

Alles Wasser

Arbeitsbehelf zum Schulfilm „Trinkwasser“

Ausgewählte Materialien für den Unterricht zum Thema »Wasser in Vorarlberg«

Das Gesamtangebot aller Informationen besteht derzeit aus

- der Broschüre bzw. dem PDF »WasserZahlen« – spannende Infos und toll aufbereitete Grafiken zum Thema Wasser in Vorarlberg.
- dem Exkursionsprogramm »Lebensraum Fluss« – begleitete Besichtigungen mit erlebnispädagogischem Programm zu Fließgewässern in ganz Vorarlberg. Für Schulklassen von der Volksschule bis zum Gymnasium.
Infos unter: <http://www.vorarlberg.at/wasserwirtschaft/lebensraumfluss/>
- der Filmreihe »Alles Wasser« mit den Filmen
 - Abwasser
 - Revitalisierung von Fließgewässern
 - Trinkwasser
 - Hochwasserschutz
 - Wasserkreislauf
 - Der Bodensee

Eigens erstellt für SchülerInnen der vierten bis achten Schulstufe. Allen Schulen wurde je eine DVD pro Film zugeschickt. Alle Filme liegen auch bei der Schulmedienstelle des Landes auf bzw. sind unter wasserwirtschaft@vorarlberg.at bestellbar.

- Arbeitsblätter zu allen fünf Filmen: Vertiefende Hintergrundinformationen zu den Schauplätzen der Filme.
- Lehrmittelliste Wasser – eine ausgewählte Übersicht interessanter Unterrichtsmaterialien zu den Themen Fließgewässer, Trinkwasser, Abwasser, Wasserkraft und Hochwasser

Alle diese Informationen wurden von der Abteilung Wasserwirtschaft im Amt der Vorarlberger Landesregierung mit PädagogInnen und FachexpertInnen für Schulen in Vorarlberg gemeinsam entwickelt.

Weitere Informationen

Abteilung Wasserwirtschaft der Vorarlberger Landesregierung
Josef-Huter-Straße 35, A-6901 Bregenz
Telefon +43 (0) 5574 / 511-27405
www.vorarlberg.at, wasserwirtschaft@vorarlberg.at

Arbeitsbehelf zum Schulfilm „Trinkwasser“

Dieses PDF enthält Hintergrundinfos
zu den Schauplätzen des Films
»Alles Wasser – Teil 2 Trinkwasser«.
Hier finden Sie vertiefende Daten und Fakten
für die Arbeit in der Schulklasse rund um das
Thema Trinkwasser in Vorarlberg!

Wasserversorgung

Warum gibt es Wasserschutzgebiete?

Trinkwasser ist ein Lebensmittel und muss daher:

- appetitlich, d.h. geschmacklich, geruchlich und dem Aussehen nach einwandfrei sein
- in dem Ausmaß frei von Mikroorganismen und Stoffen sein, dass eine potenzielle Gefährdung der menschlichen Gesundheit nicht gegeben ist
- frei von Keimen fäkaler Herkunft sein, da mit diesen auch vom Körper ausgeschiedene Krankheitserreger in das Wasser gelangen können; hierbei ist insbesondere auch der Gesundheitszustand von geschwächten und kranken Menschen zu beachten
- bei Wasserentnahme an einem geeigneten Standort hinsichtlich Verunreinigung und seiner Ergiebigkeit so geschützt werden, dass jede Beeinträchtigung vermieden wird. Notwendige Schutzmaßnahmen werden durch angeordnete regelmäßige Kontrolluntersuchungen ergänzt.

Das Ziel von Schutzgebieten ist die Erhaltung des natürlichen Wasserdargebotes und der natürlichen Wasserbeschaffenheit von Quellen und Brunnen. Schutzgebiete sollen sicherstellen, dass das geförderte Trinkwasser chemisch oder mikrobiell nicht beeinträchtigt wird. Sie sind als besondere Vorkehrungen gegen mögliche Gefährdungen, menschliches Versagen und technische Gebrechen zu verstehen.

Welche Eigenschaften muss ein Wasserschutzgebiet haben?

Schutzgebiete sollten im Idealfall frei von Verbauungen, Verkehrswegen und intensiver Landwirtschaft sein. Optimal sind extensiv genutzte Wiesen- und Waldflächen.

Auf welche Art schützt man diese Gebiete?

Mit hydrogeologischen Untersuchungen wird die Zuströmrichtung zu einer Quelle oder einem Brunnen ermittelt sowie die Größe des Einzugsgebietes aus dem das Wasser stammt. Das Einzugsgebiet wird in verschiedene Schutzzonen unterteilt. In einem weiteren Schritt sind die bestehenden Gefährdungspotenziale und Nutzungen zu erheben und alle Unterlagen gesamthaft als Projekt zusammenzufassen. Das Projekt wird vom Wasserversorger bei der Bezirkshauptmannschaft eingereicht. Auf Grundlage von Sachverständigengutachten werden die notwendigen Ver- und Gebote individuell für jedes Gebiet durch einen Bescheid festgelegt.

Ein Schutzgebiet kann aus folgenden Zonen bestehen:

Schutzzone 1:

Hier wird der unmittelbare Fassungsbereich von Brunnen und Quellen geschützt. In der Regel geschieht dies durch Einzäunung.

Der Schutz der unmittelbaren Umgebung der Fassungsanlage vor jeder Art von Verunreinigung und sonstigen Beeinträchtigungen ist besonders wichtig, da in diesem Bereich infolge der kurzen Fließstrecke und der kurzen Verweildauer der Verunreinigung in Boden und Grundwasser weder eine ausreichende natürliche Reinigungswirkung im Verlauf des Schadstofftransportes angenommen werden kann, noch zeitgerecht wirksame Gegenmaßnahmen ergriffen werden können.

Schutzzone 2

Dieses Zustromgebiet soll vor allem den Eintrag von Krankheitserregern verhindern. Der Eintrag von Gülle oder Abwasser in diesem Bereich wäre fatal. Die Zone 2 ist so groß, dass das Grundwasser von ihrer Außengrenze 60 Tage lang im Untergrund bis zum Brunnen oder der Quelle unterwegs ist. In dieser Zeit wird das Wasser von Keimen ausreichend gereinigt.

Flächennutzungen, Anlagen oder Maßnahmen, die aufgrund der örtlichen Verhältnisse zu quantitativen bzw. besonders im Hinblick auf mikrobielle Verunreinigungen zu qualitativen Beeinträchtigungen der Beschaffenheit des erschlossenen Wassers führen können, sind einzuschränken oder ganz zu verbieten.

Schutzzone 3

Sie bietet Schutz vor schwer abbaubaren Verunreinigungen etwa durch Chemikalien bei Tankwagenunfällen oder Bränden. Im Notfall garantiert sie ausreichend Reaktionszeit, um die betroffenen Brunnen oder Quellen vom Wassernetz zu nehmen. In Zone III sind verschiedene Gebote und Vorschriften sinnvoll, wie z.B. die wasserrechtliche Bewilligungspflicht bestimmter Bauvorhaben.

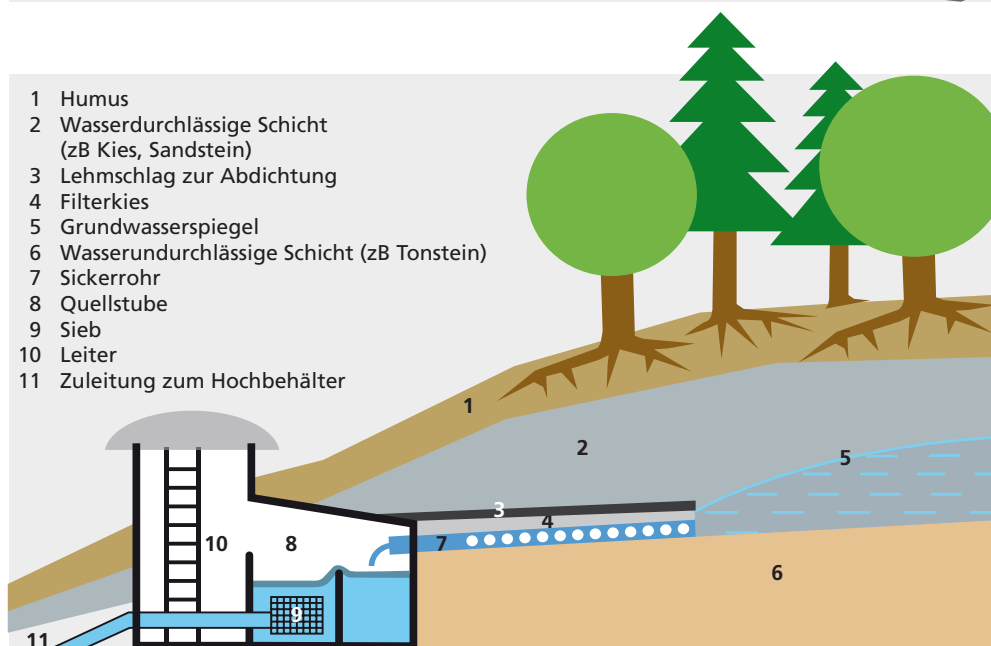
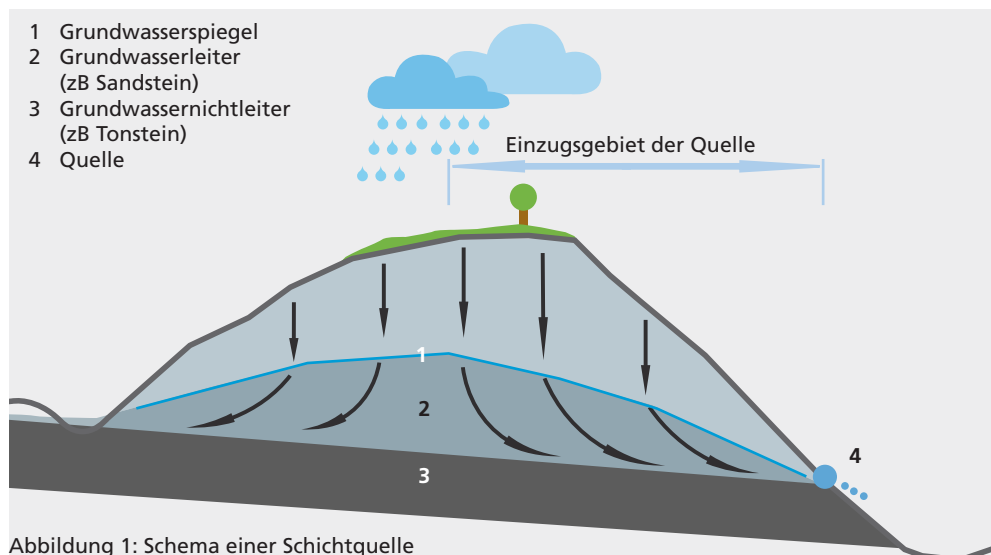
Verfügen in Vorarlberg alle Quellen und Brunnen über ein Wasserschutzgebiet?

Derzeit verfügen nur rund 12 % der öffentlich genutzten Quellen und 69 % der öffentlich genutzten Brunnen über entsprechende Schutzgebiete, also zumindest über eine Schutzzone 1 und eine Schutzzone 2. Insbesondere bei den Quellen besteht daher noch verstärkter Handlungsbedarf. Durch die mit einem Wasserschutzgebiet verbundenen Nutzungseinschränkungen (z.B. Verbot der Gülleausbringung) kann es mit den Grundbesitzern zu Nutzungskonflikten kommen. Schutzgebietsverfahren sind daher in vielen Fällen von unterschiedlichen Nutzungsinteressen und einer langen Verfahrensdauer geprägt.

Quellen

**Wo kommt das Wasser einer Quelle her?
Wie entsteht eine Quelle? Warum kommt das Wasser an dieser Stelle heraus?**

Eine Quelle ist ein Ort, an dem unterirdisch fließendes Wasser (z.B. Grundwasser, Kluftwasser) auf natürliche Weise an der Erdoberfläche austritt. Eine häufige Form ist die Schichtquelle, sie tritt zwischen zwei Schichten von Gesteinen aus. Eine Schichtquelle entsteht, wenn das in einer wasser-durchlässigen Schicht (z. B. Sand) talwärts fließende Wasser auf eine relativ wasserundurchlässige Schicht (z. B. Ton, Lehm oder Fels) trifft und durch diesen Stau im Bereich der Schichtgrenze an der Geländeoberfläche austritt.



Wie viel Wasser gewinnt man aus Quellen und Brunnen?

In Vorarlberg werden rund 30 % des Trinkwasserbedarfes aus Quellen und 70 % aus Grundwasserbrunnen gedeckt. Das sind umgerechnet durchschnittlich 540 Liter/Sekunde aus Quellen und 1265 Liter/Sekunde aus Brunnen.

Wie kann man mit Quellwasser Strom erzeugen?

Quellen liegen oft in höheren Lagen, deshalb muss das Quellwasser über lange Leitungen in die tiefer gelegenen Speicherbehälter (sogenannte Hochbehälter) transportiert werden. Der Höhenunterschied zwischen der Quelle und dem Behälter kann mehrere hundert Meter betragen, das Quellwasser schießt dann mit hohem Druck in die Behälter. Diesen Druck kann man auch zum Antrieb einer Turbine und damit zur Stromerzeugung verwenden, man spricht dabei von Trinkwasserkraftwerken. Auf die Qualität des Wassers hat dies keinen Einfluss.

Brunnen

Welche Arten von Brunnen gibt es? Wann baut man welche Art von Brunnen? Wie sind die verschiedenen Arten aufgebaut? Wie viel Wasser fassen diese Brunnen in der Regel? Wo gibt es in Vorarlberg Brunnen?

Nach der letzten Eiszeit wurden von Flüssen und Bächen große Gesteinsmassen im Einzugsgebiet abgetragen und in die von Gletschern ausgeschürften Täler transportiert. Diese Gesteine wurden durch den Transport zerkleinert und im Nahbereich der Fließgewässer auch in Form von Kies und Sand abgelagert. Der Porenraum zwischen diesen Gesteinskörnern bildet das Speichervolumen für sogenanntes Grundwasser. Große Grundwasserkörper, also wasserführende Kiesschichten, befinden sich insbesondere im Rheintal und im Walgau.

Die einfachste Form um Grundwasser zu fassen ist ein Schlagbrunnen, dabei wird ein spitzes Stahlrohr bis in die grundwasserführenden Bodenschichten geschlagen. Dieses Stahlrohr ist gelöchert, damit das Grundwasser in das Rohr fließen kann. Von dort kann es durch eine handbetriebene Schwengelpumpe oder über eine elektrische Pumpe gefördert werden. Durch Schlagbrunnen können nur geringe Wassermengen aus geringer Tiefe erschlossen werden (z.B. für die Gartenbewässerung).

Um größere Mengen oder tiefer liegendes Grundwasser zu fassen, wurde früher ein Brunnenschacht mit Eintrittslöchern für das Grundwasser gebaut. Heute wird zumeist ein Brunnenrohr bis in die wasserführende Kiesschicht ge-

bohrt. In den Wänden dieses Rohres sind kleine Schlitzze angebracht, damit das Wasser einströmen kann. Diese Schlitzze sind nur in den Bereichen einer wasserführenden Schicht angebracht. Außen um das Rohr wird im Zuge der Bohrung Filterkies mit einer bestimmten Korngröße eingebracht, damit Feinteile, wie z.B. Sand, nicht in den Brunnen gelangen. Da das Grundwasser in ein vertikales Rohr mit einem umliegenden Kiesfilter einströmt, nennt man diese Art von Brunnen auch Vertikalfilterbrunnen.

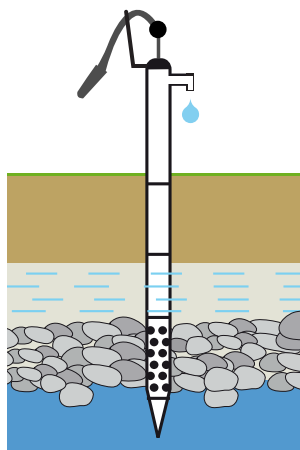


Abbildung 3: Schlagbrunnen

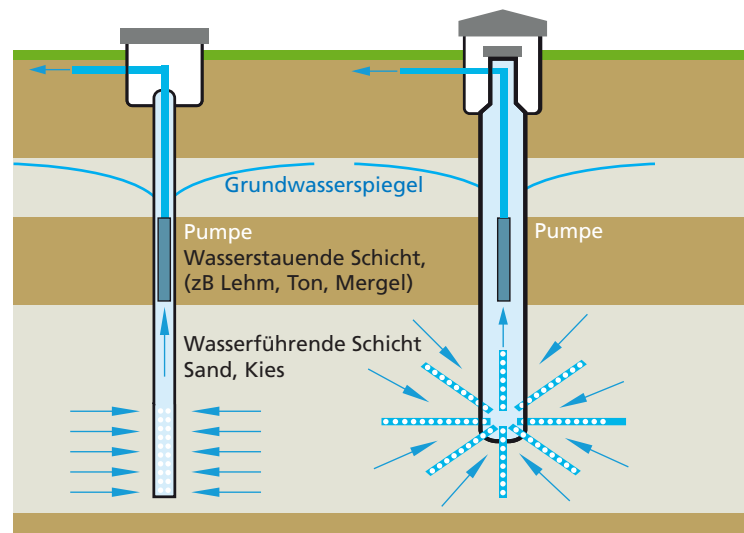
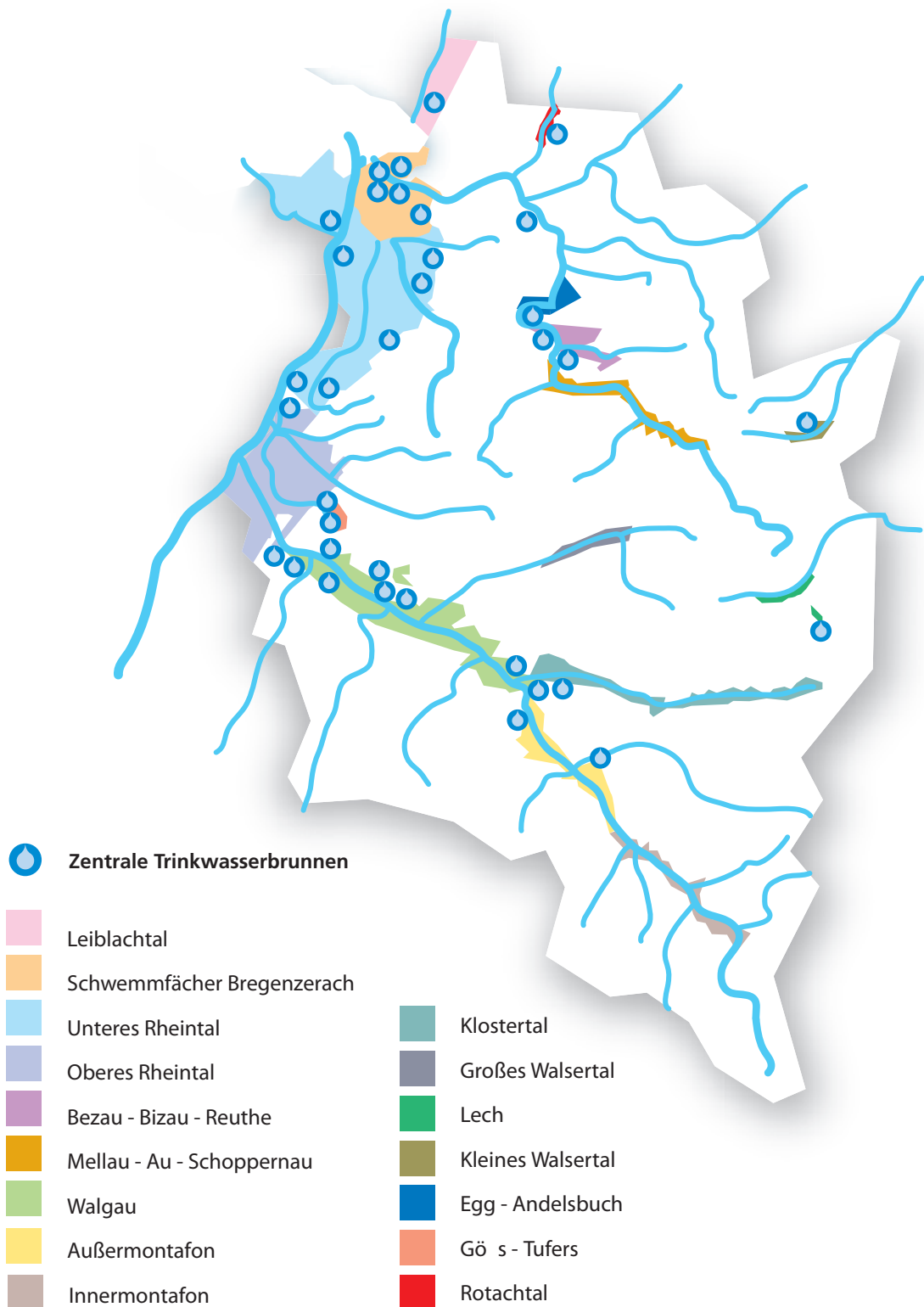


Abbildung 4: Vertikalfilter- und Horizontalfilter-Brunnen

Eine weitere Brunnenart ist der Horizontalfilterbrunnen. Hier wird ein zunächst geschlossener Brunnenschacht errichtet. Auf der Höhe der wasserführenden Bodenschicht werden dann sternförmig horizontale Bohrungen durchgeführt. In diese Bohrungen werden anschließend gelochte Rohre mit einem umliegenden Kiesfilter eingebracht. Das Grundwasser kann also über mehrere Rohre dem Brunnenschacht zufließen, wodurch besonders hohe Wassermengen gefördert werden können. Der Horizontalfilterbrunnen Felsenau der Stadtwerke Feldkirch im Frastanzer Ried hat eine Tiefe von ca. 30 m und kann derzeit 120 Liter Grundwasser pro Sekunde fördern. Bei Bedarf könnten in der Zukunft aber auch Wassermengen von über 200 Liter pro Sekunde gefördert werden.

Durch eine Pumpe muss das Wasser aus dem Brunnen in einen Speicherbehälter oder direkt in das Leitungsnetz der Wasserversorgungsanlage gepumpt werden. Durch diese Entnahme kommt es zu einer Absenkung des Wasserspiegels im Brunnen, wodurch ständig frisches Grundwasser wieder nachströmt.

Öffentlich genutzte zentrale Trinkwasserbrunnen und Grundwasserfelder in Vorarlberg.



Wasserqualität

Welche Anforderungen werden an die Qualität des Trinkwassers gestellt?

Trinkwasser muss den hohen Qualitätsanforderungen der so genannten Trinkwasserverordnung entsprechen. Darin sind Grenzwerte für mikrobiologische und chemisch-physikalische Parameter vorgegeben. Diese Grenzwerte stellen sicher, dass bei lebenslangem Genuss von Trinkwasser das diesen Anforderungen entspricht, keine gesundheitlichen Schäden zu erwarten sind. Die mikrobiologische Untersuchung gibt Auskunft über den hygienischen Zustand des Trinkwassers. So muss ein Trinkwasser frei von Fäkalbakterien sein. Die chemischen Inhaltsstoffe sind abhängig von den verschiedenen geologischen Zonen aus denen das Wasser stammt und können teilweise auch geschmacklich wahrgenommen werden. Ein sehr niedriger Kalkgehalt in den Wässern, wie beispielsweise im Montafon, bedingt sehr weiche Wässer. Hier liegt der Härtegrad oft im Bereich von 1-4°dH. Im Klostertal hingegen treten sehr harte Wässer auf, die einen Härtegrad von bis zu 40°dH aufweisen können. Härteunterschiede machen sich beim Geschmack und im Haushalt bemerkbar – beim Verkalken von diversen Haushaltsmaschinen, beim Verbrauch von Waschmitteln, etc. Die Grundwässer sind meist im mittelharten Bereich (10-15°dH).

Grundwasser ist seltener durch Keime verunreinigt als Quellwasser. Grundwasser weist meist eine mächtige Bodenabdeckung mit hoher Filterwirkung auf, das Wasser verweilt im Durchschnitt viele Jahre, teilweise sogar Jahrzehnte im Untergrund. Quellwässer hingegen haben oft eine kurze Verweildauer im Boden und können leicht von Oberflächenwasser beeinträchtigt werden. So können fäkale Verunreinigungen und Bodenkeime durch Regenfälle in die Quellen eingeschwemmt werden. Gebiete mit durchlässigen Bodenschichten, wie Karstgebiete, sind besonders anfällig. Aber auch die Bewirtschaftung im Einzugsgebiet ist für die hygienische Beschaffenheit des Wassers von großer Bedeutung. Landwirtschaftsflächen in unmittelbarer Nähe von Quellen, auf denen Gülle oder Jauche ausgebracht werden oder eine intensive Beweidung stattfindet, können eine Belastung für das Trinkwasser darstellen.

Entspricht ein Wasser nicht den strengen Bestimmungen der Trinkwasserverordnung, muss es entsprechend aufbereitet werden. Heutzutage wird mikrobiologisch verunreinigtes Wasser hauptsächlich mittels UV-Anlagen entkeimt. Das Wasser fließt an einer Röhre, die ultraviolettes Licht ausstrahlt, vorbei, die Keime werden deaktiviert, das heißt sie können sich nicht mehr vermehren. Ein weiteres zulässiges Verfahren zur Wasserentkeimung ist die althergebrachte Zugabe von Chlor. Diese Methode kann allerdings geschmackliche Veränderungen des Wassers hervorrufen und wird deshalb in Vorarlberg immer weniger eingesetzt.

Hochbehälter

Warum wird das Wasser in einen Hochbehälter gepumpt?

Wie groß ist die Speicherkapazität?

Wie groß ist der Druck, der aufgebaut wird?

Hochbehälter dienen der Zwischenspeicherung von Trinkwasser, Verbrauchsspitzen zu unterschiedlichen Tageszeiten können durch den Wasservorrat abgedeckt werden. Von den Hochbehältern führen Transportleitungen zu den Versorgungsleitungen in den Wohngebieten. Auch Störfälle (z.B. Stromausfall im Grundwasserpumpwerk) können zumindest über einige Stunden überbrückt werden. Das für die Brandbekämpfung notwendige Löschwasser wird ebenfalls in einem Hochbehälter vorrätig gehalten. Ihr Speichervolumen hängt insbesondere vom Wasserverbrauch des Versorgungsgebietes ab und liegt in Vorarlberg zumeist zwischen 100 und 500 m³. Der größte Hochbehälter in Vorarlberg steht in Dornbirn mit einem Speichervolumen von 9000 m³.

Die Befüllung eines Hochbehälters erfolgt durch die Einleitung von Wasser aus Quellen oder Brunnen. Hochbehälter stellen auch den notwendigen Druck bei den einzelnen Verbrauchern sicher. Ein Hochbehälter soll so hoch gelegen sein, dass bei den Haushalten zumindest ein Druck von 3 bis 4 bar erreicht wird. Da der Wasserdruck alle 10 m um 1 bar steigt, muss der Höhenunterschied zwischen dem Behälterstandort und den Wohnobjekten also mindestens 30 bis 40 m betragen. Zusätzlich ist bei der Berechnung der optimalen Höhenlage eines Hochbehälters der Reibungsverlust in den Wasserleitungsrohren zu berücksichtigen.

Versorgungsleitung und Hydranten

Wo verläuft die Versorgungsleitung?

Gemeinde) Wie bekommen die Haushalte das Wasser?

Welche unterschiedlichen Wasserversorgungsnetze gibt es?

Wasserversorgungsnetze werden nach ihrer Form und den dadurch bedingten Fließverhältnissen wie folgt unterschieden:

Bei einem Verästelungsnetz zweigen die einzelnen Versorgungsleitungen wie Äste eines Baumes von den Hauptversorgungsleitungen ab. Es eignet sich nur für lang gestreckte oder streusiedlungsartige Wohngebiete. Für größere dicht verbaute Versorgungsgebiete kommt es dagegen nicht in Betracht. Das Netz ist in den Baukosten billig, da man mit abnehmendem Durchfluss die Nennweite der Rohre verringern kann. Ebenso sind weniger Absperrarmaturen

sogenannte Schieber, erforderlich. Jeder Punkt des Netzes ist jedoch nur aus einer Richtung belieferbar. Bei einem Rohrbruch fallen somit die nachfolgenden Netzteile aus. An den Endpunkten kann bei geringem Verbrauch zudem das Wasser stagnieren, was zu hygienischen Problemen führen kann. Die Leitungen sind daher öfters über Endhydranten zu spülen.

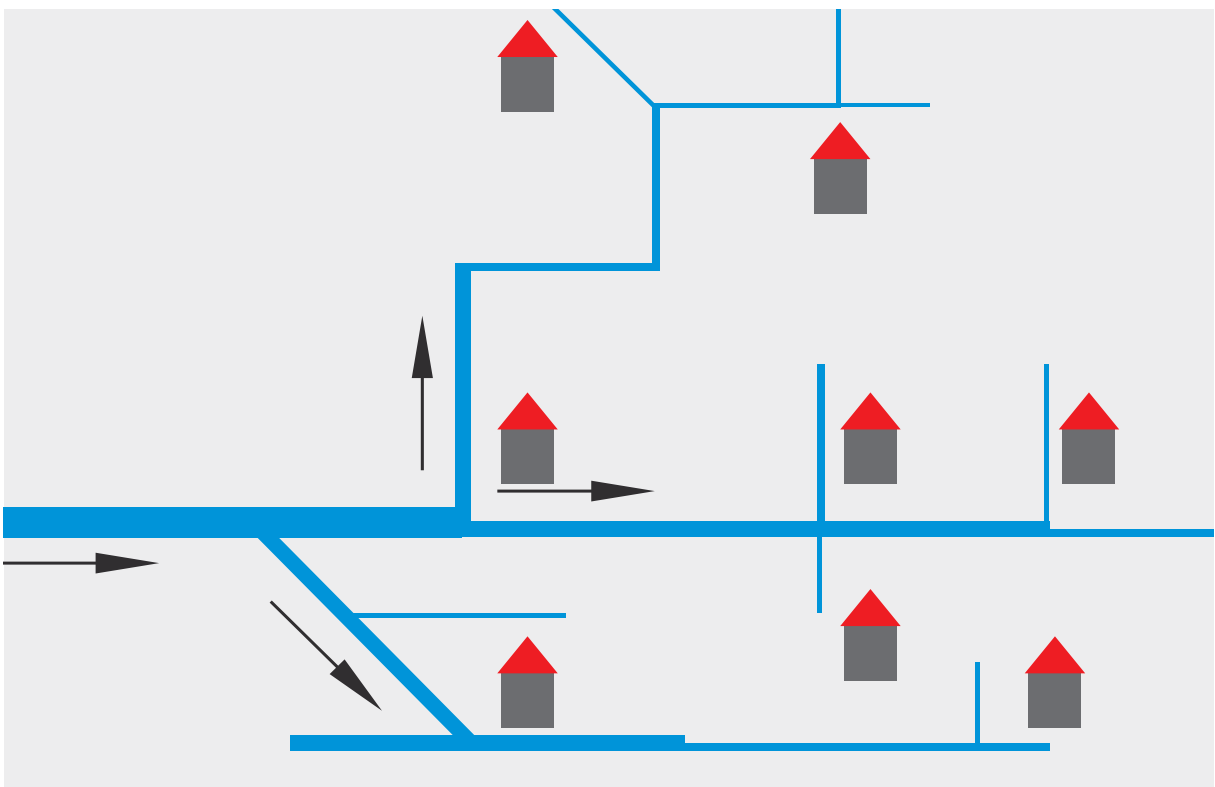


Abbildung 5: Verästelungsnetz

Anzustreben ist das Ringnetz. Der entscheidende Vorteil dieses Netzes liegt in der weitaus größeren Betriebs- und Störsicherheit. Außerdem gewährleistet es eine höhere Sicherheit bei der Löschwasserversorgung. Bei einem Rohrbruch oder bei anderen Störungen fällt lediglich ein kleiner Bereich zwischen zwei Schiebern aus, da die Versorgung von zwei Seiten erfolgen kann. Die Baukosten sind allerdings durch die größeren Leitungslängen und Nennweiten der Rohre höher. Der Ring selbst soll nämlich aus einer Nennweite bestehen. An den Abzweigen erhält die Leitung nach jeder Richtung einen Schieber, was deren Zahl gegenüber dem Verästelungsnetz wesentlich erhöht.

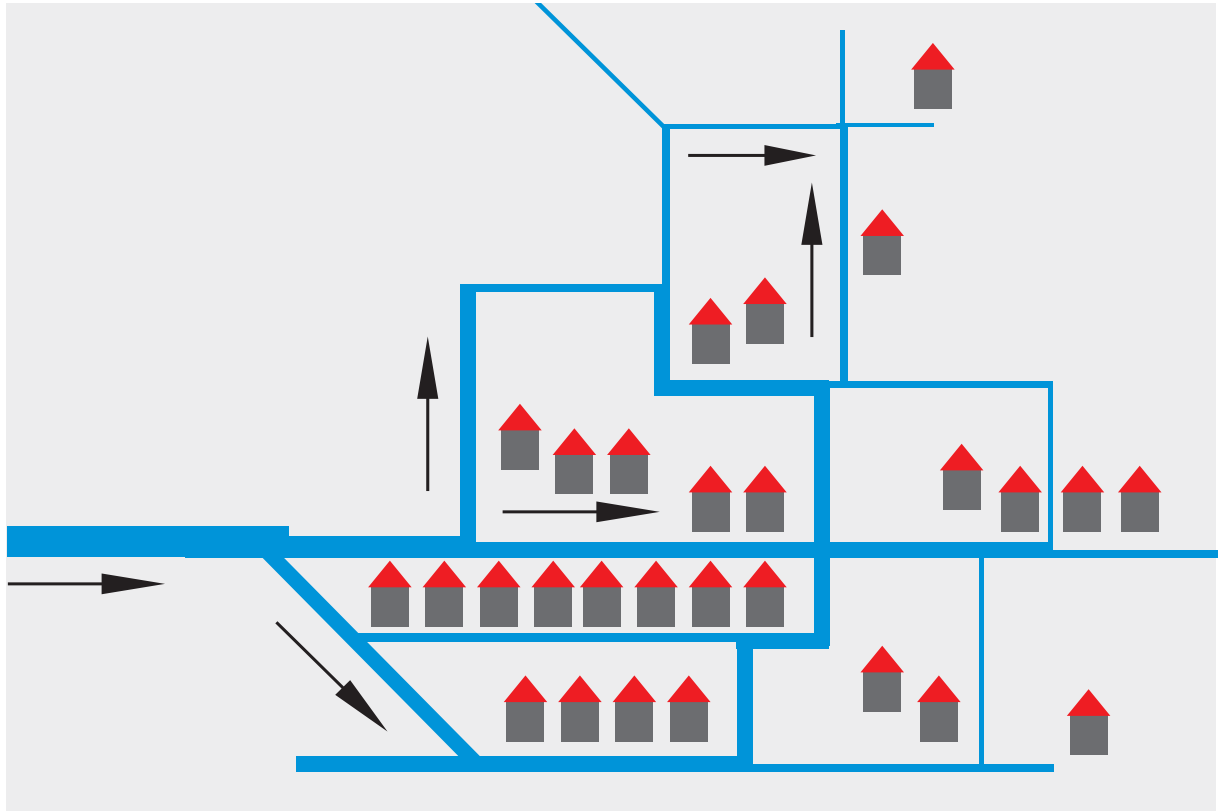


Abbildung 6: Ringnetz

Versorgungsleitungen werden üblicherweise in Straßenbereichen verlegt, damit sie bei der Errichtung von Gebäuden nicht im Weg sind und für Reparaturen oder einen Austausch leichter zugänglich sind. Dort werden auch zahlreiche andere Leitungen verlegt (z.B. Kanalleitungen, Stromleitungen, Gasleitungen, Telefonleitungen, etc.). Von dort aus werden die einzelnen Gebäude über sogenannte Hausanschlussleitungen an das Wasserversorgungsnetz angeschlossen.

In keinem Punkt des Versorgungsgebietes soll der Druck mehr als 6 bar betragen, bei höheren Drücken (in Ausnahmefällen bis 10 bar) müssen in den einzelnen Gebäuden Druckreduzierventile eingebaut werden, da sonst Leitungsteile, insbesondere die Hausinstallationen, zu stark beansprucht werden und Wasserverluste an undichten Verbindungen, Armaturen usw. steigen. Weist ein Versorgungsgebiet beträchtliche Höhenunterschiede auf, empfiehlt es sich, dieses durch Druckreduziereinrichtungen oder eigene Hochbehälter in mehrere Versorgungszonen zu unterteilen.

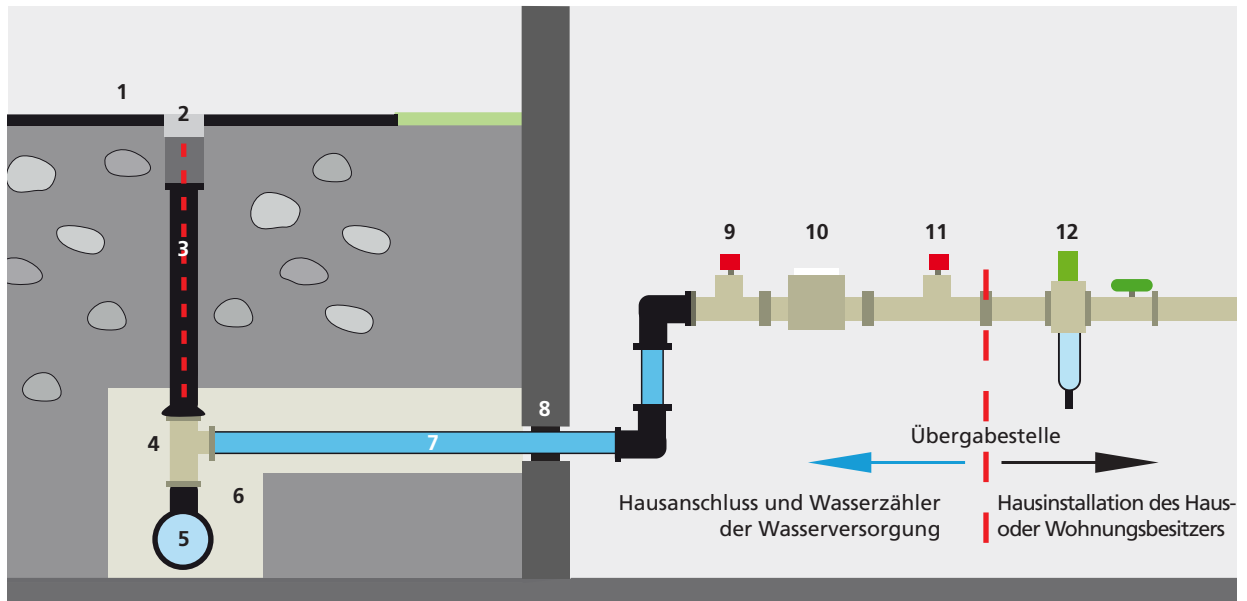


Abbildung 7: Schema eines Hausanschlusses

- | | | |
|----------------------|------------------------|---|
| 1 Straße | 6 Sand | 11 Absperrventil mit Rückflussverhinderer |
| 2 Straßenkappe | 7 Hausanschlussleitung | 12 Feinfilter und Druckminderer |
| 3 Gestänge | 8 Mauerdurchführung | |
| 4 Eckventil | 9 Absperrventil | |
| 5 Versorgungsleitung | 10 Wasserzähler | |

Wo stehen die Hydranten? Wozu braucht man Hydranten?

Hydranten dienen der Feuerwehr für die Löschwasserentnahme und sind unterirdisch an die Versorgungsleitungen des Wasserversorgungsnetzes angeschlossen. Die in den Löschfahrzeugen enthaltene Wassermenge ist sehr gering und dient dem ersten Löschangriff. Deshalb müssen bei einem Brand rasch Feuerwehrschläuche zu den nächstgelegenen Hydranten verlegt und angeschlossen werden. In Siedlungsbereichen werden Hydranten daher in bestimmten Abständen errichtet (z.B. alle 200 m), bei großen Objekten mit erhöhtem Löschwasserbedarf (Betriebe, Wohnanlagen, Hotels) werden im Umfeld mehrere Hydranten errichtet. Um einen wirkungsvollen Löschangriff vornehmen zu können sollten aus Hydranten zwischen 800 und 1600 Liter/Minute entnommen werden können, in Stadtzentren und Betriebsgebieten können die Anforderungen auf bis zu 3200 Liter/Minute steigen. Der Löschwasservorrat im Hochbehälter sollte zumindest eine ein- bis zweistündige Brandbekämpfung sicherstellen.

Wasserbrauch/Haushalt

Wie viel Wasser verbraucht der Vorarlberger im Schnitt?

Der durchschnittliche Wasserverbrauch pro Kopf ist in den letzten 20 Jahren kontinuierlich gesunken und liegt bei ca. 140 Liter pro Tag. Die Tendenz ist weiter sinkend.

Wie viel Wasser verbraucht der private Haushalt, wie viel die Industrie?

Der gesamte Wasserbedarf in Vorarlberg liegt bei rund 57 Millionen m³, davon benötigen Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft ca. 39 Millionen m³, die Haushalte ca. 18 Millionen m³.

Wofür verbraucht der private Haushalt dieses Wasser?

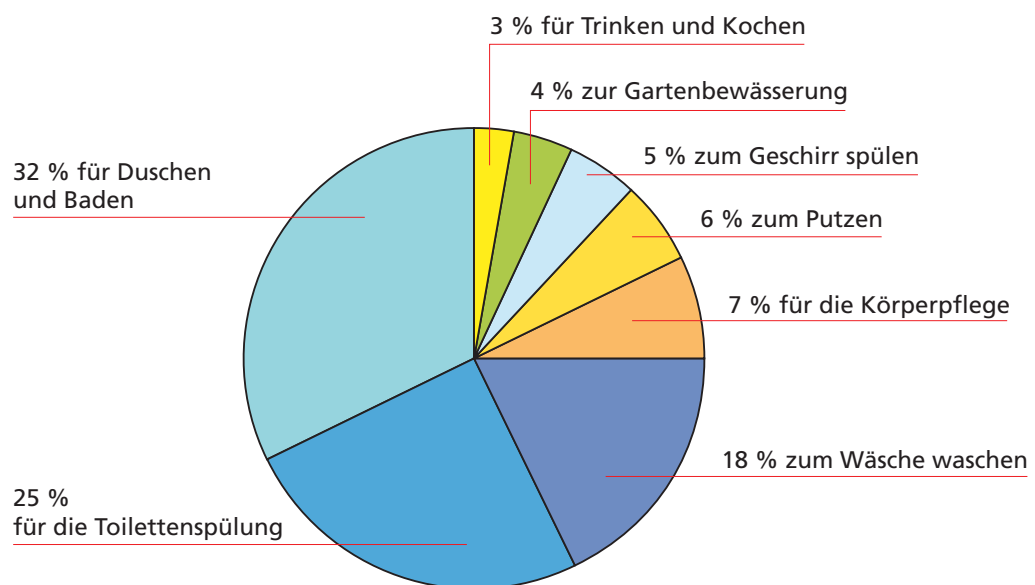


Abbildung 8: Verbrauchsanteile im Haushalt