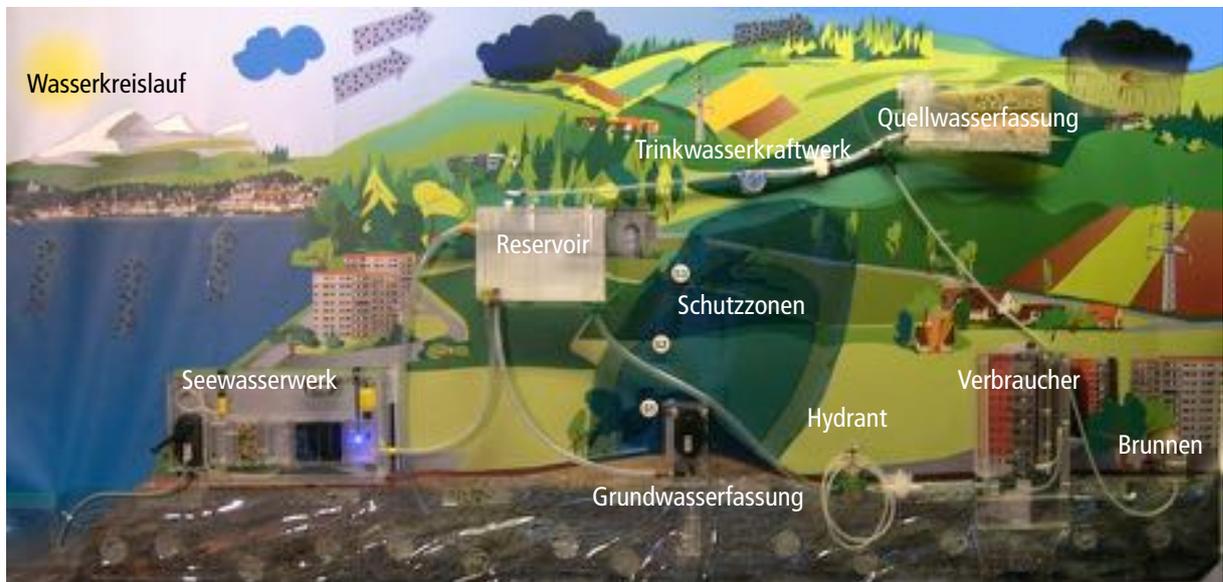


# Demo-Koffer «Wasserversorgung»

Handbuch



Verfasst von Sascha Kärcher

## Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>Thematische Einführung.....</b>	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>Inhalt Demo-Koffer.....</b>	<b>2</b>
3.1	Anleitung zum Aufbau.....	3
3.2	Anleitung zum Abbau und Reinigung.....	9
3.3	Verpackung.....	10
<b>4.</b>	<b>Anwendung des Demo-Koffer Wasserversorgung.....</b>	<b>11</b>
4.1	Trinkwassergewinnung.....	11
4.2	Wasseraufbereitung.....	15
4.3	Wasserspeicherung.....	17
4.4	Wasserverteilung.....	18
4.5	Wasserverbrauch.....	20
4.6	Verschiedene Druckstufen.....	21
4.7	Trinkwasserkraftwerk.....	22
4.8	Wasserkreislauf.....	23
4.9	Reinigungsleistung des Bodens.....	24
4.10	Schutzzonen.....	25
4.11	Bauen im Grundwasser.....	27
4.12	Notwasserversorgung.....	28
<b>5.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>29</b>
5.1	Schulmaterialien.....	29
5.2	Wichtige Begriffe.....	29
5.3	Fragen und Antworten.....	32
5.4	Weiterführende Informationen.....	33

---

**Das Modell im Überblick - siehe loses Einlageblatt!**

## 1. Einleitung

Die Wasserversorgungen unternehmen grosse Anstrengungen, fortlaufend qualitativ hervorragendes Wasser zu günstigen Preisen bei maximaler Versorgungssicherheit zu liefern. Da sich Fassungen, Brunnenstuben, Reservoirs und Leitungsnetze im Boden (Untergrund) und damit im Verborgenen befinden, ist das Bewusstsein um die Zusammenhänge bei der „Produktion“ des Trinkwassers ungenügend entwickelt. Mit Hilfe des Demo-Koffers Wasserversorgung wird diese Wissenslücke auf anschauliche Weise dargestellt. Das Zusammenspiel der einzelnen Versorgungskomponenten kann aktiv erfahren und spielerisch umgesetzt werden.



### Als Orientierungshilfe finden Sie im Handbuch verschiedene Symbole:

In den blauen Kästchen stehen hilfreiche Zusatzinformationen oder Wissenswertes.

Die „Lupe“ verweist auf eine Vertiefung der Thematik mit Angabe von Internetadressen oder Literaturempfehlungen.

Das „Werkzeug“ symbolisiert Aktivität, denn hier muss gekurbelt, gedreht oder das Feuer gelöscht werden.



## 2. Thematische Einführung

Mit einem Wasservorkommen von rund 262 Milliarden Kubikmeter besitzt die Schweiz ein enormes Wasserpotential (Oberflächengewässer, Grundwasser und Gletscher). Pro Jahr werden hierzulande etwa 1 Milliarde Kubikmeter Trinkwasser durch über 3.000 Wasserwerke gefördert. Diese Wassermenge entspricht einem Würfel mit 1.000 Meter Kantenlänge. Die Menge des jährlich geförderten Trinkwassers relativiert sich jedoch beim Vergleich mit den Niederschlägen in der Schweiz: Gerade mal 2% des jährlichen Niederschlags werden derzeit als Trinkwasser gefördert.



Exkurs: Ganz anders sieht es auf globaler Ebene aus. Derzeit besitzen mehr als 1,4 Mrd. Menschen überhaupt keinen Zugang zu Trinkwasser. Darüber hinaus verfügen mehr als 2 Mrd. Menschen überhaupt keine sanitären Einrichtungen. (Aus: 2nd UN World Water Development Report, 2006).

Die Förderung des Trinkwassers erfolgt in der Schweiz aus drei verschiedenen Ressourcen. **Quellwasser** und **Grundwasser** spielen mit einem Anteil von je 40% die dominierende Rolle. Die restlichen 20% werden durch **Seewasser** gedeckt. Um den hohen Qualitätsansprüchen gerecht zu werden, muss das Rohwasser – unbehandeltes Wasser - zum Teil aufbereitet werden. Anschliessend wird das Trinkwasser in die Reservoirs geleitet. Von da gelangt es durch ein weitverzweigtes Rohrleitungsnetz zum Verbraucher. Das Schweizer Rohwasser ist von sehr guter Qualität. Etwa 50% erfüllt ohne Aufbereitung bereits die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung und kann direkt als Trinkwasser an die Konsumenten abgegeben werden.

### 3. Inhalt Demo-Koffer Wasserversorgung

Der Demo-Koffer Wasserversorgung beinhaltet die wesentlichen Bestandteile eines Trinkwasserversorgungssystems und zeigt den Weg des Wassers von der Gewinnung aus Grund-, Quell-, und Seewasser über die Aufbereitung und Verteilung bis zum Verbraucher.

- **Hintergrundfolie**

Eine gestaltete Folie mit den Massen einer Wandtafel dient als Hintergrund. Sie wird mit Haken an der Wandtafel oder an einer magnetischen Stellwand (kann bei ecovia bezogen oder ausgeliehen werden) angebracht.

- **Modelle**

Mit Starkmagneten ausgestattete Modelle (Seewasserwerk, Grundwasserfassung, Quellwasserfassung, Reservoir, Hydrant) werden an Wandtafel oder Stellwand fixiert.

- **Rohrleitungen**

Schlauchverbindungen, die das Rohrleitungsnetz der Wasserversorgung darstellen, verbinden die Modelle untereinander.

- **Praxisnahe Anwendung**

Ein wichtiger Aspekt des Demo-Koffers ist der Einsatz von Wasser. Es verstärkt das Verständnis und den Realitätsgrad. Das Wasser kann optional zum Aufzeigen der Rohwasseraufbereitung eingefärbt werden und muss anschliessend mit der Pumpe auf ein höheres Niveau gefördert werden. Funktion und Nutzen von Reservoirs, Absperreinrichtungen, Hydranten sowie unterschiedliche Druckniveaus eines mehrstöckigen Hochhauses können aktiv und anschaulich erfahren werden. Das Ineinandergreifen von Gewinnung und Verbrauch wird verdeutlicht.

- **Zusatzmaterialien**

**Grundwasserschutzzonen:** Separate Folien zeigen die Schutz zonen im Einzugsgebiet der Grundwassergewinnungsanlagen.

**Wasserkreislauf:** Um das Thema Wasser in einem globalen Kontext vermitteln zu können, sind zusätzliche Materialien zum Thema Wasserkreislauf enthalten.



Sind alle Komponenten des Demo-Koffers an der Wandtafel/Stellwand angebracht, bieten diese eine optimale Übersicht aller Zusammenhänge im Trinkwasserversorgungssystem. Funktion und Bedeutung einzelner Modelle können näher erläutert und im Gesamtsystem dargestellt werden.

## 3.1 Anleitung zum Aufbau

Der Aufbau erfolgt in logischer Abfolge

Wasser-*Gewinnung*

Wasser-*Aufbereitung*

Wasser-*Speicherung*

Wasser-*Verteilung*

Wasser-*Verbraucher*



**Praktischer Einsatz für Wasserversorger:** Vor der Demonstration können alle Komponenten (Bauteile) aufgebaut resp. angebracht werden (Zeitersparnis). An Gewerbeausstellungen, am dem Tag der offenen Tür oder am Weltwassertag kann der Demo-Koffer als attraktiver „eye catcher“ dienen.

**Praktischer Einsatz für Schulen:** Hintergrundfolie noch ohne Modelle. Die Bestandteile der Versorgung liegen noch im „Verborgenen“. In Gruppen können die einzelnen Komponenten angebracht, besprochen und der Klasse vorgestellt werden.

Ein Grossteil der Trinkwasserversorgung liegt im Verborgenen. Auf den ersten Blick ist davon auf der natürlich gestalteten Hintergrundfolie nicht viel erkennbar. Erst mit dem Aufbau der verschiedenen Modelle wird das Zusammenspiel und das System Wasserversorgung erkennbar. Sind die einzelnen Modelle wie Seewasserwerk, Grundwasserfassung, Quellwasserfassung, Reservoir, Trinkwasserkraftwerk, Hydrant und Hochhaus angebracht, müssen sie nur noch mit den mitgelieferten Schläuchen gemäss den Farbcodes verbunden werden. Sie stellen das Leitungsnetz der Versorgung dar.

### 1) Umgang mit dem Koffer

Um angenehm arbeiten zu können, sollte der Koffer auf einen Tisch vor der Wandtafel gelegt werden. Zum Öffnen des Koffers müssen die sechs Drehverschlüsse um 90 Grad aufgeklappt und dann gegen den Uhrzeigersinn gedreht werden.

Verschaffen Sie sich zunächst einen **Überblick** über alle Komponenten. Nehmen Sie zu diesem Zweck die Tablareinlage aus dem Koffer, um freie Sicht auf die Bodeneinlage zu erhalten.

## Deckel

Folie (250 cm x 120 cm)

Schutzzonenfolien

## Bodeneinlage

Anleitung

Pfeile & Wolken

Aufbauhilfe/  
Gesamtübersicht

Pumpenkurbel

Trinkwasserkraftwerk

Feuerwehrschauch

Absperrhahnen

Aktivkohle(Reserve)

Notwasserversorgung

Quellwasserfassung

Grundwasserfassung

Inbus-Schlüssel

Schraubenzieher

Filzstift

DVD

Beschriftungen

Lebensmittelfarbe

Brunnen

Verbindungs-  
schläuche

## Tablareinlage

Seiher

Haken (11 Stück)

Pumpenkurbel

Sicherungsbolzen  
(Verbraucher)

Hydrant

Seewasserwerk

Reservoir

Verbraucher

## 2) Fixieren der Wandtafel

Durch das Gewicht der Folie, der Modelle und des eingesetzten Wassers senkt sich die Tafel. Stellen Sie deshalb einen Stuhl oder ähnliches darunter, um die Tafel zu fixieren.

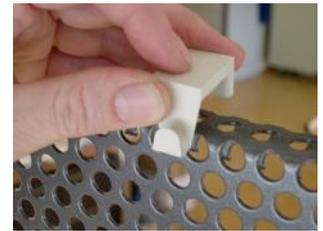
### 3) Folie auslegen

Folie aus dem Deckel des Koffers entnehmen und ausbreiten.



### 4) Haken befestigen

Mit den Haken wird die Folie an der Wandtafel oder Stellwand aufgehängt. Das Vorpositionieren zweier Haken am oberen linken und rechten Rand der Wandtafel/Stellwand erleichtert das Einhängen.



### 5) Folie einhängen

Die restlichen Haken an der Wandtafel/Stellwand positionieren und die Folie von einer Seite her an den jeweiligen Haken einhängen. Es ist am einfachsten die Folie mit Hilfe einer zweiten Person aufzuhängen.



### 6) Folie unten links und rechts fixieren

Zur Stabilität und gegen Faltenbildung wird die Folie mit Hilfe von Kabelbindern und Haken seitlich abgespannt. (Bei der Stellwand nur mit Kabelbindern).

Wenn die Folie straff sitzt, kann mit dem Aufbau der Modelle begonnen werden.



### 7) Montage der Wasserversorgungsmodelle

Der Aufbau beginnt aus didaktischen Gründen mit den einzelnen **Trinkwassergewinnungsanlagen**: Seewasserwerk, Grundwasserfassung, Quellwasserfassung. Die genaue Positionierung der Modelle geht aus der Anleitung und dem **Übersichtsbild** (siehe lose Einlage) hervor. Diese sollten möglichst genau angebracht werden, da die Verbindungsschläuche darauf abgestimmt sind.



#### WICHTIG! Beim Umgang mit den Starkmagneten beachten!

1. Die hier verwendeten Magnete sind viel stärker als „gewöhnliche“ Magnete. Halten Sie daher einen guten Sicherheitsabstand zu allen Geräten und Gegenständen, die durch Magnetismus beschädigt werden. Auch Herzschrittmacher, Magnetspeicher, Kreditkarten, etc. können gestört resp. beschädigt werden.
2. Die starke Anziehungskraft ist nicht zu unterschätzen! Beim Anbringen der Wasserversorgungskomponenten können die Finger zwischen Modell und Wandtafel/Stellwand eingeklemmt werden. Es wird empfohlen zuerst die unteren Magnete (Modell) vorsichtig anzubringen. Finger nicht zwischen Modell und Folie bringen, sondern seitlich halten. Siehe Montage Seewasserwerk!

## a) Seewasserwerk (Tablareinlage)

### 1. Modell schräg ansetzen

Modell Seewasserwerk schräg ansetzen, bis die beiden unteren Magnete haften.



### 2. Modell neigen

Durch Neigen des Modells zur Folie (Tafel) haften nun auch die oberen Magnete. Achten Sie darauf, dass Sie die Finger nicht zwischen Modell und Folie einklemmen!



**Tipp:** Wenn das Modell mit den unteren Magneten positioniert ist, das Modell nur noch seitlich mit gestreckten Fingern halten und zur Tafel neigen.

### 3. Seiher im See positionieren

Den Seiher für die Seewasserentnahme (dünner Schlauch, unterhalb der Pumpe) im See unterbringen.



## b) Quellwasserfassung mit Brunnenstube (Tablareinlage)

Als nächstes kann die Quellwasserfassung mit Brunnenstube montiert werden! Zur Positionierung des Modells dient die Gesamtansicht.

## c) Grundwasserfassung mit Pumpwerk (Bodeneinlage)

### 1. Grundwasserfassung einschieben

Die Grundwasserfassung mit Pumpwerk an der vorgesehenen Öffnung bis zur maximalen Tiefe einschieben.



### 2. Einstecktiefe beachten

Die Grundwasserfassung mit Pumpwerk einschieben, bis diese am oberen Rand der durchsichtigen Folie aufliegt.



### d) Reservoir (Bodeneinlage)

1. Reservoir positionieren

Das Reservoir im Zentrum der Folie befestigen (siehe Gesamtansicht).

2. Grundablass (Schieber) schliessen

Die grünen Pfeile auf den Schiebern zeigen zur Wandtafel.



### e) Hochhaus (Tablareinlage)

1. Hochhaus ansetzen

Das Hochhaus stellt den Verbraucher im Leitungssystem der Wasserversorgung dar. Die erweiterte Öffnung in der Folie (vgl. Foto links) ermöglicht das Einschieben.



2. Hochhaus einschieben

Die Einstecktiefe ist zu beachten. Wird das Hochhaus zu tief platziert, kann die Zuleitung des Trinkwassers nicht angeschlossen werden.



### f) Hydrant (Tablareinlage)

1. Hydrant zwischen beide Folien positionieren

Den Hydranten an der vorgesehenen Stelle so positionieren, dass er wie ein Abstandshalter zwischen den Folien wirkt.

2. Hydranten schliessen

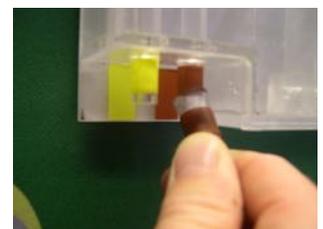
Hierzu den Drehverschluss gegen den Uhrzeigersinn drehen.



### g) Schläuche (Bodeneinlage)

1. Modelle mit Schläuchen anhand der Farbcodes verbinden

Das Rohrleitungssystem wird mit Schläuchen dargestellt und verbindet die Modelle. Die Farbcodes (auf der nächsten Seite dargestellt) an Modellen und Schläuchen ermöglichen die eindeutige Zuordnung.



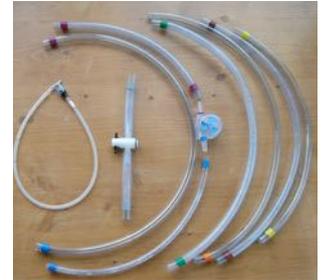
2. Schlauchmontage

Die Schläuche können leicht über die Stutzen gestülpt werden.



## Farbcodes der Schlauchverbindungen

<span style="color: yellow;">●</span> <b>Seewasserwerk</b> (Stutzen unten rechts)	-	<span style="color: yellow;">●</span> <b>Reservoir</b> (Stutzen unten links)
<span style="color: brown;">●</span> <b>Filterbrunnen</b> (Stutzen unten links)	-	<span style="color: brown;">●</span> <b>Reservoir</b> (Stutzen unten links)
<span style="color: purple;">●</span> <b>Brunnenstube</b> (Stutzen links)	-	<span style="color: blue;">●</span> <b>Reservoir</b> (90°-Stutzen obere Wand)
<span style="color: orange;">●</span> <b>Reservoir</b> (Notüberlauf linke Seitenwand)	-	<span style="color: orange;">●</span> <b>Grundwasserbereich</b> (Schlauch einführen)
<span style="color: green;">●</span> <b>Reservoir</b> (Abgang rechts unten)	-	<span style="color: green;">●</span> <b>Hydrant</b> (linker unterer Stutzen)
<span style="color: grey;">●</span> <b>Hydrant</b> (Absperrrahnen ist dazwischen eingebaut)	-	<span style="color: grey;">●</span> <b>Hochhaus</b>
<span style="color: white; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">○</span> <b>Feuerlöschschlauch</b>	-	<span style="color: white; border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px;">○</span> <b>Hydrant</b> (Feuerlöschschlauch wird am linken oberen Abgangsstutzen beim Hydrant befestigt)



### Optional: Einbau des Trinkwasserkraftwerks

<span style="color: purple;">●</span> <b>Brunnenstube</b> (Stutzen unten links)	-	<span style="color: blue;">●</span> <b>Reservoir</b> (90°-Stutzen obere Wand)
--	---	--



### Optional: Anschluss der Notwasserversorgung (siehe Seite 29)

<span style="color: purple;">●</span> <b>Brunnenstube</b> (Stutzen unten links)	-	<span style="color: blue;">●</span> <b>Brunnen</b> (90°-Stutzen obere Wand)
--	---	--



## h) Pumpenkurbel (Boden- und Tablareinlage)

### 1. Pumpenkurbel aufsetzen

Die Kurbeln müssen beim Seewasserwerk und bei der Grundwasserfassung mit Pumpwerk passend aufgesetzt werden.



### 2. Pumpenkurbel festschrauben

Die Pumpenkurbel mit Hilfe der mitgelieferten Schrauben (Länge 11mm) und dem Schraubenzieher an die Pumpen anschrauben. Der Schraubenzieher befindet sich in der Bodeneinlage. Bei Verlust sind zusätzlich Ersatzschrauben enthalten.



### Nach Abschluss der Montage sicherstellen, dass...



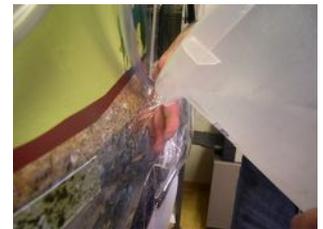
1. der Aufbau mit der Gesamtdarstellung übereinstimmt (siehe lose Blatteinlage).
2. alle Schlauchverbindungen richtig angeschlossen wurden.
3. alle Ösen eingehakt sind.
4. die Folie an den unteren Ecken abgespannt ist.

## j) Inbetriebnahme

Zur Demonstration der Wasserversorgung werden ungefähr 12-13 Liter Wasser benötigt. Das Modell wird auf 2 Arten mit Wasser gefüllt:

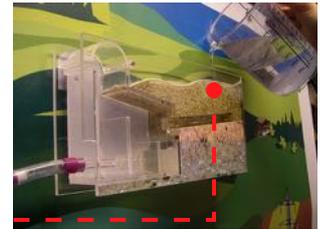
### 1. Füllung des Grundwasserbereichs

8-9 Liter Wasser füllen den Grundwasserbereich. Dieser Bereich stellt den im Untergrund verlaufenden Grundwasserstrom dar. Zum Einfüllen eignet sich ein Massbecher oder Eimer.



### 2. Demonstration des Regens

Die restlichen 3-4 Liter dienen zur Demonstration des Regens mit anschließender Versickerung (vgl. Kap. 4.7). Das Wasser sollte möglichst weit rechts eingegossen werden!



## 3.2 Anleitung zum Abbau und Reinigung



### Wichtig: Algenbildung vorbeugen!

Bleibt das Modell für längere Zeit stehen, so besteht die Gefahr der Algenbildung. Deshalb sollte es nach Verwendung wieder im Koffer verpackt oder bis zum nächsten Gebrauch mit einem lichtundurchlässigen Tuch überdeckt werden.

1. Das Reservoir leer laufen lassen. Beide Grundablässe müssen geöffnet sein.
2. Die Schlauchverbindungen lösen und die Modelle abnehmen. Das restliche Wasser in den Modellen kann am einfachsten wie folgt entleert werden:
  - **Quellwasserfassung:** Entleerung via Einstiegsschacht. Der Deckel bei der Einstiegsluke kann geöffnet werden. Das Modell zum Aussickern nicht auf den Kopf stellen (Kies)!
  - **Seewasserwerk:** Gebäude senkrecht auf die Seitenwand stellen und die Pumpe in beide Richtungen drehen. Entfernung des Restwassers in den Aufbereitungskammern durch Drehen der Pumpe und Drücken der gelben Druckluftpumpe.
  - **Reservoir:** Entleerung via Notüberlauf.
  - **Hydrant:** Wasser auslaufen lassen und Wassertropfen im Modell ausblasen.

Für die Reinigung der einzelnen Modelle ein trockenes Tuch/Lappen verwenden. Für die Entfernung der Farbmarkierungen am Hochhaus, Haushalts- oder Toilettenpapier verwenden.



**Bitte verwenden Sie kein Spülmittel und keine „kratzenden“ Tücher/ Lappen!**

### 3. Entfernung des Wassers aus dem Grundwasserbereich

- Wasser sammeln

Kabelbinder lösen und die Folie so anheben, dass sich das Wasser in einer Ecke sammelt.

- Wasser ansaugen

Den Grundwasserbereich durch das „Saugheberverfahren“ entleeren. Dazu muss ein Eimer (etwa 10 Liter) unter das Modell gestellt werden. Das Ende des Schlauches  (ohne Trinkwasserkraftwerk) im Grundwasserbereich positionieren und am anderen Ende kurz ansaugen.

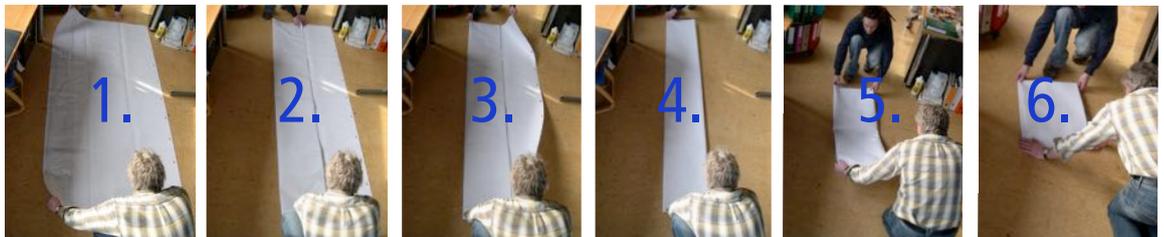
- Auslaufen lassen

Achten Sie darauf, dass das Ansaugende unterhalb des Wasserspiegels im Modell ist (vgl. Entleeren von Aquarien!). Das Wasser kann nun in den Eimer geleitet werden.



### 4. Zusammenlegen der Folie

- Folie am besten wieder zu zweit abhängen.
- Die im Grundwasserbereich noch vorhandenen Tröpfchen mit einem Tuch trockenreiben. Bitte darauf achten, dass die Nähte der Folie nicht strapaziert werden!
- Folie zusammenlegen



Nach Schritt 6 muss die Folie **noch einmal** zusammengelegt werden. Die Folie anschliessend im Deckel des Koffers unterbringen und mit den Klettbandern fixieren.

## 3.3 Verpackung

Für den Transport der Materialien steht ein stabiler Koffer zur Verfügung. Bevor die einzelnen Objekte und die Folie in den Koffer eingepackt werden, müssen alle Bestandteile sauber, gut entleert und trocken gerieben sein. Die einzelnen Komponenten werden gemäss der „Packliste“ (siehe lose Blatteinlage) am vorgesehenen Ort verstaut.

**Haken** an der Wandtafel und Kleinteile wie **Schraubenzieher**, **Schrauben** der **Pumpenkurbel**, **Farbstifte** und **Lebensmittelfarbe** nicht vergessen!

## 4. Anwendung des Demo-Koffer Wasserversorgung

Die Zusammenhänge bei der Produktion und Verteilung des Trinkwassers können mit dem Demo-Koffer Wasserversorgung anschaulich gezeigt und mit Hilfe der Hintergrundinformationen aus diesem Handbuch vertieft werden.

**Zusätzliches Hilfsmaterial**, das nicht im Koffer enthalten ist:

- 1 Eimer (10-Liter)
- 1 Trink- oder Massbecher
- 1 Lappen oder Handtuch

### 4.1 Trinkwassergewinnung

Dass Trinkwasser oder „Hahnenburger“ aus dem Hahnen fliesst, wird meist als Selbstverständlichkeit erachtet. Woher das Wasser stammt und welcher Aufwand betrieben wird, bis es beim Verbraucher ankommt, sind der Öffentlichkeit meist nicht bewusst.

Die Förderung des Trinkwassers in der Schweiz erfolgt aus **drei Ressourcen**:

#### 1. 40% aus Quellwasser

Bereiche in unserer Landschaft, in denen Grundwasser periodisch oder ständig hervortritt und oberirdisch abfließt, werden als Quellen bezeichnet.



#### 2. 40% aus Grundwasser

Wasser, das in Form zusammenhängender Wasserkörper die Poren und Klüfte des Untergrunds ausfüllt. Grundwasser stammt aus Niederschlägen oder sickert aus Flüssen und Seen zu. Analog zu den Fließgewässern strömt auch das Wasser im Untergrund - wenn auch viel langsamer.



#### 3. 20% aus Oberflächenwasser

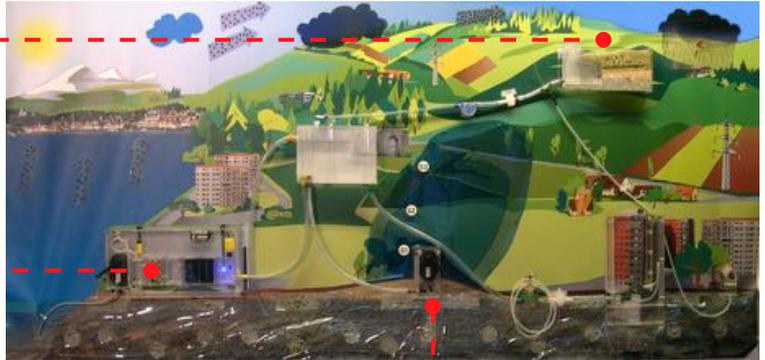
Die Wassergewinnung aus Oberflächengewässern erfolgt in der Regel aus Seen.



## Die 3 Wassergewinnungsarten

### 1. Quellwasserfassung

Das Quellwasser wird mit Hilfe von im Untergrund verlegten Drainagerohren (geschlitzte oder gelochte Sammelrohre) gesammelt und in die Quellwasserfassung geleitet.



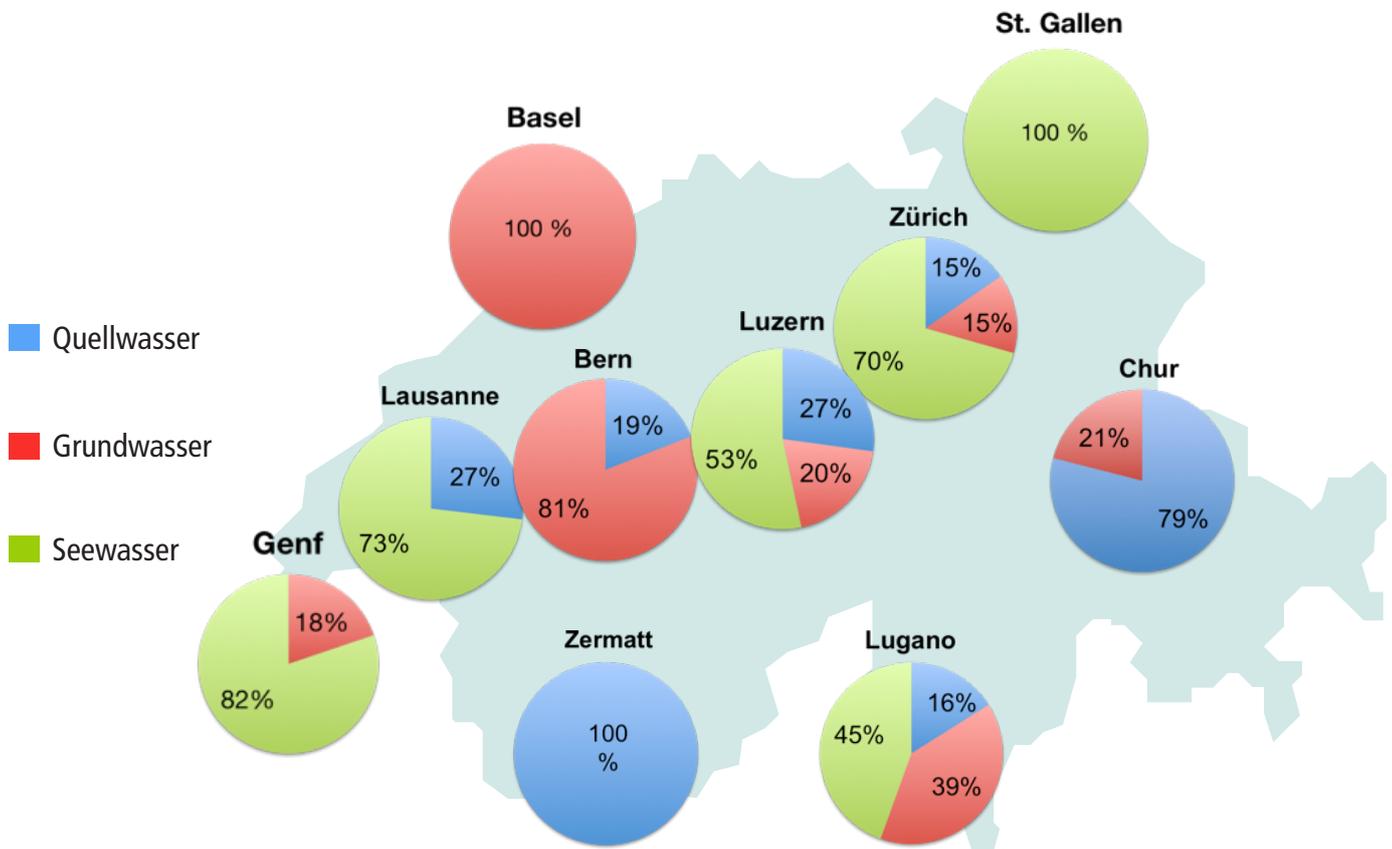
### 2. Seewasserwerk

Pumpen fördern 4-6°C kaltes Seewasser aus einer Tiefe von etwa 30-60m zur Aufbereitung in das Seewasserwerk.

### 3. Grundwasserfassung

Bis in den Grundwasserkörper hinabreichender Schacht, aus dem das Grundwasser mit Pumpen heraufgefördert wird.

Die Art der Trinkwassergewinnung ist in der Schweiz sehr unterschiedlich. Städte wie Zürich, Lausanne, Genf und St. Gallen nutzen vor allem Seewasser. Im Mittelland und entlang der Voralpen, sowie kleinere Wasserversorger, fördern vermehrt Grund- oder Quellwasser.



## Die Quellwasserfassung mit Brunnenstube

Der natürliche Niederschlag versickert durch die Bodenschichten (Vgl. Kap. 4.8), bis er auf eine wasserundurchlässige Schicht trifft.

### 1. Wasser eingiessen (Niederschlag/Regen)

Mit Hilfe eines Trink- oder Massbechers wird der Niederschlag demonstriert. Das Einfüllen des Wassers sollte möglichst weit **rechts** und gleichmässig erfolgen. Hastiges Eingiessen kann sonst zum Überlaufen der Brunnenstube führen.

### 2. Wasser versickert

Das Wasser sickert daraufhin durch Kiesschichten, welche das natürliche Versickerungsverhalten eines Bodens demonstrieren. (Anmerkung: „Je nach Bodentyp und Zusammensetzung werden unterschiedliche Versickerungsgeschwindigkeiten erreicht“).

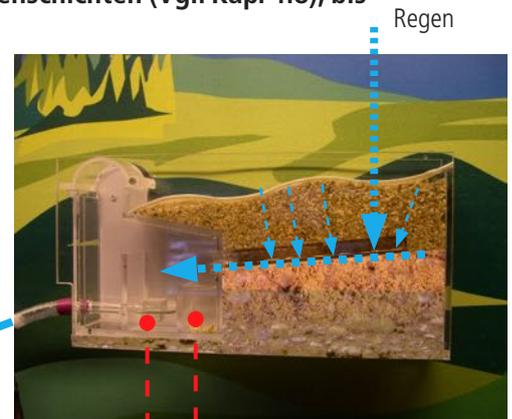
### 3. Wasser wird gesammelt

In einem Drainagerohr – geschlitzte oder gelochte Rohrleitungen, welche nach unten hin abgedichtet sind - wird das Wasser gesammelt und in die Brunnenstube geleitet.

1. Kammer: Hier setzen sich ausgeschwemmte Sandpartikel ab. Auch wird das mit Luftblasen durchsetzte Wasser entgast.
2. Kammer: Via Überlauf gelangt das Wasser in die 2. Kammer. Von da verlässt das Wasser die Quellwasserfassung mit Brunnenstube durch ein Sieb.

### 4. Ableitung zum Reservoir

Aufgrund der Höhenlage fliesst das Wasser auf natürliche Weise zum Reservoir.



zum Reservoir

## Die Grundwasserfassung mit Pumpwerk

Rund die Hälfte des in der Schweiz geförderten Grundwassers ist von sehr guter Qualität, dass es ohne Aufbereitung als Trinkwasser verwendet werden kann.

### 1. Grundwasser pumpen

Das Grundwasser im Untergrund wird mit einer Pumpe empor gefördert. Damit die Pumpe das Wasser ansaugt, muss die Kurbel im Uhrzeigersinn gedreht werden.

### 2. Förderung zum Reservoir

Solange pumpen, bis das Wasser das Reservoir erreicht.

zum Reservoir





In der Schweiz kann die Hälfte des Grundwassers aufgrund seiner Qualität ohne Aufbereitung als Trinkwasser abgegeben werden. Weist das Grundwasser Fremdstoffe auf und werden Trinkwassergrenzwerte überschritten, so muss es aufbereitet werden (siehe Aufbereitung: Seewasserwerk).

## Das Seewasserwerk

Seewasser muss grundsätzlich aufbereitet werden. Das Modell zeigt ein Seewasserwerk mit mehrstufiger Wasseraufbereitung. Im nachfolgenden Kapitel 4.2 ist die Aufbereitung näher beschrieben.

### 1. Seewasser einfärben (optional)

Das Seewasser kann zu Demonstrationzwecken mit 1-2 Tropfen Lebensmittelfarbe eingefärbt werden. Sie symbolisiert die natürliche Verschmutzung.

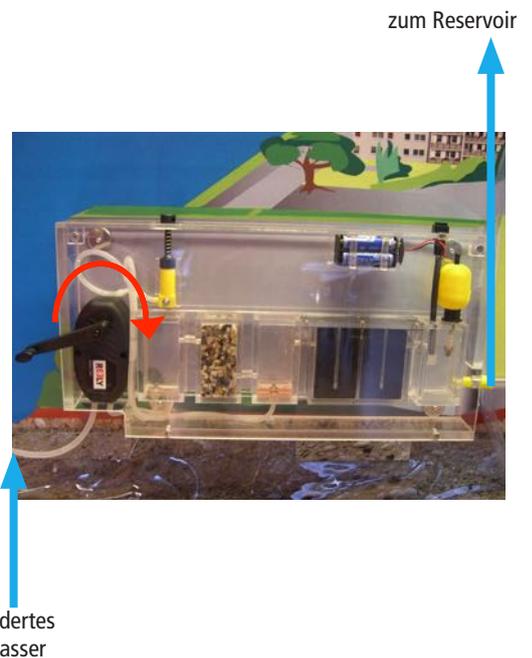
Achtung: Wenn die Aktivkohle erschöpft ist, so bleibt der Reinigungseffekt aus!

### 2. Seewasser pumpen

Die Förderung des Rohwassers erfolgt mit einer Pumpe. Das Ende der Leitung befindet sich im im See (siehe Kap. 3 Punkt 7 a). Durch drehen der Kurbel im Uhrzeigersinn wird das Wasser angesaugt und ins Seewasserwerk geleitet.

### 3. Förderung zum Reservoir

Solange pumpen, bis das Wasser das Reservoir erreicht. Dabei wird der mehrstufige Aufbereitungsprozess durchlaufen.



**Oberflächenwasser** unterläuft im Gegensatz zum Quell- und Grundwasser nicht der natürlichen Aufbereitung während der Bodenpassage und muss für den Trinkwassergebrauch daher immer technisch aufbereitet werden. Weil ihm die lange Wechselwirkung mit Bodenmineralien fehlt (siehe Kap. 4.8), hat Oberflächenwasser. Dadurch kann es zu mikrobiologischen Beeinträchtigungen kommen. Zusätzlich kann Oberflächenwasser meist eine geringe Wasserhärte und kann aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit im Verteilungsnetz korrosiv (Lochkorrosion in den Rohrleitungen führt zu Wasserrohrbrüchen) wirken. Hingegen bei sehr hartem Wasser Kalkabscheidungen in den Rohrleitungen die Folge sind.

## 4.2 Wasseraufbereitung

Die Wasseraufbereitung gestaltet sich je nach Rohwasserqualität unterschiedlich. Etwa 40% des Trinkwassers aus Quell- und Grundwasser können in der Schweiz ohne jegliche Aufbereitung an die Verbraucher abgegeben werden. Die restlichen 60% benötigen eine ein- oder mehrstufige Aufbereitung (z.B. Desinfektion mit Chlor, UV-Licht oder Ozon). Das Oberflächenwasser (Gesamtanteil etwa 20%) muss immer mit mehrstufigen Reinigungsverfahren aufbereitet werden.



Faustregel: Die Wasseraufbereitung in der Schweiz kann wie folgt aufgeteilt werden. 1/3 ohne Aufbereitung, 1/3 mit einstufiger Aufbereitung und 1/3 mit mehrstufiger Aufbereitung.

### Wasseraufbereitung

Unterschiedliche Aufbereitungsverfahren sorgen für ein qualitativ hochwertiges Trinkwasser.



Ziel der Aufbereitung ist es, unerwünschte **Fremdstoffe** aus dem Wasser zu entfernen. Mittels Vorozonung werden **Mikroorganismen abgetötet**. Durch Zugabe von **Flockungsmittel** werden **Schwebstoffe** ausgefällt. Im **Schnellfilter** (Quarzfilter) werden die Partikel zurückgehalten. **Langsamfilter** verfügen über eine grosse, mit Mikroorganismen besiedelte Oberfläche, mittels der gelösetes organisches Material biologisch abgebaut wird. Schwer abbaubare organische Substanzen werden schliesslich im **Aktivkohlefilter** gebunden. Neuere Seewasserwerke (Wasseraufbereitungsanlagen) wenden auch **Membranfiltration** an, bei der das Rohwasser mit hohem Druck durch Bündel aus porösen Kapillaren gepresst wird.

Die Aufbereitung kann in 5 Stufen eingeteilt werden:



## 1. Vor- und Zwischenozonierung

### Aufspaltung kleinster Partikel und Abtötung von Mikroorganismen.

Oxidation organischer und anorganischer Wasserinhaltsstoffe (kleinste Partikel). Abtötung von Mikroorganismen wie Bakterien, Viren und Abbau schwerlöslicher Verbindungen mit Ozon. Mit Vor- und Zwischenozonierung.

Durch **betätigen** der Lego-Technik Pumpe wird Luft eingepert und imitiert damit die Ozonierung.

## 2. Sandfilter (Schnellfilter)

### Entfernung von groben und feinen Partikeln

Siebung und Filtration von mineralischen Bestandteilen, Mikroorganismen, Geruchs- und Geschmacksstoffe, sowie Schmutz- und Schwebstoffen mit Hilfe von Filtern aus Quarzsand.

## 3. Aktivkohle

### Entfernung von kleinsten Partikeln

Mit dem Einsatz von Aktivkohle können organische Stoffe, gelöste Stoffe, Kohlenwasserstoffe, organische Chlorverbindungen sowie Geruchs- und Geschmacksstoffe, die im vorherigen Prozess (Oxidation) gespaltenen wurden, eliminiert werden. Hintergrund ist ihr enorm grosses Adsorptionsvermögen. Zusätzlich trägt die Aktivkohle zum Abbau von überschüssigem Ozon bei. Gegenwärtig finden alternative Membranverfahren vermehrt Anwendung in der Aufbereitung.

## 4. UV-Bestrahlung

### Desinfektion von Trinkwasser

Am Ende des Aufbereitungsprozesses erfolgt die Entkeimung (= Desinfektion) des gereinigten Wassers mit UV-Bestrahlung.

## 5. Netzschutz durch Chlordioxidzugabe

### Desinfektion von Trinkwasser und Netzschutz

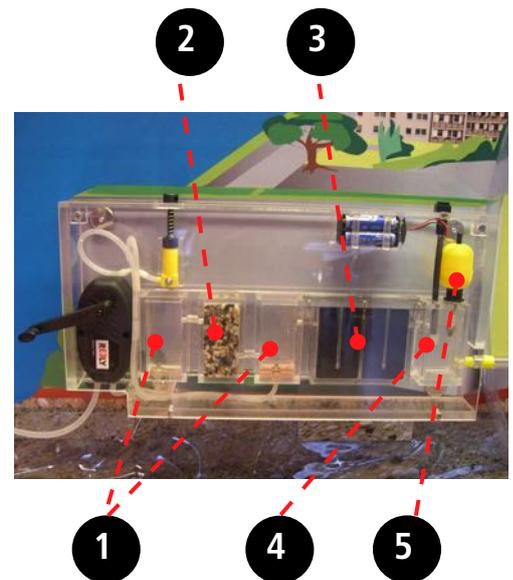
Chlordioxid ( $\text{ClO}_2$ ) wird dem aufbereiteten Wasser zu Desinfektionszwecken zugegeben und dient auch zum Schutz gegen Wiederverkeimung im Rohrleitungsnetz. Man spricht auch von Transportchlorung.

**Ist das Rohwasser von seinen unerwünschten Stoffen befreit, so wird es als Trinkwasser bezeichnet.**



### Entfernung weiterer rohrleitungsschädigender Eigenschaften

Je nach Eigenschaften des Rohwassers werden zum Schutz der technischen Anlagen rohrleitungsschädigende Eigenschaften entfernt. Als Vorbeugemassnahmen gegen Korrosion und Kalkablagerungen im Rohrleitungsnetz gelten: Entsäuerung, Enthärtung, Entmanganung, Enteisung.



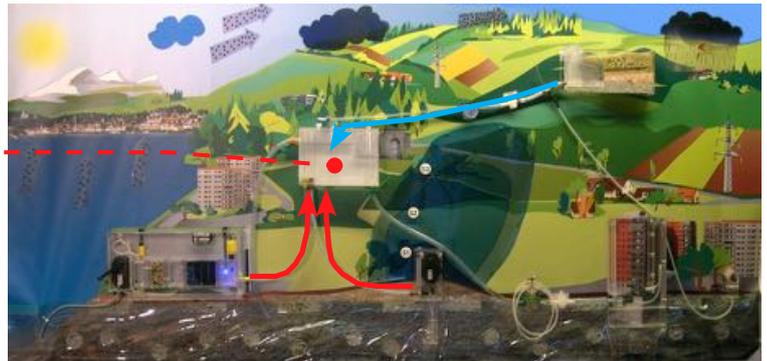
## 4.3 Wasserspeicherung im Reservoir

Nach der Wassergewinnung und Aufbereitung erfolgt die Speicherung der geförderten Wassermengen aus Grund- und Seewasser im Reservoir. Dazu wird das gewonnene Trinkwasser mit Pumpen in das höherliegende Reservoir gefördert (rote Pfeile). Das Trinkwasser aus der Quellwasserfassung (blauer Pfeil), läuft aufgrund der Höhenlage frei in Richtung Reservoir.

Überblick: www.svgw.ch



Das **Wasserreservoir** dient als Zwischenspeicher und sorgt durch seine Lage für den notwendigen Druck in den Haushalten.



### Das Reservoir

#### 1. Reservoir befüllen

Das Reservoir besteht aus 2 Kammern: der Löschwasser-Reserve und der eigentlichen Reservoir-Kammer. Auf der linken Seite des Modells befindet sich von unten kommend die Zuleitungen von Seewasserwerk und Filterbrunnen. Oben links erfolgt der Zulauf von der Brunnenstube. Das zugeleitete Wasser füllt zunächst die Kammer für die Löschwasser-Reserve auf.

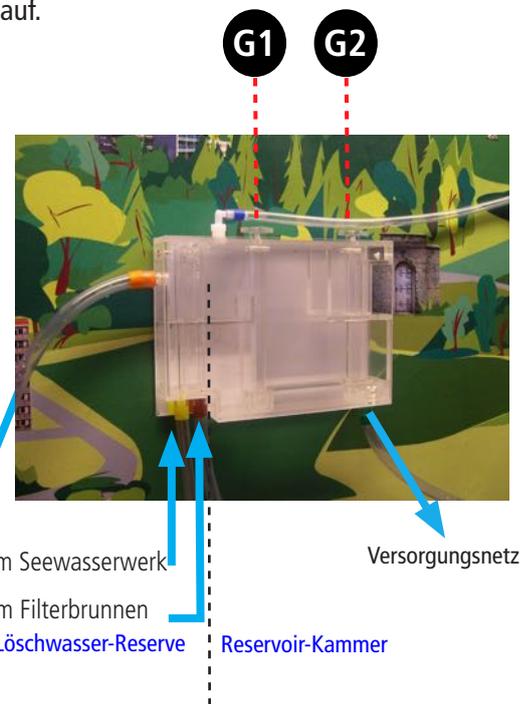


#### 2. Reservoir-Kammer füllen

Ist die Löschwasser-Reserve aufgefüllt, läuft das Wasser bei nicht betätigten des Grundablass **G1** (=Schieber) in die eigentliche Reservoir-Kammer über. Der in Flussrichtung zeigende „grüne“ Pfeil weist auf eine geöffnete Stellung des Grundablass **G1** hin.

#### 3. G2 öffnen (zum Versorgungsnetz)

Um die Gemeinde/Stadt mit frischem Trinkwasser zu versorgen, muss Grundablass **G2** geöffnet werden. Das Wasser fließt ohne zusätzlichen Energieeinsatz zum Verbraucher.



#### 4. Überfüllung nicht möglich

Aus Sicherheitsgründen verfügt das Reservoir an der linken Aussenwand einen Notüberlauf. Das Reservoir kann nicht überflutet werden! Der angeschlossene Schlauch leitet das Wasser ab. In der Praxis erfolgt die Ableitung in einen nahegelegenen Bach.



Die Dimensionierung des Reservoirs ist so ausgelegt, dass ein maximaler Tagesverbrauch - mit Verbrauchsspitzen am Mittag und am Abend - abgedeckt werden kann. Der ständige Wasseraustausch gewährleistet, dass keine langen Verweilzeiten im Reservoir entstehen.

## 4.4 Wasserverteilung

Nach der Aufbereitung und Speicherung erfolgt die Verteilung des Trinkwassers an die Verbraucher, die Wasser jederzeit, in ausreichender Menge und mit genügend Druck konsumieren können. Zum Rohrleitungsnetz gehören der Hydrant und der Absperrhahn, auch Schieber genannt.

### Wasserspiegel im Reservoir

= Prinzip der kommunizierenden Röhren:  
Das Reservoir liegt so hoch, daß das Wasser dem natürlichen Gefälle folgend alle Konsumenten mit **ausreichendem Druck** versorgt werden. Das Rohrleitungsnetz ist immer mit Wasser gefüllt.



### Der Hydrant

ermöglicht den schnellen Bezug grösserer Wassermengen aus dem Trinkwassernetz.

### Der Absperrhahn

dient dazu die Wasserzufuhr zum Verbraucher abzusperren oder Leitungsabschnitte bei Wartungsarbeiten/Leckagen abzusperren.

## Das Rohrleitungsnetz

Alle Elemente des Wasserversorgungssystems sind mit Leitungen von unterschiedlichen Durchmessern verbunden (siehe Kap. 3.2 g). Orte, an denen natürlicherweise kein Wasser vorhanden ist, können so mit Wasser beliefert werden.

Durch das erdverlegte Leitungsnetz werden Haushalte, Gewerbe und Industrie mit Trinkwasser versorgt - auch in Gebieten, wo natürlicherweise kein Wasser vorhanden ist. Der Rohrdurchmesser richtet sich nach dem erforderlichen Durchfluss des betreffenden Leitungsabschnitts: Grosse Versorgungsleitungen bringen das Wasser zum Verteilgebiet, wo es ein Netz aus mittelgrossen Verteilleitungen und kleinkalibrigen Hausanschlussleitungen speist.



Die Länge des Rohrleitungsnetz in der Schweiz beträgt ca. 53.000 km. Die Leitungslänge entspricht 1 ¼ mal dem Erdumfang am Äquator!

Die Wasserleitungen sind das eigentliche Kapital der Wasserversorgungen: Bei durchschnittlichen Erstellungskosten von Fr. 600.- pro Laufmeter beträgt der Wert des Leitungsnetzes gut 30 Milliarden Franken!

Unterhalt und Erneuerung der Infrastruktur verursachen rund 80% der Kosten einer Wasserversorgung. Diese Fixkosten fallen unabhängig davon an, wieviel Wasser verkauft wird.

Um Korrosion in den Rohrleitungen zu entdecken, müssen diese regelmässig geprüft und ggf. erneuert werden. Derzeit werden im Schnitt jährlich 2% der Rohrleitungen ersetzt. Dies entspricht etwa 1000 km pro Jahr. Daraus folgt, dass rund alle 50 Jahre die Rohrleitungen komplett ersetzt werden.



Die Verlustrate im Rohrnetz durch Leckagen beträgt in der Schweiz ca. 10% des geförderten Trinkwassers.

## Der Hydrant

Hydranten werden im Rohrleitungsnetz alle 100-200 Metern eingebaut. Sie bieten den Stadtbetrieben oder der Feuerwehr bei einem Brandfall einen schnellen Zugang zu Wasser. Je nach Städtebautyp gibt es zwei Arten von Hydranten: oberirdische (sichtbar) oder unterirdische Hydranten.

### Die Handhabung des Hydranten:



#### 1. Geschlossener Hydrant

Der Hydrant ist vollständig links herum zugedreht. Das Wasser wird direkt zum Hochhaus weitergeleitet.



#### 2. Geöffneter Hydrant

Der Hydrant wird rechts herum aufgedreht. Ein Teil des Wassers strömt durch den Hydranten zum Feuerweherschlauch.



#### 3. Wasserentnahme am Hydranten

Nehmen Sie den Löschwasserschlauch zur Hand und richten diesen gegen den Brandherd (brennendes Haus) auf der Folie. Um den Druck zu erhöhen muss der Absperrhahnen geschlossen werden (Stellung quer zur Fließrichtung). Jetzt heisst es: „Wasser Marsch!“



## Der Absperrhahnen

Der Absperrhahn befindet sich in der Versorgungsleitung vor dem Hochhaus. Er verbindet die Liegenschaft mit dem Leitungsnetz.

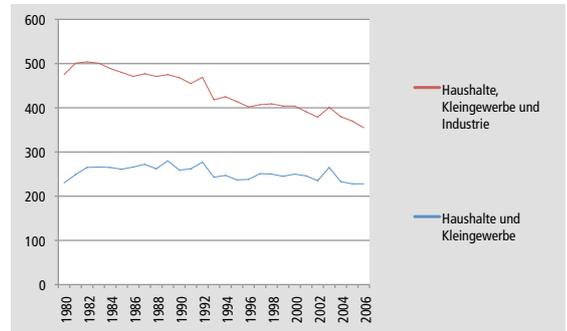


Im geöffneten Zustand zeigt der „Hebel“ in Fließrichtung der Rohrleitung. Er hat die Funktion eines Schiebers und kann z.B. bei Leckagen auf dem Leitungsabschnitt „Absperrhahnen - Hochhaus“ die Wasserzufuhr stoppen.



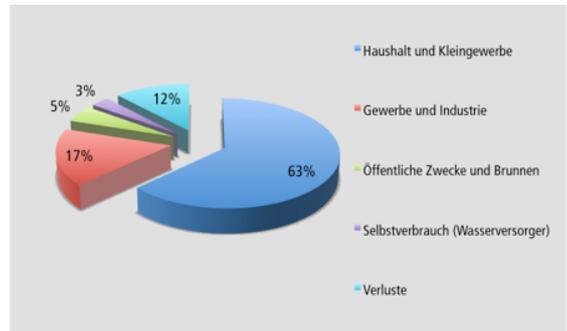
## 4.5 Wasserverbrauch

Der Trinkwasserverbrauch reduzierte sich in den letzten Jahren stetig. Rechnet man den gesamten Wasserverbrauch von **Haushalte, Gewerbe und Industrie** auf einen Einwohner in Liter pro Tag um (= Brutto-Wasserverbrauch), so wurden im Jahr 1980 noch **475 Liter** pro Einwohner und Tag verbraucht. Gegenwärtig (Stand: 2006) hat sich dieser auf **355 Liter** reduziert. Ausschlaggebend waren vorwiegend Anstrengungen in Kleingewerbe und Industrie durch Einsatz von verbrauchsärmeren und effizienteren Maschinen.



Trinkwasserverbrauch (brutto) seit 1980 umgerechnet in Liter/Einwohner/Tag.  
(Bundesamt für Statistik)

Wird nur der Wasserverbrauch von **Haushalte und Kleingewerbe** berücksichtigt, so ist der Verbrauch trotz wachsender Anzahl der Kleinhaushalte zwischen 1980 und 2006 von **256** auf **226 Liter** pro Einwohner und Tag gesunken, u.a. als Folge der wassersparenden WC-Spülungen, Duschbrausen, Waschmaschinen und Geschirrspüler sowie des Verhaltens einer zunehmend sensibilisierten Bevölkerung.



Trinkwasserverbrauch verschiedener Sektoren  
Liter/Einwohner/Tag.  
(Bundesamt für Umwelt)



Zum Gesamtwasserverbrauch muss exakterweise auch das privat geförderte Wasser aus Brunnenanlagen – beispielsweise private Anlagen der Industrie - mit einbezogen werden. Industriell geprägte Städte/Gemeinden sorgen mit überdurchschnittlichen Verbrauchsmengen dafür, dass in der Schweiz ein Anteil von etwa 70% des gesamten Wasserverbrauchs (Brauchwasser + Trinkwasser) durch die Industrie verbraucht wird.

Der Wasserverbrauch (Netto-Wasserverbrauch) in **Privathaushalten** hat sich zwischen 1980 und 1996 um **20 Liter** auf **162 Litern** pro Einwohner und Tag verringert. Von den 160 Litern werden etwa **60% für Körperpflege und Toilettenspülung** verbraucht. Letztere bietet Potential für geringeren Verbrauch: Mit **31%** ist die Toilettenspülung der grösste Verbraucher im Haushalt.



Einzelne Wasserverbraucher (= Nettoverbrauch) im Privathaushalt (SVGW)



„Hahnenwasser trinken ist beliebt wie nie zuvor. Eine repräsentative Umfrage zeigt, dass es in der Schweiz wieder verbreitet getrunken wird. In den vergangenen fünf Jahren hat der Kreis der Hahnenwasser-Trinker um 10% zugenommen. Heute trinken rund drei Viertel der Bevölkerung täglich Hahnenwasser. Im Vergleich mit Mineralwasser wird frisches Trinkwasser vom Hahnen sogar leicht besser eingestuft.“ (SVGW 2008)

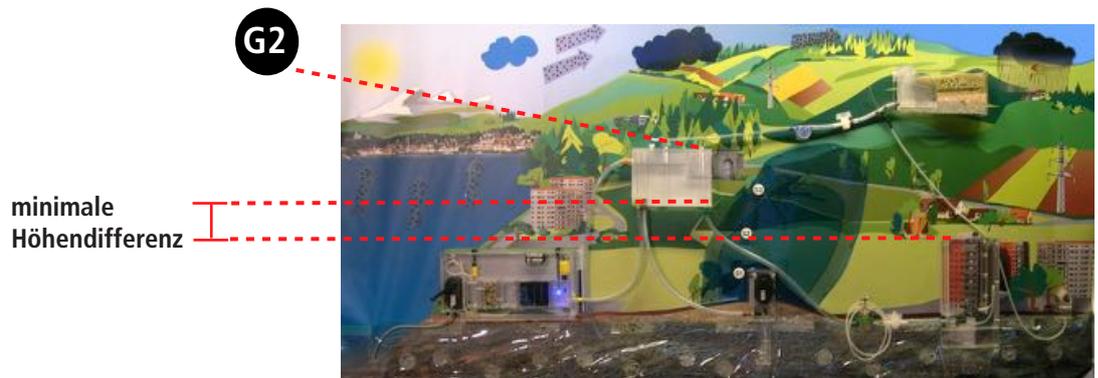
## 4.6 Verschiedene Druckstufen

**Die höher liegenden Wasserreservoirs erzeugen im Rohrleitungssystem pro 10 Meter Wassersäule einen Druck von 1 bar auf („Hydrostatischer Druck“).**

Bei einem 60 Meter höher liegenden Reservoir lastet beispielhaft ein Druck von 6 bar (= Leitungsdruck) an unserem Wasserhahn. Das Gewicht und der dazugehörige Druck der „darüberliegenden“ Wassermassen kommen zur Geltung. In der Regel sind die Hausinstallationen auf einen Maximaldruck von 10 bar (100 m Wassersäule) ausgelegt.



Wasserturm im Bruderholz (Basel)  
(www.svgw.ch)



Liegt der Druck höher als 10 bar, so müssen Druckreduzierer vor den Hausinstallationen eingebaut werden. In ebenen Gegenden muss der Druck im Rohrleitungsnetz mit Hilfe von Wassertürmen oder Pumpen künstlich erzeugt werden.



In Siedlungs- oder Stadtgebieten mit sehr unterschiedlichen Höhenlagen, müssen die Wasserversorger, mit mehreren Druckzonen arbeiten, wobei in der Regel jede Druckzone durch ein separates Reservoir gespeist wird.

### Darstellung des Druckabfalls im Hochhaus



#### 1. Hydrant schliessen

Hydrant muss geschlossen sein da sich sonst nur ein geringer Druck im Hochhaus aufbaut. (vollständig links herum zu drehen).

## 2.. Versorgung mit Wasser sicherstellen

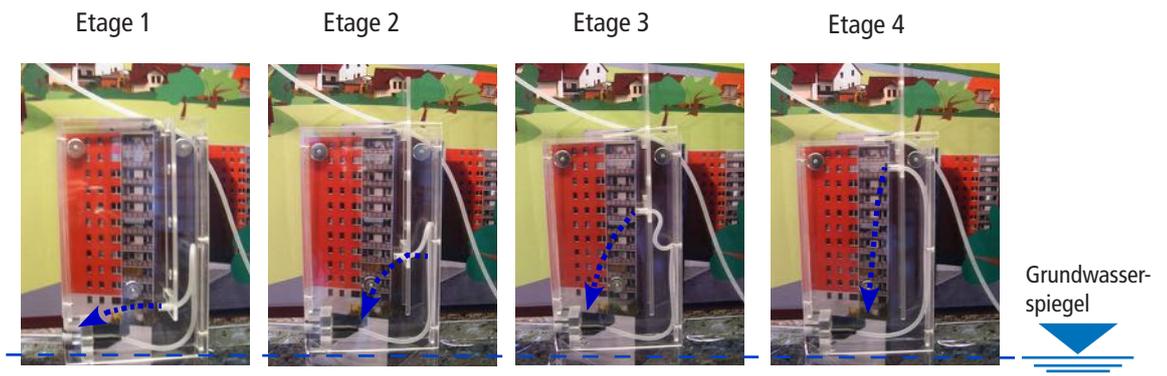
Grundablass bei Reservoir mit Hilfe S2 in Pfeilrichtung öffnen.

## 3. Absperrhahnen öffnen

Der Hahnen muss in Richtung der Wasserfließrichtung zeigen.

## 4. Wasserversorgung im Hochhaus

Das Hochhaus stellt einen Wasserverbraucher dar. Durch herausziehen des höhenverstellbaren Schiebers wird der daraus resultierenden Druckabfall auf 4 Etagen anschaulich gezeigt.



## 5. Druckabfall markieren

Mit einem wasserlösliche Filzstift die Druckkurven für jede Etage auf die Hausfront zeichnen. Die Linien können nach dem Experiment wieder abgewischt werden.

**Wichtig:** Wassernachschub aus dem Reservoir muss gewährleistet werden (= Trinkwasser fördern)!

## 4.7 Trinkwasserkraftwerk

Die Gewinnung von Energie aus Trinkwasser bietet sich bei ausreichendem Höhenunterschied zwischen Quelfassung und Reservoir an. So kann das Wassers auf seinem Weg ins Tal zusätzlich Energie erzeugen. Derzeitig sind in der Schweiz rund 100 Trinkwasserkraftwerke in Betrieb (Stand 2009).

Fallhöhe in Metern



Durch die Leitung läuft das Wasser im freien Gefälle in Richtung Reservoir. Der entstehende Druck kann energetisch durch eine Turbine genutzt werden. Je nach Turbinenart reicht für die Stromerzeugung bereits eine Höhendifferenz von 20 m zwischen Quelfassung und Reservoir.



Für die Stromproduktion ist die Höhendifferenz und die mittlere Wassermenge entscheidend.

Auch Höhenunterschiede von 1'000 Metern (= 100bar) sind möglich. In diesem Fall müssen alle Komponenten, insbesondere das Rohrleitungsmaterial, den enormen Belastungen standhalten können. Da Trinkwasser ein Lebensmittel ist, sind die Turbinen so gebaut, dass das Trinkwasser nicht mit Schmierstoffen wie Fetten und Ölen verschmutzt wird.



1. *Simulation des Niederschlags* - - - - -

Das Eingiessen erfolgt bei der Brunnenstube rechts (siehe 4.1 Trinkwassergewinnung/Quellwasserfassung).

2. *Ablauf Brunnenstube* - - - - -

Das gewonne Quellwasser fließt in Richtung Reservoir.

3. *Durchströmen des Trinkwasserkraftwerks* - - - - -

Das Wasser treibt die mit Schaufelrädern besetzte Turbine an und strömt weiter in das Reservoir.



Die Gewinnung von Energie aus Trinkwasserkraftanlagen lohnt sich vor allem dort, wo notwendige Sanierungsmassnahmen bevorstehen. Dank kompakter Bauweise können Trinkwasserkraftanlagen relativ kostengünstig in bereits bestehende Anlagen eingebaut werden.



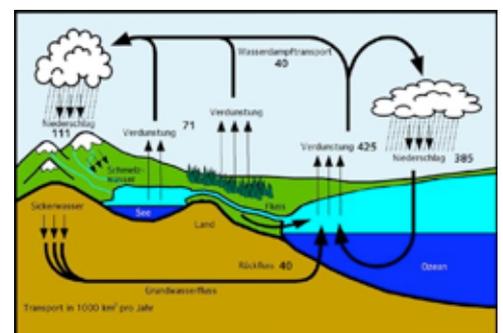
**Anmerkung:** Es empfiehlt sich, den Aufbau zunächst ohne das Trinkwasserkraftwerk vorzunehmen. Erst bei der Thematisierung der Produktion von Energie aus Trinkwasserkraftwerken erfolgt der Einbau. Dem Koffer liegt ein Spezialschlauch mit eingebauter Turbine bei, um die Brunnenstube mit dem Reservoir zu verbinden.

## 4.8 Der Wasserkreislauf

**Das Wasser ist global und regional in einem ständigen Kreislauf in Bewegung. Es kann daher nicht verloren gehen!**

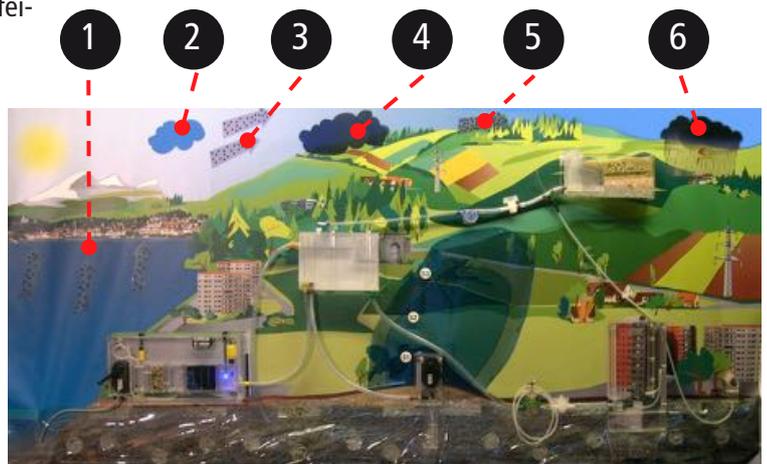
Der Wasseraustausch vollzieht sich vorwiegend zwischen Meer und Festland. Das Wasser nimmt dabei unterschiedliche Zustandsformen ein: flüssig (Bach, Fluss, Meer, Regen), fest (Eis) und gasförmig (Wasserdampf). Stoffe aus der Umwelt gelangen so in das Wasser und können über weite Distanzen transportiert werden.

Durch die Sonnenenergie erwärmt sich das Wasser auf der Erdoberfläche. Sie ist auch der „Antriebsmotor“ des Wasserkreislaufs. Zur Veranschaulichung des Systems liegen dem Koffer drei farblich abgestufte Pfeile und Wolken bei.



Darstellung der Verdunstung mit Pfeilen und Wolken gemäss Bild

1. 3 x helle Pfeile (See)
2. 1 x hellblaue Wolke
3. 2 x blaue Pfeile
4. 1 x blaue Wolke
5. 1 x grauer Pfeil
6. 1 x Regenwolke



Ist die Wasseraufnahmekapazität der Luft (Wolken) erreicht, kommt es zum Abregnen. Ein Teil des niedergehenden Regens fliesst sofort oberirdisch ab oder versickert ins Grundwasser (siehe Kap. die natürliche Reinigungsleistung des Bodens). Letztlich gelangt das Wasser über Bäche und Flüsse ins Meer. Damit schliesst sich der Kreislauf.



Luft kann eine begrenzte Menge Wasserdampf aufnehmen. Ist die maximale Menge erreicht (= gesättigt), kommt es zum Niederschlag (Kondensation). Warme Luft kann wesentlich mehr Wasserdampf aufnehmen als kühle Luft.



Die Schweiz verdankt ihre Bezeichnung als „Wasserschloss“ dem Umstand, dass relativ hohe Niederschläge einer relativ geringen Verdunstung gegenüberstehen. Im Durchschnitt verdunsten hierzulande 40% des Niederschlags. 30% davon fließen oberirdisch ab und die restlichen 30% versickern im Boden.

**„Von 100 Regentropfen versickern etwa 30 Tropfen im Boden!“**

Nationale Unterschiede zeigen, dass im Mittelland und Jura rund 50% des Niederschlags verdunsten. In den Alpen hingegen fließen bis zu 90% der Niederschläge ab.

## 4.9 Reinigungsleistung des Bodens

**Etwa 30% des Niederschlags versickern im Boden. Die Humusschicht und die darunter liegenden Kiesschichten reinigen das Wasser auf 3 Arten:**

- **biologisch:** Abbau organischer Inhaltsstoffe durch Mikroorganismen.
- **physikalisch:** Filtration (Rückhalt) von Partikeln in den Sand- und Kiesschichten.

- **chemisch-physikalisch:** Reaktion mit Bodenmineralien und Einstellung chemischer Gleichgewichte.

Je nach Bodenaufbau kann das Wasser bereits in einer Tiefe von 6-7 Metern keimfrei sein.

## 4.10 Schutzzonen

In der Schweiz werden rund 80% des Trinkwasserbedarfs aus Grundwasser (inkl. Quellen) gewonnen. Damit stellt das Grundwasser die wichtigste Ressource zur Trinkwassergewinnung dar. Der langfristigen Sicherung des Grundwassers und dem Ansatz

### „schützen vor aufbereiten“

muss deshalb oberste Priorität eingeräumt werden.

Zum Schutz von Trinkwasserfassungen, die im öffentlichen Interesse liegen, scheiden die Kantone Grundwasserschutzzonen aus. Diese umschliessen die Fassungen wie „Zwiebelschalen“, wobei von aussen nach innen immer strengere Schutzvorschriften gelten:

#### Schutzzone S3

Sie wirkt um die Zone S2 als **Puffersystem**. Man spricht auch von der „**Weiteren Schutzzone**“. Sie soll sicherstellen, dass bei einem Unfall genügend Zeit und Platz für Rettungsmassnahmen bleibt. Darum sind in der S3 Betriebe verboten, bei denen ein Gefährdungspotential für das Grundwasser besteht (z.B. Deponien, Tankstellen, Kiesabbauwerke, etc.).

#### Schutzzone S2

Die sogenannte „**Engere Schutzzone**“ wird in Lockergesteins-Grundwasserleitern so dimensioniert, dass ein Wasserteilchen von ihrer Aussengrenze bis zur Fassung mindestens 10 Tage unterwegs ist. Krankheitserreger werden so im Grundwasserleiter zurückgehalten. Hier ist es verboten Strassen, Häuser, Sportanlagen oder andere Anlagen zu bauen. Pestizide (Pflanzenschutzmittel wie Insektizide oder Fungizide) sind nicht explizit verboten, sollten aber wenn möglich stark eingeschränkt werden.

#### Schutzzone S1

Die engste Zone S1, also unmittelbar beim „**Fassungsbereich**“ der Wasserentnahme, schützt die Brunnenanlage vor Beschädigungen und Verschmutzungen des Trinkwassers (mindestens 10 m um die Fassung und um die Fassungstränge). Hier sind nur bauliche Eingriffe und Tätigkeiten erlaubt, die für die Trinkwasserversorgung nötig sind. Die S1 ist deshalb in der Regel eingezäunt und meist in Besitz des Versorgers.

Mit Hilfe von Färbversuchen kann das Fliessverhalten des Grundwassers und damit die Dimensionierung der Schutzzonen ermittelt werden (10 Tage-Linie). Das Fliessverhalten variiert je nach geologischen Untergrund. Hinweis: In Karstgebieten gelten aufgrund des Fliessverhaltens andere Kriterien für die Ausscheidung der Schutzzonen.

Broschüre Grundwasser : www.bafu.admin.ch/publikationen  
Grundwasser konsequent schützen: www.bafu.ch/publikationen  
Management des Grundwassers in der Schweiz: www.bafu.ch/publikationen

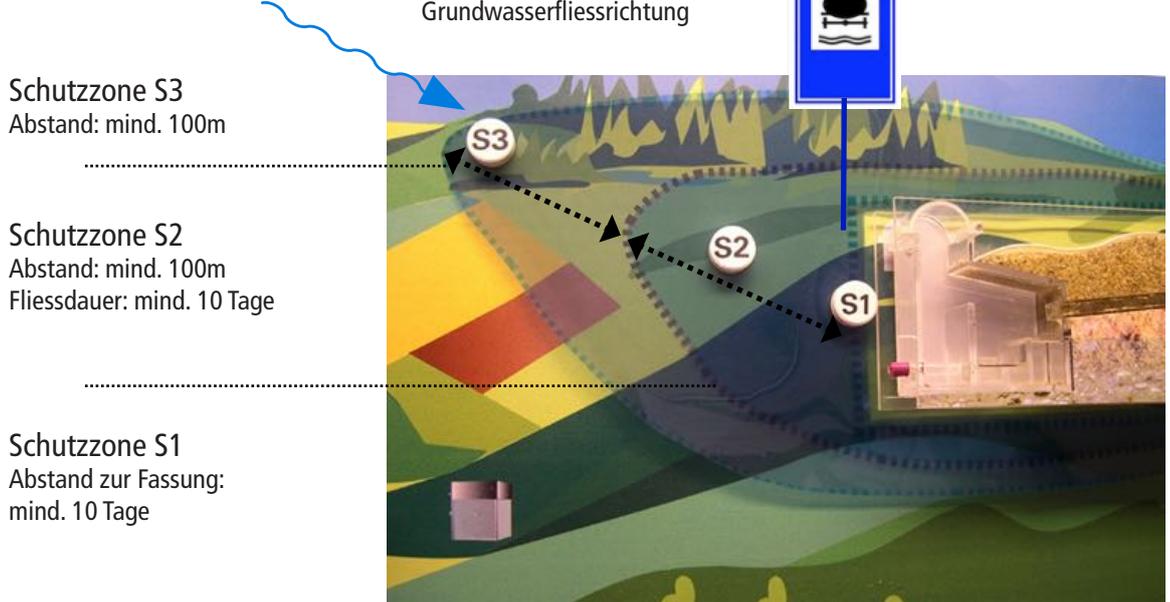


## Grundwasserfassung



Zur Darstellung der Grundwasserschutzzonen verwenden Sie die „**Schutzzonefolien**“ und befestigen diese auf die Hintergrundfolie wie in den Abbildungen dargestellt. Fazit: Die korrekt abgestuften Nutzungsbeschränkungen in den Schutzzone verhindern die Gefährdung der Grundwasservorkommen durch Siedlung, Industrie, Landwirtschaft.

## Quellwasserfassung



## 4.11 Bauen im Grundwasser

**Bei der Planung von Baumassnahmen muss dem Schutz des Grundwassers Rechnung getragen werden. Grundwasserschutz hat generell Priorität!**

Knappes Bauland sorgt in der Schweiz dazu, dass vermehrt Bauaktivitäten im Grundwasserbereich stattfinden. Dabei können Fundamente das Durchflussvermögen und damit den Wasserhaushalt im Untergrund nachhaltig verändern. Bauen im Grundwasser birgt nicht nur Risiken für Gebäude (z.B. Wasserdichtigkeit) sondern auch für das Grundwasser selbst bezüglich Menge und Qualität.

Während der Bauarbeiten ist es, als ob es „mit offenem Bauch“ schutzlos daliegen würde. Eingriffe unter dem mittleren Grundwasserspiegel (blau) sind nur ausnahmsweise erlaubt.

Der Gesetzgeber beschränkt Bauten unterhalb des **mittleren Grundwasserspiegels** mit sehr strengen Bauauflagen.



Deckschicht.....  
Flussschotter.....  
Mittlerer Grundwasserspiegel.....  
Flussschotter.....  
Fels.....

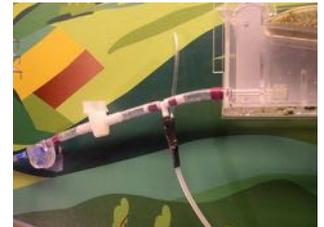


## 4.12 Notwasserversorgung

Zur Sicherung der **Trinkwasserversorgung in Notlagen** (VTN; in Kraft seit 1.1.1992) sind Gemeinden dazu verpflichtet eine Notwasserversorgung zu planen und der Bevölkerung bereitzustellen. Notlagen können sich durch Naturereignisse, Störfälle sowie kriegerische Handlungen und Sabotagefällen ergeben.

### Installation der Notwasserversorgung

Der Abschnitt zwischen Trinkwasserkraftwerk und Quellwasserfassung muss mit dem beiliegenden Schlauch ausgetauscht werden.



Der Anschluss befindet sich am Boden des Brunnens. Stülpen sie den Schlauch über. Luftblasen können für eine nicht einwandfreie Versorgung des Brunnens sorgen. Versuchen Sie diese durch „drücken“ des Schlauches zu entfernen.



## 5. Anhang

### 5.1 Schulmaterialien

Verweis auf Florian Traber „Kreislauf der Wasserwirtschaft“

Ordner mit allen Thematiken rund ums Wasser. Kopiervorlagen und Lösungen. DVD etc.

Kreislauf der Wasserversorgung. Verlag der Zürcher Kantonalen Mittelstufenkonferenz, Winterthur.

Verweis auf Das Materialpaket „EXPERTIKUS Wasser 3/4“

Mit 2 Poster (60 x 42 cm) und identische Farbfolien; 2 Mappen mit jeweils 6 (Wasser) laminierten Experimentierkarten in vierfarbiger Ausführung; 2 Themenhandbücher mit Kommentaren; Kopiervorlagen und Lösungen zu den Experimenten; 1 Allgemeines Handbuch mit ausführlichen Erläuterungen zum Konzept und Materialeinsatz.

Finken Verlag GmbH: Zu beziehen unter <http://www.finken.de> (zugehörigen Link finden Sie auch auf unserer Homepage).

### 5.2 Wichtige Begriffe

#### Adsorption

Anlagerung von Stoffen an der Oberfläche fester Körper (z.B. Aktivkohle) durch molekulare Bindungskräfte.

#### Aktivkohle

Herstellung aus Torf, Holz, Braunkohle, Steinkohle und Nussschalen. Die Aktivkohle besitzt eine enorm hohe Oberfläche die gelöste Stoffe aufnimmt, die sich biologisch sehr schwer oder gar nicht abbauen lassen.

#### Aquifer

Grundwasserleiter, grundwasserführende Schicht. Man unterscheidet unter anderem Poren-, Karst- und Kluffgrundwasserleiter.

#### Bodenpassage

Wegstrecke und Zeitraum in dem sich das Wasser in den Hohlräumen des Erdreiches (und den Bodenschichten) bewegt.

#### Brauchwasser

Dient gewerblichen, industriellen, landwirtschaftlichen oder ähnlichen Zwecken. Dieses Wasser muss nicht der Lebensmittelverordnung entsprechen.

#### Desinfektion

Ist eine Maßnahme, die durch Abtötung, Inaktivierung bzw. Entfernung von Mikroorganismen (Bakterien, Viren, Pilze, Protozoen) eine starke Reduzierung der Keimzahl erreicht, damit von dem desinfizierten Material keine Infektion mehr ausgehen kann.

#### Grundwasser

Grundwasser ist das Wasser, das sämtliche Hohlräume im Erdreich oder Felsklüfte einnimmt. Dabei bewegt sich Grundwasser aufgrund der Schwerkraft und der Neigung der wasserführenden Schichten.

### **Grundwasserneubildung**

Durch Versickern von Niederschlägen neu entstehendes Grundwasser.



### **Grundwasserspiegel**

Oberfläche eines Grundwasservorkommens. Darüber befindet sich die ungesättigte Zone.

### **Horizontalfilterbrunnen**

Brunnen zur Förderung des Grundwassers mit mehreren horizontal liegenden Filterrohren.

### **Hydrostatischer Druck**

Bei zunehmender Wassersäule resp. Wassertiefe steigt der hydrostatische Druck - Gewichtsdruck einer Flüssigkeit - an.

### **Infiltration**

Vorgang, bei welchem Niederschlags-, Fluss- oder Seewasser durch den Boden in den Grundwasserleiter eindringt.

### **Inkrustation**

Ablagerungen von ausfällenden natürlichen Mineralien im Rohrleitungsnetz (vorwiegend Calcium, Magnesium, Eisen und Mangan).

### **Ionenaustauscher**

Beim Ionenaustauscher werden die im Wasser vorhandenen Härtebildner Calcium-(Ionen) und Magnesium-(Ionen) durch sog. Austauscher-Ionen (in der Regel mit Natriumchlorid (NaCl) ausgetauscht. Dafür werden Natriumionen in gleicher Menge ins Wasser abgegeben.

### **Karstgrundwasserleiter**

In relativ gut wasserlöslichen Gesteinen wie Kalk, Gips oder Dolomit, formt das Wasser unterirdische Hohlräume, welches dazu führt, dass das Wasser mit grosser Geschwindigkeit in unterirdischen Wasserläufen abfliessen kann. (Bezug zur Schutzzonenausweisung in Karstgebieten: Reinigungsleistung findet reduzierter oder sogar gar nicht statt. S1 Die 10-Tage Linie reicht hierfür nicht aus

### **Korrosion**

Beschädigung der Wasserleitung durch chemische und elektrochemische Reaktionen des Metalles mit dem umgebenden Boden oder mit aggressivem Wasser.

### **Membranfilter**

Künstlich hergestellte Membranen (lat. Membrana = Häutchen), die Flüssigkeiten mit unterschiedlicher Zusammensetzung rein physikalisch voneinander trennen können. Je nach Bedarf kann das Wasser durch Mikro-, Ultra-, Nanofiltration und Umkehrosiose (unterschiedliche Teilchengrösse) gereinigt werden.

### **pH-Wert**

Der pH-Wert gibt Auskunft über die Eigenschaften des Trinkwassers. Für die Trinkwasserversorger ist er ein wichtiges Kriterium, da ein zu niedriger pH-Wert sich aggressiv auf Rohrleitungssysteme auswirken kann. Korrosionen können die Folgen sein. Hingegen ein zu hoher pH-Wert zu Kalkabscheidungen führt und beispielsweise Hausinstallationen zusetzt.

### **Rohwasser**

Unbehandeltes Wasser, welches unmittelbar aus einem Gewässer oder Brunnen (Grundwasser) gewonnen wird. Je nach Herkunft kann Rohwasser Trinkwasserqualität haben oder auch stark verunreinigt sein, so dass Aufbereitungsschritte notwendig sind.

### **Schutzzonen**

Schutzzonen sollen den gesamten Bereich einer Trinkwassergewinnung oder einer Quelle umfassen. Das Schutzzonengebiet schützt das Grundwasser nach gesetzlichen Vorgaben.

### **Trinkwasser**

Trinkwasser ist ein Wasser welches nachweislich frei sein von jeglichen Krankheitserregern und darf nur unbedenkliche Werte von bestimmten chemischen Substanzen sein muss. Zudem muss es farb- und geruchlos sein sowie einen guten Geschmack vorweisen.

### **Versiegelung**

Bodenverdichtung oder Verschliessung des Bodens durch Überbauung mit Gebäuden, Strasse, etc. Dies bewirkt dass der Niederschlag nicht mehr in den Boden infiltrieren und nicht mehr zur Grundwasserneubildungsrate beitragen kann.

### **Wasserhärte**

Mit Wasserhärte wird vereinfacht die Konzentration der im Wasser gelösten Erdalkalimetalle bezeichnet, namentlich Calcium- und Magnesiumionen. Sie können unlösliche Verbindungen bilden, allen voran Kalk und sogenannte Kalkseifen.

Weiches Wasser ist günstiger für alle Anwendungen, bei denen das Wasser erhitzt wird, zum Waschen, zum Giessen von Zimmerpflanzen etc. Nachteilig sind jedoch die starke Schaumbildung bei Waschmitteln und die schlechte Entfernbarkeit von Seife z.B. beim Händewaschen. Weiches Wasser steht in Kristallin-Regionen mit Granit, Gneis, Basalt und Schiefer-Gesteinen zur Verfügung. Auch Regenwasser ist weich. Hartes Wasser führt zu Verkalkung von Haushaltsgeräten, erhöht den Verbrauch von Spül- und Waschmitteln, beeinträchtigt oder fördert, je nach Mass der Härte, den Geschmack und das Aussehen empfindlicher Speisen und Getränke (z.B. Tee). Hartes Wasser kommt aus Regionen, in denen Sand- und Kalkgesteine vorherrschen.

Auf [www.ecovia.ch](http://www.ecovia.ch) finden Sie aktuelle Infos zum Demo-Koffer Wasserversorgung. Sie haben zudem die Möglichkeit, uns Anregungen oder auftretende Probleme mitzuteilen.

## 5.3 Fragen und Antworten

### Folie

Frage: „Die Folie weist im gefüllten Zustand Falten auf?“

- Vergewissern Sie sich, dass die Folie mit Hilfe der Ösen in den unteren Ecken seitlich abgespannt ist.

### Modelle

#### Seewasserwerk/Wasseraufbereitung

Frage: „Das Seewasser wird in der Aufbereitung nicht mehr gereinigt, Färbung bleibt erhalten?“

- Die Aktivkohle ist erschöpft sein. Das Experiment - Aufnahme von Wasserinhaltsstoffe (Farbstoff) kann nicht mehr durchgeführt werden. Der Austausch der Aktivkohle wird durch *ecovia* durchgeführt.

#### Trinkwasserkraftwerk

Frage: „Das Trinkwasserkraftwerk dreht sich nicht?“

- Vergewissern Sie sich, dass das Trinkwasserkraftwerk richtig eingebaut wurde (siehe Farbvariation).
- Luftblasen, können durch leichtes klopfen entfernt werden.
- Das Trinkwasserkraftwerk sollte horizontal eingebaut werden. Die Luftbläschen können dann besser abgeführt werden.

#### Notwasserbrunnen

Weitere Fragen und Antworten sowie Aktuelles zum Demo-Koffer Wasserversorgung finden Sie auf [www.ecovia.ch](http://www.ecovia.ch).

## 5.4 Weiterführende Informationen

Zusätzlich finden Sie auf der Website zum Demo-Koffer Wasserversorgung unter der Rubrik: FAQ, häufig gestellte Fragen. Hier finden Sie auch beim Einsatz des Demo-Koffers Wasserversorgung Lösungen zu bekannten Problemen.

### Ausserdem erhältlich bei ecovia: Demo-Koffer Grundwasser - Geheimnisse der Tiefe

Der Demo-Koffer richtet sich vor allem an Lehrpersonen, welche das Thema Grundwasser in ihrem Unterricht behandeln. Das Herzstück ist ein Modell, welches die abstrakten Vorgänge in der Tiefe auf faszinierende Art und Weise anschaulich und verständlich macht!



Infiltration aus einem verunreinigten Fluss ins Grundwasser.



Das handliche Tischmodell samt Zubehör und Verpackung kann man ausleihen oder auch kaufen. Weitere Infos unter [www.ecovia.ch](http://www.ecovia.ch)

**Zum Weiterlesen und zur Vertiefung einzelner Thematiken wird empfohlen:**

### **Wasserversorgung/Wasserwirtschaft**

Literatur      TRABER, F. (2005): Kreislauf der Wasserversorgung. Verlag der Zürcher Kantonalen Mittelstufenkonferenz, Winterthur.

Links            BAFU: Bundesamt für Umwelt  
<http://bafu.ch>

Wasserversorgung 2025 – Vorprojekt  
<http://www.bafu.admin.ch/wassernutzung>

Eintauchen in die Wasserwirtschaft. Ergründen Sie die spannende Welt der Schweizer Wasserwirtschaft.  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation>

Das BAFU-Wasserspiel zum runterladen  
<http://www.mehr-als-ein-spiel.ch/>

SVGW: Schweizerischer Verein des Gas und Wasserfaches  
<http://www.trinkwasser.ch>

EAWAG: Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser  
[http://www.eawag.ch/forschung/urbane\\_wassersysteme/organisation/abteilungen/wut/index](http://www.eawag.ch/forschung/urbane_wassersysteme/organisation/abteilungen/wut/index)

### **Grundwasser und Grundwasserschutz**

„Broschüre Grundwasser“  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen>

„Das Grundwasser konsequent schützen“  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen>

„Management des Grundwassers in der Schweiz“  
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen>

### **Globale Wassersituation**

UNESCO  
<http://www.unesco.de>