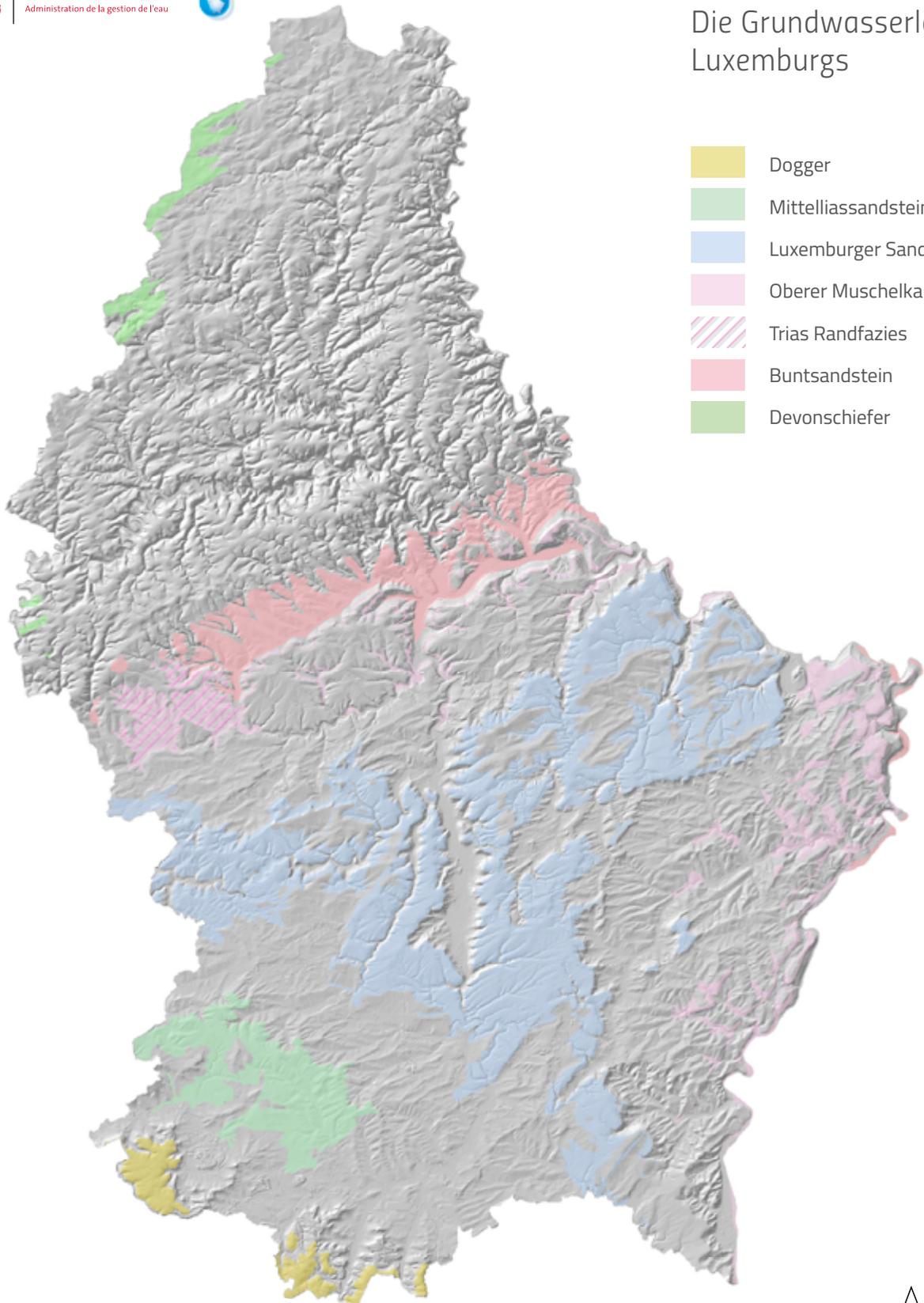
TRINKWASSER WERDEN TÄGLICH
IN LUXEMBURG BENÖTIGT

Die übrigen Grundwasserleiter liefern etwa 8.000 m³ Trinkwasser. Dies sind:

- **der Buntsandstein** am südlichen Rande des Öslings. Er liefert in den westlich des Landes entspringenden Quellen ein eher weiches Wasser. In Mondorf wurde der Buntsandstein durch Tiefenbohrungen erschlossen und liefert aus etwa 500 Metern Tiefe ein stark mineralisiertes Wasser.
- **der Muschelkalk**, vor allem im Osten des Landes (Bereich Grevenmacher). Wegen der starken Zerklüftung (Verkarstung) dieser geologischen Formation ist das Grundwasser anfällig für Verschmutzungen. Es zeichnet sich außerdem durch eine hohe Kalk- und Gipschärte aus.
- **der Dogger** im Südwesten des Landes (Minetteregion) und der **Mittlere Lias** im Südwesten in der Gegend von Dippach und Küntzig.



Die Grundwasserleiter Luxemburgs



- Dogger
- Mittelliassandstein
- Luxemburger Sandstein
- Oberer Muschelkalk
- Trias Randfazies
- Buntsandstein
- Devonschiefer



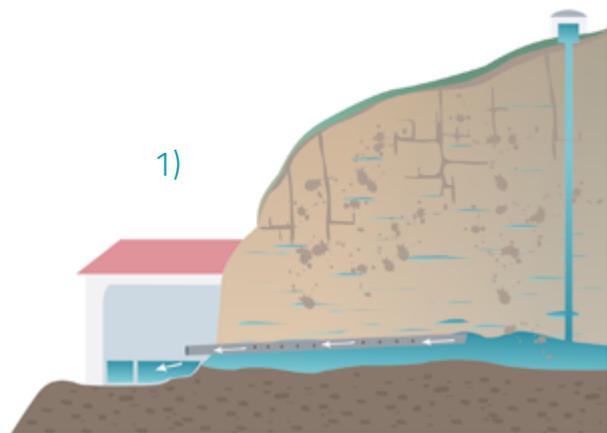
Die Grundwasserfassung

2)

Es werden zwei Hauptarten der Grundwasserfassung unterschieden:

Die **Quellfassung (1)** ist ein Bauwerk, das eine frei auslaufende Quelle fasst. Diese entsteht dort, wo das Grundwasser auf natürliche Weise aus dem Untergrund an die Oberfläche kommt und austritt.

Die **Bohrung (2)** ist ein Bauwerk mit variabler Tiefe. Durch eine Bohrung kann das Grundwasser, das sich in tieferen Grundwasserschichten befindet, genutzt werden. Das Wasser wird mithilfe von Pumpen aus der Tiefe nach oben gepumpt. Die tiefste Bohrung des Landes wurde zwischen 1841 und 1846 von K.G. Kind in Mondorf erstellt und erreichte eine Tiefe von 730 Metern.



Die Trinkwassergewinnung aus dem Grundwasser: Das Grundwasser kann mithilfe einer Quellfassung (1) oder einer Bohrung (2) gefördert werden.



Quellfassungen Grevenmacher (Außenansicht) und Dahlheim Klingelbour (Innenansicht)



Bohrung Bech Hesberg (Außen- und Innenansicht)



Die Obersauer Talsperre bei Esch/Sauer (Quelle: SEBES)

Die Aufbereitung des Grundwassers

Grundwasser wird auf seinem langen Weg durch das Gestein gefiltert und gereinigt und ist somit in der Regel keimfrei. Daher ist es wichtig, dass bei der Trinkwassergewinnung aus Grundwasser der Kontakt des Grundwassers mit Oberflächenwasser, das immer Keime enthält, vermieden wird. Da das aus Quellen und Bohrungen gewonnene Grundwasser normalerweise zudem von guter Qualität ist, bedarf es in der Regel keiner weiteren Aufbereitung und kann sofort in das Trinkwasserleitungsnetz eingespeist werden. Wenn jedoch die Gefahr besteht, dass das Grundwasser bakteriell verunreinigt ist, muss es durch Chlorung, UV-Bestrahlung oder Ultrafiltration gereinigt werden. Am besten ist es, die nötigen baulichen und schützenden Präventivmaßnahmen an den Quelfassungen durchzuführen (S. 55, *Trinkwasserschutzgebiete*), sodass nur in Notfällen das Wasser desinfiziert werden muss.

Das Grundwasser kann an einzelnen Orten hohe Konzentrationen verschiedener natürlich vorkommender Stoffe, wie z. B. Kohlensäure, Eisen oder Mangan, aufweisen. Auch wenn die Konzentrationen dieser Stoffe normalerweise nicht gefährlich für unsere Gesundheit sind, müssen sie trotzdem entfernt werden, da sie sonst das Leitungsnetz



angreifen würden und z. B. zu Korrosion führen können. Hierzu wird das entnommene Rohwasser belüftet und so mit Sauerstoff angereichert. Die Kohlensäure verflüchtigt sich, während das im Wasser gelöste Eisen und Mangan oxidieren und unlösliche Metallflocken bilden. Diese können dann aus dem Rohwasser herausgefiltert werden.

Wenn im entnommenen Rohwasser der Nitratgehalt über dem vorgeschriebenen Grenzwert von 50 mg pro Liter liegt (S.22, *Die Gefährdung des Grundwassers durch Pflanzenschutzmittel und Nitrate*), muss das Wasser ebenfalls aufbereitet oder mit nitratarmem Wasser vermischt werden. Überschüssiges Nitrat, aber auch eine Vielzahl anderer Schadstoffe wie z. B. Pestizide oder Schwermetalle sowie Kalk können durch Umkehrosmose aus dem Rohwasser entfernt werden. Hierbei wird das Wasser unter Druck durch eine halbdurchlässige Membran gepresst. Die im Wasser enthaltenen Stoffe, die aufgrund ihrer Größe die Membran nicht passieren können, werden zurückgehalten und herausgefiltert.

Die Trinkwassergewinnung aus Oberflächenwasser

Ein Drittel des Trinkwassers wird in Luxemburg aus Oberflächenwasser, das aus der Obersauer Talsperre bei Esch/Sauer stammt, gewonnen. Durch eine 47 Meter hohe Mauer wird das Wasser der Sauer aufgestaut, sodass sich im engen Flusstal ein Stausee gebildet hat. Die Talsperre hat ein Fassungsvermögen von 60 Millionen m³ Wasser. Das SEBES-Syndikat ist für die Aufbereitung des Stauseewassers zu Trinkwasser zuständig. Die Mehrzwecktalsperre von Esch/Sauer dient nicht nur der Trinkwasserversorgung, sondern ebenfalls zur Energiegewinnung, dem Hochwasserschutz und dem Niedrigwasserausgleich sowie der Freizeitgestaltung.

Die Beschaffenheit des Stauseewassers

Da Oberflächengewässer stärker dem menschlichen Einfluss und somit möglichen Verschmutzungen ausgesetzt sind als das Grundwasser, muss das dort entnommene Rohwasser in der Regel einer mehr oder weniger aufwendigen Behandlung unterzogen werden. Dies trifft auch auf das Wasser des Stausees von Esch/Sauer zu. Das Stauseewasser enthält zwar in der Regel keine hohen Konzentrationen an gesundheitsschädlichen Substanzen, wie Schwermetalle oder Pestizide, es gilt jedoch an erster Stelle, überschüssiges Eisen und Mangan zu entfernen. Beide Metalle, die durch das sehr weiche und saure Wasser aus dem Talsperregrund herausgelöst werden, sind hygienisch eigentlich unbedenklich, verleihen dem Wasser aber einen unangenehmen Geschmack und eine trüb-braune Farbe.

Zudem enthält das Talsperrenwasser organische Verbindungen in Form der sogenannten Huminsäuren. Diese stammen aus der Zersetzung der natürlichen Vegetation, wie z. B. Laub, und fördern die Löslichkeit von Eisen und Mangan. Mit fortschreitender Eutrophierung (S. 30, *Die Eutrophierung – Ein Teufelskreis*) wird das Stauseewasser immer mehr durch Algen belastet, die beim Absterben, insbe-

ROHWASSER WIRD ZU TRINKWASSER, INDEM ES EINER AUFWENDIGEN BEHANDLUNG UNTERZOGEN WIRD

sondere während der sogenannten Herbstvollzirkulation, wenn das sauerstoff- und nährstoffreiche Wasser in die Tiefe des Sees gelangt, die Rohwasserqualität spürbar verschlechtern.

Durch seine geringe Härte und die überschüssige Kohlensäure ist das Rohwasser aggressiv und würde bei einer direkten Verteilung zur Korrosion der Leitungen führen. Es bedarf daher einer Entsäuerung und zwecks der besseren Mischbarkeit mit Quellwasser in den Ortsbehältern einer Aufhärtung.

Jedes Oberflächenwasser enthält Keime. Auch wenn nur die wenigsten davon Krankheitserreger sind, ist es trotzdem unerlässlich, sie durch Desinfektion, beispielsweise durch Chlorung oder Ozonung, abzutöten.

Die Aufbereitungsprozedur des Stauseewassers zu Trinkwasser dauert rund 10 Stunden und pro Tag werden etwa 40.000 m³ Wasser aus dem Stausee zu Trinkwasser aufbereitet, wobei die Aufbereitungsanlage des SEBES eine Nennkapazität von 64.000 m³ pro Tag hat. Die mittlere Trinkwasserabgabe schwankt jedoch von Jahr zu Jahr dadurch, dass das SEBES die Aufgabe hat, nicht nur einen Teil der Grundlast, sondern alle, vor allem saisonal bedingte Schwankungen bei entsprechender Nachfrage abzudecken.

10 Std.

dauert die Aufbereitungs-
prozedur des Stauseewassers.



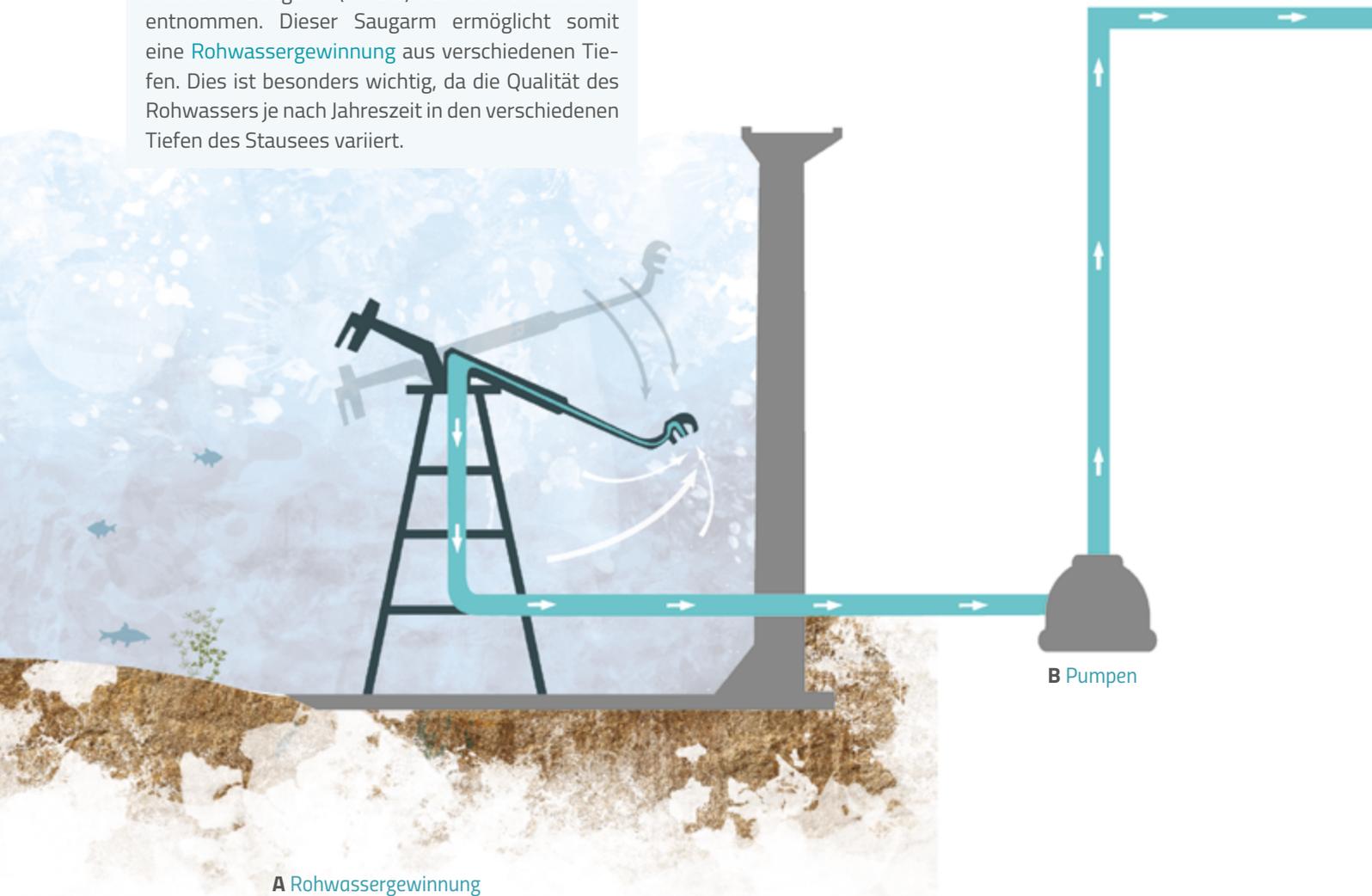
Aufbereitungsprozess des Stauseewassers

Die Trinkwassergewinnungsanlage des SEBES



(A) ROHWASSERGEWINNUNG

Das Rohwasser wird nahe der Staumauer in der sogenannten „Zone 1“ über einen in der Höhe verstellbaren Saugarm (Provar) aus dem Staubecken entnommen. Dieser Saugarm ermöglicht somit eine Rohwassergewinnung aus verschiedenen Tiefen. Dies ist besonders wichtig, da die Qualität des Rohwassers je nach Jahreszeit in den verschiedenen Tiefen des Stausees variiert.



A Rohwassergewinnung

(B) PUMPEN

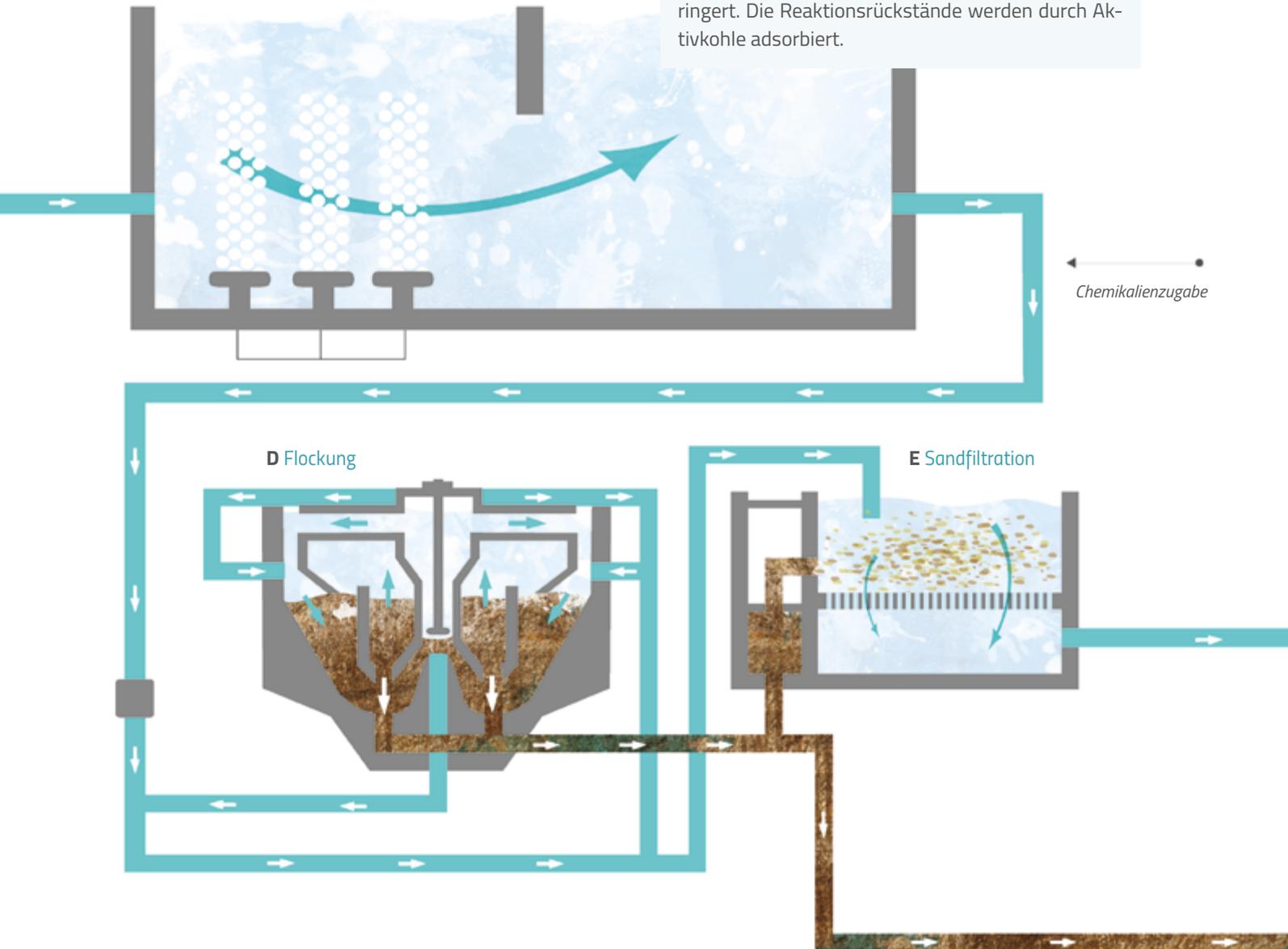
Nachdem das Wasser entnommen wurde, wird es mit speziellen Pumpen in den Rohwasserbehälter, der ein Fassungsvermögen von 5.000 m³ hat, gepumpt.

(C) VOROXIDATION

Dann beginnt die eigentliche Aufbereitung des Rohwassers, die in fünf Schritten abläuft:

C Voroxidation

Durch die Voroxidation mit Ozon, die im Rohwasserbehälter stattfindet, werden die im Rohwasser befindlichen Organismen, wie z. B. Algen, abgetötet und der Eisen- und Manganengehalt im Wasser verringert. Die Reaktionsrückstände werden durch Aktivkohle adsorbiert.



(D) FLOCKUNG

Die Flockung: Mithilfe von Flockungsmitteln (Aluminiumverbindungen) werden die im Rohwasser enthaltenen Eisen- und Manganverbindungen sowie die organischen Verunreinigungen geflockt, das heißt zusammengeballt. Die sich bildenden Schlammflocken setzen sich größtenteils ab und werden entfernt. Bei diesem Vorgang wird das Wasser klar.

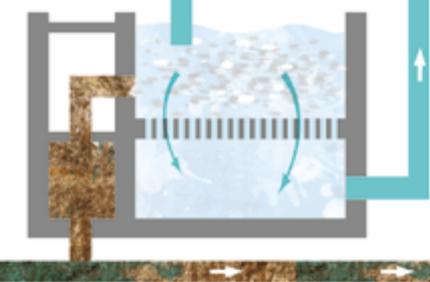
(E) SANDFILTRATION

Die Sandfiltration: In der Filteranlage wird das Wasser durch eine zwei Meter hohe Quarzsandschicht geleitet, um es von Restflocken und sonstigen Schwebstoffen zu befreien. Weil nach einer bestimmten Laufzeit, im Durchschnitt 50 Betriebstunden, die Poren der Quarzsandfilter verstopfen, müssen sie periodisch im Gegenstrom gespült werden.

(F) AUFHÄRTUNG/ ENTSÄUERUNG

Die **Aufhärtung/Entsäuerung**: Dem sehr weichen und leicht sauren Rohwasser, das einen pH-Wert von 6,5 aufweist, wird zunächst Kohlensäure zugesetzt und so das Kalklösevermögen erhöht. Danach wird das Wasser durch einen Kalkfilter geleitet und dabei von den ursprünglichen 3 bis 4 auf 8 °fH (französische Härtegrade) aufgehärtet. Dem Rohwasser wird also Kalk hinzugefügt. Gleichzeitig erfolgt dabei eine Neutralisation des Wassers bis zu einem pH-Wert von 8,3. Ähnlich wie die Sandfilter werden die Kalkfilter regelmäßig gespült.

F Aufhärtung/ Entsäuerung



(*) SCHLAMMWASSER

Auf dem Boden der Flockulatoren und bei der Rückspülung der Filter sammelt sich **Schlammwasser (*)** an. Nach entsprechender Behandlung wird das saubere Wasser in die Sauer eingeleitet und der angefallene Schlamm als Dünger oder in der Zementindustrie weiterverwertet.

G Desinfektion

(H) REINWASSERBEHÄLTER

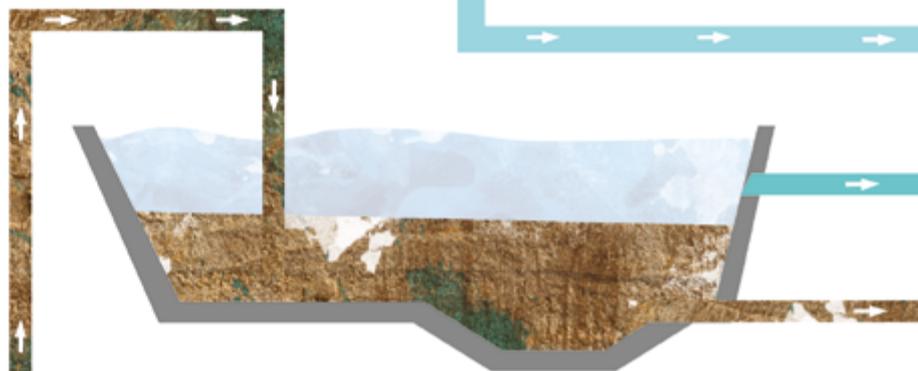
Nach Abschluss der Aufbereitung des Rohwassers wird das fertige Trinkwasser in einem **7.000 m³ fassenden Reinwasserbehälter** geleitet.

H Reinwasserbehälter



(G) DESINFEKTION

Die **Desinfektion**: Im letzten Schritt werden die eventuell im Rohwasser enthaltenen Keime durch Zugabe von Chlor abgetötet. Die Chlorung wird so dosiert, dass der Restchlorgehalt beim Endverbraucher maximal 0,2 mg pro Liter Wasser beträgt. Diese Menge ist ausreichend, um eine Wiederverkeimung des Wassers im langen Verteilernetz zu vermeiden, ohne dabei die geschmackliche Qualität des Trinkwassers zu beeinträchtigen.



(I) HAUPTBEHÄLTER

Vom Reinwasserbehälter aus wird das Reinwasser in den 200 m höher liegenden und **35.000 m³ fassenden Hauptbehälter** in Eschdorf gepumpt. Aus diesem Behälter wird das reine Trinkwasser an die Abnehmer verteilt, die es gegebenenfalls mit eigenem Quellwasser vermischen. Das SEBES-Trinkwasser wird zum einen direkt an einige Gemeinden wie z. B. die Stadt Luxemburg und zum anderen an die Trinkwassersyndikate DEA, SEC, SES und SIDE-RE verteilt, die dann die Gemeinden beliefern.

I Hauptbehälter, aus dem das Trinkwasser an die Abnehmer verteilt wird

* Schlamm wird als Dünger oder für die Zemetindustrie verwendet

TRINKWASSER – EIN KOSTBARES UND STRENG KONTROLLIERTES LEBENSMITTEL

Kein anderes Lebensmittel wird so streng kontrolliert wie das Trinkwasser aus dem öffentlichen Versorgungsnetz. So muss das Leitungstrinkwasser den Grenzwerten von nicht weniger als 48 Parametern chemischer und mikrobiologischer Art gerecht werden, um die sehr strengen Qualitätskriterien zu erfüllen.

Die SEBES-Ersatzlösung

Im Jahre 1991 musste der Stausee von Esch/Sauer vollständig entleert werden, um die dringend erforderlichen Reparaturarbeiten zur Abdichtung der Staumauer durchführen zu können. Damit entfiel für die Dauer der Arbeiten die einzige Wasserquelle, über die das SEBES bis dahin verfügte. Um jedoch eine lückenlose Trinkwasserversorgung zu gewähren, wurde die sogenannte SEBES-Ersatzlösung erstellt.

Diese SEBES-Ersatzlösung besteht aus 15 Tiefbohrungen, die in direkter Umgebung der Hauptleitung angelegt sind und sich in der Nähe der Ortschaften Everlingen, Hagen und Contern befinden. Die Kapazität der SEBES-Ersatzlösung beträgt 36.000 m³ Trinkwasser pro Tag. Nachdem der Stausee wieder aufgefüllt war, blieben die Anlagen erhalten und werden heute:

- bei einer erneuten Entleerung der Talsperre,
- bei einer überhöhten Nachfrage und der damit einhergehenden Überschreitung der Kapazität der Trinkwasseraufbereitungsanlage von Esch/Sauer oder
- bei einem Ausfall der normalen SEBES-Trinkwasserversorgungskette z. B. bei einer Wasserverschmutzung im Stausee oder einer technischen Panne in der Aufbereitungsanlage oder der Verteilung benutzt.

Die SEBES-Ersatzlösung liefert somit einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Zuverlässigkeit der Trinkwasserversorgung.

Im großherzoglichen Reglement vom 7. Oktober 2002 werden die Qualitätskriterien für das Trinkwasser festgelegt. Diese Kriterien orientieren sich an den Vorgaben der Europäischen Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie 98/83/EWG), die ihrerseits auf Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation WHO basieren. Die Grenzwerte der Richtlinie sind so festgelegt, dass auch bei einer lebenslangen Aufnahme von Trinkwasser keine Gefährdung der Gesundheit zu befürchten ist. Gemäß dem Vorsorgeprinzip wurden in Luxemburg zudem verschiedene Parameter noch strenger geregelt, als dies in der EU-Richtlinie ursprünglich vorgeschrieben ist. **Das Trinkwasser aus unserem Leitungsnetz kann demnach bedenkenlos getrunken werden.**

Viele Leute haben das Vertrauen in das öffentlich verteilte Trinkwasser verloren und bevorzugen es, Mineralwasser zu trinken. Dieser Vertrauensverlust ist jedoch völlig ungerechtfertigt, da die Qualitätskriterien für Leitungstrinkwasser strenger sind als die für Mineralwasser. Oftmals ist zudem kein geschmacklicher Unterschied zwischen „Leitungswasser“ und Mineralwasser festzustellen. Dem Chlorgeschmack bei verschiedenen Leitungstrinkwässern kann relativ leicht entgegengewirkt werden, indem man es in den Kühlschrank stellt und gegebenenfalls ein paar Tropfen Zitronensaft hinzufügt. Schon ist das Wasser geschmacksneutral. Darüber hinaus lohnt sich der Verzehr von Leitungstrinkwasser sowohl finanziell als auch ökologisch allemal.

Wann ist Wasser Trinkwasser? – Anforderungen an das Trinkwasser

Prinzipiell kann man feststellen, dass Wasser, das als Trinkwasser genutzt werden soll, folgenden qualitativen Anforderungen gerecht werden muss:

- **In hygienischer Hinsicht** muss Trinkwasser **frei von krankheitserregenden Keimen** sein. Verseuchtes Trinkwasser war eine der Hauptursachen für den Ausbruch von verheerenden Epidemien wie

beispielsweise Typhus- oder Choleraepidemien im Laufe des 19. Jahrhunderts. Da die Krankheitserreger in der Regel nur mithilfe aufwendiger Verfahren nachzuweisen sind, wird bei der bakteriologischen Trinkwasseranalyse nach den auf sie hinweisenden Fäkalienbakterien, den sogenannten Indikatorkeimen wie z. B. Escherichia coli, gesucht. Werden solche Keime im Wasser nachgewiesen, ist dies ein Hinweis für eine Verunreinigung des Wassers mit menschlichen oder tierischen Ausscheidungen. Demnach ist es möglich, dass das Trinkwasser mit Krankheitskeimen belastet ist.

- **In chemischer Hinsicht** darf Trinkwasser **keine schädlichen Substanzen** wie z. B. Schwermetalle oder krebserregende Stoffe enthalten. Unerwünschte Elemente wie Eisen, Mangan oder Nitrat dürfen nur in begrenzten Konzentrationen vorhanden sein und müssen vorgeschriebene Grenzwerte einhalten. Schließlich soll das Wasser nicht aggressiv sein und z. B. Leitungsrohre nicht angreifen. Hierbei spielen überschüssiges Kohlendioxid und ein zu niedriger pH-Wert eine entscheidende Rolle.
- **In physikalischer Hinsicht** soll Trinkwasser **klar, farb- und geruchlos, von angenehmem Geschmack und erfrischend kühl** sein.

Um sicherzustellen, dass das Trinkwasser diesen strengen Anforderungen stets gerecht wird, muss die Trinkwasserqualität regelmäßig überprüft werden. In Luxemburg ist der direkte Wasserversorger, das heißt die Gemeinde bzw. das Trinkwassersyndikat, für die Qualitätskontrolle des von

ihm verteilten Trinkwassers zuständig. Zusätzliche Kontrollen werden von der Wasserwirtschaftsverwaltung durchgeführt, welche stichprobenweise das Trinkwasser der verschiedenen Gemeinden beprobt. **Die Gemeinden sind zudem verpflichtet, mindestens einmal pro Jahr die Bevölkerung über die Ergebnisse der Trinkwasseranalysen zu informieren und bei Nachfrage ihren Abnehmern Auskunft über die Trinkwasserqualität zu geben.**

Die Wasserhärte – Weiches und hartes Wasser

In der Natur gibt es kein „chemisch reines“ Wasser, da Wasser ein ausgezeichnetes Lösungsmittel ist (*S. 13, Wasser als Lösungsmittel*). Beim Durchsickern durch den Boden und die Gesteinsschichten, werden dort vom Wasser Mineralien und Salze herausgelöst. Diese reichern sich im Wasser an und führen dazu, dass das Grundwasser nicht überall gleich beschaffen ist. Je nachdem wo das Grundwasser entnommen wird, hat das Trinkwasser also nicht die gleiche chemische Zusammensetzung.

Die Wasserhärte gibt an, wie viel Calcium (Ca) und Magnesium (Mg) im Wasser gelöst sind. Sie wird in französischen (°fH) oder deutschen (°dH) Härtegraden angegeben. Mit zunehmendem Calcium- und Magnesiumgehalt steigt auch die Wasserhärte.

Einteilung der Härtebereiche

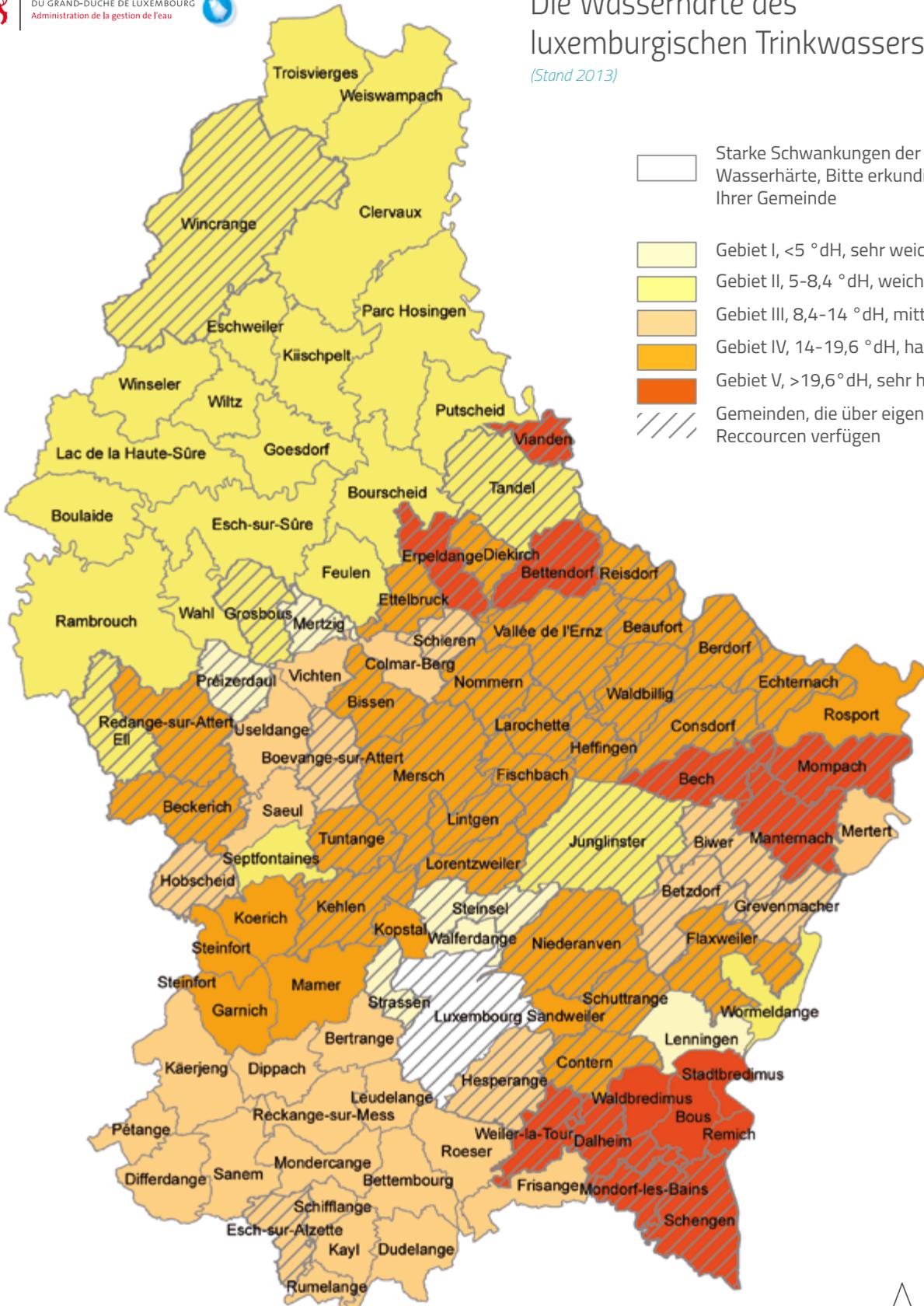
Durch Multiplikation mit dem Faktor 1,8 können deutsche Härtegrade in französische Härtegrade umgerechnet werden.

HÄRTEBEREICH	CALCIUMCARBONAT (KALK) IN MILLIMOL PRO LITER	DEUTSCHER HÄRTEGRAD (°dH)	FRANZÖSISCHER HÄRTEGRAD (°fH)
Sehr weich	< 0,9	< 5	< 9
Weich	0,9 – 1,5	5 – 8,4	9 – 15
Mittelhart	1,5 – 2,5	8,4 – 14	15 – 25
Hart	2,5 – 3,5	14 – 19,6	25 – 35
Sehr hart	> 3,5	> 19,6	> 35



Die Wasserhärte des luxemburgischen Trinkwassers

(Stand 2013)



- Starke Schwankungen der Wasserhärte, Bitte erkundigen Sie sich bei Ihrer Gemeinde
- Gebiet I, <5 °dH, sehr weich
- Gebiet II, 5-8,4 °dH, weich
- Gebiet III, 8,4-14 °dH, mittelhart
- Gebiet IV, 14-19,6 °dH, hart
- Gebiet V, >19,6 °dH, sehr hart
- Gemeinden, die über eigene Reccourcen verfügen



0 5 10 15 Km

Hartes Wasser führt zur Verkalkung von Armaturen, Haushaltsgeräten und Warmwasserleitungen, da sich beim Erhitzen und Kochen von hartem Wasser schwerlösliches Calciumcarbonat (Kalk) bildet. Das Ausfallen von Kalk in den Leitungsrohren betrifft demnach nur den Warmwasserzyklus. Um Verkalkungen zu vermeiden, sollte die Warmwassertemperatur daher auf maximal 55–60°C eingestellt werden. Bei hartem Wasser muss beispielsweise Waschmittel stärker dosiert werden, da Calcium- und Magnesiumionen in Verbindung mit Waschmitteln schwer lösliche Kalkseifen bilden, womit dem Waschvorgang waschaktive Substanzen entzogen werden. Ein hoher Calcium- und Magnesiumgehalt im Wasser ist für den Menschen nicht schädlich, sondern sogar gesundheitsfördernd, da es ihn mit lebenswichtigen Spurenelementen versorgt. Durch hartes Wasser „verkalkt“ man also nicht.

Der Härtegrad des Wassers sagt nichts über dessen Qualität aus. Angaben zum Kalkgehalt des Trinkwassers können bei den jeweiligen Gemeinden angefordert werden.

Die Wasserentkalkung zu Hause

Für eine Wasserbehandlung im privaten Bereich gibt es sowohl chemische (Ionenaustauscher oder Dosieranlagen) als auch physikalische (Magnete) Entkalkungsanlagen.

Beim Ionenaustauschverfahren werden mithilfe von Kunstharzen Calcium- und Magnesiumionen, die verantwortlich für die Härte des Wassers sind, durch Natriumionen ausgetauscht. Das Ausfallen unlöslicher Carbonatsalze und somit Kalkablagerungen wird durch dieses Verfahren verhindert. Ein solches Wasser sollte jedoch nur das Warmwasser aufbereitet werden, da eine erhöhte Natriumkonzentration im kalten Trinkwasser nicht gesund ist. Solche Enthärtungsanlagen müssen regelmäßig gewartet werden, da sonst die Gefahr einer Verkeimung des Austauschharzes besteht. Um das Bakterienwachstum nicht zu fördern, sollte das Gerät zudem nicht in einem beheizten Raum stehen.

Dosiergeräte fügen dem Leitungswasser, meist proportional zur Durchflussmenge, Stoffe (z. B. Polyphosphate oder Polysilikate) bei, die Komplexe mit den Calcium- und Magnesiumionen bilden und so das Ausfallen von Kalk verhindern. In verschiedenen Fällen haben diese Stoffe eine korrosionsvermeidende Wirkung, da sie die Bildung einer mineralischen Schutzschicht in den Rohren unterstützen. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass die verwendeten Stoffe sowie die gebildeten Komplexe für den Trinkwassergebrauch zugelassen sind. Auch hier sind regelmäßige Wartungen die Garantie für ein einwandfrei funktionierendes Gerät.

HÄRTEGRADE SAGEN NICHTS ÜBER DIE QUALITÄT DES WASSERS AUS

Physikalische Enthärter, die auf magnetischer Wirkung basieren, sollen die Kristallstruktur des ausfallenden Kalkes so verändern, dass dieser sich nicht mehr als Kalkstein an der Rohrwand festsetzen kann. Die Wirksamkeit von solchen physikalischen Enthärtern ist jedoch sehr umstritten.

Ein Enthärter ist nur für Wasser mit einer Härte über 30 °fH empfehlenswert. Das Leitungswasser sollte zudem nie völlig enthärtet werden. Das enthärtete Wasser wirkt nämlich aggressiver gegenüber verschiedenen Leitungsmaterialien und kann somit deren Korrosion fördern. Eine Resthärte von 10–15 °fH sollte daher nicht unterschritten werden. Bevor man sich eine teure Wasseraufbereitungsanlage zulegt, sollten zuerst die hausinternen Leitungen und Einrichtungen überprüft, gespült und im Bedarfsfall ersetzt werden. Die Aufbereitungsanlage muss zudem an die chemische Beschaffenheit des Trinkwassers angepasst werden, da sonst z. B. die Korrosion des internen Leitungsnetzes ausgelöst werden kann. Ist dies der Fall, wird ein solches Wasser oft sehr teuer, um das hausgemachte Problem wieder in den Griff zu bekommen.

Der Trinkwasserverbrauch

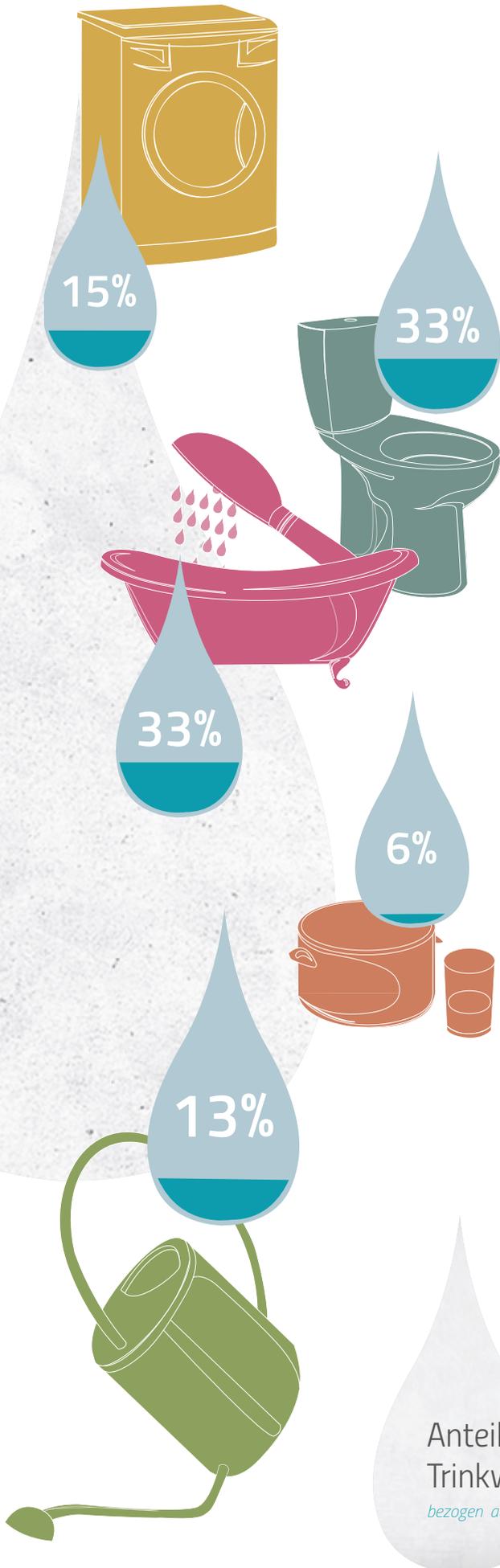
Im Laufe des letzten Jahrhunderts stieg der Wasserverbrauch der Haushalte rasant an. Dies liegt vor allem an den verbesserten sanitären Einrichtungen sowie dem höheren Lebensstandard. Der durchschnittliche tägliche Pro-Kopf-Wasserverbrauch in einem luxemburgischen Haushalt liegt bei ca. 150 Litern. Der tatsächliche durchschnittliche Wasserverbrauch ist jedoch etwas geringer und liegt bei ca. 137 Litern. Der höhere Verbrauchswert ist bedingt durch die rund 150.000 Grenzgänger, die in Luxemburg arbeiten und zum Trinkwasserverbrauch beitragen, jedoch nicht in die Ermittlung des Durchschnittsverbrauchs eingerechnet werden, da ihr Wohnsitz nicht in Luxemburg liegt. Von der täglich genutzten Menge an Trinkwasser entfallen nur 3 bis 5 Liter auf die primären Bedürfnisse wie Trinken und Speisenzubereitung. Das restliche Wasser dient der angenehmeren Gestaltung des täglichen Lebens.

Das meiste Wasser nutzen wir für die tägliche Körperpflege. So gebrauchen wir von dem täglich im Haushalt verwendeten Trinkwasser etwa ein Drittel zum Baden oder Duschen und ein weiteres Drittel zum Toilettenspülen. Ein Sechstel des Wassers wird zum Wäschewaschen und Geschirrspülen genutzt und das restliche Sechstel wird für sonstige Zwecke wie z. B. die Gartenbewässerung genutzt. Der Einsatz wassersparender Haushaltsgeräte sowie ein größeres Umweltbewusstsein der Bevölkerung können jedoch in Zukunft dazu beitragen, den täglichen Pro-Kopf-Wasserverbrauch zu senken.

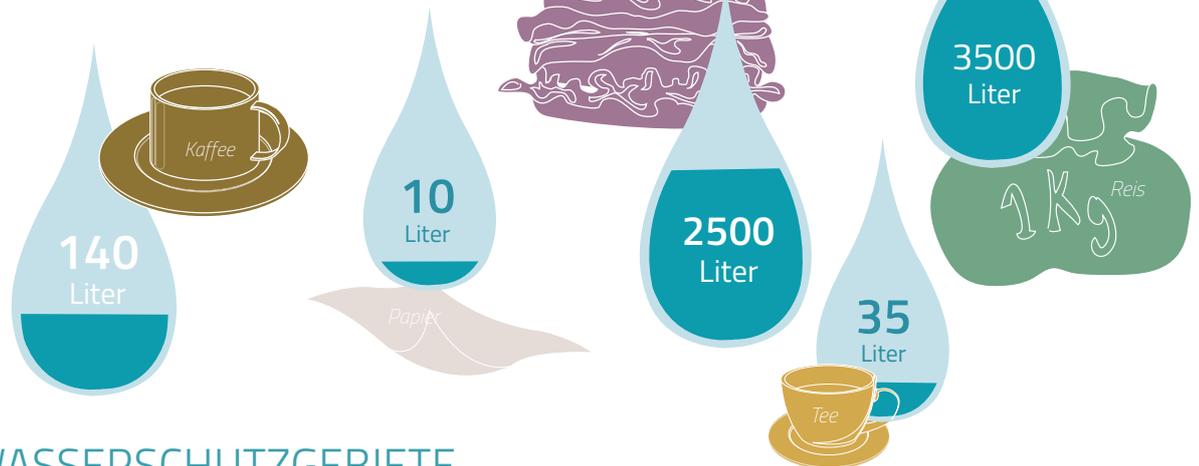
Der eigentliche Wasserverbrauch ist jedoch viel höher, da wir neben dem Wasser für den Haushaltsbedarf auch sogenanntes virtuelles Wasser verbrauchen. Virtuelles Wasser ist die Menge an Wasser, die insgesamt bei der Herstellung eines Produktes verbraucht wird. Die Verschmutzung von Wasser zählt dabei auch als Verbrauch. Das virtuelle Wasser mit eingerechnet, beträgt der tägliche Gesamtwasserverbrauch eines Menschen in Luxemburg im Schnitt mehr als 4.000 Liter.

Anteile des durchschnittlichen Trinkwasserverbrauchs im Haushalt

bezogen auf 137 Liter pro Person



Es ist selbstverständlich, dass der Wasserverbrauch von der technischen und sanitären Ausstattung der Wohnung sowie den Lebensgewohnheiten der Bewohner abhängt und starken individuellen und sozialen Schwankungen unterliegen kann. Fest steht jedoch, dass je mehr Wasser verwendet wird, desto mehr Wasser danach durch aufwendige Verfahren in den Kläranlagen gereinigt werden muss.



TRINKWASSERSCHUTZGEBIETE

Das Grundwasser ist in der Regel durch sein geologisches Umfeld vor Verschmutzungen geschützt und frei von gesundheitsgefährdenden Stoffen. Seit einiger Zeit wird jedoch eine Verschlechterung der Qualität des Grundwassers festgestellt (S. 22, *Grundwasser in Gefahr*). Der vorbeugende Schutz des Grundwassers, das als Trinkwasser genutzt wird, ist demnach überaus wichtig, damit auch in Zukunft die Reinheit unseres Trinkwassers gewährleistet ist. Das selbe gilt auch für Oberflächenwasser, welches als Trinkwasser genutzt wird.

So sieht das luxemburgische Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 im Artikel 44 die Ausweisung von Schutzgebieten um Wasserfassungen, die für die Trinkwasserversorgung genutzt werden, vor. In solchen Trinkwasserschutzgebieten gelten besondere Nutzungsbedingungen sowie Verbote für bestimmte Tätigkeiten, welche das als Trinkwasser genutzte Wasser vor jeglichen Verunreinigungen und Eingriffen schützen sollten.

In der Regel muss das gesamte Einzugsgebiet der Trinkwassergewinnungsanlage geschützt werden, das heißt der Bereich, aus dem der Fassungsanlage Wasser zufließt. In Luxemburg werden die Trinkwasserschutzgebiete in die Schutzzonen I, II und III gegliedert und werden nach der Auswertung detail-

lierter hydrogeologischer Untersuchungen um die einzelnen Trinkwassererfassungen ausgewiesen. Die Ausweisung der Schutzgebiete erfolgt durch großherzogliche Verordnungen und muss spätestens bis zum 22. Dezember 2015 abgeschlossen sein.

Die Schutzzone I – Der Fassungsbereich

Die **Schutzzone I** dient dem Schutz der Trinkwassergewinnungsanlage und ihrer unmittelbaren Umgebung vor jeglicher Verschmutzung und Beschädigung. Im Umkreis von einem Brunnen muss diese Zone mindestens 10 bis maximal 20 Meter betragen. Bei Quellenfassungen sind 10 Meter in Zustromrichtung des Grundwassers das Minimum, 20 Meter das Maximum. In der Schutzzone I sind nur solche Aktivitäten erlaubt, die direkt für die Trinkwasserversorgung notwendig sind. Der **Fassungsbereich** sollte dem Wasserbetreiber gehören und ist, wenn möglich, einzuzäunen und als Grünfläche zu erhalten.

Die Schutzzone II – Die engere Schutzzone

Die **engere Schutzzone** soll vor allem den Schutz des Grundwassers vor einer mikrobiologischen Verunreinigung z. B. durch Bakterien sicherstellen. In dieser Zone dürfen beispielsweise keine neuen Abwasserleitungen verlegt werden, die Lagerung von Heiz- und Dieselöl sowie das Ausbringen von Gülle und Jauche sind verboten.

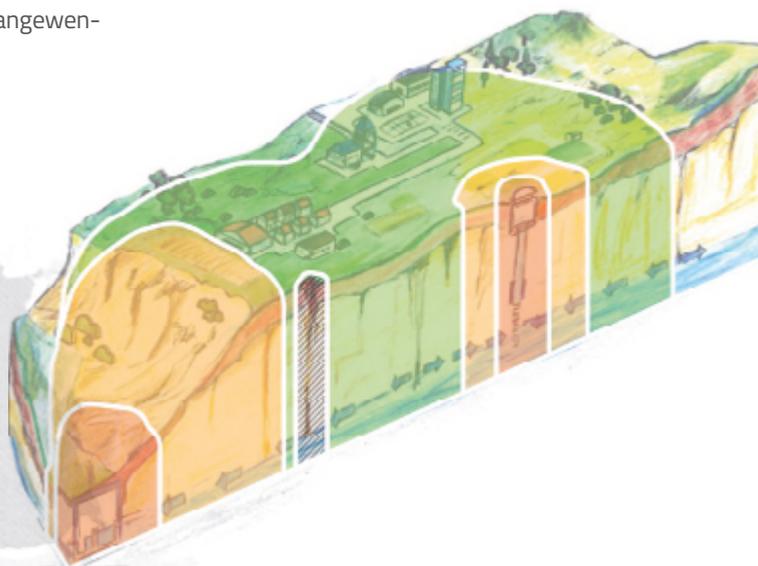
Die **Schutzzone II** muss so bemessen sein, dass das Grundwasser eine Fließzeit von mindestens 50 Tagen benötigt, um von der äußeren Grenze der Schutzzone II bis zur Fassungsanlage zu gelangen (**Zone II-V2**). Dies entspricht in der Regel einer Distanz von 100 bis 600 Metern oberhalb der Trinkwasserfassung. Im Zeitraum von 50 Tagen können mögliche Krankheitserreger wie z. B. Viren und Bakterien absterben oder ausgefiltert werden, sodass das Grundwasser bakteriologisch einwandfrei bleibt. Falls eine Bohrung das Grundwasser aus einem tiefen und besonders gut geschützten Grundwasserleiter entnimmt und kein Risiko einer mikrobiologischen Verunreinigung besteht, kann eventuell von einer Ausweisung der **Zone II** abgesehen werden. Bei einem geklüfteten geologischen Untergrund kann innerhalb der **Schutzzone II** oder auch der Schutzzone III ein Bereich mit besonders hoher Vulnerabilität oder Gefährdung (**Zone II-V1**) abgegrenzt werden. Da dieser Bereich besonders anfällig für Verschmutzungen ist, müssen dort besonders restriktive Schutzmaßnahmen angewendet werden.

Die Schutzzone III – Die weitere Schutzzone

Die **weitere Schutzzone** soll den Schutz der genutzten Wasserressourcen vor nicht oder nur schwer abbaubaren chemischen Verunreinigungen im großräumigen Umfeld der Trinkwassergewinnungsanlage gewährleisten. Bei Unfällen mit gefährlichen Stoffen ermöglicht sie eine ausreichende Reaktionszeit, um die betroffenen Förderanlagen vom Wassernetz zu nehmen. In der **Schutzzone III** gilt unter anderem ein Verbot für die Lagerung und Verwendung wassergefährdender Stoffe sowie für die Lagerung und Behandlung von Abfall. Die Anwendung von Pestiziden und Düngemitteln wird in dieser Zone zudem stark beschränkt.

In der Regel erstreckt sich die **weitere Schutzzone** von der Grenze der **Schutzzone II** bis zur Grenze des Einzugsgebietes der Quelle oder des Brunnens und ermöglicht einen dauerhaften Schutz des Grundwassers.

- Zone I
- Zone II
- Zone II-V1
- Zone III



ABWASSERWASSERBELASTUNG UND SELBSTREINIGUNG DER GEWÄSSER

Wenn Wasser gebraucht wird, wird Abwasser produziert. Je nachdem für welche Zwecke man das Wasser nutzt, wird es mehr oder weniger stark verschmutzt und mit Schadstoffen belastet. Würde dieses Abwasser direkt in die Gewässer eingeleitet werden, wären das biologische Gleichgewicht und somit die dort lebenden Organismen stark gefährdet, da die Selbstreinigungskraft der Gewässer überstiegen wäre.

Ein gesundes Gewässer kann in der Regel eine begrenzte Abwasserbelastung ohne größere negative Auswirkungen auf seine Gewässergüte verkraften. Die Fließgewässer besitzen nämlich die Fähigkeit, eingeleitete organische Schadstoffe, z. B. aus Abwassereinleitungen oder Einträgen aus der Luft, mithilfe von im Wasser lebenden Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen abzubauen. Die beim Abbau der organischen Verbindungen entstehenden Stoffe können unter anderem von den grünen Wasserpflanzen, insbesondere den Algen, verwertet und somit aus dem Wasser entfernt werden. Da die Abbauprozesse äußerst sauerstoffzehrend sind, spielt der Sauerstoffgehalt der Gewässer bei deren Selbstreinigung eine entscheidende Rolle. So haben turbulente Gewässer mit hohem Sauerstoffeintrag an der Oberfläche ein größeres Selbstreinigungsvermögen als langsam fließende oder stehende Gewässer. Kühle Fließgewässer besitzen ebenfalls eine höhere Selbstreinigungskraft, da die Sauerstofflöslichkeit im Wasser bei steigenden Gewässertemperaturen sinkt.

Wird übermäßig viel Abwasser in ein Fließgewässer eingeleitet, übersteigt der Sauerstoffverbrauch beim Abbau der organischen Verschmutzung die Sauerstoffaufnahme des Gewässers aus der Luft. Sauerstoffmangel entsteht, was zum Ersticken vieler Tiere, vom Einzeller bis zum Fisch, führt. An Stelle der biologischen aeroben Selbstreinigung treten nun, ähnlich wie bei der Eutrophierung (S. 30, *Die Eutrophierung – Ein Teufelskreis*), anaerobe Fäulnisvorgänge. Das biologische Gleichgewicht ist gestört und das Gewässer „kippt um“, womit das Gewässer zur übel riechenden Kloake wird.

Um dies zu verhindern, wird das Abwasser in der Kanalisation gesammelt und dann den Kläranlagen zugeleitet, in denen es durch aufwendige Verfahren gereinigt wird. Erst danach wird das Wasser wieder in den natürlichen Wasserkreislauf eingeleitet.

Die Abwasserentsorgung in Luxemburg

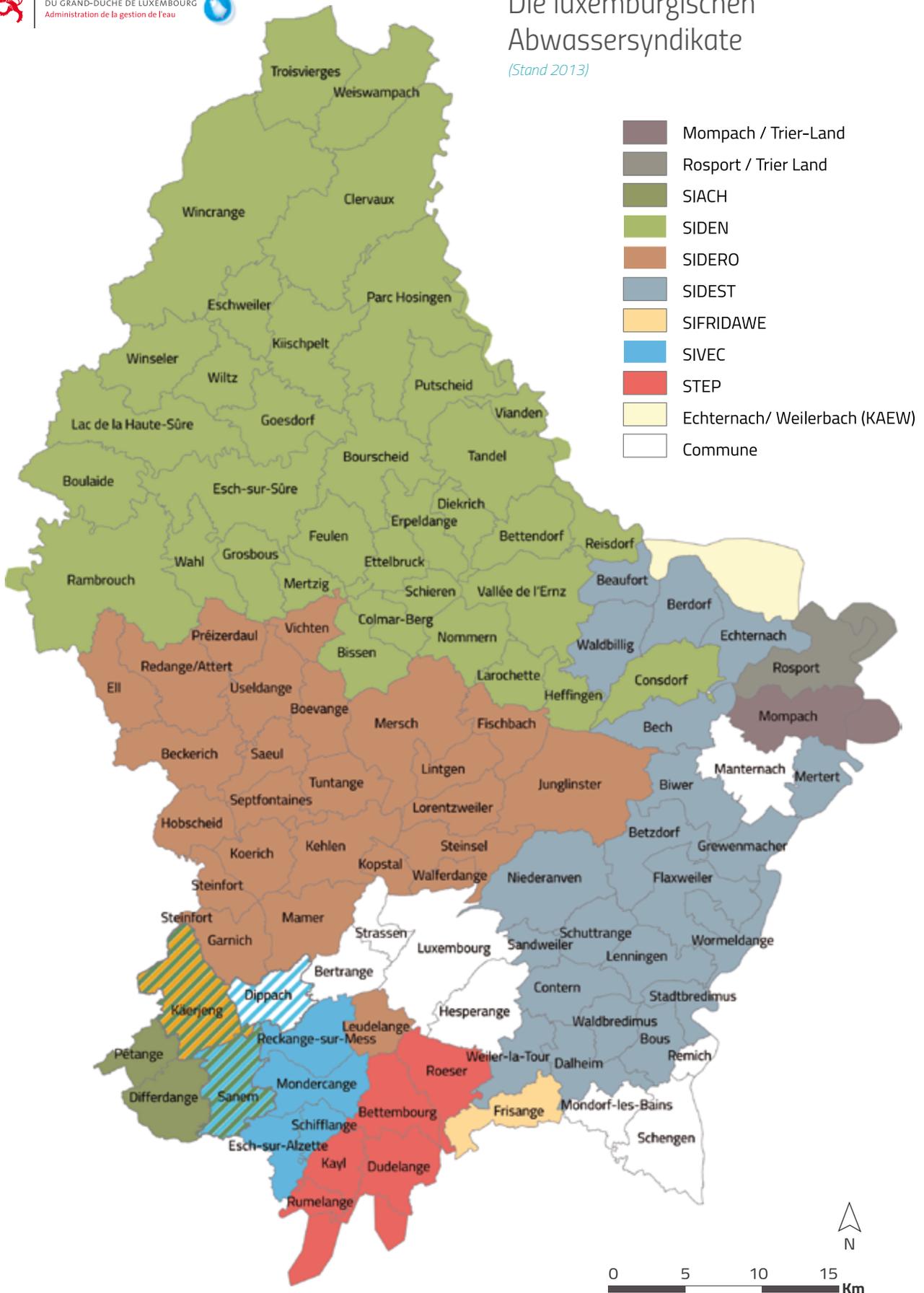
Ähnlich wie die Trinkwasserversorgung (S. 38, *Die Trinkwasserversorgung in Luxemburg*) liegt auch die Abwasserentsorgung in öffentlicher Hand und so werden in Luxemburg die Kläranlagen von Gemeinden bzw. von Gemeindegewerkschaften betrieben. Im Jahr 1974 wurde das *Syndicat intercommunal pour l'assainissement du bassin hydrographique de la Syre (SIAS)* gegründet. Weitere Abwassersyndikate, beispielsweise das *Syndicat intercommunal de dépollution des eaux résiduaires du nord (SIDEN)*, das *Syndicat intercommunal de dépollution des eaux résiduaires de l'ouest (SIDERO)* oder das *Syndicat intercommunal pour l'assainissement du bassin de la chiers (SIACH)*, kamen im Laufe der 90er-Jahre hinzu.





Die luxemburgischen Abwassersyndikate

(Stand 2013)



Nachdem die erste Trinkwasserleitung Luxemburgs im Jahre 1866 in der Stadt Luxemburg in Betrieb genommen wurde, begann man dort um 1880 erstmals mit dem Bau einer öffentlichen Kanalisation. Im Jahre 1910 wurde mit dem Bau eines Kollektors, der von Hollerich bis Beggen führte, begonnen und 1920 wurde schließlich mit dem Bau einer rein mechanischen Kläranlage in Beggen begonnen. Diese wurde 1921 in Betrieb genommen und bereits im Jahre 1939 vergrößert und modernisiert.



(© - copyright Photothèque de la Ville de Luxembourg)

Im Jahre 1945 wurden nur knapp 5–6 % der luxemburgischen Abwässer geklärt. In den 50er-Jahren hat sich die Lage nicht gebessert, eher im Gegenteil. Wachsender Wohlstand und ein höherer Lebensstandard durch das Anschaffen von Waschmaschinen, das Einrichten von Badezimmern und Toiletten mit Wasserspülung usw. ließen die Abwassermengen schnell ansteigen, während der zunehmende Ausbau des Kanalnetzes in den Ortschaften das Abwasser direkt und ungeklärt in das nächste Gewässer leitete.

Anfang der 60er-Jahre wurde schließlich ein kostspieliges Sanierungsprogramm in die Wege geleitet und die ersten biologischen Kläranlagen entstanden, z. B. an der Sauer mit der Kläranlage Blesbrück (1963, damals 65.000 Einwohnergleichwerte (EWG), heute 80.000 EWG) und an der Alzette mit den Kläranlagen Esch/Schifflingen (1965, damals 65.000 EWG, heute 90.000 EWG), Mersch (1969, 50.000 EWG), Bonneweg (1971, 60.000 EWG) oder Beggen (1974, 300.000 EWG). Im Jahre 1969 lag die Reinigungskapazität der biologischen Kläranlagen in Luxemburg bei ungefähr 189.000 EWG, im Jahre 1988 belief sie sich bereits auf rund 825.000 EWG und im Jahre 2010 auf etwa 1.065.000 EWG, womit sie sich in den letzten 40 Jahren fast versechsfacht hat.



(© - copyright Photothèque de la Ville de Luxembourg)

In Luxemburg sind zurzeit 135 mechanische und 119 biologische Kläranlagen in Betrieb und der Anschlussgrad der Abwässer an öffentliche Kläranlagen liegt bei etwa 96 %. Das Abwasser des restlichen Teils der Bevölkerung wird in den meisten Fällen in privaten Klärgruben vorbehandelt, ehe es in die öffentliche Kanalisation oder direkt in die Gewässer eingeleitet wird.

Anzahl der mechanischen und biologischen Kläranlagen

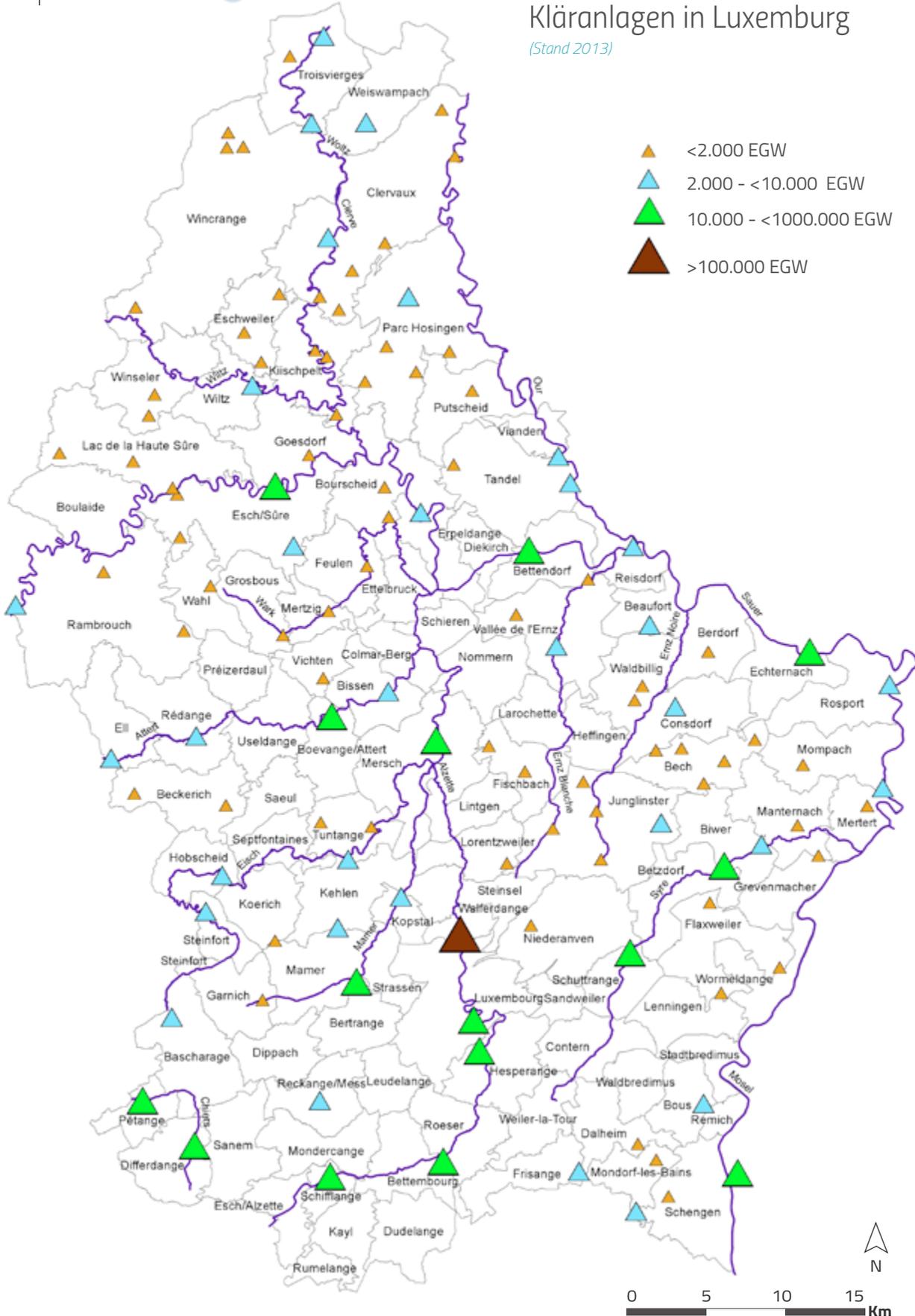
(Stand 2011)

	KAPAZITÄT IN EINWOHNERGLEICHWERTEN (EWG)						TOTAL
	20- <500	500- <2.000	2.000- <10.000	10.000- <50.000	50.000- <100.000	100.000- <500.000	
Mechanische Kläranlagen	132	3	0	0	0	0	135
Biologische Kläranlagen	37	36	30	9	6	1	119



Übersicht der biologischen Kläranlagen in Luxemburg

(Stand 2013)



DIE ABWASSERLASTEN

Beim biologischen Abbau der im Wasser enthaltenen Schmutzstoffe verbrauchen die daran beteiligten Mikroorganismen Sauerstoff. Je größer also die Abwasserbelastung ist, desto höher der Sauerstoffverbrauch. Als Maß für den Gehalt und somit die Verschmutzung des Abwassers mit organischen Substanzen haben die Fachleute den Begriff des biologischen oder biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB) eingeführt. In der Regel wird der BSB₅ verwendet. Dieser gibt die Menge an Sauerstoff an, die von den Mikroorganismen bei einer Temperatur von 20 °C zum Abbau der im Abwasser enthaltenen organischen Stoffe innerhalb von fünf Tagen verbraucht wird.

Neben dem biologischen Sauerstoffbedarf wird der Verschmutzungsgrad von Gewässern auch mithilfe des chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB) beurteilt. Dieser kennzeichnet die Menge an Sauerstoff, die zur Oxidation der gesamten im Wasser enthaltenen oxidierbaren Stoffe verbraucht wird. Als Oxidationsmittel wird gewöhnlich Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$) eingesetzt, das nicht nur die biologisch abbaubaren, sondern auch die schwer oder biologisch nicht abbaubaren organischen Substanzen zersetzt. Das Verhältnis CSB/BSB ermöglicht somit eine Einschätzung der biologischen Abbaubarkeit der organischen Stoffe eines Abwassers. Je größer das Verhältnis CSB/BSB wird (Wert über zwei), desto schwerer sind die organischen Abwasserinhaltsstoffe abbaubar.

Zum Vergleich von gewerblichen, industriellen oder landwirtschaftlichen mit häuslichen Abwässern wird der Einwohnergleichwert (EWG) benutzt. Dieser entspricht der Menge an organischen Stoffen, die ein Einwohner pro Tag in das Abwasser abgibt, oder genauer, der Sauerstoffmenge, die zum Abbau dieser Belastung benötigt wird. In den meisten europäischen Ländern entspricht ein Einwohnergleichwert einem Bedarf von 60 g Sauerstoff je Einwohner und Tag. Gemäß dem luxemburgischen Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 entspricht ein Einwohnergleichwert der Schadstoffbelastung, die in einem durchschnittlichen Abwasseranfall von 150 Litern pro Einwohner und Tag enthalten ist, und genauer einer Schadstofffracht von 12 g Stickstoff, 1,8 g Phosphor, 70 g Schwebstoffen und einem CSB von 120 g pro Einwohner und Tag. Zusammen mit der Einwohnerzahl kann der Einwohnergleichwert als Maß für die Berechnung der Größe von Kläranlagen benutzt werden.



Kläranlage Mersch (Quelle: SIDERO)

*EWG = MENGE AN
ORGANISCHEN STOFFEN;
DIE EIN EINWOHNER PRO TAG
IN DAS ABWASSER ABGIBT,*

*oder genauer: die Sauerstoffmenge,
die zum Abbau dieser Belastung benötigt wird.*



Einwohnergleichwerte verschiedener Abwässer (nach Imhoff, 1993)

BEREICH / HALTUNG	EINHEIT	EWG PRO TAG
Schweinegestall	1 Schwein	3
Kuhstall	1 Kuh	5 - 10
BEREICH / PRODUKTE	EINHEIT	EWG PRO TAG
Molkerei ohne Käseerei	1.000 Liter Milch	25 - 70
Weinkellerei	1.000 Liter Wein	100 - 140
Molkerei mit Käseerei	1.000 Liter Milch	45 - 230
Brauerei	1.000 Liter Bier	150 - 350

In einer Brauerei fallen zur Herstellung von 1.000 Liter Bier Abwassermengen an, die 150–350 Einwohnergleichwerten entsprechen.

DIE ABWASSERARTEN

Abwasser ist das durch häuslichen, landwirtschaftlichen, gewerblichen oder industriellen Gebrauch verunreinigte Nutzwasser. In einem weiteren Sinne gehören zum Abwasser auch das von Dächern, aus Höfen, von Straßen und Plätzen abfließende und mehr oder weniger verschmutzte Niederschlagswasser, das Fremdwasser sowie das Kühlwasser der Industrie. In die öffentliche Kanalisation gelangen somit mehrere Arten von Abwässern.

Häusliches Abwasser (Sanitärabwasser)



Das häusliche Abwasser enthält Fäkalien (Kot und Harn) sowie verschiedene Stoffe wie z. B. Seife oder Waschmittel, die in den Haushalten beim Baden, Duschen, Waschen, Spülen oder Putzen anfallen. Zusammen mit dem Abwasser aus Industrie und Gewerbe bildet das häusliche Abwasser das Schmutzwasser.

Industrielles und gewerbliches Abwasser



Je nachdem was in den Industrie- und Gewerbebetrieben hergestellt wird, ist das industrielle und gewerbliche Abwasser sehr unterschiedlich verunreinigt und kann die verschiedenartigsten organischen und anorganischen Schmutzstoffe enthalten. Ein Großteil der industriellen Abwässer stammt aus dem Nahrungsmittelbereich, wie z. B. aus Brauereien, Molkereien, dem Weinbau oder Schlachthäusern. Einem Anschluss dieser Betriebe an die öffentlichen Kläranlagen steht in der Regel nichts im Wege, da ihre Abwässer biologisch gut abbaubar sind.

In einigen industriellen Bereichen kann das Abwasser giftige Substanzen wie beispielsweise Schwermetalle oder biologisch gar nicht oder nur schwer abbaubare Stoffe enthalten, die nicht ohne Weiteres in die öffentliche Kläranlage oder ein Gewässer eingeleitet werden dürfen. Diese Abwässer müssen in einer betriebseigenen Kläranlage von solchen

Stoffen befreit werden. Dies ist z. B. der Fall für die Schwermetall verarbeitende Industrie. Für die geklärten Abwässer gelten strenge Gewässerschutzauflagen, die regelmäßig überwacht werden. Auch Werke mit biologisch abbaufähigen Abwässern kommen des Öfteren nicht am Bau einer eigenen Kläranlage vorbei, insbesondere dann, wenn ihre Abwasserlast die Kapazität der kommunalen Kläranlage übersteigt.

Fremdwasser

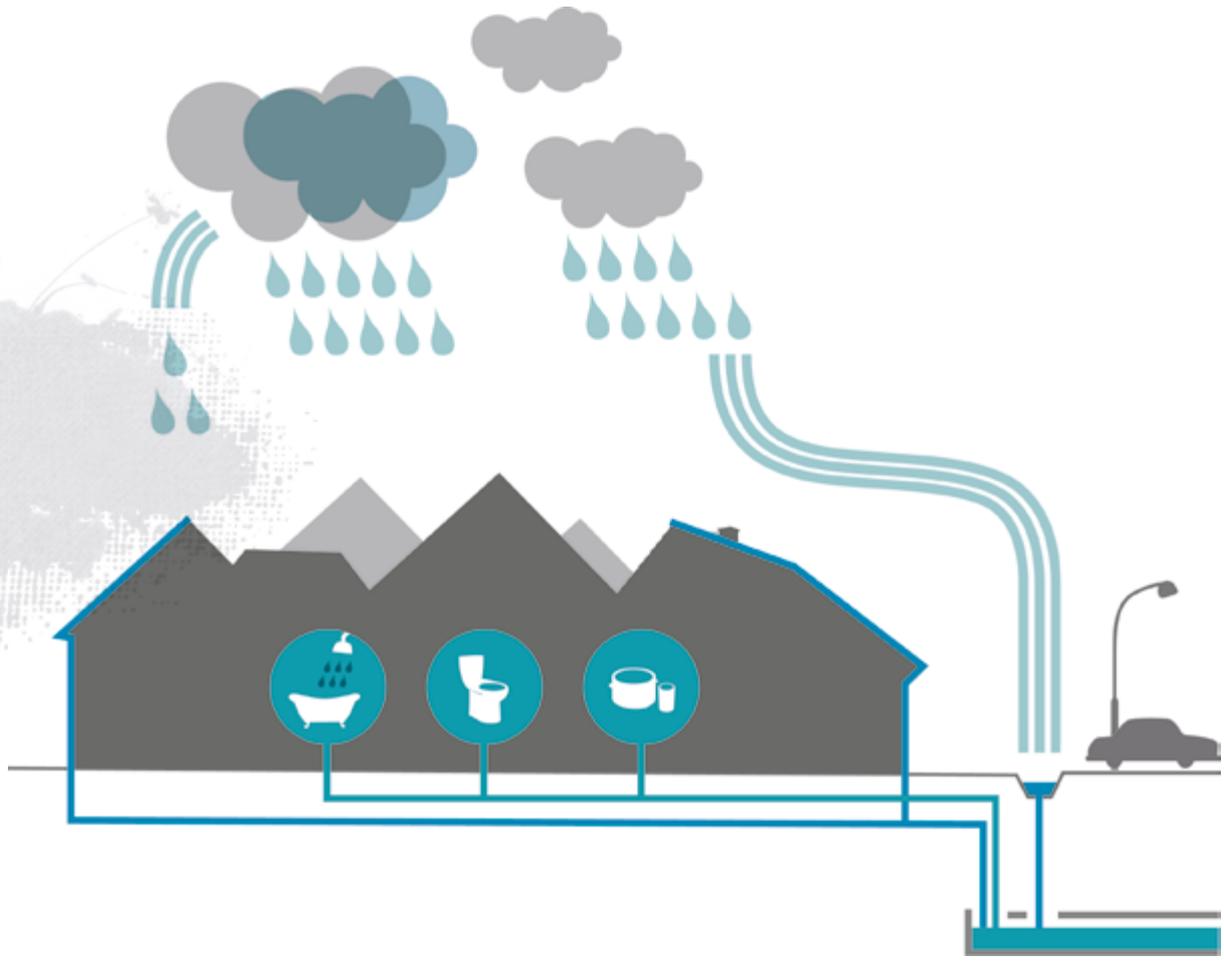


Fremdwasser ist Wasser, das in die Kanalisation gelangt, dort aber eigentlich nicht hingehört. Es setzt sich u. a. aus dem in undichte Abwasserkanäle eindringenden Grundwasser und dem aus unerlaubt an die Kanalisation angeschlossenen Dränagen und Regenwasserleitungen eingeleiteten Wasser zusammen. Da das Fremdwasser nicht durch häuslichen, gewerblichen oder industriellen Gebrauch verunreinigt wurde, ist es in der Regel nur wenig verschmutzt und bedarf keiner Abwasserbehandlung. Der Fremdwasserzufluss in die Kanalisation sollte daher so gering wie möglich gehalten werden, insbesondere um eine Störung oder eine hydraulische Überlastung der Kläranlage zu verhindern.

Kühlwasser



Viele Industriebetriebe verwenden Wasser aus Oberflächengewässern zu Kühlzwecken, wobei das entnommene Wasser aufgeheizt wird. Wird das erwärmte Wasser nach Gebrauch wieder in das Oberflächengewässer eingeleitet, kommt es zu einer thermischen Belastung des Gewässers. Die erhöhte Wassertemperatur kann eine Abnahme des Sauerstoffgehaltes im Wasser bewirken und tief greifende Folgen für die tierische und pflanzliche Besiedlung des Gewässers haben. So können beispielsweise Tier- und Pflanzenarten, die auf niedrige Wassertemperaturen und einen hohen Sauerstoffgehalt angewiesen sind, verschwinden. Die Industrie hat das Problem im Allgemeinen durch das Anlegen von Rückkühlanlagen wie z. B. Kühltürme und -teiche, durch die die thermische Belastung der Gewässer gemindert wird, gelöst.



Das Mischsystem

DIE ABWASSERSYSTEME – DAS MISCH- UND DAS TRENNSYSTEM

Die öffentliche Kanalisation nimmt das in den Ortschaften anfallende Schmutz- und Niederschlagswasser auf. Dieses Abwasser wird über verschiedene Kanäle der Kläranlage zugeführt, wo es gereinigt wird, ehe es in ein Gewässer, den sogenannten Vorfluter, eingeleitet wird. Je nachdem, ob das Niederschlagswasser getrennt vom Schmutzwasser abgeleitet wird oder nicht, unterscheidet man zwischen dem Trenn- und dem Mischsystem.

Das Mischsystem

Im Mischsystem wird das Schmutzwasser gemeinsam mit dem Niederschlagswasser in einem Kanal, dem Mischwasserkanal, der Kläranlage zugeführt. Bei starken Niederschlägen gelangen demnach größere Wassermengen in die Kanalisation, die in die daran angeschlossene Kläranlage geleitet

werden müssen. Um eine hydraulische Überlastung des Kanalsystems und der Kläranlage sowie die damit verbundene Einleitung von unbehandeltem Abwasser in die Gewässer zu verhindern, müssen im Mischsystem an geeigneten Stellen Entlastungsbauwerke, wie z. B. Regenrückhaltebecken oder Regenüberlaufbecken, eingebaut werden.

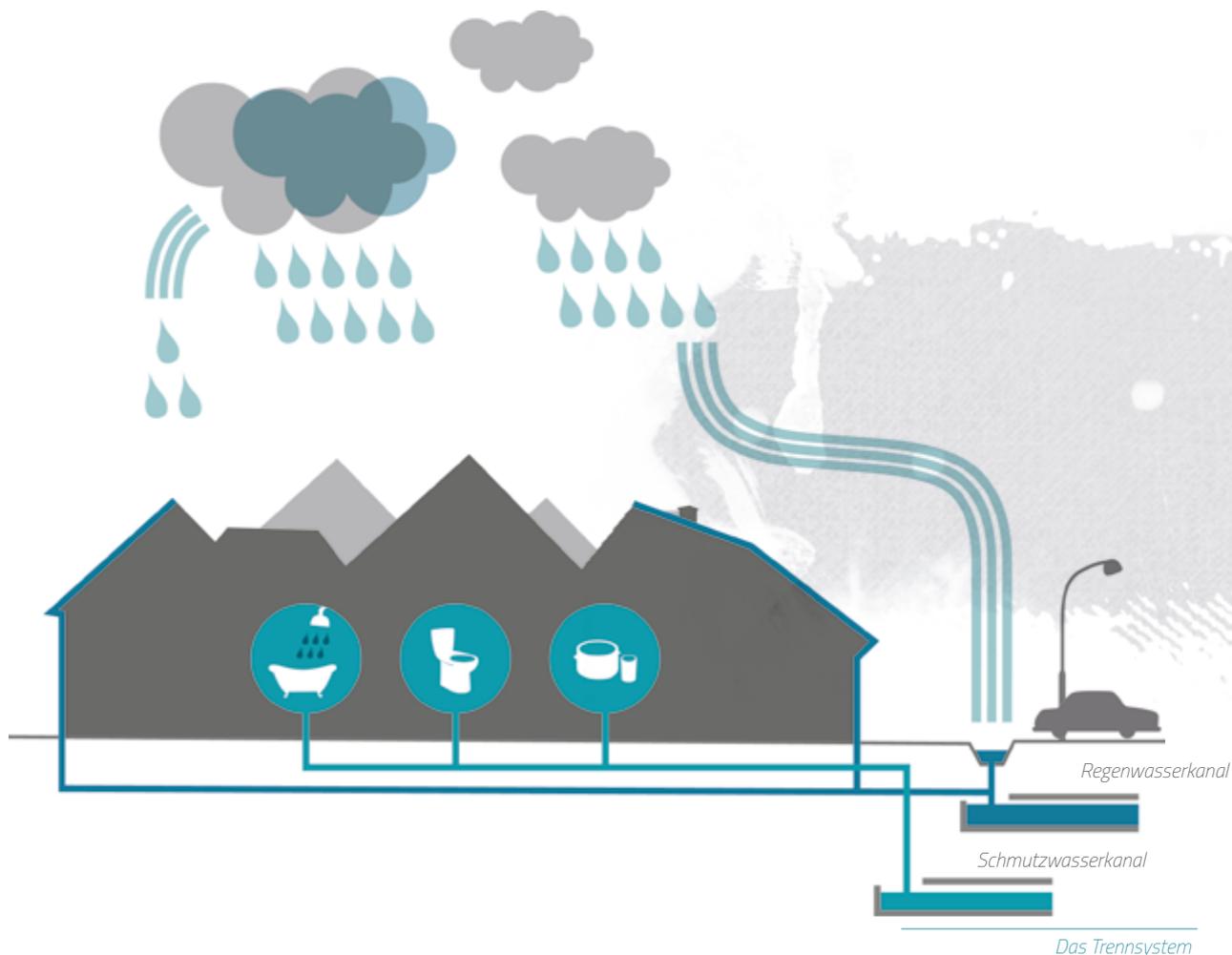
Während im Regenrückhaltebecken (RRB) der gesamte Mischwasserabfluss in einem ausreichend großen Becken gespeichert und verzögert zur Kläranlage geleitet wird, ist das Regenüberlaufbecken (RÜB) eine Kombination aus einem RRB und einem Regenüberlauf. Beim RÜB wird der erste ankommende Abwasserstoß mit einem sehr hohen Verschmutzungsgrad aufgefangen. Ist die Höhe des Überlaufs erreicht, wird das weiter zufließende, jedoch weit weniger verschmutzte Abwasser in den Vorfluter abgeschlagen. Nach dem Regenereignis wird das gespeicherte Abwasser dann zeitverzögert an die Kläranlage abgegeben.

Das Trennsystem

Im Trennsystem wird das Schmutzwasser getrennt vom Niederschlagswasser gesammelt und abgeleitet. Da die Regenwassermenge die des Schmutzwassers um mehr als das Hundertfache übersteigen kann, hat der Regenwasserkanal einen deutlich größeren Durchmesser als der Schmutzwasserkanal. Während das Schmutzwasser einer Kläranlage zugeführt und dort gereinigt wird, wird das Niederschlagswasser in der Regel ungereinigt in das nächstliegende Gewässer eingeleitet.

In den meisten Ortschaften Luxemburgs findet das Ableiten des Abwassers nach dem Mischverfahren statt. Die Städte Luxemburg und Esch/Alzette verfügen allerdings zum Teil über ein getrenntes Netz für Niederschlags- und Schmutzwasser. Seit einigen Jahren werden in Luxemburg jedoch neue Wohn- und Siedlungsgebiete im Trennsystem gebaut, womit die Siedlungsentwässerung stärker auf ökologische Belange, insbesondere den Schutz der Gewässer vor Verunreinigung, ausgerichtet ist.

Um die Gewässer vor dem Eintrag von ungereinigtem Abwasser oder verschmutztem Regenwasser zu schützen, wird heutzutage eine direkte Nutzung (z. B. für die Toilettenspülung oder zur Gartenbewässerung) oder eine lokale Versickerung des sauberen Regenwassers, das keiner weiteren Reinigung bedarf, angestrebt. Nicht verschmutztes Regenwasser wird somit aus der Kanalisation zurückgehalten, was diese erheblich entlastet. Damit das Niederschlagswasser in den Boden einsickern kann, muss die Verdichtung und Versiegelung der Böden, z. B. durch die Landwirtschaft oder übermäßige Bebauung, vermieden werden. Einfach Maßnahmen wie beispielsweise das Nutzen durchlässiger Flächenbeläge (z. B. Schotter, Kies oder Rasengittersteine) fördern den Wasserrückhalt in der Fläche und haben somit einen erheblichen Einfluss auf das Abflussvolumen des Regenwassers an der Oberfläche.



DIE KOMMUNALE ABWASSERBEHANDLUNG

Kommunale Abwässer setzen sich aus häuslichen, gewerblichen und gegebenenfalls industriellen Abwässern der an das kommunale Kanalnetz angeschlossenen Betriebe sowie dem Niederschlags- und dem Fremdwasser zusammen. Sie enthalten hauptsächlich organische und biologisch abbaubare Schmutzstoffe. Die Abwasserreinigung in einer kommunalen Kläranlage besteht im Wesentlichen aus drei Stufen:



Die mechanische Reinigung:

Nur die ungelösten Schmutzstoffe, sogenannte Feststoffe, werden bei der mechanischen Reinigung aus dem Abwasser entfernt. Die globale Reinigungsleistung ist deshalb auch relativ gering und beträgt nur etwa 30 %. Bei der mechanischen Abwasserreinigung spricht man auch noch von der **ersten Reinigungsstufe**.



Baustelle Dondelange, (Quelle: SIDERO)



Die biologische Reinigung:

In der **zweiten Reinigungsstufe** werden die im Abwasser gelösten, vor allem organischen Stoffe (z. B. Seifen oder Fette) durch mikrobiologische Abbauprozesse aus dem Abwasser entfernt. Bestimmte Mikroorganismen, wie z. B. Bakterien und Pilze, ernähren sich von den gelösten Kohlenstoffen und verwenden sie zum Aufbau eigener Zellsubstanz sowie zur Erzeugung von Energie für ihre Lebenstätigkeiten. Die Bildung von Zellmaterial entspricht einer Umwandlung der gelösten Stoffe in festes, absetzbares Material. Nach der biologischen Reinigung ist das Abwasser zu etwa 90 % gereinigt.



Die weitergehende Reinigung:

Da in der zweistufigen mechanisch-biologischen Reinigung nur ein geringer Teil der im Abwasser enthaltenen Phosphor- und Stickstoffverbindungen abgebaut wird, kann als **dritte Reinigungsstufe** die Nährstoffelimination zugeschaltet werden. Durch eine Entfernung der Nährstoffe wird die Überdüngung und somit der Algenwuchs und die Verkrüftung im Gewässer, in das das gereinigte Abwasser zugeführt wird, der sogenannte Vorfluter, bedeutend verringert (S. 30, *Die Eutrophierung – Ein Teufelskreis*). Gemäß der luxemburgischen Gewässerschutzgesetzgebung und den Vorgaben der Richtlinie des Rates vom 21. Mai 1991 über die Behandlung von kommunalem Abwasser (Richtlinie 91/271/EWG) müssen alle Kläranlagen mit einer Größe über 10.000 EGW mit einer dritten Reinigungsstufe ausgestattet sein.

Die einzelnen Reinigungsprozesse laufen nicht immer strikt nacheinander ab. Während die biologische Reinigungsstufe stets der mechanischen folgt, kann die weitergehende Reinigung der biologischen Reinigung vor- oder nachgeschaltet sein oder sogar zusammen mit ihr stattfinden.



Kläranlage Boevange (Quelle: SIDERO)

DIE STATIONEN EINER KOMMUNALEN KLÄRANLAGE

Die mechanische Reinigung

Die mechanische Abwasserreinigung geschieht durch:

(1) den Rechen:

Der Rechen ist ein großes Sieb, mit dessen Hilfe grobe Verunreinigungen, wie beispielsweise Holz, Dosen, Papier, Essensreste oder Plastik, zurückgehalten werden. Je feiner der Rechen, desto mehr Grobstoffe werden zurückgehalten. Das Rechengut wird anschließend auf einer Mülldeponie entsorgt oder in einer Müllverbrennungsanlage verbrannt.

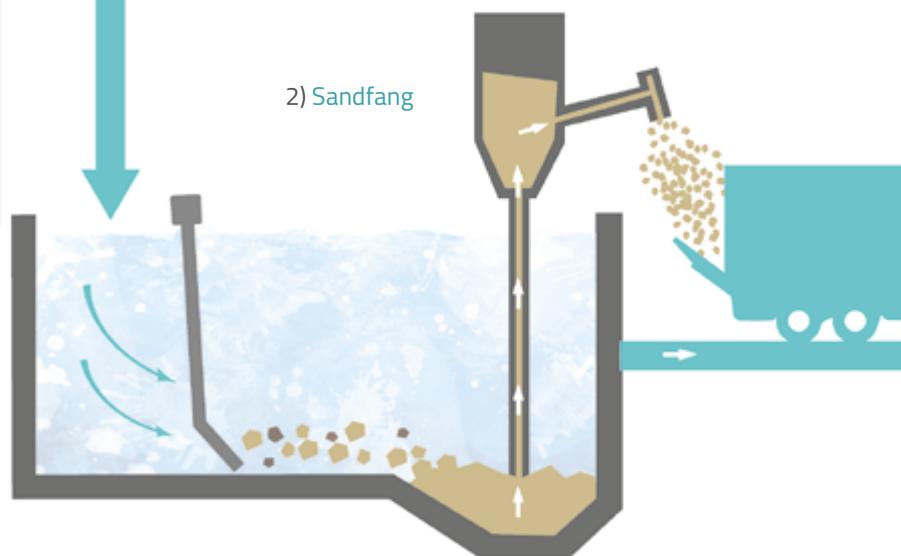


(2) den Sandfang:

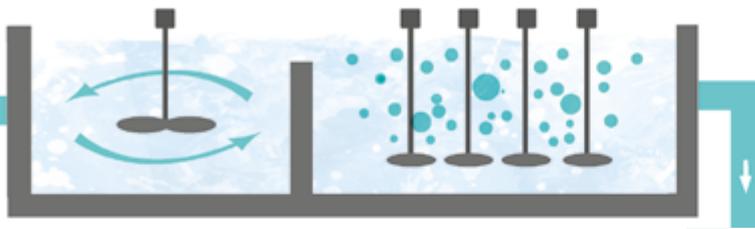
In diesem Becken wird die Fließgeschwindigkeit des einlaufenden Abwassers verringert, sodass sich der eingeschwemmte Sand und andere ungelöste Stoffe, wie Schotter oder Kies, die den Betrieb der Kläranlage stören würden, am Beckenboden absetzen können.

den Öl- und Fettabscheider:

Wenn das Abwasser oft Öle und Fette enthält, wird der Einbau eines Öl- und Fettabscheiders unumgänglich, da diese Stoffe die biologische Reinigung stören und zudem nicht in die Gewässer gelangen dürfen. Aufgrund ihrer geringeren Dichte sammeln sich Öle und Fette an der Oberfläche des Abwassers und können dort abgeschöpft werden.



4) Belebungsverfahren



Beim (4) Belebtschlamm- oder Belebungsverfahren

(3) das Absetz- oder Vorklärbecken:

Hier fließt das Abwasser noch langsamer, damit sich auch die feineren Feststoffe, die weder im Rechen noch im Sandfang zurückgehalten wurden, absetzen können. Am Boden des Beckens bildet sich sogenannter Primärschlamm, der abgepumpt und der Schlammbehandlung zugeführt wird. Die mittlere Verweildauer des Abwassers im Vorklärbecken beträgt etwa 1,5 bis 2 Stunden.

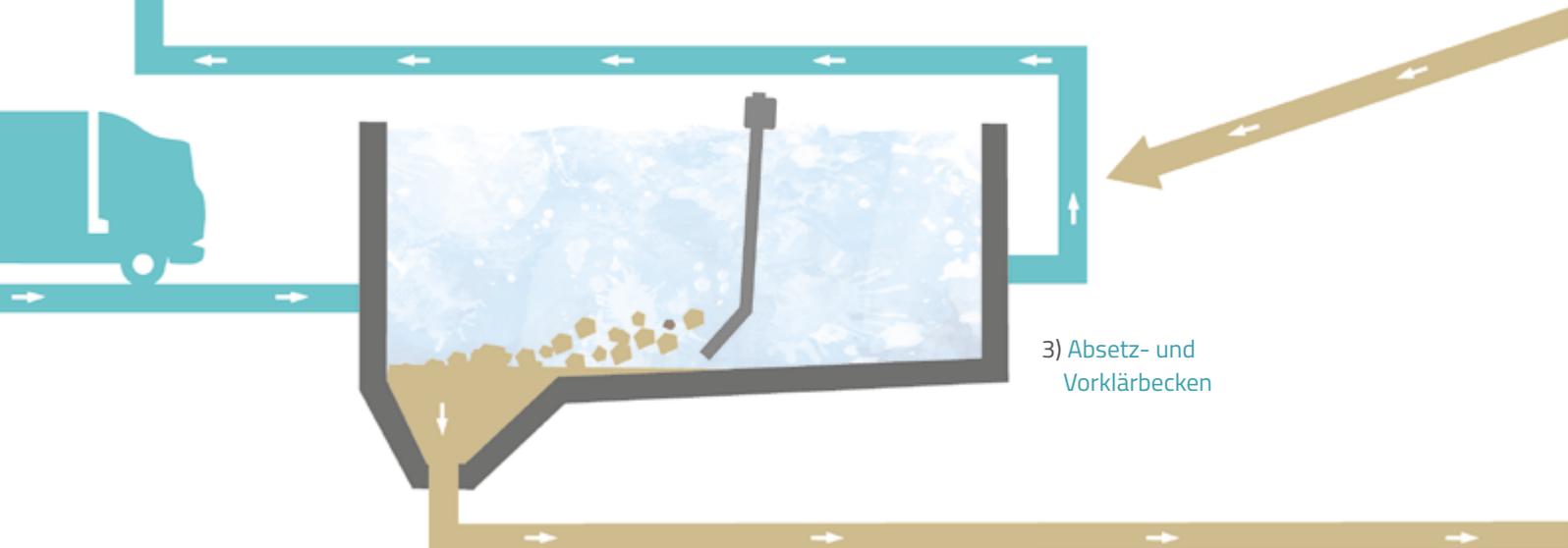
leben die Mikroorganismen zusammen mit dem zu reinigenden Abwasser in dem sogenannten Belüftungs- oder Belebungsbecken, in das ständig Luft eingeblasen wird. Damit die Mikroorganismen gut arbeiten und die gelösten organischen Stoffe in Biomasse umwandeln können, ist eine ausreichende Zufuhr von Sauerstoff erforderlich. Zusammen mit den im Abwasser enthaltenen Schmutzteilen bilden die Mikroorganismen einen flockigen Schlamm, den sogenannten Belebtschlamm. Durch die Belüftung wird dieser ständig in Bewegung gehalten und mit genügend Sauerstoff versorgt, sodass immer neue Schmutzstoffe erfasst und von den Mikroorganismen abgebaut werden können.

Die biologische Reinigung

Die biologische Reinigung funktioniert nach den gleichen Vorgängen, die sich auch bei der Selbstreinigung der Gewässer abspielen (S. 57, *Abwasserbelastung und Selbstreinigung der Gewässer*), nur geschehen diese Vorgänge viel schneller als in der Natur. Um die natürlichen Vorgänge nachzuahmen, wurden verschiedene Verfahren, wie z. B. das Belebtschlamm- oder das Tropfkörperverfahren, entwickelt.

In einigen, meist kleineren Kläranlagen wird das Tropfkörperverfahren angewandt. Der Tropfkörper ist ein mit Natursteinen, wie z. B. Lavaschlacke, oder Kunststoffkörpern, gefüllter runder Behälter. Die schmutzabbauenden Mikroorganismen befinden sich auf der Oberfläche des Füllmaterials und bilden dort einen dünnen biologischen Rasen. Das vorgeklärte Abwasser wird von oben durch einen Drehsprenger über dem Tropfkörper versprüht. Luft kann von oben oder von unten zugeführt werden. Beim Durchrieseln durch den Tropfkörper wird das Abwasser biologisch gereinigt.

3) Absetz- und Vorklärbecken



(5) Nachklärbecken:

Das biologisch gereinigte Wasser fließt in ein **Nachklärbecken**, wo sich der Belebtschlamm bzw. die Bakterienmasse am Boden absetzt. Beim Belebtschlammverfahren wird ein Teil des abgesetzten Schlammes, der sogenannte Rücklaufschlamm, in das Belüftungsbecken zurückgeführt, um dort die Konzentration an Mikroorganismen ausreichend hochzuhalten. Der restliche Schlamm (Überschusschlamm) wird als Frischschlamm der Schlammbehandlung zugeführt.

5) Nachklärbecken

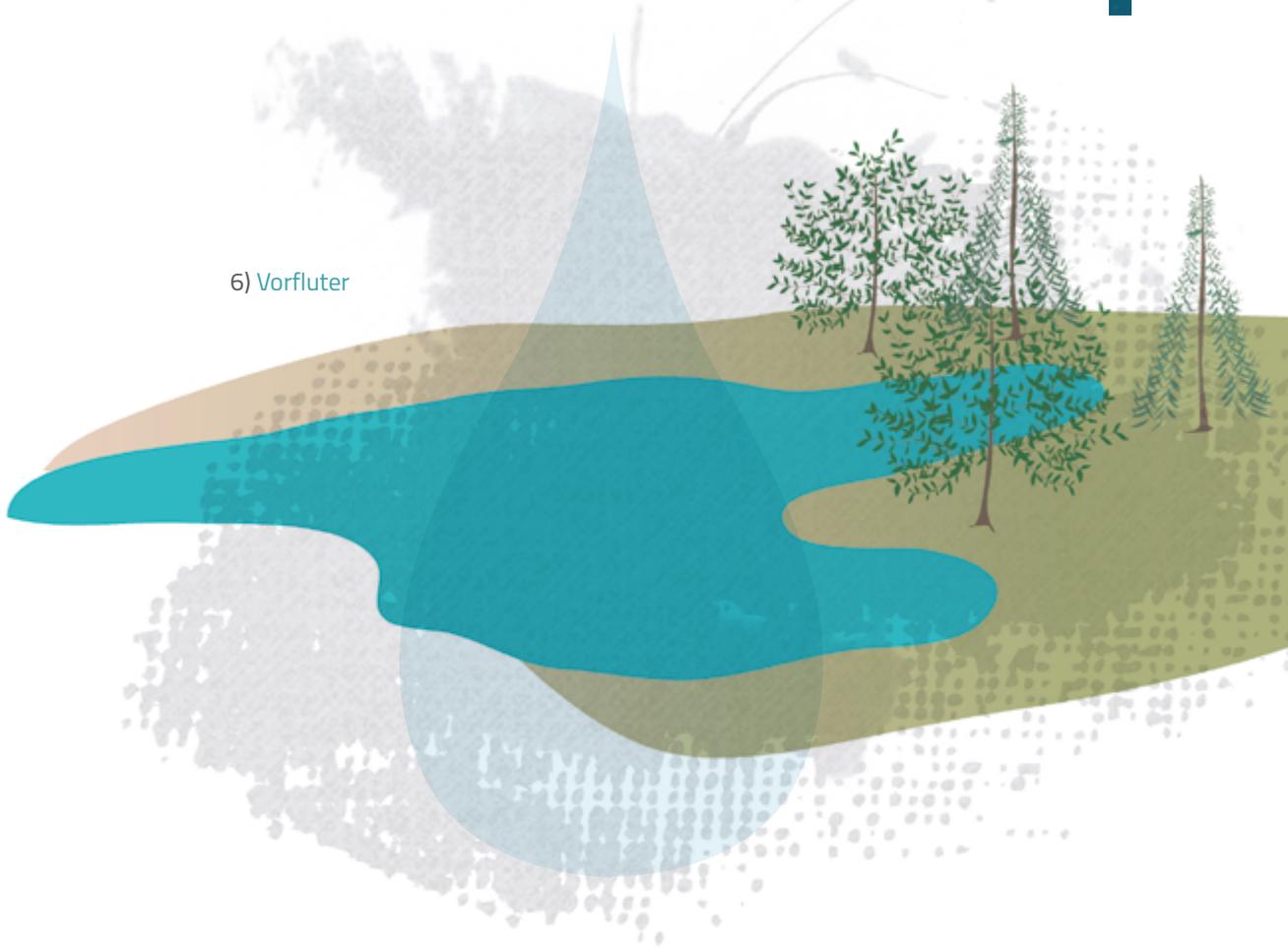
Die weitergehende Reinigung

Pro Einwohner werden dem Abwasser täglich etwa 1–2 g Phosphor, meist in Form von Phosphaten, und 10–15 g Stickstoff, die vorwiegend aus menschlichen Ausscheidungen (Harnstoff) und Lebensmittelresten stammen, zugeleitet.

Im Abwasser liegt **Stickstoff** hauptsächlich in Form von sauerstoffzehrendem Ammonium (NH_4^+) oder organisch gebunden in Form z. B. von Harnstoff und Proteinen vor und in geringeren Anteilen auch in Form von Nitrat (NO_3^-) und Nitrit (NO_2^-) vor. Stickstoff kann mithilfe spezieller biologischer Vorgänge und Verfahrenstechniken während der konventionellen biologischen Reinigung aus dem Abwasser entfernt werden. So kann bei entsprechender Belüftung und genügend großen Belebungsbecken Ammonium durch **bakterielle Nitrifikation** in zwei Etappen über

Nitrit zu Nitrat oxidiert werden. Für diesen Vorgang sind aerobe Bedingungen, das heißt Sauerstoff, erforderlich. Unter anaeroben Bedingungen, das heißt unter Luftabschluss, kann anschließend Nitrat durch **bakterielle Denitrifikation** zu gasförmigen Luftstickstoff (N_2) reduziert werden. Der Stickstoff hat sich somit sprichwörtlich in Luft aufgelöst. Für eine erfolgreiche biologische Stickstoffelimination sind verschiedene Kombinationen von Nitrifikation und Denitrifikation möglich.

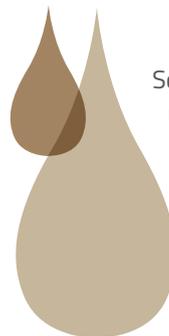
6) Vorfluter



Phosphor kann sowohl biologisch als auch chemisch aus dem Abwasser entfernt werden. Da Phosphor im Abwasser vorwiegend als Orthophosphat (PO_4^{3-}) vorliegt, ist es sehr gut fällbar. Am bekanntesten ist die Phosphatelimination durch **chemische Fällung oder Flockung**, bei der Eisen- oder Aluminiumsalze (z. B. Eisenchlorid oder Aluminiumsulfat) als Fällmittel eingesetzt werden. Phosphat bildet mit den zudosierten Metallionen Fe^{3+} und Al^{3+} schwer lösliche Flocken, die sich als Schlamm absetzen. Die chemische Fällung kann an unterschiedlichen Stellen des Klärprozesses erfolgen, genauer gesagt vor, während oder nach der biologischen Reinigung. Bei der sogenannten Simultanfällung, bei der das Fällmittel im Bereich des Belüftungsbeckens beigemischt wird, beträgt der Wirkungsgrad der chemischen Phosphorelimination in der Regel 90–95 %.

Die Einleitung in ein Gewässer

Nachdem das Abwasser die verschiedenen Stufen einer Kläranlage durchlaufen hat, wird das gereinigte Abwasser schlussendlich über eine Überfallkante in den Ablaufkanal zu einem Bach oder Fluss, dem sogenannten **Vorfluter**, geleitet (6). Das in das Gewässer eingeleitete gereinigte Abwasser muss bestimmte Mindestanforderungen, die regelmäßig überwacht werden, erfüllen, damit dieses so wenig wie möglich mit eventuell noch im Wasser verbleibenden Verunreinigungen belastet wird.



Schlammbehandlung
und -verwertung

Die Schlammbehandlung und -verwertung

Während der Abwasserbehandlung fallen große Mengen an **Klärschlamm** (z. B. Vorklärschlamm, biologischer Überschussschlamm, chemischer Schlamm) als „Abfall“ an. Bevor der Schlamm jedoch entsorgt wird, wird er gesammelt und weiterbehandelt.

Da der frische Klärschlamm zum größten Teil aus Wasser besteht, muss er zunächst durch Entwässerung eingedickt werden. Bei der anaeroben Schlammbehandlung wird der Schlamm dann in einen geschlossenen Faulbehälter oder Faulturm geleitet, wo er ausfault. Unter Luftabschluss und bei angenehm warmen Temperaturen von ca. 37 °C wird der Schlamm im Faulbehälter mithilfe anaerober Bakterien, die die im Schlamm enthaltenen Schadstoffe oder Schmutzstoffe zersetzen, in 15–20 Tagen zu Faulschlamm und Faulgas (Biogas) abgebaut. Das entstandene Faulgas besteht zu etwa 30 % aus Kohlendioxid (CO₂) und zu 70 % aus brennbarem Methan (CH₄), das zum Heizen verwendet werden kann. Durch das Faulen im Faulturm hat der Schlamm bereits einiges an Masse verloren. Da er jedoch immer noch viel Wasser enthält, wird der Faulschlamm in einem sogenannten Nacheindicker entwässert und eingedickt. Das Schlammvolumen wird hierdurch nochmals verringert, sodass er sich leichter transportieren lässt.

Der behandelte Klärschlamm kann dann mithilfe verschiedener Methoden entsorgt werden:

- **durch das Ausbringen in der Landwirtschaft.** Aufgrund des hohen Nährstoffgehaltes ist Klärschlamm ein hochwertiger Dünger für die Landwirtschaft. Da im Klärschlamm jedoch abgeschiedene Schadstoffe, wie z. B. Schwermetalle, enthalten sein können, kann eine landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm problematisch werden. Deshalb muss der Schlamm vor seiner Nutzung als Dünger in einem Labor auf eventuell vorhandene Giftstoffe getestet werden. Zudem muss der behandelte Schlamm allen gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich einer einwandfreien Hygiene entsprechen. In Luxemburg werden ungefähr 40 % des anfallenden Klärschlammes in der Landwirtschaft verwendet.
- **durch das Verbrennen in speziellen Öfen**, wie z. B. in einem Zementwerk oder einer Müllverbrennungsanlage.
- **durch Kompostierung.**



MIKROVERUNREINIGUNGEN – EIN PROBLEM MIT WACHSENDER BEDEUTUNG

Mikroverunreinigungen oder Mikroschadstoffe sind organische Spurenstoffe, die in sehr geringen Konzentrationen, meist im Bereich Nano- bis Mikrogramm pro Liter, in den Gewässern vorkommen. Zu den Mikroverunreinigungen zählen beispielsweise Inhaltsstoffe von Medikamenten, Körperpflege-, Reinigungs- oder Pflanzenschutzmitteln. Diese Stoffe können sowohl indirekt über die Kläranlagen, wo sie nicht oder nur zum Teil abgebaut und entfernt werden, als auch direkt über diffuse Quellen, wie z. B. undichte Regenwasserkanäle oder Abschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen, in die Gewässer gelangen.

Mithilfe moderner, verbesserter und erheblich sensiblerer Analysetechniken können Mikroverunreinigungen, die lange Zeit mit den üblichen Nachweismethoden als nicht nachweisbar und damit nicht vorhanden galten, heutzutage im Wasser nachgewiesen werden. Die gemessenen Konzentrationen stellen in der Regel keine Gefahr für die Bevölkerung und deren Gesundheit dar. Zahlreiche Studien weisen jedoch darauf hin, dass gewisse Mikroverunreinigungen bereits in niedrigen Konzentrationen negative Effekte auf die im Wasser lebenden Organismen haben können. So greift z. B. der Wirkstoff der Antibabypille, Ethinylestradiol, direkt in den Hormonhaushalt einiger Fische ein, was zu einer Verweiblichung der männlichen Fische führen kann und somit die Fortpflanzung der betroffenen Fischarten beeinträchtigt. Durch die Infiltration von belastetem Oberflächenwasser in das Grundwasser kann zudem die Qualität des aus Grundwasser gewonnenen Trinkwassers gefährdet werden.

GEWÄSSER VON VORNHEREIN VOR BELASTUNG SCHÜTZEN

Durch das stetige Wachsen der Bevölkerung kann davon ausgegangen werden, dass unsere Gewässer in Zukunft noch stärker als heute dem Eintrag von Mikroverunreinigungen ausgesetzt sind. Um das aquatische Ökosystem sowie die Trinkwasserversorgung vor jeglichen negativen Effekten zu schützen, müssen daher Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden. Um die Belastung der Gewässer durch Mikroverunreinigungen langfristig zu reduzieren, sollten vor allem **Maßnahmen an der Quelle**, das heißt am Anfall-, Einsatz- oder Produktionsort, ergriffen werden. Solche Maßnahmen sind z. B. die sachgemäße Verwendung und Entsorgung der problematischen Produkte, das Einführen strengerer Auflagen bei der Zulassung bzw. der Anwendung bestimmter Produkte oder die gezielte Vorbehandlung der Abwässer aus Krankenhäusern und Pflegeheimen, welche besonders mit Medikamentenwirkstoffen und deren Abbauprodukten belastet sind. Weitere Maßnahmen können auf der Ebene der kommunalen Abwasserbehandlung getroffen werden, indem die Kläranlagen mit zusätzlichen, weitergehenden Reinigungsverfahren zur Elimination der Mikroverunreinigungen, wie z. B. der Nanofiltration oder der Ozonierung, ausgestattet werden. Eine solche **vierte Reinigungsstufe** ist besonders bei Gewässern, die einen hohen Anteil an gereinigtem Abwasser aufweisen bzw. bei großen Kläranlagen, sinnvoll.



Hochwasser - Mit dem **WASSER** leben

HOCHWASSER-EIN NATUREREIGNIS

Hochwasser sind natürliche Ereignisse, die nicht verhindert werden und somit immer wieder auftreten können. Allerdings erfüllen sie als Teil des natürlichen Wasserkreislaufs wichtige ökologische Funktionen. Sie sind zudem ein wesentlicher Bestandteil der Gewässerdynamik, da sie unter anderem die Bettbildung der Fließgewässer beeinflussen und Schlamm aus der Gewässersohle abschwemmen.

Hochwasserereignisse haben fast immer **meteorologische Ursachen**. Die häufigste natürliche Ursache für Hochwasser, insbesondere an großen Fließgewässern, sind anhaltende, ergiebige und großflächige Niederschläge. Dabei kommt es auf die Intensität, die Dauer und die Verteilung der Niederschläge im Einzugsgebiet der Gewässer an. Besonders in kleineren Einzugsgebieten können bereits kurze, aber heftige Stark- oder Platzregen zu Sturzfluten und den damit verbundenen Hochwasserschäden führen. Im Winter oder Frühjahr können starke Regenfälle oder eine schnelle Schneeschmelze zu Hochwasser führen, wenn die Böden wassergesättigt oder noch gefroren sind. Das Regen- oder Schmelzwasser kann in diesen Fällen nicht versickern und fließt direkt in die Bäche, Flüsse und Seen ab. Wenn die Wassermengen nicht mehr im Flussbett abgeleitet oder in natürlichen Überflutungsflächen zurückgehalten werden können, tritt das Gewässer über die Ufer.



HOCHWASSER HAT FAST IMMER METEOROLOGISCHE URSACHEN

Die heute bereits beobachtete Verschiebung der Niederschlagsperioden (*S. 20, Niederschlag in Luxemburg*) ist eine mögliche Folge eines bevorstehenden oder sich bereits vollziehenden weltweiten Klimawandels. Während in Zukunft mit einer Abnahme der Niederschläge im Sommer zu rechnen ist, werden die Niederschläge im Winter zunehmen. Dagegen ist jedoch mit einer Zunahme von Starkregenereignissen, vor allem während den Sommermonaten, auszugehen. Zudem wird der Winterniederschlag vermehrt als Regen und weniger als Schnee fallen, wodurch das Risiko für Hochwasser durch Starkregenereignisse besonders in den Wintermonaten und im Frühjahr steigt.

Die Höhe des Oberflächenabflusses ist von vielen Faktoren abhängig. Neben der Beschaffenheit der Geländeoberfläche, das heißt der Boden- und Gesteinsart, der Vegetation und der Flächenversiegelung spielen klimatische Faktoren eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich gilt, je höher der Wassergehalt in Luft und Boden, desto weniger Wasser kann durch Verdunstung oder Versickerung aufgenommen werden. Die Bedingungen für hohe Abflusswerte sind demnach dann gegeben, wenn der Boden wassergesättigt und die Verdunstung gering ist.



Hochwasserereignisse in Luxemburg, Quelle: Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann

HOCHWASSER - EINE KATHASTROPHE?

Neben dem Sonnenlicht ist Wasser die wichtigste Grundlage allen Lebens auf der Erde. Gleichzeitig ist Wasser jedoch ein oft unterschätzter Risikofaktor für den Menschen, denn bei der Gefährdung unseres Lebensraumes durch Naturgefahren stehen Hochwasser an erster Stelle.

Hochwasser führen zu einer Hochwasserkatastrophe, wenn gewässernahe Bereiche intensiv genutzt werden. Das heißt, dass Hochwasser nur dann negative Auswirkungen haben, wenn Menschen oder Sachgüter, wie Gebäude, Kulturgüter und Industriestandorte, direkt von Hochwasser oder indirekt durch Umweltschäden, die durch das Hochwasser verursacht wurden, betroffen sind. Steht dem Wasser ausreichend Platz zur Verfügung, um sich auszubreiten, richtet es keinen Schaden an. Indem sich der Mensch jedoch in den Überschwemmungsgebieten ansiedelt und dem Fluss seine natürlichen Retentionsgebiete und Rückhalteflächen nimmt, setzt er sich, bewusst oder unbewusst, einer konkreten Hochwassergefahr aus. Darüber hinaus verschärft der Mensch durch fortschreitende Flächenversiegelung, intensive Bodennutzung und den

Gewässerausbau die Hochwassergefahr für sich selbst. Im Falle eines Hochwassers kann es demnach zu erheblichen, teilweise existenzbedrohenden materiellen Schäden kommen und im schlimmsten Fall kann Hochwasser für Menschen sogar tödlich sein. Natürliche Ereignisse werden somit aus Sicht des Menschen zu Naturkatastrophen, gegen die er sich zu schützen versucht.



Hochwasserereignisse in Luxemburg

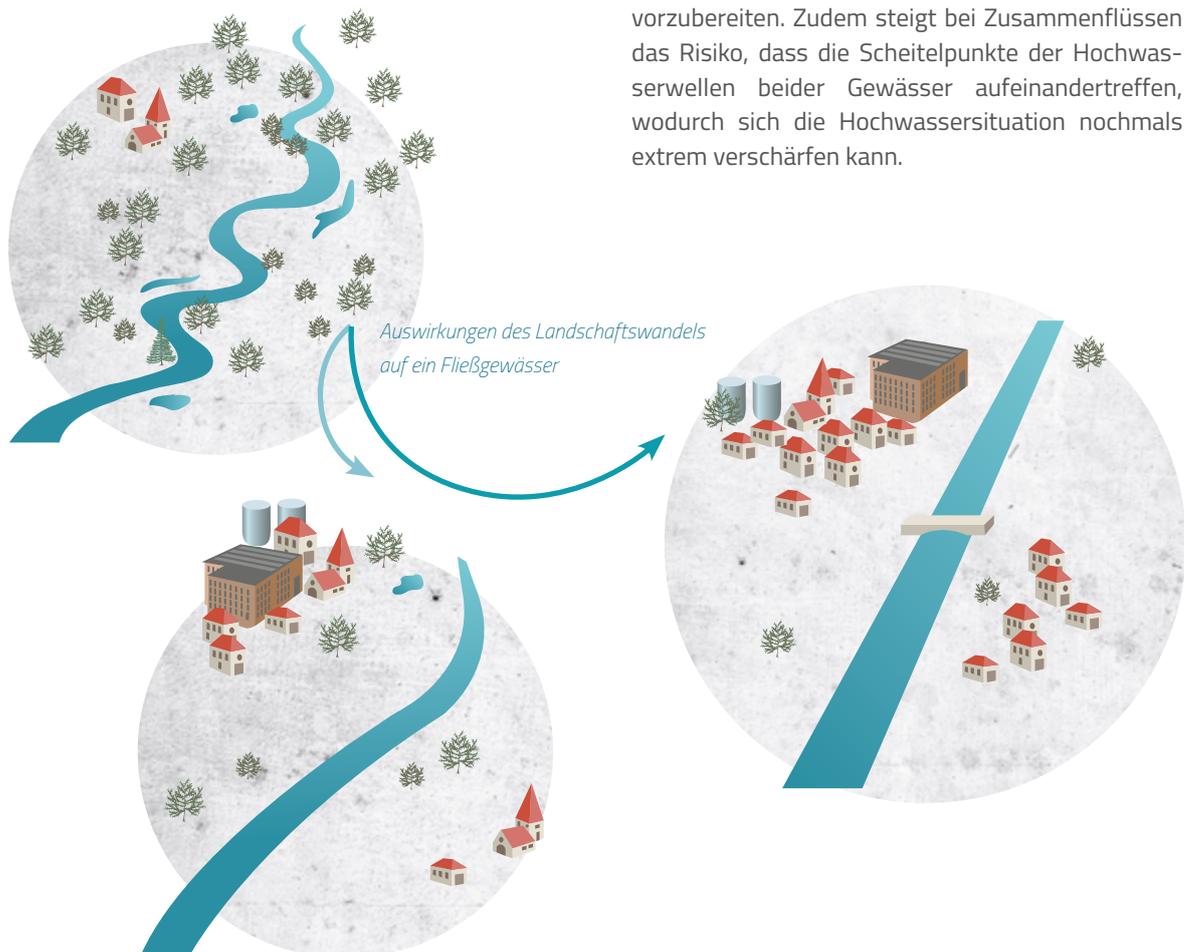
EINFLÜSSE DES MENSCHEN AUF NATÜRLICHE HOCHWASSEREREIGNISSE

Obwohl Hochwasser ein Naturereignis ist, nimmt der Mensch dennoch Einfluss auf das Entstehen sowie das Ausmaß von Hochwasserereignissen.

Durch das Begradigen und Eindeichen von Fließgewässern wurden diese oftmals von ihren natürlichen Überschwemmungsgebieten und Retentionsräumen, wie z. B. den Auen, abgeschnitten. Solche Maßnahmen sollten unter anderem das Leben direkt am Gewässer ermöglichen und diese besser schiffbar machen. Im Falle eines Hochwassers steht einem so veränderten Gewässer allerdings weniger Fläche zur Verfügung, auf der es sich, ohne Schaden anzurichten, ausbreiten kann, wenn es über die Ufer tritt.

*WIRD DIE LAUFLÄNGE
VERKÜRZT, NIMMT DIE
FLIESSGESCHWINDIGKEIT
DES GEWÄSSERS ZU*

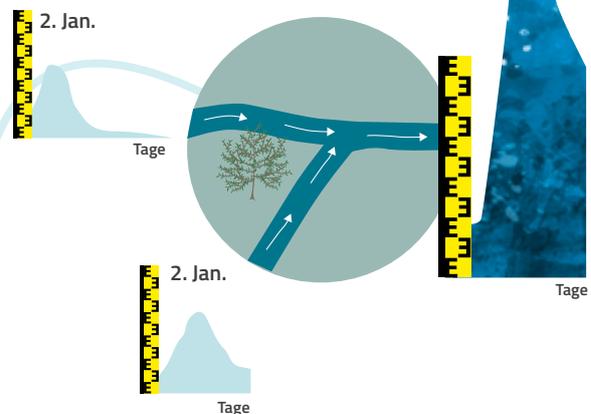
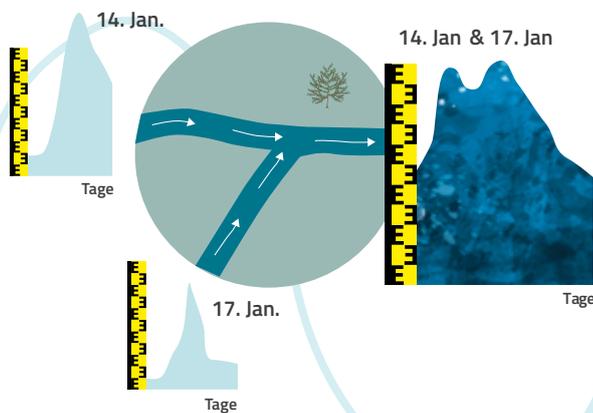
Die Begradigung von Bächen und Flüssen hat zudem zur Folge, dass sich deren Lauflänge verkürzt und somit die Fließgeschwindigkeit des Wassers zunimmt. Das Hochwasser fließt demnach schneller ab, sodass den Unterliegern, das heißt den flussabwärts lebenden Menschen, weniger Zeit bleibt, um sich auf bevorstehende Hochwasserereignisse vorzubereiten. Zudem steigt bei Zusammenflüssen das Risiko, dass die Scheitelpunkte der Hochwasserwellen beider Gewässer aufeinandertreffen, wodurch sich die Hochwassersituation nochmals extrem verschärfen kann.



Auch die Intensivierung der Landwirtschaft führt zu einer erhöhten Hochwassergefahr. Durch die Verdichtung der landwirtschaftlich genutzten Böden, z. B. durch schwere landwirtschaftliche Geräte, kann das Wasser dort nicht mehr gut versickern, sodass mehr Wasser oberirdisch abfließt. Der Wasserrückhalt solcher Flächen ist demnach gestört. Noch stärker verringert wird der Wasserrückhalt in der Fläche durch eine übermäßige Bebauung und die Versiegelung großer Flächen, da auf den versiegelten Flächen nahezu der gesamte Niederschlag oberflächlich oder über die Kanalisation direkt in die Bäche und Flüsse abfließt (S. 33, *Einflüsse des Menschen auf den natürlichen Wasserkreislauf*).

Hochwasserwellen

Bei Einmündungen eines Gewässers in ein anderes addieren sich die Abflussmengen. Bei günstigen Bedingungen mit geringeren Fließgeschwindigkeiten treffen die Scheitelpunkte von zwei Gewässern meistens verzögert bei Zusammenflüssen ein, sodass zwei Hochwasserwellen (zwei Höcker) entstehen (linkes Bild). Bei höheren Fließgeschwindigkeiten erhöht sich das Risiko, dass beide Scheitelpunkte gleichzeitig ankommen und dadurch eine einzige, aber deutlich höhere Hochwasserwelle (ein Höcker) entsteht (rechtes Bild).



DIE HOCHWASSERRISIKOMANAGEMENTRICHTLINIE

Am 26. November 2007 trat die Richtlinie 2007/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2007 über die Bewertung und das Management von Hochwasserrisiken, kurz Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (HWRM-RL), in Kraft. Ziel dieser Richtlinie ist es, mögliche Hochwasserschäden, also die negativen Folgen von Hochwasser auf die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und wirtschaftliche Tätigkeiten, zu verringern. Um dieses Ziel zu erreichen, muss zunächst eine vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos vorgenommen werden, auf deren Grundlage anschließend die notwendigen **Hochwassergefahren-, Hochwasserrisikokarten und Hochwassermanagementpläne** erstellt werden können.

ZIEL IST ES, HOCHWASSERSCHÄDEN UND DEREN NEGATIVE FOLGEN ZUR VERRINGERN

Die Vorgaben der HWRM-RL wurden mit dem Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 in luxemburgisches Recht übernommen, wobei die technischen Aspekte in der großherzoglichen Verordnung vom 30. Dezember 2010 geregelt sind.

Vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos

Mithilfe der vorläufigen Bewertung des Hochwasserrisikos wurden die Gebiete bzw. Gewässerabschnitte identifiziert, an denen ein „potenziell signifikantes Hochwasserrisiko“ besteht. Ein solches potenziell signifikantes Hochwasserrisiko ist in der Regel dort gegeben, wo ein öffentliches Interesse an Hochwasserschutzmaßnahmen besteht, das heißt, wo Überschwemmungen mit großer Wahrscheinlichkeit Schäden anrichten würden. Diese Risikobewertung wurde über Verwaltungs- und Staatsgrenzen hinweg mit den zuständigen Behörden unserer Nachbarländer abgestimmt. Gemäß den Vorgaben der HWRM-RL wurde die Bewertung des Hochwasserrisikos in Luxemburg bis zum 22. Dezember 2011 abgeschlossen. Sie muss erstmals Ende 2018 und anschließend alle sechs Jahre überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden.

Die Grundlage für die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos bildeten bereits verfügbare oder leicht zu erhebende Daten. So wurden im Rahmen der Risikobewertung vergangene Hochwasserereignisse (1993, 1995 und 2003) sowie mögliche künftige hochwasserbedingte Schäden für die menschliche Gesundheit, die Umwelt, das Kulturerbe und die wirtschaftliche Tätigkeit beschrieben und bewertet.

In Luxemburg wurde die vorläufige Bewertung des Hochwasserrisikos im Rahmen des Interreg-III B-Projektes TIMIS Flood bereits vor Inkrafttreten der HWRM-RL durchgeführt, in deren Zuge auch die potenziell gefährdeten Gebiete definiert wurden. Das Ergebnis dieser Risikobewertung, die in den Jahren 2006 und 2007 vorgenommen wurde, ist, dass **15 luxemburgische Fließgewässer ein signifikantes Hochwasserrisiko aufweisen**. Gemäß der Übergangsregelung in Artikel 13 der HWRM-RL musste in Luxemburg daher keine erneute Bewertung des Hochwasserrisikos im Rahmen der HWRM-RL durchgeführt werden.

Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten

Für die Gebiete bzw. die Gewässer, an denen ein potenziell signifikantes Hochwasserrisiko besteht, müssen bis zum 22. Dezember 2013 Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten erstellt werden. Diese müssen erstmals bis Ende 2019 und anschließend alle sechs Jahre überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Wie die Risikobewertung muss auch die Erstellung von Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten über Verwaltungs- und Staatsgrenzen hinweg koordiniert werden.

In den Karten werden drei Hochwasserszenarien berücksichtigt:

- Hochwasser mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ Extrem), das heißt, extreme Hochwasserereignisse, die statistisch gesehen seltener als alle 100 Jahre eintreten. In diesem Szenario werden demnach Gebiete aufgezeigt, die, wenn auch nur sehr selten, von extremem Hochwasser betroffen sein können.
- Hochwasser mit mittlerer Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ 100). Das sogenannte hundertjährige oder Jahrhunderthochwasser ist ein Hochwasser, das der statistischen Wahrscheinlichkeit nach einmal in 100 Jahren auftritt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass es zwangsläufig alle 100 Jahre auftritt, und es schließt auch nicht aus, dass es mehrmals in 100 Jahren auftreten kann.
- Hochwasser mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit (HQ 10). Hierbei handelt es sich um Hochwasser, die im statistischen Mittel alle 10 Jahre eintreten.

Für jedes dieser drei Hochwasserszenarien geben die Hochwassergefahrenkarten die räumliche Ausdehnung und die Wassertiefe bzw. gegebenenfalls den Wasserstand der Überflutung an. Angaben zur Fließgeschwindigkeit oder dem relevanten Wasserabfluss sind auf Anfrage verfügbar. In Luxemburg wurden die Abflussmengen für die verschiedenen Hochwasserereignisse bereits im Rahmen des Interreg-III B-Projektes TIMIS Flood frei zur Verfügung gestellt. Mithilfe der Hochwassergefahrenkarten können die Verwaltungen, aber auch private Bauherren und Planer ihre Baupolitik und Projekte besser und gezielter an mögliche Hochwasserereignisse anpassen. Aus diesem Grund sind die Karten auch Bestandteil der generellen Raumordnungspläne (*Plans d'aménagement généraux, PAG*). Zudem kann jeder die Hochwassergefährdung seines eigenen Grundstückes aus den Gefahrenkarten ablesen und die nötigen Vorkehrungen zum Schutz seines Eigentums und seiner eigenen Sicherheit treffen.

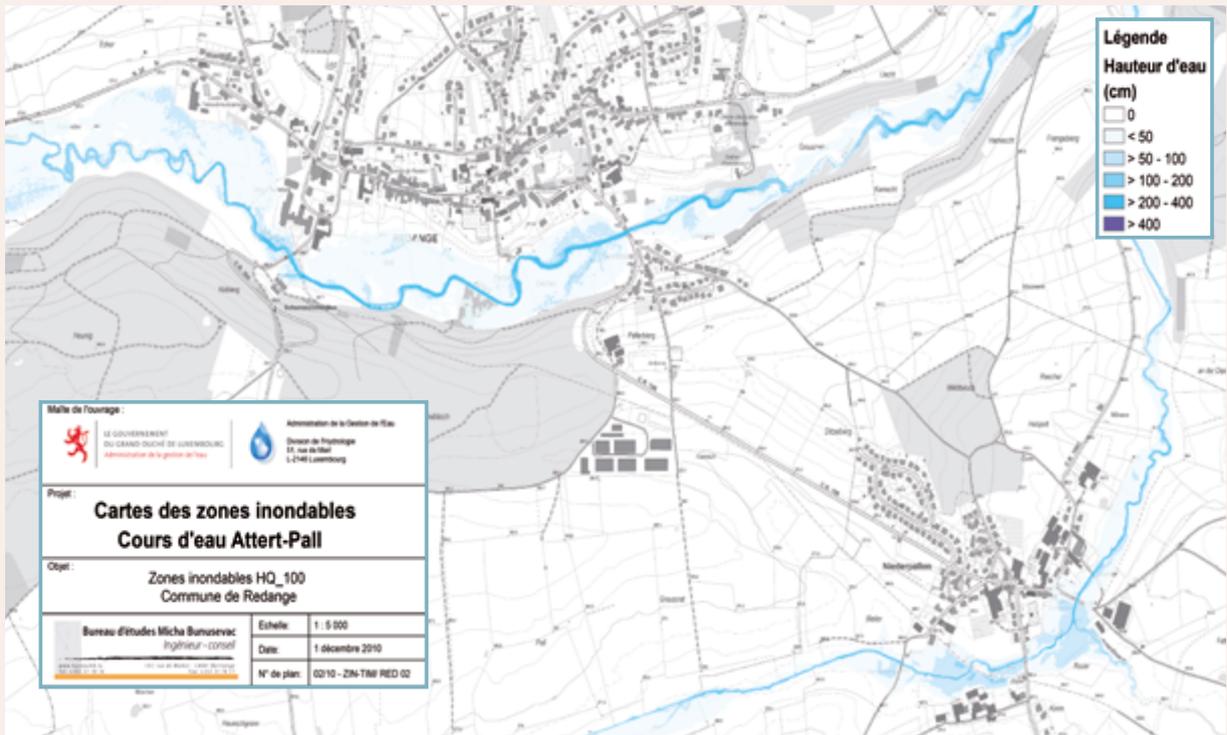


Die Hochwasserrisikokarten bauen auf den Hochwassergefahrenkarten auf und enthalten für jedes der drei Hochwasserszenarien neben den Daten zur Überschwemmungsgefahr unter anderem Angaben über die Anzahl der potenziell betroffenen Einwohner sowie über die vorhandenen Nutzungen bzw. die Art der wirtschaftlichen Tätigkeiten in dem potenziell betroffenen Gebiet. Die Hochwasserrisikokarten bilden demnach die Grundlage zur Beurteilung, wo das Risiko am höchsten ist, was z. B. für die Ausweisung von Neubaugebieten wichtig ist, und wo der größte Handlungsbedarf bei der Hochwasservorsorge besteht.

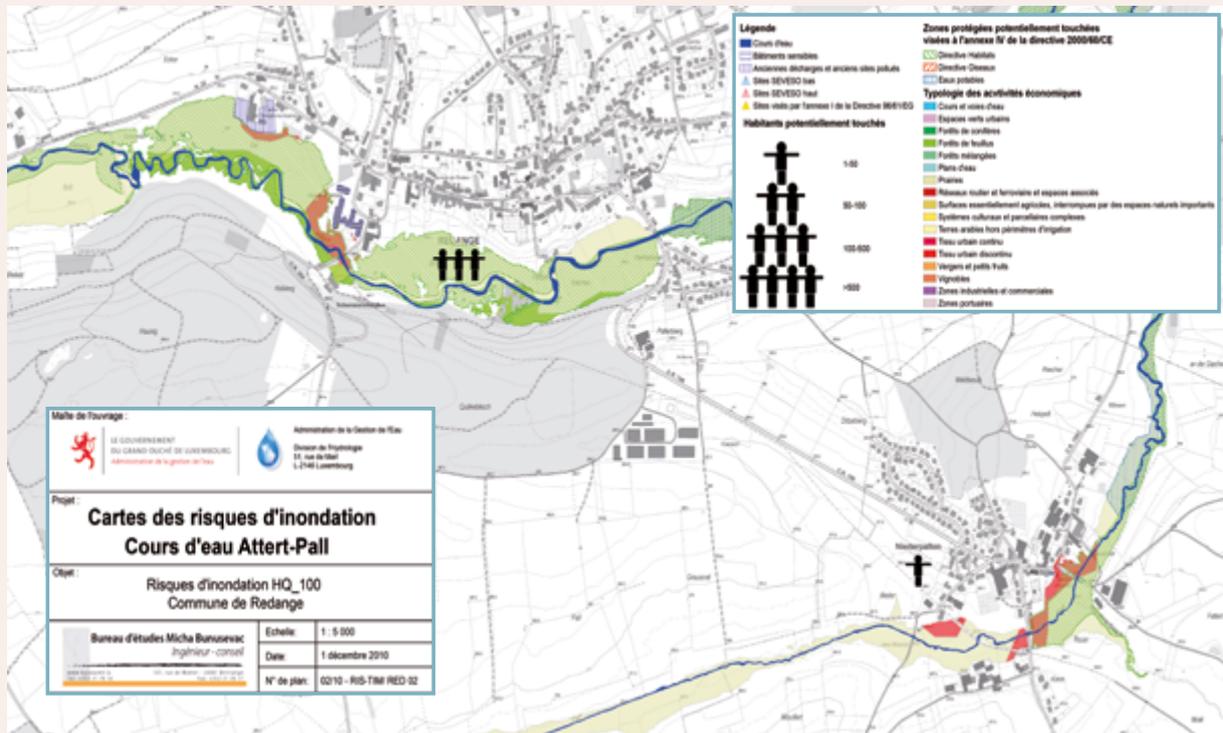
Nach den schlimmen Hochwassern von 1993 und 1995 werden in Luxemburg bereits seit 1998 Hochwassergefahrenkarten für die größten luxemburgischen Fließgewässer erstellt. Ende 2010 wurden in Luxemburg, basierend auf der vorläufigen Hochwasserrisikobewertung, Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten für die 15 luxemburgischen Fließgewässer mit signifikantem Hochwasserrisiko gemäß den Vorgaben der HWRM-RL ausgearbeitet.



Hochwassermarken verschiedener Hochwasserereignisse, Diekirch



Hochwassergefahrenkarte für ein mittleres Hochwasserereignis an der Attert in Redingen und Reichlingen sowie der Pall in Niederpallen



Hochwasserrisikokarte für ein mittleres Hochwasserereignis an der Attert in Redingen und Reichlingen sowie der Pall in Niederpallen

Hochwasserrisiko- managementpläne

Auf der Grundlage der Hochwassergefahren- und Hochwasserrisikokarten müssen für die Gebiete bzw. die Gewässer, an denen ein potenziell signifikantes Hochwasserrisiko besteht, Hochwasserrisikomanagementpläne (HWRM-Pläne) erstellt werden. Diese sind das zentrale Element der HWRM-RL. Die HWRM-Pläne müssen über Staats- und Verwaltungsgrenzen hinweg abgestimmt und koordiniert werden und bis spätestens zum 22. Dezember 2015 fertiggestellt sein. Eine erste Überprüfung und gegebenenfalls Aktualisierung der HWRM-Pläne findet Ende 2021 und anschließend alle sechs Jahre statt.

In den HWRM-Plänen werden angemessene Ziele sowie geeignete Maßnahmen für alle Handlungsbereiche des Hochwasserrisikomanagements festgelegt (S. 82, *Maßnahmen zum vorsorgenden Hochwasserschutz*), mit denen die Hochwasserrisiken reduziert werden sollen. Im Gegensatz zur Wasserrahmenrichtlinie (S. 91, *Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie*) enthält die HWRM-RL keine konkreten Vorgaben bezüglich der Art der zu ergreifenden Maßnahmen oder bis wann diese ergriffen werden bzw. umgesetzt sein müssen. Die Richtlinie fordert nur, dass angemessene Ziele für das Hochwasserrisikomanagement festgelegt werden. Der Schwerpunkt der HWRM-Pläne soll dabei auf die Hochwasservermeidung, den -schutz und die -vorsorge, einschließlich der Hochwasservorhersage und der Frühwarnung, gelegt werden. Maßnahmen wie eine nachhaltige Flächennutzung oder die Verbesserung des Wasserrückhalts können ebenfalls in den HWRM-Plänen berücksichtigt werden.

Die HWRM-Pläne werden in Luxemburg von der Wasserwirtschaftsverwaltung in Zusammenarbeit und Abstimmung mit den jeweiligen Gemeindeverwaltungen, den betroffenen staatlichen Institutionen sowie den Rettungsdiensten erstellt. Für den Bereich der Hochwasservorhersage und der Frühwarnung hat die Wasserwirtschaftsverwaltung das Internetportal www.inondations.lu eingerichtet, über das stündlich aktualisierte Abflussdaten der Hauptgewässer zur Verfügung gestellt werden und über das im Hochwasserrisikofall die Frühwarnung erfolgt.

MASSNAHMEN ZUM VORSORGENDEN HOCHWASSERSCHUTZ

Die Hochwasser der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass es keinen endgültigen Schutz vor extremen Hochwasserereignissen gibt. Mithilfe eines vorbeugenden und nachhaltigen Hochwasserschutzes ist es jedoch möglich, die verheerenden Folgen und Schäden, die insbesondere bei kleineren bis mittleren Überschwemmungen entstehen können, so gering wie möglich zu halten oder im besten Fall sogar ganz zu vermeiden. Dies entspricht den Vorgaben der HWRM-RL hinsichtlich der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne (S. 82, *Hochwasserrisikomanagementpläne*).

Beim Hochwasserrisikomanagement lassen sich vier große Maßnahmenbereiche unterscheiden, wobei:

- **technischer und ökologischer Hochwasserschutz** darauf abzielen, Hochwasser in ihrer Dauer und ihrem Scheitel zu vermindern und somit Schäden zu vermeiden.
- **vorbeugende Maßnahmen** eher darauf abzielen, Hochwasser vorausschauend abzuschwächen oder gar zu vermeiden.
- **Hochwasserwarnsysteme und -vorhersagen** keinen direkten Einfluss auf das Hochwasserereignis an sich haben, jedoch stark schadensmindernd wirken können.
- **aktive Hochwasserschutzmaßnahmen** dann ergriffen werden müssen, wenn die oben erwähnten Maßnahmen nicht ausreichen oder zusammenbrechen. Sie können somit zu lebensrettenden Notmaßnahmen werden. Bei Katastrophenalarm müssen Pläne vorliegen, die aufzeigen, wie und wo die Helfer, wie z. B. der Zivilschutz, die Feuerwehr oder die Armee, zum Einsatz kommen.

Durch eine effektive Kombination von technischem und ökologischem Hochwasserschutz sowie vorbeugenden und bekämpfenden Maßnahmen können die menschlichen, materiellen und umweltrelevanten Hochwasserschäden erheblich reduziert werden. Die Antwort auf die Frage, welche Schutz-

maßnahmen ergriffen werden sollen oder müssen, hängt von den Gegebenheiten des jeweiligen Einzugsgebietes eines Gewässers ab. Um einen bestmöglichen Schutz vor Hochwasserschäden zu gewährleisten, ist es jedoch wichtig, dass sowohl der Staat und die Gemeinden als auch die potenziell vom Hochwasser betroffenen Bürger alle im Rahmen ihrer Möglichkeiten realisierbaren Maßnahmen und Vorkehrungen ergreifen, um Hochwasserschäden so weit wie möglich zu vermeiden.

Technischer Hochwasserschutz

Der technische Hochwasserschutz zielt auf die Reduzierung und Vermeidung von Hochwasserschäden an bestehenden Siedlungen oder Bauwerken ab und beinhaltet hauptsächlich die Erbauung von lokalen Schutzmaßnahmen. Die gängigsten technischen Maßnahmen sind der Bau von Hochwassermauern, Deichen und Dämmen. Auch Polderflächen, die gezielt geflutet werden können, sowie die Vergrößerung der Abflusskapazität von Gewässern sind wichtige Elemente des technischen Hochwasserschutzes.

Bei Hochwasserschutzmaßnahmen muss stets darauf geachtet werden, dass durch den Bau die Hochwassergefahr nicht verstärkt wird. Der Schutz des einen darf nicht zum Nachteil des anderen werden. Das Hochwasserproblem wäre in der Tat nur verschoben, nicht jedoch gelöst. Das Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 schreibt daher vor, dass Ober- und Unterlieger durch lokale Kompensationsmaßnahmen zu schützen sind, sodass für diese keine Verschlechterung eintreten kann.

Eine technische Hochwasserschutzmaßnahme ist für ein vorher bestimmtes Schutzziel, wie beispielsweise ein 10-jährliches Hochwasser, dimensioniert. Ausschlaggebend für die Bestimmung dieses Schutzzieles sind geografische Engpässe, z. B. ein enges Tal, der Kosten-Nutzen-Faktor sowie Referenzhochwasserereignisse aus der Vergangenheit oder aus Berechnungsmodellen. Wenn das Schutzziel bei einem höheren Hochwasserereignis überströmt wird, kann das Wasser die vorhandenen Schutzeinrichtungen überströmen und schwere Schäden im vermeintlich sicheren Gebiet verursachen, da die Anrainer sich in der Regel auf die Sicherheit des Hochwasserschutzes verlassen und kaum weitere Vorkehrungen zur Schadensminimierung treffen. Außerdem besteht das Risiko, auch wenn es in der Regel gering ist, dass eine Schutzvorrichtung versagen könnte. **Einen hundertprozentigen Schutz vor Hochwasser gibt es daher nicht.**



Hochwasserschutzmauer mit mobilen Schutzelementen in Ingeldorf (oben) und Ettelbrück (unten)



*Die Attert bei Bissen. Auf einer Länge von insgesamt 1250 Metern wurde der Fluss renaturiert und in einen naturnahen Zustand gebracht.
(Quelle: INCA Ingénieurs Conseils Associés s.à.r.l.)*

Ökologischer Hochwasserschutz

Der ökologische bzw. naturnahe Hochwasserschutz ist ergänzend zum technischen Hochwasserschutz und hat in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Mit Renaturierungsmaßnahmen, wie z. B. Laufverlängerungen durch Mäandrierung oder die Entfernung vorhandener Uferbefestigungen, sowie mit der Reaktivierung von Auen und Seitenarmen wird die Fließgeschwindigkeit verringert und zusätzliches Retentionsvolumen naturnah zur Verfügung gestellt. Hochwasser können sich also in die Breite statt in die Höhe verteilen. Grundsätzlich haben ökologische Schutzmaßnahmen das Ziel, Gewässer wieder in einen weitgehend naturnahen Zustand zu bringen und ihnen den Raum, der ihnen entzogen wurde, wieder zurückzugeben. Allerdings gehen diese Maßnahmen mit einem großen Flächenbedarf einher, was oftmals zu Konflikten mit anderen Nutzungen führt.

*ZIEL IST ES, GEWÄSSER WIEDER
IN EINEN NATURNAHEN
ZUSTAND ZU BRINGEN*

Neben dem Hochwasserschutz haben die ökologischen Schutzmaßnahmen auch einen positiven Effekt auf die Biodiversität, da sich in den neu geschaffenen naturnahen Lebensräumen standorttypische Tier- und Pflanzenarten ansiedeln können. Für viele Fisch- und Vogelarten, Amphibien, Reptilien und Insekten entstehen somit wieder optimale Lebens-, Brut- und Nahrungsbedingungen, wie beispielsweise wertvolle Fischlaichgebiete in neu angelegten Seitenarmen.





Ein neu angelegter Seitenarm während (links) und nach der Bauphase (rechts) im Rahmen der grenzüberschreitenden Hochwasserschutzmaßnahme an der Sauer bei Steinheim (L) und Ralingen (D). (Quelle rechtes Bild: Schroeder & Associés Ingénieurs-Conseils)

Vorbeugende Maßnahmen

Hochwasserschutz ist nicht allein mit traditionellen Schutzmaßnahmen zu bewerkstelligen. Neben den Hochwasserschutzmaßnahmen entlang von Bächen und Flüssen kommt den präventiven Maßnahmen zur Abschwächung und Vermeidung zukünftiger Hochwasser im Einzugsgebiet deshalb immer mehr Bedeutung zu.

Eine **angepasste Nutzung des Bodens**, z. B. durch die Land- und Forstwirtschaft, kann dessen Wasserspeichervermögen verbessern und somit den natürlichen Rückhalt des Niederschlagswassers in der Fläche fördern. So kann beispielsweise durch eine ganzjährige Bodenbedeckung die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens gefördert und somit der Oberflächenabfluss verringert werden. Verstärkt wird die Verringerung des Oberflächenabflusses noch dadurch, dass die Pflanzen einen Teil des versickernden Wassers aufnehmen und über die Blattoberflächen verdunsten, sodass der Boden wieder mehr Wasser aufnehmen kann. Da es für den vorsorgenden Hochwasserschutz folglich besser ist, Grünland statt Ackerland zu betreiben, sollte die Umwandlung von Grün- in Ackerland möglichst vermieden werden. Eine (Wieder-)Aufforstung von hochwassergefährdeten Gebieten verbessert ebenfalls den natürlichen Wasserrückhalt in der Fläche, was zu einer Verminderung des Abflusses führt und, besonders in Hanglagen, zudem die

Bodenerosion mindert. Auch ein Verzicht bzw. eine Reduzierung der Flächenversiegelung trägt zum Erhalt bzw. zur Wiederherstellung des natürlichen Rückhaltevermögens von Böden bei. Ist dies nicht möglich, kann das auf versiegelten Flächen anfallende Regenwasser mithilfe von dezentralen Regenrückhaltemaßnahmen gedrosselt und zeitverzögert abgeleitet werden.

Eine effektive Bauvorsorge durch **hochwasserangepasste Bauweisen und Gebäudenutzungen** ermöglicht es ebenfalls, Hochwasserschäden weitgehend zu vermeiden oder erheblich zu begrenzen. Bei einem Hochwasser wirken enorme Kräfte auf Gebäude ein, wodurch diese in Extremfällen schwer beschädigt oder sogar unbewohnbar werden können. Um eine solche Gefährdung der Gebäude zu minimieren, ist die einfachste Lösung, das Bauen in hochwassergefährdeten Gebieten möglichst zu vermeiden. Unter strengen Auflagen ist das Bauen in hochwassergefährdeten Gebieten jedoch in Einzelfällen möglich. Wenn vorhandenes Retentionsvolumen für den Fall eines Hochwasserereignisses durch Aufschüttungen oder Bebauungen verringert wird, muss dieses im Zuge der Baumaßnahme lokal kompensiert werden, ohne zu einer hydraulischen Verschlechterung für Ober- und Unterlieger zu führen. Zudem muss garantiert sein, dass bei Hochwasserereignissen keine Gefahr für Mensch, Material und Umwelt besteht. Strategien der Bauvorsorge für einzelne Objekte sind:

das Ausweichen,

wie z. B. das Bauen auf Stelzen oder der Verzicht auf Keller,

das Widerstehen,

(Abdichtung, Verstärkung des Kellers und der Fundamente),

das Nachgeben,

wie z. B. das Fluten des Gebäudes ermöglichen, ohne dass Schäden für Mensch, Material und Umwelt entstehen können, sowie

das Sichern,

wie z. B. der Schutz vor Verschmutzungen durch Sicherung von Heizöltanks und Gefahrstofflagern.

Bei bereits bestehenden Bebauungen in hochwassergefährdeten Gebieten können einfachste Vorkehrungen dazu beitragen, das Schadenspotenzial zu verringern. So sollten beispielsweise keine wertvollen Gegenstände oder elektrischen Geräte im Keller untergebracht werden. Um Schäden durch ausgelaufenes Heizöl zu verhindern, sollte möglichst keine Ölheizungsanlage eingebaut werden. Wenn dies nicht möglich ist, müssen die Heizöltanks gegen Auftrieb und eindringendes Wasser gesichert werden.

Eine **angemessene private Risikovorsorge** der in hochwassergefährdeten Gebieten lebenden Menschen gehört ebenfalls zu den vorbeugenden Maßnahmen. Diese beinhaltet z. B. das Anlegen eigener Rücklagen, sodass die Betroffenen die durch Hochwasser entstandenen materiellen Schäden ohne größere Probleme abdecken können. Eine solche Risikovorsorge ist besonders wichtig, da herkömmliche Versicherungen diese Schäden nicht decken und die Betroffenen die Kosten in der Regel selbst tragen müssen.

In der Bevölkerung ist das Bewusstsein für die Hochwasserproblematik oftmals relativ gering, was im Ernstfall zu unnötigen oder vermeidbaren Schäden führen kann. Daher ist eine umfangreiche **Verhaltensvorsorge** durch die Wasserwirtschaftsverwaltung, Gemeinden oder Hochwasserpartnerschaften wichtig, um die betroffenen Menschen darüber zu informieren und darauf vorzubereiten, welche Vorkehrungen bei Hochwassergefahr zu treffen sind und wie sie sich im Falle von Hochwasser verhalten sollten.

Hochwasservorhersage- und -warnsysteme

Gut funktionierende Hochwasservorhersage- und -warnsysteme sind die Grundlage für eine schnelle und präzise Information der vom Hochwasser betroffenen Menschen, z. B. über den aktuellen oder den zu erwartenden Wasserstand. Nur durch eine möglichst frühzeitige Warnung können sich diese rechtzeitig und angemessen vor der auf sie zukommenden Gefahr schützen. In den vergangenen Jahren wurde das luxemburgische Vorhersage- und Frühwarnsystem deshalb stetig weiterentwickelt und so wurde beispielsweise ein aufwendiges Niederschlags- und Pegelmessnetz mit automatischer Datenerfassung und -übertragung zur Überwachung der hochwassergefährdeten Gebiete eingerichtet.

Hochwasserwarnungen werden für die Mosel vom *Service de la navigation* und für die übrigen luxemburgischen Fließgewässer von der Wasserwirtschaftsverwaltung erstellt und via Radio, Fernsehen, Presse und Internet an die Bevölkerung übermittelt. Die Wasserwirtschaftsverwaltung koordiniert diese Warnungen über das Internetportal www.inondations.lu, auf dem sie zudem Informationen zu den aktuellen Wasserständen an den Pegelstationen bereithält, die im Falle von Hochwasser unter anderem durch aktuelle Hochwasserlageberichte ergänzt werden. Solche Hochwasserlageberichte enthalten Informationen zur Wetterlage, Angaben zur aktuellen Abflusslage und Wasserstandsvorhersagen für die Meldepegel. Für den koordinierten Einsatz der Rettungsdienste im Hochwasserfall ist die *Administration des services de secours* zuständig.

Da sich Hochwasser nicht an nationale Grenzen halten, ist eine grenzüberschreitende Kooperation im Hochwasserfall unerlässlich (S. 113, *Internationale Zusammenarbeit*). Eine solche internationale Zusammenarbeit beinhaltet z. B. die Weitergabe von Informationen zum Wasserstand oder zur Regenvorhersage.



HOCHWASSERPARTNERSCHAFTEN

Um das Hochwasserrisikomanagement in von Hochwasser betroffenen Gebieten zu verbessern, können dort sogenannte Hochwasserpartnerschaften zwischen Gemeinden gegründet werden. Das Ziel solcher, auf freiwilliger Beteiligung basierenden Partnerschaften ist eine verstärkte Zusammenarbeit im Bereich der Hochwasservorsorge und des Hochwasserschutzes. Hierzu gehören sowohl die Sensibilisierung und Information der vom Hochwasser betroffenen Bevölkerung als auch eine verbesserte Zusammenarbeit der Gemeinden bei der Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen sowie die Verbesserung der Hochwasserfrühwarnung und das Ergreifen gemeinsamer Vorsorgemaßnahmen. Unterstützt werden die Hochwasserpartnerschaften dabei von der Wasserwirtschaftsverwaltung und dem Internationalen Betreuungszentrum für Hochwasserpartnerschaften (HPI), das seinen Sitz bei den Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) in Trier hat. Zudem können Rettungsdienste, Verbände und Interessengruppen in den Hochwasserpartnerschaften mitarbeiten.

Darüber hinaus bilden die Hochwasserpartnerschaften eine Plattform für die frühzeitige Mitarbeit der Gemeinden und der Öffentlichkeit an der Erstellung der Hochwasserrisikomanagementpläne, die gemäß den Vorgaben der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie bis Ende 2015 fertiggestellt sein müssen (S. 82, *Hochwasserrisikomanagementpläne*).

In Luxemburg wurden bereits seit 2011 einige Hochwasserpartnerschaften gegründet. Dies sind beispielweise die Hochwasserpartnerschaften Attert, Uelzechtall und Untere Sauer, wobei die Hochwasserpartnerschaften Attert und Untere Sauer grenzüberschreitend sind. Eine weitere Hochwasserpartnerschaft ist die Partnerschaft im Bereich der sogenannten „Dreiländermosel“, die sich zwischen Sierck-les-Bains (FR) und Konz (DE) erstreckt und die den gesamten luxemburgischen Moselabschnitt umfasst.

HYDROLOGISCHE MESSMETHODEN

Für das Erstellen von präzisen Hochwasservorhersagen und -warnungen sind kontinuierlich gemessene Wasserstands-, Abfluss- und Niederschlagsdaten notwendig. Wasserstands- und Abflussmessungen, die über einen längeren Zeitraum hinweg durchgeführt werden, ermöglichen es zudem, das Verhalten der oberirdischen Gewässer zu dokumentieren. Die erhobenen Daten bilden die Grundlage für die Planung und die Bemessung von wasserwirtschaftlichen und wasserbaulichen Anlagen, wie z. B. den Bau von Hochwasserschutzmaßnahmen oder neuen Brücken.

Die Wasserstandsmessung

Traditionell wird der Wasserstand mit bloßem Auge von Pegellatten abgelesen, die im oder am Gewässer z. B. an Mauern, Brücken oder Treppen angebracht sind. Da diese Methode mit einem sehr hohen Personalaufwand verbunden ist und nur Punktwerte geliefert werden können, sind diese Pegelstationen heutzutage immer mit anderen Wasserstandsmessern gekoppelt. Eine kontinuierliche Erfassung des Wasserstandes ist beispielsweise mit dem Schwimmerpegel möglich. Beim Schwimmerpegel werden die Bewegungen des Wasserstandes von einem Schwimmer, welcher sich in einem mit dem Gewässer verbundenen Schacht befindet, erfasst und aufgezeichnet.



Pegellatte zur Bestimmung des Wasserstandes

Der Wasserstand kann auch mithilfe eines Wasserstandsradars gemessen werden. Bei dieser Methode sendet ein Radarsensor, der an einem Bauwerk direkt über dem Wasser befestigt ist, elektromagnetische Impulse in Richtung des Gewässers aus. Diese Impulse werden vom Wasser reflektiert und wieder an den Sensor zurückgesendet. Je weiter die Wasseroberfläche vom Sensor entfernt ist, desto länger ist die Laufzeit des Signals. Mithilfe eines Prozessors kann aus der Laufzeit, die das Signal benötigt, um zum Sensor zurückzukehren, die Höhe des Wasserstandes ermittelt werden.



Wasserstandsradar zur Bestimmung des Wasserstandes

In Luxemburg können die Wasserstände an den Pegelstationen, die stündlich bzw. täglich aktualisiert werden, auf der Internetseite www.inondations.lu abgerufen werden.

Die Abflussmessung

Der Abfluss eines Gewässers bezeichnet das Wasservolumen, das den Querschnitt des Gewässers pro Zeiteinheit durchfließt. Der Abfluss kann mittels verschiedener Methoden gemessen werden, wobei bei den meisten Messmethoden der Abfluss aus der Fließgeschwindigkeit des Wassers abgeleitet wird.

Zur punktuellen Messung der Fließgeschwindigkeit wird häufig der hydrometrische Flügel verwendet. Dieses Messgerät ist mit einem propellerähnlichen Flügel ausgestattet, der sich je nach der Fließgeschwindigkeit des Wassers schneller oder langsamer dreht. Mithilfe eines Zählgerätes wird die



Messung der Fließgeschwindigkeit von Oberflächengewässern mithilfe eines hydrometrischen Flügels (links) und eines an einem Trimaran befestigten Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) (rechts)

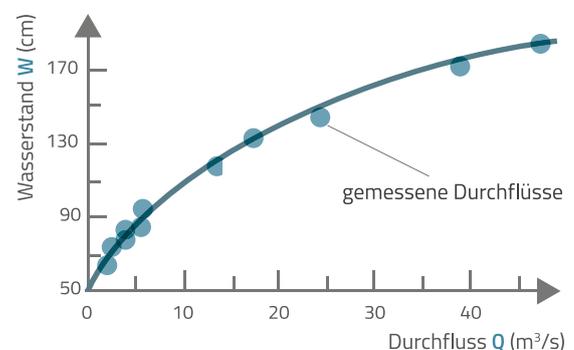
Anzahl der Umdrehungen während der Messdauer registriert, aus der dann die Geschwindigkeit des Wassers am Messpunkt abgeleitet werden kann. Um den Abflusswert zwischen beiden Ufern zu erhalten, muss die Fließgeschwindigkeit dort an mehreren Punkten des Gewässerquerschnittes, gemessen werden.

Ein anderes Verfahren zur Abflussmessung ist das Verdünnungs- oder Tracerverfahren, das besonders in stark turbulenten Fließgewässern oder Fließgewässern mit geringer Tiefe eingesetzt wird. Bei dieser Methode wird eine genau definierte Menge einer hochkonzentrierten Tracerlösung entweder als einmalige Zugabe oder als konstante Einspeisung in das Gewässer eingeleitet. Flussabwärts wird am Ende der Messstrecke die Konzentration des verdünnten Tracers kontinuierlich gemessen. Je stärker der Tracer verdünnt wurde, desto höher ist der Abfluss.

Der Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) nutzt das Prinzip des Doppler-Effektes, also die Veränderung der gemessenen Frequenz durch die relative Bewegung von Sender und Empfänger zueinander, in diesem Fall von der Schallquelle und den sich im Wasser befindenden Schwebstoffen. Der ADCP ist in der Regel auf einem kleinen Trimaran montiert, welcher mithilfe eines Seiles von einem Ufer zum anderen gezogen wird. Während der Überfahrt sendet das Messgerät Ultraschallimpulse aus, die von den im Wasser schwimmenden Schwebstoffen reflektiert und zum Messgerät zurückgesendet werden. Über die Laufzeit, die das Signal braucht, um zum ADCP zurückzukehren, kann die Fließgeschwindigkeit des Wassers abgeleitet werden. Über die gemessene Fließgeschwindigkeit und den Querschnitt kann schließlich mit mathematischen Formeln wiederum der Abfluss berechnet werden.

Die Wasserstand-Durchfluss-Beziehung

Da direkte Abflussmessungen einen hohen zeitlichen und personellen Aufwand benötigen und nicht kontinuierlich durchgeführt werden können, wird eine Korrelationskurve zwischen dem kontinuierlich gemessenen Wasserstand (W) und dem dazugehörigen Abfluss (Q) aufgestellt. Hierzu werden Abflussmessungen bei möglichst unterschiedlichen Wasserständen durchgeführt. Für die Aufstellung der Wasserstand-Durchfluss-Beziehung (W - Q -Beziehung) werden die gemessenen Durchflüsse und die dazugehörigen Wasserstände in ein Koordinatensystem eingetragen. Durch die Gesamtheit der Wertepaare (W , Q) wird dann eine Trendlinie, die Abfluss- oder Durchflusskurve, gezogen. Diese Trendlinie ermöglicht es, ausgehend von einem bestimmten Wasserstand, Aussagen über den entsprechenden Abfluss zu machen, und trägt damit erheblich zur Erleichterung von Hochwasservorhersagen bei.



Beispiel einer Wasserstand-Durchfluss-(W - Q -)Beziehung oder Durchflusskurve



Die europäische Wasserrahmenrichtlinie

DIE EUROPÄISCHE WASSERRAHMENRICHTLINIE

Am 22. Dezember 2000 trat 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, kurz Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), in Kraft. Damit wurde erstmals europaweit eine einheitliche Grundlage für die Bewirtschaftung der Gewässer geschaffen und das ökologische Gesamtziel des „guten Zustandes“, welcher bis Ende 2015 für alle Gewässer der EU erreicht werden soll, eingeführt. In Luxemburg sind die Vorgaben der WRRL im neuen Wassergesetz vom 19. Dezember 2008 enthalten.



EINTEILUNG DER GEWÄSSER NACH DER WRRL

Mit der WRRL wurde in der Europäischen Union eine ganzheitliche Betrachtung der Gewässer eingeführt. Die Gewässer werden nun nicht mehr nach administrativen Grenzen, sondern flussgebietsbezogen betrachtet, das heißt von ihrer Quelle bis zur Mündung ins Meer, inklusive aller Zuflüsse, dem zugehörigen Grundwasser, Übergangsgewässer und Küstengewässer. Gegebenenfalls müssen sie über Staatsgrenzen hinweg gemeinsam bewirtschaftet werden. Luxemburg hat Anteile an zwei solcher Flussgebietseinheiten (FGE), die beide grenzüberschreitend sind. Es sind dies die internationalen Flussgebietseinheiten Rhein und Maas.

Da die Flussgebietseinheiten in der Regel zu groß und zu unübersichtlich für die Bewertung der Gewässer sind, werden innerhalb der Einheiten sogenannte Wasserkörper ausgewiesen. Die WRRL unterscheidet dabei verschiedene Klassen von Wasserkörpern:

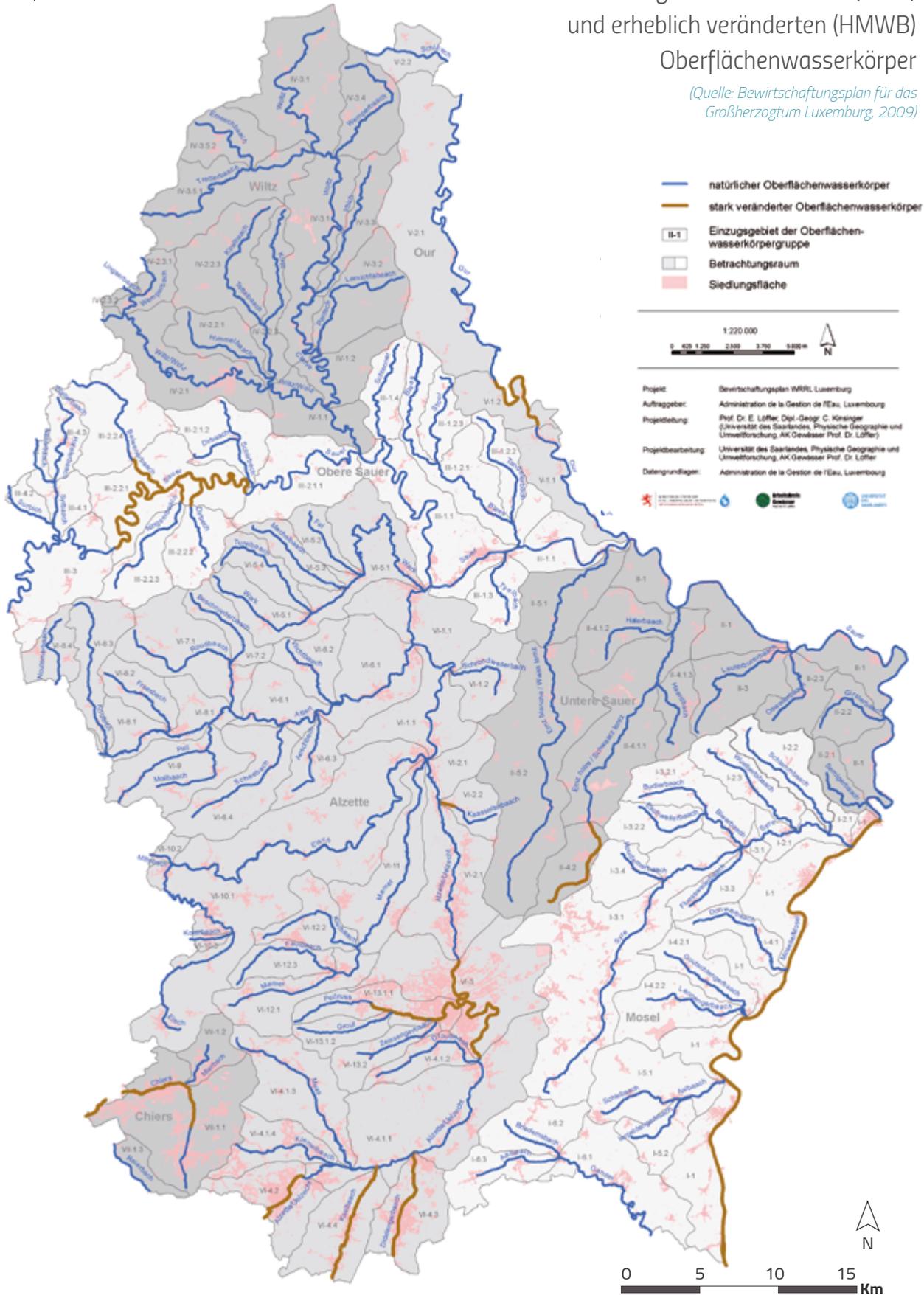
- die natürlichen Oberflächenwasserkörper (OWK),
- die erheblich veränderten (HMWB, *heavily modified water body*) und künstlichen Wasserkörper (AWB, *artificial water body*).
- die Grundwasserkörper (GWK)

Oberflächenwasserkörper können als „erheblich verändert“ eingestuft werden, wenn sie durch menschliche Eingriffe in ihrer hydromorphologischen Struktur so stark beeinträchtigt sind, dass sie dadurch den guten ökologischen Zustand niemals erreichen können. Dies kann beispielsweise bei Schifffahrtsstraßen, kanalisierten Gewässerabschnitten oder aufgestauten Flussabschnitten der Fall sein. „Künstliche“ Oberflächenwasserkörper sind vom Menschen geschaffene Gewässer an Orten, wo es ursprünglich kein natürliches Gewässer gab. Dies sind z. B. Kanäle oder Baggerseen.



Die luxemburgischen natürlichen (OWK) und erheblich veränderten (HMWB) Oberflächenwasserkörper

(Quelle: Bewirtschaftungsplan für das
Großherzogtum Luxemburg, 2009)



In Luxemburg wurden insgesamt 102 Oberflächenwasserkörper ausgewiesen. 99 dieser Oberflächenwasserkörper gehören zur internationalen Flussgebietseinheit Rhein und umfassen eine Gesamtlänge von etwa 1170 km. Die restlichen drei Oberflächenwasserkörper, mit einer Gesamtlänge von etwa 19 km, gehören zur internationalen Flussgebietseinheit Maas. Von den 102 Oberflächenwasserkörpern sind elf Gewässerstrecken als HMWB ausgewiesen worden. Zudem wurden fünf Grundwasserkörper unterschieden, die alle der internationalen Flussgebietseinheit Rhein zugeordnet wurden.

Verteilung der Wasserkörper in Luxemburg

Wasserkörper		FGE Rhein	FGE Maas
Oberflächengewässer	OWK	99	3
	HMWB	10	1
Grundwasser	GWK	5	0

UMWELTZIELE DER WRRL UND AUSNAHMEREGLUNGEN

Hauptziel der WRRL ist es, dass alle europäischen Gewässer, das heißt die Oberflächengewässer (Flüsse und Seen), das Grundwasser, die Küstengewässer sowie die Übergangsgewässer, die Süßgewässer mit Meeresgewässern verbinden (wie z. B. Flussdeltas), bis zum Jahr 2015 einen „guten Zustand“ erreichen. Genauer bedeutet dies:

- den guten ökologischen und guten chemischen Zustand der natürlichen Oberflächengewässer zu erreichen,
- den guten chemischen und guten mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu erreichen,
- ein gutes ökologisches Potenzial und den guten chemischen Zustand bei erheblich veränderten und künstlichen Oberflächengewässer zu erreichen,
- die Gewässerbewirtschaftung so zu gestalten, dass der gegebene Zustand der Gewässer nicht verschlechtert wird.

Zeitplan zur Erreichung der Umweltziele

Um den guten Zustand der Gewässer zu erhalten bzw. herzustellen, wurde ein ambitionierter Zeitplan aufgestellt:

- 2000 - Veröffentlichung und Inkrafttreten der WRRL am 22.12.2000
- 2003 - Umsetzung der WRRL in nationales Recht
- 2004 - Veröffentlichung der ersten Bestandsaufnahme
- 2006 - Einrichtung der Überwachungsprogramme
- 2009 - Veröffentlichung der Bewirtschaftungspläne und der Maßnahmenprogramme Beginn des 1. Bewirtschaftungszyklus
- 2010 - Einführung des Kostendeckungsprinzips bei den Wasserdienstleistungen
- 2012 - Umsetzung der Bewirtschaftungspläne und der Maßnahmenprogramme
- 2015 - Erreichen des „guten Zustandes“ Beginn des 2. Bewirtschaftungszyklus
- 2021 - Beginn des 3. Bewirtschaftungszyklus
- 2027 - Letzte Frist für die Zielerreichung

Ausnahmeregelungen der WRRL

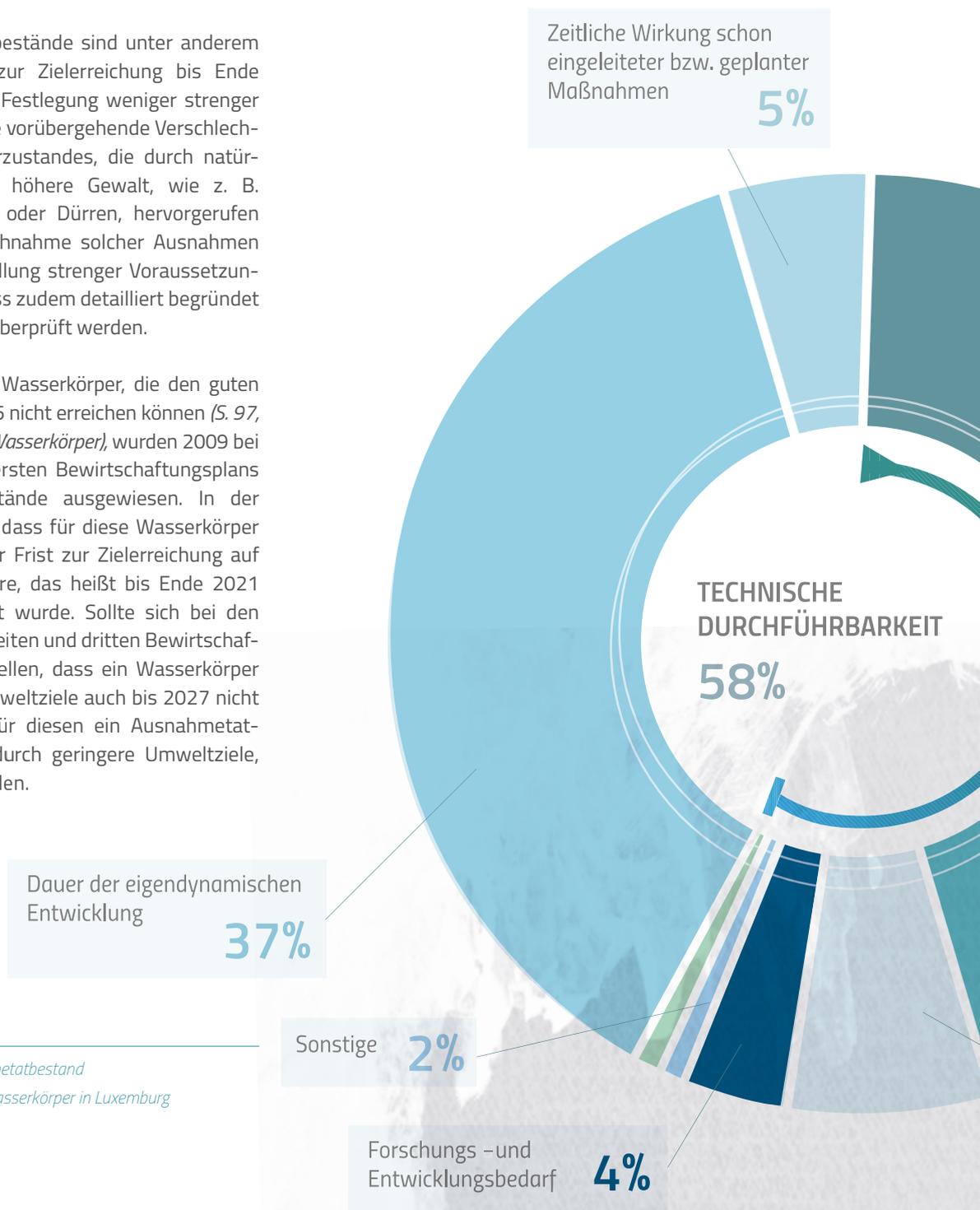
Gemäß Artikel 4 der WRRL sind die in der Richtlinie genannten Umweltziele grundsätzlich bis zum Ablauf des ersten Bewirtschaftungszyklus, das heißt bis Ende 2015, zu erreichen. Wenn aus bestimmten Gründen, z. B. wegen Problemen bei der technischen Durchführbarkeit oder unverhältnismäßig hoher Kosten, jedoch erkennbar ist, dass die Ziele bis zum vorgegebenen Zeitpunkt nicht erreicht werden können, können Ausnahmetatbestände in Anspruch genommen werden.

Solche Ausnahmetatbestände sind unter anderem Fristverlängerungen zur Zielerreichung bis Ende 2021 oder 2027, die Festlegung weniger strenger Umweltziele oder eine vorübergehende Verschlechterung des Gewässerzustandes, die durch natürliche Ursachen oder höhere Gewalt, wie z. B. Überschwemmungen oder Dürren, hervorgerufen wurde. Die Inanspruchnahme solcher Ausnahmen ist jedoch an die Erfüllung strenger Voraussetzungen geknüpft und muss zudem detailliert begründet sein und regelmäßig überprüft werden.

Alle luxemburgischen Wasserkörper, die den guten Zustand bis Ende 2015 nicht erreichen können (S. 97, *Die Klassifizierung der Wasserkörper*), wurden 2009 bei der Aufstellung des ersten Bewirtschaftungsplans als Ausnahmetatbestände ausgewiesen. In der Praxis bedeutet dies, dass für diese Wasserkörper eine Verlängerung der Frist zur Zielerreichung auf sechs bzw. zwölf Jahre, das heißt bis Ende 2021 bzw. 2027, beantragt wurde. Sollte sich bei den Überprüfungen im zweiten und dritten Bewirtschaftungszyklus herausstellen, dass ein Wasserkörper die vorgegebenen Umweltziele auch bis 2027 nicht erfüllen wird, kann für diesen ein Ausnahmetatbestand, begründet durch geringere Umweltziele, geltend gemacht werden.

In Luxemburg wird bei den natürlichen Oberflächenwasserkörpern die Zielerreichung für 2015 und 2021 durch folgende Gründe verfehlt:

- **Probleme bei der technischen Durchführbarkeit (58 %)**, wie z. B. die notwendige Dauer zur Umsetzung technischer Maßnahmen,
- **natürliche Gegebenheiten (42 %)**, wie z. B. die notwendige Zeit zur natürlichen Regenerierung der biologischen Qualität.



DIE BESTANDSAUFNAHME

Der erste Schritt der praktischen Umsetzung der WRRL war die Erstellung einer umfassenden Bestandsaufnahme der Gewässer. Diese beinhaltet gemäß Artikel 5 der WRRL eine Beschreibung des Ist-Zustandes der Gewässer, eine Beurteilung der Auswirkungen aller bedeutenden anthropogenen Belastungen (z. B. Querbauwerke oder die Einleitung von Abwasser) auf den Zustand der Gewässer sowie eine wirtschaftliche Analyse der Wassernutzungen.

Durch die Bestandsaufnahme kann man unter anderem erkennen, welche Gewässer wegen der bestehenden Belastungen die Qualitätsziele der WRRL bis Ende 2015 erreichen bzw. verfehlen werden. Weitere wichtige Teile der Bestandsaufnahme sind die Ausweisung und Abgrenzung der Oberflächen- und Grundwasserkörper sowie eine Abschätzung, welche Oberflächenwasserkörper künstlich oder erheblich verändert sind.

In Luxemburg wurde im Jahr 2004 eine erste Bestandsaufnahme durchgeführt, die im Zeitraum 2007–2009 vervollständigt wurde. Sie muss bis Ende 2013 und danach alle sechs Jahre überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden.

Dauer Verfahren
(Grundstückserwerb) **14%**

Dauer Verfahren
(Anschlussgrad) **31%**

Ursache für Abweichung
unbekannt **7%**

DIE ÜBERWACHUNG DER GEWÄSSER

Laut Artikel 8 der WRRL müssen die Mitgliedstaaten dafür sorgen, dass für die Oberflächengewässer, das Grundwasser sowie bestimmte Schutzzonen Überwachungsprogramme (Monitoringprogramme) aufgestellt werden. Mithilfe dieses Monitorings kann dann ein umfassender Überblick über den Zustand der Gewässer in den einzelnen Flussgebietseinheiten gewonnen werden. Damit die Zustandsbewertung europaweit auf vergleichbaren Ergebnissen basiert und die Bewertung der Gewässer einheitlich erfolgt, werden, so weit möglich, standardisierte und international abgestimmte Bewertungsmethoden eingesetzt (Interkalibrierung).



Feldarbeit – Bestandsaufnahme der Gewässerflora

Die Überwachung der einzelnen Oberflächen- und Grundwasserkörper erfolgt an **Überblicksüberwachungsmessstellen** und an **operativen Messstellen**. Die WRRL sieht zudem für die Oberflächengewässer eine **Überwachung zu Ermittlungszwecken** und eine **mengenmäßige Überwachung** der Grundwasserkörper vor.

Die Überblicksüberwachung gewährleistet die Bewertung des Gesamtzustandes aller Gewässer einer Flussgebietseinheit und ermöglicht es, langfristige Veränderungen der Gewässerqualität zu erkennen. Zudem ermöglicht sie, die vorläufige Einstufung des Zustandes der Wasserkörper, die in der Bestandsaufnahme vorgenommen wurden, zu überprüfen und gegebenenfalls zu ergänzen und zu aktualisieren. Das luxemburgische Überblicksüberwachungsmessnetz der Oberflächenwasserkörper umfasst gemäß der großherzoglichen Verordnung vom 30. Dezember 2010 insgesamt 4 Probenahmestellen, die sich an der Alzette in Ettelbrück, der Korn in Rodange, der Sauer nahe Wasserbillig und an der Wiltz in Kautenbach befinden.

Mithilfe der operativen Überwachung werden jene Wasserkörper genauer analysiert, die laut Bestandsaufnahme oder den Ergebnissen der Überblicksüberwachung die Umweltziele der WRRL möglicherweise nicht erreichen. Die Ergebnisse dieser Überwachung

sind entscheidend für die Planung der Maßnahmenprogramme. Die operative Überwachung ist zugleich auch ein Kontrollinstrument, um das Erreichen der vorgeschriebenen Umweltziele zu überprüfen, da sie es ermöglicht, die auf Maßnahmenprogramme zurückzuführenden Veränderungen zu bewerten.

Die Überwachung der Oberflächengewässer zu Ermittlungszwecken wird in Einzelfällen durchgeführt, in denen die Ursachen für eine Gewässerbelastung unbekannt sind oder um das Ausmaß und die Auswirkungen akuter Verschmutzungen festzustellen.

Die mengenmäßige Überwachung von Grundwasserkörpern erlaubt eine Einschätzung der verfügbaren Grundwasserressource und dient der Identifizierung von sinkenden Grundwasserständen z. B. infolge von Übernutzung. Darüber hinaus ermöglicht sie eine Kontrolle der Wirksamkeit umgesetzter Maßnahmen, das heißt, sie dient der Überprüfung, ob durch die Umsetzung spezifischer Maßnahmen die vorgeschriebenen mengenmäßigen Ziele erreicht wurden oder nicht. An 19 der insgesamt 31 Messstellen des luxemburgischen Überwachungsmessnetzes der Grundwasserkörper erfolgen regelmäßig mengenmäßige Betrachtungen durch kontinuierliche, über Drucksonden ermittelte oder händige Schüttungs- bzw. Grundwasserspiegelmessungen.

DIE KLASSIFIZIERUNG DER WASSERKÖRPER

Bewertung der natürlichen Oberflächenwasserkörper

Die Bewertung des Zustandes der Oberflächenwasserkörper beruht auf der Auswertung der Monitoringergebnisse gemäß den Vorgaben der WRRL. Da sich der Gesamtzustand der natürlichen Oberflächenwasserkörper aus der Summe ihres ökologischen und chemischen Zustandes ergibt, umfassen die Monitoringprogramme die Überwachung des ökologischen und des chemischen Zustandes.

Der ökologische Zustand der natürlichen Oberflächenwasserkörper

Die Bewertung des ökologischen Zustandes der natürlichen Oberflächenwasserkörper erfolgt anhand einer fünfstufigen Skala (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht) und setzt sich aus mehreren Qualitätskomponenten wie den biologischen, den physikalisch-chemischen und den hydromorphologischen Qualitätskomponenten zusammen. Die wichtigsten Qualitätskomponenten für die Bewertung des ökologischen Zustandes eines natürlichen Oberflächengewässers sind die biologischen. Sie werden jedoch durch die physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten ergänzt.

Die biologischen Qualitätskomponenten

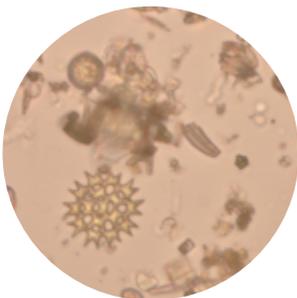
für die Zustandsbestimmung der natürlichen Oberflächengewässer

Biologische Qualitätskomponenten	Teilkomponenten
Gewässerflora	Phytoplankton Phytobenthos/Makrophyten
Gewässerfauna	Makrozoobenthos Fischfauna

Die **biologische Qualität** wird durch die Artenzusammensetzung und Artenhäufigkeit der aquatischen Flora und Fauna bestimmt.

Die biologischen Teilkomponenten für die Zustandsbestimmung der natürlichen Oberflächengewässer:

Phytoplankton



Makrophyten



Makrozoobenthos



Die **physikalisch-chemische Qualität** wird zum einen durch allgemeine physikalisch-chemische Parameter, wie z. B. die Trübheit, die Temperatur, den Sauerstoffgehalt oder die Nährstoffverhältnisse, und zum anderen durch die Konzentration der spezifischen synthetischen und nicht synthetischen Schadstoffe (Anhang VIII der WRRL) bestimmt. Gemäß der WRRL müssen die spezifischen Schadstoffe in einem Wasserkörper überwacht werden, wenn sie dort in signifikanten Mengen eingeleitet werden. Die mengenmäßige Bewertung dieser flussgebietsspezifischen Schadstoffe erfolgt anhand von Umweltqualitätsnormen, die auf Ebene der Mitgliedstaaten festgelegt werden. In Luxemburg sind diese Umweltqualitätsnormen in der großherzoglichen Verordnung vom 30. Dezember 2010 über die Bewertung des Zustandes der Oberflächengewässer festgelegt.



Hydromorphologie

Die **hydromorphologischen Qualitätskomponenten** umfassen die Betrachtungen des Wasserhaushaltes, der Durchgängigkeit sowie der Morphologie.

Darstellung des ökologischen und des chemischen Zustandes

Parameter zur Zustandsbewertung		Zustandsbewertung
Ökologischer Zustand	Biologische QK Physikalisch-chemische QK Hydromorphologische QK	sehr gut gut mäßig unbefriedigend schlecht
Chemischer Zustand		gut schlecht



Zustandsbewertung im Labor

Der chemische Zustand der natürlichen Oberflächenwasserkörper

Die Bewertung des chemischen Zustandes der Oberflächenwasserkörper erfolgt anhand einer zweistufigen Skala (gut, schlecht). Ausschlaggebend sind die Einhaltung der europaweit geltenden Qualitätsnormen bzw. Qualitätsziele für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe (Anhang X der WRRL, Tochterrichtlinie Umweltqualitätsnormen (Richtlinie 2008/105/EG)) sowie die Einhaltung der Qualitätsnormen für Nitrat (Nitratrichtlinie (Richtlinie 91/676/EWG3)) und sonstige Schadstoffe (Richtlinie 2006/11/EG (Anhang IX der WRRL)).

Die Gesamtzustandsbewertung der natürlichen Oberflächenwasserkörper

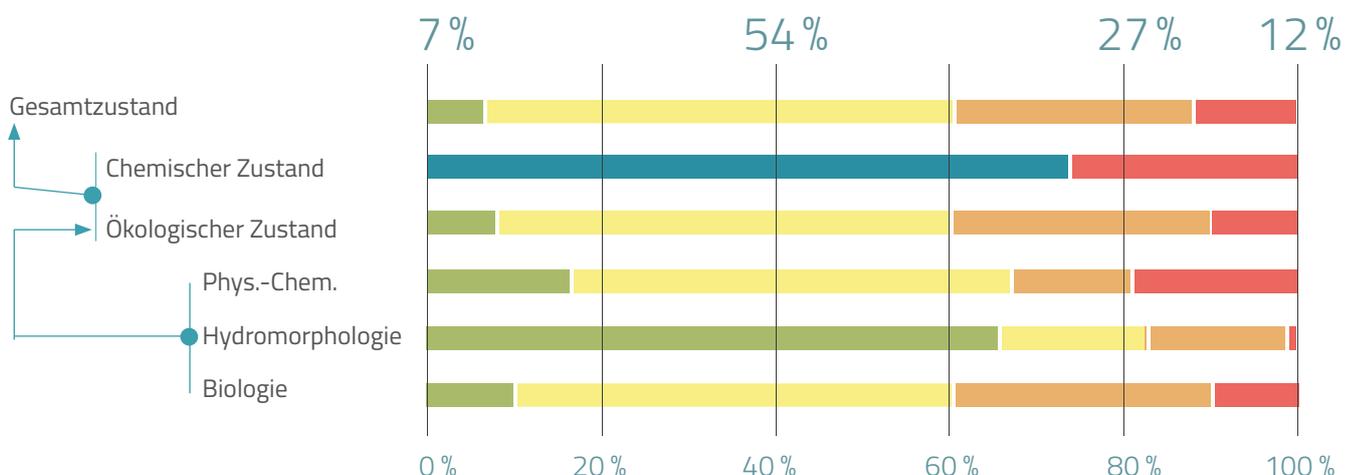
Wie bei der Bewertung der biologischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten sowie des chemischen Zustandes, erfolgt auch die Gesamtbewertung des Zustandes eines Wasserkörpers nach dem „One-out-all-out“-Prinzip. Das heißt, dass die schlechteste Qualitätskomponente den Gesamtzustand bestimmt. Ein Oberflächenwasserkörper hat demnach das Ziel der WRRL nicht erreicht, wenn ein Parameter schlechter als „gut“ eingestuft wurde.

Die detaillierte Zustandsbewertung der 91 natürlichen Oberflächenwasserkörper ergab, dass sich im Jahr 2009 nur 7 % der natürlichen Oberflächenwasserkörper in einem guten Zustand befanden. Dies liegt vor allem am ökologischen Zustand, der, bedingt durch die biologische und physikalisch-chemische Qualitätskomponente, generell relativ schlecht bewertet wurde. Der chemische und der hydromorphologische Zustand der natürlichen Oberflächenwasserkörper waren hingegen verhältnismäßig gut.

2009 BEFANDEN SICH VON DEN 91 NATÜRLICHEN OBERFLÄCHENWASSERKÖRPERN NUR 7% IN EINEM GUTEN ZUSTAND

Obwohl die bestehenden Defizite in jedem einzelnen Wasserkörper in der Regel unterschiedlicher Natur sind, können sie jedoch wie folgt generalisiert werden:

- Der chemische Zustand wird vorwiegend durch Belastungen wie PAK, PCB, Schwermetalle und Pestizide negativ beeinflusst.
- Der biologische Zustand wird aufgrund unzureichender Artenzusammensetzungen sowie wenig artenreicher Bestände von Makrophyten, Phytobenthos und Fischen an vielen Gewässern nur als mäßig bis schlecht eingestuft.
- Der physikalisch-chemische Zustand wird hauptsächlich durch Nährstoffe, insbesondere durch Nitrat, negativ beeinflusst.
- Bei der Hydromorphologie ist häufig die biologische Durchgängigkeit gestört und/oder die Gewässerstruktur befindet sich in einem nicht natürlichen Zustand.



Zustandsbewertung der 91 luxemburgischen natürlichen Oberflächenwasserkörper (Quelle: Bericht zur Wirtschaftlichkeitsanalyse des Maßnahmenprogramms im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EC, 2009)

Bewertung der Grundwasserkörper

Die Bewertung des Zustandes der Grundwasserkörper beruht ebenfalls auf der Auswertung der Monitoringergebnisse gemäß den Vorgaben der WRRL. Die Überwachungsprogramme für Grundwasser umfassen die Überwachung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes. Der Gesamtzustand der Grundwasserkörper ergibt sich aus der Summe dieser Parameter.

Darstellung des mengenmäßigen und des chemischen Zustandes

PARAMETER ZUR ZUSTANDBEWERTUNG	ZUSTANDBEWERTUNG
Mengenmäßiger Zustand	gut schlecht
Chemischer Zustand	gut schlecht

Der mengenmäßige Zustand der Grundwasserkörper

Die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper erfolgt anhand der Zustandsklassen „gut“ und „schlecht“ und wird vom Verhältnis der Neubildungsrate zur Grundwasserentnahme bestimmt. Die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes hängt maßgeblich von der Höhe des Grundwasserspiegels ab. So wird der Grundwasserkörper als „gut“ eingestuft, wenn die entnommene Grundwassermenge nicht über die Grundwasserneubildung hinausgeht.

Der chemische Zustand der Grundwasserkörper

Die Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper erfolgt ebenfalls anhand einer zweistufigen Skala mit den Zustandsklassen „gut“ und „schlecht“. Die Zustandsbewertung hängt von der Einhaltung europaweit geltender Umweltqualitätsnormen (Grundwasserrichtlinie (Richtlinie 2006/118/EG)), unter anderem für Nitrat (50 mg/L) und Pestizide (Einzelgrenzwert 0,1 µg/L, Summengrenzwert 0,5 µg/L), sowie von der Einhaltung der von den Mitgliedstaaten festzulegenden Schwellenwerte für relevante Schadstoffe ab.

Die Einstufung eines Grundwasserkörpers in die Zustandsklasse „schlecht“ erfolgt dann, wenn an mehr als einem Drittel der Messpunkte die Grundwasserqualitätsnorm zu mehr als 75 % erfüllt ist. Für Nitrat ist dies ab einem Wert von 37,5 mg/L der Fall, bei Pestiziden liegen die 75 %-Schwellenwerte bei 0,075 µg/L (Einzelgrenzwert) und 0,375 µg/L (Summengrenzwert). Eine Einstufung des chemischen Zustands als „schlecht“ erfolgt auch, wenn zwar weniger als ein Drittel der Messpunkte den Schwellenwert von 75 % der Qualitätsnormen überschreitet, jedoch eine signifikante Belastung des Grundwasserkörpers (z. B. Nitrat) besteht.



Die Gesamtzustandsbewertung der Grundwasserkörper

Die Zustandsbewertung der luxemburgischen Grundwasserkörper ergab 2009, dass sich zwei der fünf Grundwasserkörper in einem schlechten Zustand befanden und dies, obwohl der mengenmäßige Zustand bei allen fünf Grundwasserkörpern gut ist. Die Einstufung in die Zustandsklasse „schlecht“ ergibt sich demnach aus dem schlechten chemischen Zustand, der bei beiden betroffenen Wasserkörpern unter anderem durch eine Belastung durch PAK (punktuelle Quellen) sowie eine signifikante Belastung durch Nitrate und Pflanzenschutzmittel (diffuse Quellen) bedingt ist.

Zustandsbewertung der fünf luxemburgischen Grundwasserkörper

(Quelle: Bericht zur Wirtschaftlichkeitsanalyse des Maßnahmenprogramms im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EC, 2009)

GRUNDWASSER-KÖRPER	MENGENMÄSSIGER ZUSTAND	CHEMISCHER ZUSTAND	GESAMTZUSTAND
Devon	gut	gut	gut
Unterer Lias	gut	schlecht	schlecht
Mittlerer Lias	gut	gut	gut
Oberer Lias	gut	gut	gut
Trias	gut	schlecht	schlecht

DER BEWIRTSCHAFTUNGSPLAN

Gemäß Artikel 13 der WRRL muss für jede Flussgebietseinheit ein Bewirtschaftungsplan (BWP) erstellt und veröffentlicht werden. Er bildet die Grundlage für die flussgebietsbezogene Bewirtschaftung der Gewässer und zählt, zusammen mit den Maßnahmenprogrammen, zu den Hauptinstrumenten bei der Umsetzung der WRRL.

Um eine einheitliche Gewässerbewirtschaftung über politische und administrative Grenzen hinweg zu gewährleisten, müssen die Mitgliedstaaten ihre Zusammenarbeit bei der Erstellung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme untereinander koordinieren.

Der Bewirtschaftungsplan einer Flussgebietseinheit enthält unter anderem eine allgemeine Beschreibung der Flussgebietseinheit, eine Zusammenfassung aller signifikanten Belastungen und anthropogenen Einwirkungen auf die Gewässer, eine Zusammenfassung der wirtschaftlichen Analyse des Wassergebrauchs sowie eine Zusammenfassung der Maßnahmenprogramme zur Erreichung der Umweltziele. Im Bewirtschaftungsplan müssen zudem die Inanspruchnahme von Ausnahmeregelungen und die festgestellten Misserfolge der durchgeführten Maßnahmen festgehalten werden. Dies ermöglicht es, die Wirksamkeit umgesetzter Maßnahmen zu überprüfen.

Die ersten Bewirtschaftungspläne wurden Ende 2009 aufgestellt und veröffentlicht und gelten für den ersten sechsjährigen Bewirtschaftungszyklus. Danach müssen die Bewirtschaftungspläne, unter Einbeziehung der Öffentlichkeit, alle sechs Jahre angepasst und fortgeschrieben werden.

Das Beispiel der internationalen Flussgebietseinheit Rhein

Das Einzugsgebiet des Rheins, welches sich auf insgesamt neun Staaten (Italien, Schweiz, Liechtenstein, Österreich, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Belgien und die Niederlande) verteilt, ist eines der größten in Europa. Aufgrund der Größe und der

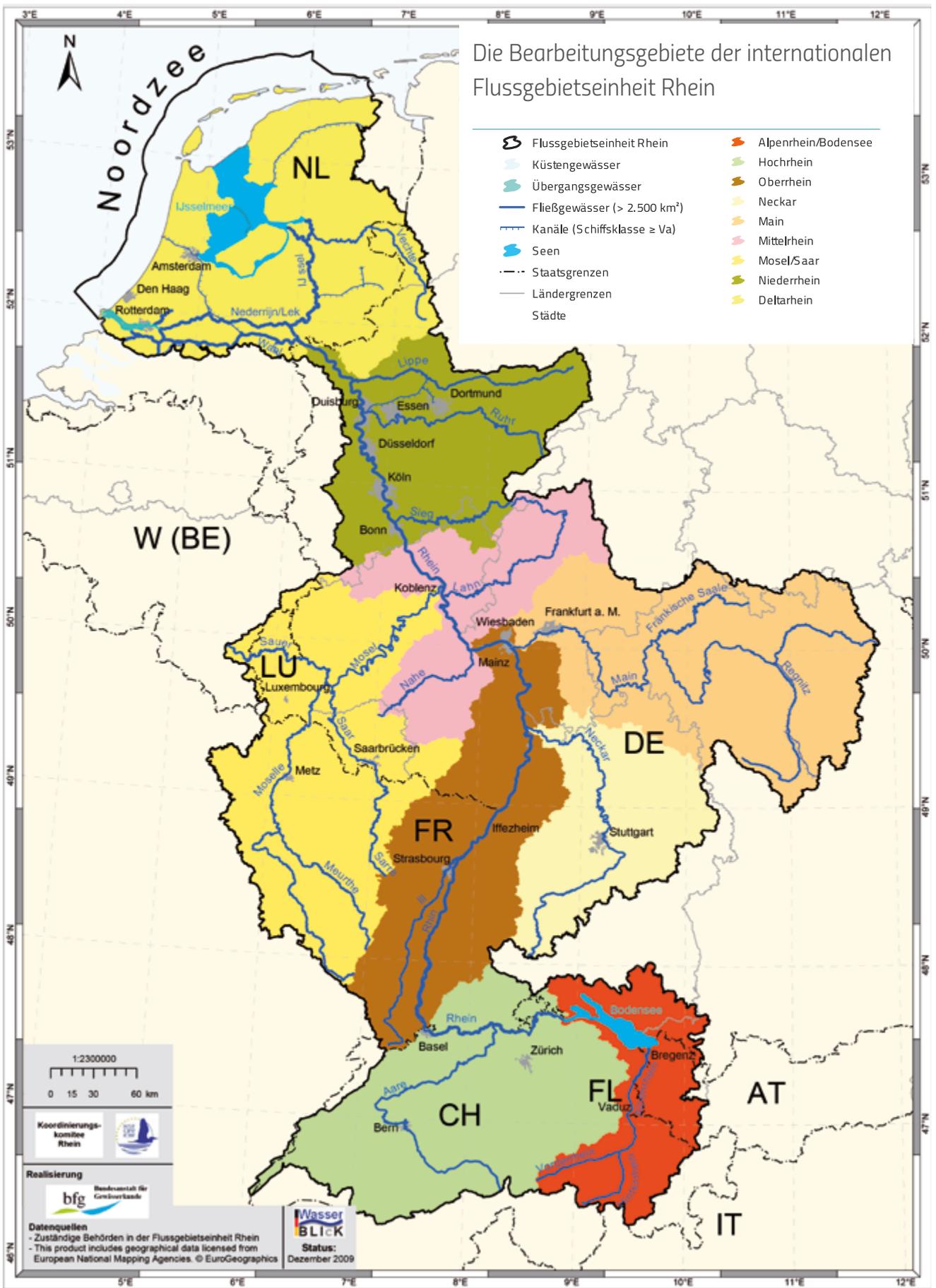
Komplexität der internationalen Flussgebietseinheit (IFGE) Rhein wurde deshalb im Jahre 2001 beschlossen, den Bewirtschaftungsplan für die IFGE Rhein in drei Ebenen zu gliedern:

- **A-Ebene:** internationaler Bericht für die gesamte Flussgebietseinheit
- **B-Ebene:** detaillierte Berichte für neun Bearbeitungsgebiete
- **C-Ebene:** nationale bzw. länderspezifische Berichte

Die internationale Koordination zur Umsetzung der WRRL in der IFGE Rhein erfolgt in einem eigens dafür gegründeten Koordinierungskomitee, das vom Sekretariat der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) unterstützt wird. Der übergeordnete Teil des Bewirtschaftungsplans (Teil A), der sich mit den wichtigsten überregionalen Bewirtschaftungsfragen für die gesamte Flussgebietseinheit beschäftigt, wurde in den Arbeits- und Expertengruppen der IKSR gemeinsam von Vertretern aller Mitgliedstaaten, die Anteile am Einzugsgebiet des Rheins haben, erarbeitet.

Die IFGE Rhein ist zudem in neun, meist internationale, Bearbeitungsgebiete (BAG) eingeteilt. In diesen neun Bearbeitungsgebieten wurden die Fragen koordiniert, die für das jeweilige Bearbeitungsgebiet von Bedeutung sind. Eines dieser Bearbeitungsgebiete ist das BAG Mosel-Saar, an dem auch Luxemburg beteiligt ist. Alle erforderlichen Koordinierungsarbeiten und Abstimmungen erfolgen hier durch die Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS).

Den Berichten der Bearbeitungsgebiete (Teil B) liegen die Bewirtschaftungspläne und die dazu gehörigen Maßnahmenprogramme der Staaten bzw. Länder oder Regionen (Teil C) zugrunde. Diese legen die konkrete Bewirtschaftungsplanung der nationalen Anteile an der IFGE Rhein detailliert dar. In Luxemburg war das Ministerium für Inneres und die Großregion für die Erarbeitung des nationalen Bewirtschaftungsplans zuständig, das fachlich von der Wasserwirtschaftsverwaltung unterstützt wurde.



(Quelle: International koordinierter Bewirtschaftungsplan für die internationale Flussgebietseinheit Rhein, Dezember 2009)

DIE MASSNAHMENPROGRAMME

Nach Artikel 11 der WRRL müssen die Mitgliedstaaten für ihre Flussgebietseinheiten oder ihre nationalen Anteile an einer internationalen Flussgebietseinheit Maßnahmenprogramme erstellen. Solche Maßnahmenprogramme müssen von den Mitgliedstaaten durchgeführt werden, wenn die Zustandsanalyse ergibt, dass Wasserkörper die von der WRRL vorgegebenen Umweltziele nicht erfüllen. Die Maßnahmenprogramme werden auf der Ebene der Wasserkörper erstellt und enthalten Maßnahmen, die notwendig sind, um den guten Gewässerzustand zu erreichen.

Die Maßnahmenprogramme umfassen „grundlegende“ und „ergänzende“ Maßnahmen. **Grundlegende Maßnahmen** sind verbindlich zu erfüllende Mindestanforderungen an den Gewässerschutz. Sie umfassen, unabhängig von den Forderungen der WRRL unter anderem, Maßnahmen zur Umsetzung aller Vorschriften, die bereits in anderen bestehenden EU-Richtlinien mit unmittelbarem Bezug zum Wasser festgehalten sind. Zu den grundlegenden Maßnahmen zählen beispielsweise Maßnahmen aus den kommunalen Abwasser-, Trinkwasser-, Nitrat- und Badegewässerrichtlinien. Eine konsequente Anwendung der Vorgaben dieser Richtlinien würde den Gewässerzustand in der Tat deutlich verbessern. Wenn die grundlegenden Maßnahmen nicht ausreichen, um die Ziele der WRRL zu erreichen, müssen über diese Maßnahmen hinaus **ergänzende Maßnahmen** ergriffen werden. Diese Maßnahmen beinhalten z. B. rechtliche, administrative und wirtschaftliche oder steuerliche Instrumente sowie Fortbildungsmaßnahmen. Die Unterscheidung in grundlegende und ergänzende Maßnahmen spielt für die praktische Umsetzung der Maßnahmenprogramme jedoch keine Rolle.

Wie die Bewirtschaftungspläne wurden in Luxemburg auch die ersten Maßnahmenprogramme bis Ende 2009 aufgestellt und veröffentlicht. Bis spätestens 2012 mussten sie in die Praxis umgesetzt worden sein. Nach 2015 müssen sie dann alle sechs Jahre auf ihre Wirksamkeit überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Eine Aktualisierung der Maßnahmenprogramme ist vor allem dann erforderlich, wenn die Umweltziele der WRRL bis Ende 2015 bzw. 2021 nicht erreicht werden.

Das luxemburgische Maßnahmenprogramm und die Einschätzung der Zielerreichung

In Luxemburg wurden die Maßnahmen zur Verbesserung bzw. zur Erhaltung des guten Zustandes in vier thematische Kategorien unterteilt. Es handelt sich hierbei um:

- **siedlungswasserwirtschaftliche Maßnahmen**, die generell Maßnahmen zur Behandlung des Abwassers aus der Industrie oder Siedlungsgebieten beinhalten, wie beispielsweise der Bau oder die Erweiterung von Kläranlagen, Abwassersammlern (Kanäle) oder Bauwerken zur Mischwasserbehandlung (Regenüberlaufbecken, Stauraumkanäle). Diese Maßnahmen haben das Ziel, Verschmutzungen oder übermäßige Wasserentnahmen aus menschlichen Siedlungstätigkeiten und ökonomischen Aktivitäten, wie z. B. der Industrie oder dem Tourismus, zu reduzieren.
- **hydromorphologische Maßnahmen**. Dies sind Maßnahmen zur Verbesserung der Hydromorphologie, wie z. B. der biologischen Durchgängigkeit. Das Spektrum der Maßnahmen umfasst die Entfernung von Querbauwerken, den Bau von Fischaufstiegshilfen sowie die Verbesserung der Struktur von Uferzonen und Gewässersohlen z. B. durch Renaturierung.
- **landwirtschaftliche Maßnahmen**. Sie finden Anwendung im landwirtschaftlichen Bereich und sollen die Belastung von Grundwasser und Oberflächengewässern durch diffuse Einträge aus der Landwirtschaft, wie z. B. Nitrat- oder Pestizideinträge, reduzieren.
- **begleitende und administrative Maßnahmen**. Im Unterschied zu den Maßnahmen der drei vorherigen Kategorien sind diese nicht technischer Natur. Sie sind notwendig, um die technischen Maßnahmen umzusetzen und beinhalten z. B. wasserrechtliche Bewilligungen, die Schulung der Landwirte oder Änderungen in Gesetzen und Verordnungen.

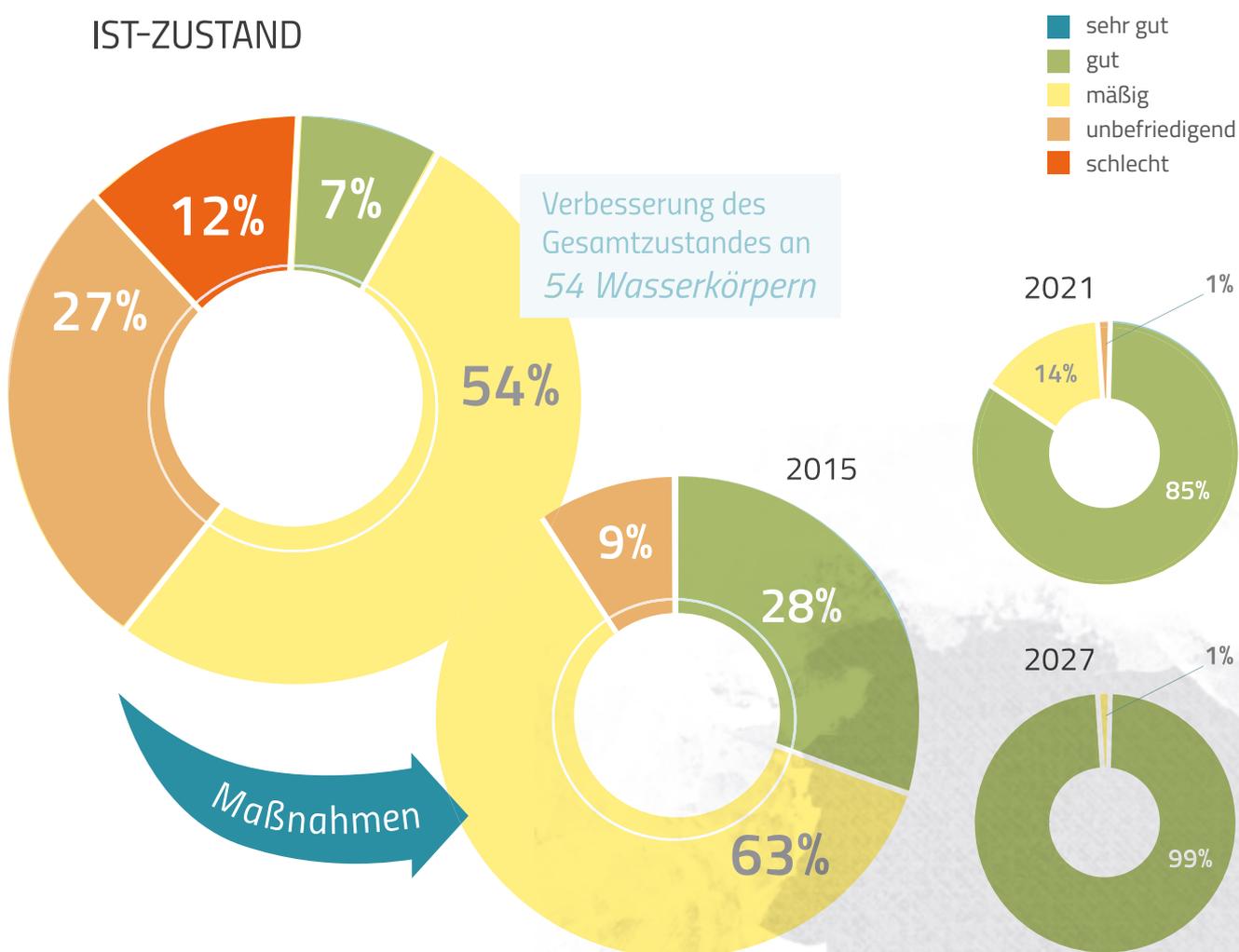
Als Grundlage für die Ausarbeitung des ersten luxemburgischen Maßnahmenprogramms diente unter anderem die Bestandsanalyse (S. 95, Die Bestandsanalyse), die im Jahr 2004 durchgeführt und im Zeitraum 2007–2009 vervollständigt wurde. Sie zeigt die vorhandenen und voraussichtlichen Defizite in Bezug auf die Wasserqualität auf. Das luxemburgische Maßnahmenprogramm wurde so aufgebaut, dass für jeden Wasserkörper die aktuellen Defizite, die geplanten Maßnahmen sowie die geschätzte Zielerreichung dargestellt sind.

Die Wahrscheinlichkeit der Erreichung der Umweltziele, das heißt die Erreichung des „guten Zustands“ der Wasserkörper in den Jahren 2015, 2021 bzw. 2027, wurde auf Basis der geplanten Maßnahmen abgeschätzt.

Bei den HMWB werden voraussichtlich 18 % die vorgegebenen Umweltziele bis 2027 nicht erreichen. Die Abschätzung der Erreichung der Umweltziele beim Grundwasser ist durch unterschiedliche Vorhersageungenauigkeiten erschwert. So können beispielsweise die Aufenthaltszeiten von Schadstoffen im Grundwasser nicht eindeutig bestimmt werden. Die Beobachtungszyklen ab 2015 bzw. 2021 werden diesbezüglich jedoch zusätzliche Erkenntnisse liefern.

Für alle Wasserkörper, die bis Ende 2015, 2021 bzw. 2027 die Vorgaben der WRRL nicht erreicht haben, müssen Ausnahmetatbestände in Anspruch genommen werden (S. 94, Ausnahmeregelungen der WRRL).

IST-ZUSTAND



Abschätzung der Zielerreichung Luxemburgs (2015, 2021, 2027) für die natürlichen Oberflächenwasserkörper, (Quelle: Bewirtschaftungsplan für das Großherzogtum Luxemburg, 2009)



Die Attert bei Boevingen/Attert. Hier wurde das bestehende Wehr in eine Fischrampe mit schwachem Gefälle umfunktioniert. Der Fischaufstieg kann somit wieder über die ganze Breite des Fließgewässers erfolgen. (Baujahr 2008)

Das Beispiel der Wiederherstellung der Fischdurchgängigkeit

Nicht nur Wanderfische wie der Lachs oder der Aal, sondern auch zahlreiche einheimische Fischarten führen mehr oder weniger ausgedehnte Wanderungen, z. B. zum Erreichen ihrer Laichgründe, innerhalb der Fließgewässersysteme durch. Da viele dieser Fließgewässersysteme durch künstliche Querbauwerke, wie z. B. Wehre, Schleusen, Wasserkraftanlagen oder Staustufen, im wahrsten Sinne des Wortes für Fische verbaut sind, ist die Vernetzung der Fließgewässer und somit die biologische Durchgängigkeit erheblich gestört. Die Fische können die Gewässer nicht mehr ungehindert durchwandern, was zum Rückgang von Populationen und sogar zum Aussterben bestimmter Fischarten führen kann. Die biologische Durchgängigkeit der Fließgewässer ist jedoch nicht nur für Fische, sondern für alle im Wasser lebenden Tiere von Bedeutung.

Um den „guten ökologischen Zustand“ bzw. das „gute ökologische Potenzial“ gemäß den Vorgaben der WRRL zu erreichen, ist die Verbesserung bzw. die Herstellung der Gewässerdurchgängigkeit ein vorrangiges Ziel. Da in zahlreichen luxemburgischen Fließgewässern zurzeit eine mangelnde Durchwan-

derbarkeit für die Fische besteht und die Fischwanderung somit beeinträchtigt ist, wurden im Rahmen des luxemburgischen Maßnahmenprogramms Schwerpunktgewässer ausgewählt, in denen bis Ende 2015 an insgesamt 48 prioritären Querbauwerken die Durchgängigkeit verbessert werden soll.

In den meisten Fällen können die vorhandenen Wanderhindernisse nicht ohne Weiteres entfernt werden. Die Errichtung von sogenannten Fischwehren, sowohl für den Auf- als auch für den Abstieg, ist an den jeweiligen Wanderhindernissen in der Regel die einzige Möglichkeit, um die Gewässerdurchgängigkeit dort wiederherzustellen. Eine Grundvoraussetzung ist dabei die Funktionsfähigkeit der Anlagen. So müssen Fischaufstiegsanlagen beispielsweise so gebaut werden, dass der Einstieg von den Fischen ohne größere Probleme gefunden werden kann. Dies kann z. B. durch das Erzeugen einer sogenannten Lockströmung erfolgen. Um einen erfolgreichen Aufstieg der Fische zu gewährleisten, muss zudem ein ausreichender Mindestabfluss sichergestellt werden.

INFORMATION UND ANHÖRUNG DER ÖFFENTLICHKEIT

Artikel 14 der WRRL fordert die Mitgliedstaaten auf, die aktive Beteiligung aller interessierten Stellen bei der Umsetzung der Richtlinie zu fördern. Dies gilt vor allem bei der Erarbeitung, Überprüfung und Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne. Darüber hinaus sieht die WRRL eine umfangreiche Information sowie die Anhörung der Öffentlichkeit vor. Diese ist:

- **drei Jahre** vor Beginn des Bewirtschaftungszyklus über den Zeitplan und das Arbeitsprogramm für die Aufstellung der Bewirtschaftungspläne,
- **zwei Jahre** vor Beginn des Bewirtschaftungszyklus über die festgestellten wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen für das Einzugsgebiet und
- **ein Jahr** vor Beginn des Bewirtschaftungszyklus über die Entwürfe der Bewirtschaftungspläne

zu informieren.

Für jede dieser drei Anhörungsstufen besteht für die Öffentlichkeit die Möglichkeit, innerhalb einer sechsmonatigen Frist schriftliche Stellungnahmen zu den veröffentlichten Dokumenten abzugeben. Zudem müssen die Mitgliedstaaten auf Anfrage der Öffentlichkeit alle Hintergrundinformationen und -dokumente zu den Bewirtschaftungsplänen zur Verfügung stellen.

Solch eine verstärkte Einbindung der Öffentlichkeit in die Entscheidungsprozesse ermöglicht eine bessere Sensibilisierung der Öffentlichkeit für bestehende Umweltprobleme und allgemeine Umweltfragen und führt bei den Betroffenen zu einer höheren Akzeptanz der Maßnahmenplänen. Zudem wird der gesamte Planungsprozess transparenter, wodurch potenzielle Konflikte vermieden werden können. Darüber hinaus kann die Öffentlichkeitsbeteiligung zu innovativen Maßnahmen und Lösungsvorschlägen führen.

EINE VERSTÄRKTE EINBINDUNG DER ÖFFENTLICHKEIT SORGT FÜR EINE BESSERE SENSIBILISIERUNG

In Luxemburg ist die Information und Anhörung der Öffentlichkeit im Artikel 56 des Wassergesetzes vom 19. Dezember 2008 geregelt. Gemäß den Vorgaben dieses Gesetzes muss die Öffentlichkeit im Rahmen von thematischen Arbeitsgruppen in die Ausarbeitung und Überarbeitung der Bewirtschaftungspläne eingebunden werden. Zudem muss sie regelmäßig durch Informations- und Plenarveranstaltungen über den Fortschritt der Arbeiten informiert werden. Das Gesetz sieht auch vor, dass jeder interessierte Bürger innerhalb eines Zeitraums von sechs Monaten nach Vorstellung des Entwurfs des Bewirtschaftungsplans schriftlich Stellung zu diesem Entwurf nehmen kann.

Bei der Erstellung des ersten luxemburgischen Bewirtschaftungsplans wurde die Öffentlichkeit bei der Definition der wesentlichen Bewirtschaftungsfragen sowie bei der Erarbeitung einer sogenannten Maßnahmentoolbox aktiv eingebunden. Diese Maßnahmentoolbox, die von drei spezifischen Arbeitsgruppen, der AG Struktur und Abfluss der Gewässer, der AG Diffuse Belastungen und der AG Siedlungsdruck, ausgearbeitet wurde, enthielt Vorschläge für mögliche durchführbare Maßnahmen, die zum Teil in das endgültige Maßnahmenprogramm übernommen wurden.

DER KOSTENDECKENDE WASSERPREIS

Um die von ihr festgesetzten ökologischen Umweltziele zu erreichen, fordert die WRRL ausdrücklich, auch ökonomische Instrumente zu nutzen. So ist die Berücksichtigung des Kostendeckungsprinzips sowie des Verursacherprinzips ein weiterer wesentlicher Bestandteil der WRRL.

Gemäß Artikel 9 der WRRL sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, bis 2010 kostendeckende Preise, bei denen auch umwelt- und ressourcenbezogene Kosten einbezogen werden, für alle Wasserdienstleistungen, insbesondere für die Wasserver- und die Abwasserentsorgung, einzuführen. Die Wasserpreise müssen demnach so gestaltet werden, dass den Wassernutzern sowohl die betrieblichen Kosten, wie z. B. Kosten für Personal und Material von Wasserwerken und Kläranlagen, als auch die Umweltkosten, das heißt die durch Wasserdienstleistungen verursachten Kosten für Umweltschäden und Ressourcenkosten in Rechnung gestellt werden. Darüber hinaus müssen die Mitgliedstaaten ihre Wassergebührenpolitik so gestalten, dass sie für Wassernutzer einen Anreiz für eine effiziente und nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen darstellt und somit das Erreichen der Umweltziele fördert. Unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und sozialer Faktoren sind jedoch Ausnahmeregelungen möglich.

Entsprechend dieser EU-Vorgaben hat das Wassergesetz die Gebührenpolitik im Bereich des Wasserpreises auch in Luxemburg grundlegend reformiert. Zur Erreichung der Kostendeckung bestehen die Wassergebühren, die den Nutzern der Wasserdienstleistungen von den Gemeinden berechnet werden, je aus einer Teilgebühr für Trinkwasser und Abwasser für Haushalte, Industrie und Landwirtschaft. Damit ist es den Gemeinden in Zukunft möglich, die Trinkwasser- und Abwasserinfrastrukturen nachhaltig auf einem hohen qualitativen Niveau zu halten. Um den umwelt- und ressourcenbezogenen Kosten Rechnung zu tragen, wurden zusätzlich zwei staatliche Steuern eingeführt, die Wasserentnahmesteuer (*Taxe de prélèvement*) und die Abwassersteuer (*Taxe de rejet des eaux usées*). Die Einnahmen dieser Steuern, die jährlich ungefähr 10 Millionen Euro betragen, fließen integral in den Wasserwirtschaftsfonds, mit dem Projekte im Wasserwirtschaftsbereich unterstützt werden.







Die Administration de la gestion de l'eau

DIE GRÜNDUNG DER ADMINISTRATION DE LA GESTION DE L'EAU

Die *Administration de la gestion de l'eau*, im Deutschen Wasserwirtschaftsverwaltung genannt, wurde im Jahre 2004 gegründet und ist somit noch eine recht junge Verwaltung. Die gesetzliche Grundlage zur Schaffung eines eigenständigen Wasserwirtschaftsamtes bildet das Gesetz vom 28. Mai 2004.

Bis zu diesem Zeitpunkt waren die verschiedenen Kompetenzen im Bereich Wasser auf insgesamt sechs Ministerien - das Landwirtschafts-, Umwelt-, Gesundheits-, Transport- und Innenministerium sowie das Ministerium für öffentliche Bauten - verteilt. Dies war auch ein Grund, warum die Mitarbeiter der neuen Wasserwirtschaftsverwaltung ursprünglich aus fünf verschiedenen Verwaltungen stammten. Dabei handelte es sich um die *Administration des services techniques de l'agriculture*, welche sich bis dahin um die Verwaltung und den Unterhalt von Bächen gekümmert hatte, die *Administration des ponts et chaussées*, die für den Unterhalt der staatlichen Gewässer zuständig gewesen war, sowie die *Administration de l'environnement*, die Administration des eaux et forêts und den *Service de l'énergie de l'Etat*.



DIE AUFGABEN DER WASSERWIRTSCHAFTS- VERWALTUNG

Die Wasserwirtschaftsverwaltung ist für alle Bereiche der Wasserwirtschaft und des Gewässerschutzes zuständig. Die Aufgaben der Wasserwirtschaftsverwaltung umfassen daher sowohl den Schutz der Bevölkerung vor Hochwasser als auch den Schutz von Grundwasser und Oberflächengewässern vor Verunreinigungen und Beeinträchtigungen durch den Menschen. Auch der Unterhalt der luxemburgischen Oberflächengewässer fällt unter die Zuständigkeit der Wasserwirtschaftsverwaltung. Kleine bis mittlere Unterhaltsarbeiten im Sinne einer ökologischen Verbesserung sowie Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern werden von Facharbeitern der Wasserwirtschaftsverwaltung selbst durchgeführt. Für die Instandhaltung großer Bauwerke an und in Gewässern ist die *Administration des ponts et chaussées* zuständig. Die Bewirtschaftung der luxemburgischen Schifffahrtsstraßen übernimmt der *Service de la navigation*.

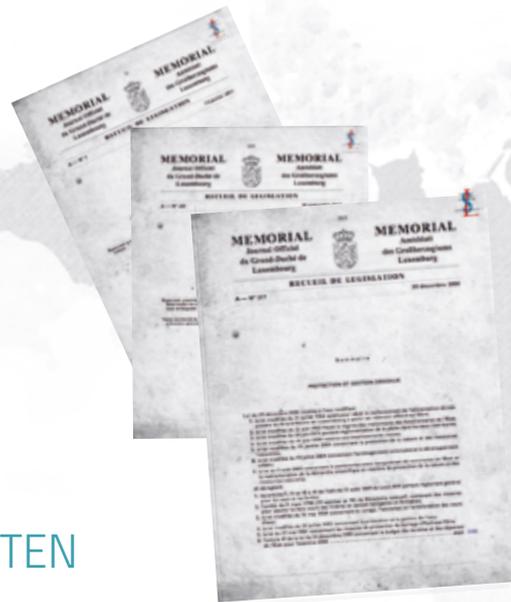
Weitere wichtige Aufgaben der Wasserwirtschaftsverwaltung sind die Vertretung Luxemburgs in internationalen Flusskommissionen und die Beratung und Information der Behörden und Körperschaften, wie z. B. Gemeindegremien, sowie der breiten Öffentlichkeit rund um das Thema Wasser. Ein Beispiel für gelungene Öffentlichkeitsarbeit ist das Internetportal <http://eau.geoportail.lu>, auf dem Interessierte zahlreiche Informationen und Daten zu den luxemburgischen Gewässern erhalten. Die bereitgestellten Daten werden hier in kartographischer Form angeboten.



Um diese vielfältigen Aufgaben erfüllen zu können, ist die Wasserwirtschaftsverwaltung in vier Fachabteilungen (*Divisions*) aufgeteilt, die von der Direktion koordiniert werden. Bei den vier Abteilungen handelt es sich um:

- die *Division de l'hydrologie*, die für die Oberflächengewässer, unter anderem deren Unterhalt und Hochwassermanagement, zuständig ist. Die *Division de l'hydrologie* umfasst zudem den *Service hydrométrie* sowie den *Service pêche*, unter dessen Zuständigkeit die staatliche Fischzucht in Lintgen fällt,
- die *Division de la protection des eaux*, die sich mit dem Schutz der Fließgewässer sowie mit der Koordinierung der Abwasserreinigung beschäftigt,

- die *Division des eaux souterraines et des eaux potables*, die für den Schutz des Grundwassers, die Ausweisung von Trinkwasserschutzzonen und die Koordinierung der Trinkwasserversorgung zuständig ist und
- die *Division du laboratoire*, die sämtliche nationalen Wasseranalysen durchführt und als nationale Aufsichtsbehörde für den Gewässerschutz fungiert.



NATIONALE GESETZE UND VORSCHRIFTEN IM BEREICH WASSER

Die ersten gesetzlichen Bestimmungen zum Thema Gewässerschutz in Luxemburg gehen auf ein Edikt Ludwigs XIV aus dem Jahre 1669 zurück, in dem unter anderem verboten wurde, Dreck oder Abfälle in die Flüsse zu werfen. Weitere wichtige Vorschriften zum Thema Gewässerschutz wurden 1880 in einem Gesetz zusammengefasst.

Bis Ende des 19. Jahrhunderts waren die Hauptsorgen des Gesetzgebers lange Zeit:

- die **Gewährleistung der Schiffbarkeit** der schiffbaren Wasserläufe,
- das **Gewährleisten des freien Abflusses** durch Säubern des Bachbettes und der Ufer (Vorbeugung von Überschwemmungen und der Versumpfung des Geländes) bei nicht schiffbaren Wasserläufen,

- die **Trockenlegung bzw. die Bewässerung** von Wiesen und Ackerland oder sonstigem Gelände. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das Gesetz aus dem Jahre 1855, das nicht nur für die Entwicklung der Landwirtschaft von Bedeutung war, sondern auch zur Verbesserung der allgemeinen hygienischen Zustände beitrug.

Erwähnt sei auch das Gesetz vom 27. Juni 1906 zur Förderung der öffentlichen Gesundheit. Es enthielt Bestimmungen über die hygienischen Aspekte der Siedlungswasserwirtschaft und verpflichtete die Gemeinden u. a. dazu, die Trinkwasserver- und die Abwasserentsorgung sicherzustellen. Dies führte Anfang des 19. Jahrhunderts zu einer erheblichen Verbesserung der Wasserqualität und der hygienischen Zustände in Luxemburg.

Mit der Umsetzung der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie (S. 91, WRRL) wurde die bis dahin geltende luxemburgische Wassergesetzgebung an die europäischen Vorgaben angepasst und erfuhr dadurch einige grundlegende Änderungen. Ergebnis der Umsetzung ist das luxemburgische Wassergesetz vom 19. Dezember 2008, das somit eine zeitgemäße Gesetzgebung darstellt. So enthält das luxemburgische Wassergesetz u. a. Bestimmungen zur Berechnung des Wasserpreises sowie Anweisungen zur Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung. Nach Artikel 22 des Wassergesetzes ist es, gemäß den Vorgaben der WRRL zudem verboten, den physikalischen, chemischen oder biologischen Zustand eines Gewässers, egal ob Oberflächen- oder Grundwasser, zu beeinträchtigen. Im Artikel 23 des Wassergesetzes werden Arbeiten und Aktivitäten, wie z. B. die Entnahme von Wasser aus Oberflächen- oder Grundwasser, aufgezählt, welche einer wasserwirtschaftlichen Genehmigung unterliegen. Zudem legt das Gesetz Bedingungen fest, wie und wann Beamte der Wasserwirtschaftsverwaltung befugt sind, Verstöße gegen das Wassergesetz festzustellen und wie diese Verstöße geahndet und bestraft werden. Das Gesetz beinhaltet darüber hinaus Bestimmungen zum Hochwasserschutz im Sinne der europäischen Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (S. 78, Die Hochwasserrisikomanagementrichtlinie).

Weitere wichtige luxemburgische Verordnungen im Bereich Wasser sind:

- *Règlement grand-ducal modifié du 13 mai 1994 relatif au traitement des eaux urbaines résiduaires* über die kommunale Abwasserbehandlung (Umsetzung der EU-Abwasserrichtlinie (Richtlinie 91/271/EWG))
- *Règlement grand-ducal modifié du 24 novembre 2000 concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture* über den Gebrauch von stickstoffhaltigem Dünger (Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie (Richtlinie 91/676/EWG))
- *Règlement grand-ducal modifié du 7 octobre 2002 relatif à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine* über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie 98/83/EG))
- *Règlement grand-ducal du 19 mai 2009 déterminant les mesures de protection spéciale et les programmes de surveillance de l'état des eaux de baignade* über die Schutzmaßnahmen und Überwachungsprogramme der Badegewässer (Umsetzung der EU-Badegewässerrichtlinie (Richtlinie 2006/7/EG))
- *Règlement grand-ducal du 8 juillet 2010 relatif à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration* über den Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Umsetzung der EU-Grundwasserrichtlinie (Richtlinie 2006/118/EG))
- *Règlement grand-ducal du 30 décembre 2010 concernant les aspects techniques du programme directeur de gestion des risques d'inondation* über die Erstellung der Hochwassergefahren- und der Hochwasserrisikokarten sowie der Hochwasserrisikomanagementpläne gemäß der Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (Richtlinie 2007/60/EG).
- *Règlement grand-ducal du 30 décembre 2010 relatif à l'évaluation de l'état des masses d'eau de surface* über die Bewertung des Zustandes der Oberflächengewässer (Umsetzung der EU-Richtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (Richtlinie 2008/105/EG)).

INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT

Zu den Aufgaben der Wasserwirtschaftsverwaltung zählt auch die Vertretung Luxemburgs bei der internationalen Zusammenarbeit im Bereich Wasser. Luxemburg ist Mitglied verschiedener internationaler Flusskommissionen, wie beispielsweise der Internationalen Kommissionen zum Schutz des Rheins, der Mosel und der Saar sowie der Maas, und wird dort von Mitarbeitern der Wasserwirtschaftsverwaltung vertreten. Diese Flusskommissionen wurden eingerichtet, um die genannten Flüsse und ihre Nebengewässer durch eine enge internationale Zusammenarbeit besser schützen und eventuell auftretende Probleme gemeinsam und grenzüberschreitend lösen zu können. Die internationale Zusammenarbeit spielt gerade bei Fließgewässern eine bedeutende Rolle, da sich alle Einflüsse, ob positiv oder negativ, auch flussabwärts auswirken und in der Regel verschiedene Flussanlieger betreffen sind.



Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)

Am 11. Juli 1950 fand die erste Sitzung der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) in Basel statt. Dies war die Gründungsstunde der IKSR, deren Ziel es ist, durch eine Zusammenarbeit der Anliegerstaaten, die Fragen bezüglich der damaligen Rheinverschmutzung und -sanierung gemeinsam zu diskutieren und zu lösen. Zu den Gründungsstaaten der IKSR gehören Deutschland, Frankreich, die Schweiz, die Niederlande und Luxemburg. Heute arbeiten Vertreter der Ministerien und Fachbehörden dieser Gründungsstaaten,

der Europäischen Kommission sowie von Österreich, Liechtenstein, Italien und der belgischen Region Wallonien in verschiedenen Arbeits- und Expertengruppen zusammen, um einen grenzüberschreitenden nachhaltigen Schutz des Rheins zu gewährleisten. Organisatorisch werden sie von einem international besetzten Sekretariat mit Sitz in Koblenz unterstützt.

Nach mehr als 60 Jahren internationaler Zusammenarbeit hat die IKSR deutliche Erfolge vorzuweisen: War der Rhein Anfang der 1950er Jahre, bedingt durch die Einleitung von ungereinigten Abwässern, noch eine regelrechte Kloake, so wurden diese Belastungen seitdem erheblich reduziert. Ein einschneidendes Ereignis in der Geschichte der IKSR war die Brandkatastrophe im Chemiekonzern Sandoz bei Basel am 1. November 1986, bei der das mit giftigen Chemikalien verunreinigte Löschwasser in den Rhein gelangte. Zahlreiche Tiere und Pflanzen wurden vergiftet und starben auf hunderten von Rheinkilometern. In Folge dieser Katastrophe beauftragten die Rhein-Anlieger die IKSR, einen Plan zur Rettung des Rheins aufzustellen. Ein Jahr später wurde das Aktionsprogramm Rhein, mit dessen Hilfe der Rheinstrom bis 2000 saniert werden sollte, verabschiedet. Die Maßnahmen, die im Rahmen des Aktionsprogrammes Rhein durchgeführt wurden, wie beispielsweise die Reduzierung bestimmter Schadstoffeinträge, erwiesen sich als äußerst erfolgreich. Neben der deutlichen Zunahme der Artenvielfalt im Rhein führten sie zu einer kontinuierlichen Verbesserung der Wasserqualität, sodass heute sogar wieder Lachse im Rhein schwimmen.

Zu den heutigen Arbeitsschwerpunkten der IKSR gehören unter anderem die nachhaltige Entwicklung des Rheins, die Wiederherstellung der Durchgängigkeit, insbesondere um den Aufstieg der Wanderfische von der Nordsee in den Oberrhein zu ermöglichen, sowie eine ganzheitliche Hochwasservorsorge und Hochwasserschutz unter Berücksichtigung der ökologischen Erfordernisse.



Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS)

Die Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (IKSMS) sind infolge des Vertrages über die Schiffbarmachung der Mosel und des Vertrags zur Regelung der Saarfrage, beide vom 27. Oktober 1956, gegründet worden und bestehen seit mehr als 50 Jahren. Am 20. Dezember 1961 unterschrieben die Gründungsstaaten Deutschland, Frankreich und Luxemburg in Paris das Protokoll über die Errichtung einer Internationalen Kommission zum Schutze der Mosel gegen Verunreinigungen. Deutschland und Frankreich unterzeichneten gleichzeitig das Protokoll zur Gründung der Internationalen Kommission zum Schutze der Saar gegen Verunreinigungen. Im Jahre 2000 wurde die Zusammenarbeit der beiden Kommissionen auf die belgische Region Wallonien ausgedehnt, wodurch eine Koordinierung der Arbeiten im gesamten Einzugsgebiet der Mosel und der Saar möglich wurde.

Während die Aufgaben der Kommissionen anfangs hauptsächlich auf den Schutz der Gewässer im Mosel- und Saareinzugsgebiet vor Verunreinigungen sowie die Überwachung der Gewässergüte beschränkt waren, weitete sich das Aufgabenfeld im Laufe der Jahre immer weiter aus. Seit Anfang der 1990er Jahre befassen sich die Kommissionen verstärkt mit dem Monitoring und der Verbesserung der aquatischen Ökosysteme von Mosel und Saar und seit den schweren Hochwasserereignissen von 1993 und 1995 auch verstärkt mit dem Thema Hochwasser, den damit verbundenen Risiken und dem Hochwasserschutz. Die Arbeiten der IKSMS werden von einem gemeinsamen Sekretariat mit Sitz in Trier unterstützt.



Internationale Maaskommission (IMK)

Die Internationale Maaskommission (IMK) ist die Nachfolgeorganisation der Internationalen Kommission zum Schutz der Maas (IKSM), welche ihre Arbeiten zum Schutz und zur Verbesserung der Qualität der Maas im Jahre 1995 begann. Die IMK wurde mit dem internationalen Maasübereinkommen, welches am 3. Dezember 2002 in Gent unterzeichnet wurde und am 1. Dezember 2006 in Kraft trat, eingesetzt. Unterzeichner dieses Übereinkommens sind zum einen die Mitglieder der ehemaligen IKSM, das heißt die belgischen Regionen Brüssel-Hauptstadt, Flandern und Wallonien, Frankreich und die Niederlande, sowie die neuen Mitglieder Deutschland, Belgien und Luxemburg.

Durch die Unterzeichnung des neuen Maasübereinkommens wurden die Aufgaben der ehemaligen IKSM erweitert. So besteht die Hauptaufgabe der IMK, neben der multilateralen Abstimmung der Vertragsparteien, darin, die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in der internationalen Flussgebiets-einheit Maas zu koordinieren. Die Behandlung der Hochwasserproblematik sowie der Schutz vor und die Bekämpfung von unfallbedingten Verunreinigungen der Maas und ihrer Nebenflüsse werden ebenfalls in der IMK behandelt. Unterstützt werden die Arbeiten der IMK von einem ständigen Sekretariat mit Sitz in Lüttich.

INDEX

A

Aggregatzuständen, S. 11
Arten von Abwässern, S. 63
Äschenregion, S. 27

B

Barbenregion, S. 27
Bestandsaufnahme, S. 95
Bewirtschaftungsplan (BWP), S. 102
biologischen oder biochemischen
Sauerstoffbedarfs (BSB), S. 61
biologische Reinigung, S.66
Brachsenregion, S. 27
Brackwasser, S. 28

C

chemischen Sauerstoffbedarfes (CSB), S. 61
chemischen Zustandes, S. 98
Cyprinidenregion, S. 28

E

Einwohnergleichwert (EWG), S. 61
Eutrophierung, S. 30

F

Fischregionen, S. 26
Forellenregion, S. 26
Fremdwasser, S. 63

G

Grundwasserleiter, S. 21
Grundwasserneubildung, S. 21

H

Hochwassergefahrenkarten, S. 80
Hochwasserrisikokarten, S. 80
Hochwasserrisikomanagementpläne
(HWRM-Pläne), S. 82
Hochwasserschutz, S. 84
Hydrosphäre, S. 7

J

Jahrhunderthochwasser, S. 79

K

Kaulbarsch- oder Flunderregion, S. 28
Kondominium, S. 25

M

mechanische Reinigung, S. 66
mengenmäßigen Zustands, S. 100
mengenmäßige Überwachung, S. 96
Mikroverunreinigungen, S. 73
Mischsystem, S. 64

N

Nährstoffelimination, S. 66

O

ökologische, S. 84
ökologischen Zustandes, S. 97
operativen Überwachung, S. 96

R

Regenrückhaltebecken (RRB), S. 64
Regenüberlaufbecken, S. 64
Renaturierung, S. 30

S

Salmonidenregion, S. 28
Schmutzwasser, S. 63
Selbstreinigungskraft der Gewässer, S. 57

T

technische Hochwasserschutz, S. 83
Trennsystem, S. 65

U

Überblicksüberwachung, S. 96
Überwachung der Oberflächengewässer
zu Ermittlungszwecken, S. 96

V

virtuelles Wasser, S. 54
Vorfluter, S. 37

W

Wasserbehälter, S. 37
Wasserbehältern, S. 37
Wasserhärte, S. 51
Wasserkörpern, S. 91
Wasserstoffbrückenbindungen, S. 10
weitergehende Reinigung, S. 66



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Administration de la gestion de l'eau



ISBN 978-99959-0-035-9

HUMAN
MADE