

Qualitätsstandards bei Planung, Bau und Betrieb von Trinkwasserleitungen

**Technische und Hygienerichtlinien laut Artikel 9
des Landesgesetzes vom 18. Juni 2002, Nr. 8**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Wassergewinnung	2
2.1 Einleitung	2
2.2 Trinkwasserschutzgebiete	3
2.3 Quelfassungen	5
2.4 Quellsammelschächte	8
2.5 Tiefbrunnen	14
3. Wasseraufbereitung	17
3.1 Qualitätsparameter	17
3.2 Desinfektion	18
3.3 Chemische Aufbereitung: in Südtirol angewendete Verfahren	24
4. Wasserspeicher	29
5. Wasserverteilung	32
5.1 Leitungen	32
5.2 Druckreduzierung	35
5.3 Druckbehälter (Windkessel)	40
5.4 Wassermengenmessung und –regelung	40
6. Steuerungs- und Überwachungsanlagen	42
7. Baustoffe in der Trinkwasserversorgung	43
8. Sicherung der Trinkwasserbeschaffenheit	44
9. Betrieb, Inspektion und Wartung	45
10. Notfallmaßnahmen	47
11. Arbeitssicherheit	48
12. Gesetze	48

1. Einleitung

Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel. Es muss in der bestmöglichen Qualität dem Verbraucher zur Verfügung gestellt werden. Die Errichtung einer neuen Trinkwasserleitung ist daher gut zu überlegen und zu planen.

Unangemessene Materialien und unsachgemäße Handhabung können die Ursache von Verunreinigungen sein sowie zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Konsumenten führen. Daher ist für Projektierung, Bau und Betrieb einer ortstypischen und hochwertigen Trinkwasserversorgung in Südtirol die Einhaltung hoher Qualitätsanforderungen wichtig, wie sie in diesen Richtlinien aufgezeigt werden. Die darin enthaltenen technischen und Hygienestandards sind im Rahmen der einschlägigen Rechtsvorschriften umzusetzen und gelten für große Trinkwasserversorgungsanlagen, sollen aber auch in den vielen kleinen und mittleren Anlagen in Südtirol Anwendung finden.

Gemäß Artikel 9 des Landesgesetzes vom 18. Juni 2002, Nr. 8, gelten diese Richtlinien für alle Trinkwasserleitungen, auch für jene, die im Sinne von Art. 10 des Landesgesetzes vom 30. September 2005, Nr. 7 wasserrechtlich befreit sind (ohne Wasserkonzessionspflicht). Sie sollen ferner die Verantwortlichen auch bei der Beurteilung bereits bestehender Trinkwasserleitungen unterstützen. Qualitätsprobleme bei der Trinkwasserversorgung können nämlich auch auf schlecht gebaute oder veraltete Anlagen zurückgeführt werden.

Die Richtlinien sind unterteilt in

- a) einen beschreibenden Textteil mit Erklärungen und allgemeinen Ausführungen
- b) einen in blau gekennzeichneten Text mit den eigentlichen Vorschriften.

In speziellen Situationen können von den Richtlinien abweichende Lösungen vorgesehen werden, falls sie begründet sind. Das Amt für Gewässernutzung begutachtet bei solchen Abweichungen fallweise die Berechtigung und Machbarkeit der aufgezeigten Lösungen.

Die Richtlinien richten sich an alle im Trinkwasserbereich tätigen Personen in Gemeinden, Wasserversorgungsunternehmen, Planungsbüros und Landesämtern und im Sanitätsbetrieb. Sie umfassen den gesamten Weg des Trinkwassers vom Einzugsgebiet und den Wassergewinnungsanlagen bis hin zur Wasserverteilung, wobei auch Wartungs- und Überwachungsmaßnahmen angesprochen werden (Abb. 1).

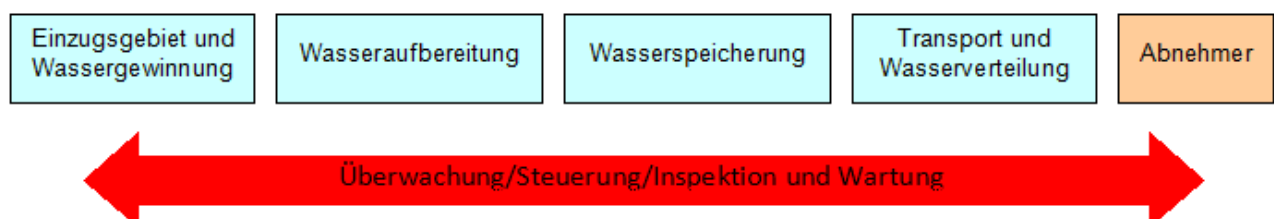


Abbildung 1: Weg des Trinkwassers vom Einzugsgebiet bis zum Abnehmer

2. Wassergewinnung

2.1 Einleitung

Die Entnahme von Trinkwasser erfolgt meist aus Grundwasser, welches entweder selbstständig zutage tritt (Quelle) oder gefördert werden muss (Tiefbrunnen). Nur in vereinzelten Fällen wird auf die Nutzung von Oberflächengewässern zurückgegriffen. Für die Projektierung einer neuen Trinkwasserversorgungsanlage sind die Lage und die Umgebung der Quelle oder des Tiefbrunnens zu untersuchen. Dies ist für die Qualität des Wassers sehr wichtig. Eine Quelle in einer häufig mit Mist oder Gülle gedüngten Wiese, zum Beispiel, ist für Trinkwasserzwecke nicht geeignet. Ebenso sind z.B. Baugebiete oder Gewerbegebiete mögliche Gefährdungsquellen für das Trinkwasser. Ein Konflikt mit den Interessen der Grundeigentümer kann die Folge sein. Dies alles sollte schon von vornherein abgeklärt und vermieden werden.

Die Trinkwasserversorgung zählt gemäß Art. 65 des Landesraumordnungsgesetzes vom 11.08.1997, Nr. 13, zu den primären Erschließungsanlagen. Baukonzessionen bzw. Benutzungsgenehmigungen können nur erteilt werden, wenn die primären Erschließungsanlagen und damit auch eine Trinkwasserversorgung vorhanden sind. Diese erfolgt entweder durch den Anschluss an eine öffentliche Trinkwasserleitung oder, wenn dies aus technischen oder wirtschaftlichen Gründen schwierig umzusetzen ist, durch eine Eigenversorgung (Inselbetrieb). Zu letzterer gibt die zuständige Gemeinde ein Gutachten ab (Art. 8 LG Nr. 8/2002).

In jedem Fall ist eine Trinkbarkeitserklärung für das zu nutzende Trinkwasser notwendig. Sollte diese Trinkbarkeitserklärung nicht vorhanden sein, muss beim jeweiligen Dienst für Hygiene und öffentliche Gesundheit das "Eignungsurteil für Trinkwasserzwecke" beantragt werden. Damit wird bescheinigt, dass das Wasser den hygienischen Anforderungen entspricht und die Ableitungsanlagen ausreichenden Schutz vor Verunreinigungen bieten.

Für privat genutzte Trinkwasserquellen und für private Trinkwasserleitungen im öffentlichen Interesse (Definition siehe Artikel 9 des Landesgesetzes vom 18. Juni 2002, Nr. 8) liegt der Trinkwasserschutz in der Verantwortung des Betreibers. Für alle öffentlichen Trinkwasserleitungen werden von dem für Gewässernutzung zuständigen Landesamt auf Grundlage einer hydrogeologischen Studie Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen, die in der Regel in drei verschiedene Schutzzonen unterteilt werden. Für jedes Trinkwasserschutzgebiet wird ein Trinkwasserschutzplan erstellt, in dem für die ausgewiesenen Schutzzonen jeweils die Verbote, Vorschriften und Nutzungseinschränkungen aufgelistet sind. Die Trinkwasserschutzgebiete werden in den Bauleitplan der Gemeinde eingetragen.

2.2 Trinkwasserschutzgebiete

Art. 15 des Landesgesetzes Nr. 8/2002 sieht zur Sicherstellung, Erhaltung und Verbesserung der Qualität und Menge der Trinkwasservorkommen für die öffentliche Trinkwasserversorgung die Ausweisung von Trinkwasserschutzgebieten vor.

Trinkwasserschutzgebiete bestehen zumeist aus 3 Zonen (Abb. 2 und 3):

- **Zone I, der Fassungsereich der Quelle oder des Tiefbrunnens, Größenordnung 100 – 1000 m²**

Damit werden die Trinkwasserfassungsanlagen und deren unmittelbare Umgebung geschützt. Es sind lediglich Tätigkeiten erlaubt, die mit der Fassung des Wassers in Zusammenhang stehen. Die Zone I ist in der Regel eingezäunt.

- **Zone II, das nähere Umfeld, Größenordnung 5 – 10 ha**

Die Verweildauer des Wassers im Untergrund ist in dieser Zone geringer als die für das Absterben von Krankheitserregern notwendigen 50 Tage (Die Zone II wird daher durch die sogenannte 50-Tage-Grenze bestimmt). Leicht abbaubare Schadstoffe und Bakterien, wie sie vor allem in häuslichen Abwässern und in Wirtschaftsdüngern vorkommen, dürfen nicht in den wassergesättigten Untergrund gelangen. Grabungsaktivitäten dürfen das Grundwasser nicht beeinträchtigen.

- **Zone III, in der Regel das Einzugsgebiet, Größenordnung bis zu 100 ha und mehr**

Die Zone III bietet Schutz vor Verschmutzung durch im Boden schwer abbaubare Schadstoffe und verhindert mengenmäßige Beeinträchtigungen des Wasservorkommens. Da das Wasser mindestens 50 Tage bis zum Austritt an die Oberfläche im Untergrund verweilt, ist nur der Schutz vor resistenten Schadstoffen oder schwerwiegenden baulichen Eingriffen, wie Grabungsarbeiten im Bereich des Grundwassers, notwendig.

Die Durchführungsverordnung über Trinkwasserschutzgebiete ist mit Dekret des Landeshauptmanns vom 24. Juli 2006, Nr. 35, erlassen worden. Sie beinhaltet alle Vorschriften für die Trinkwasserschutzgebiete.

Für den Schutz des Trinkwassers sind u.a. folgende Vorschriften zu beachten:

Für Quellen und Brunnen der öffentlichen Trinkwasserversorgung muss ein Trinkwasserschutzgebiet ausgewiesen werden.

Bei Trinkwasserleitungen, die als privat oder privat im öffentlichen Interesse eingestuft sind (siehe Art. 9 des Landesgesetzes vom 18. Juni 2002, Nr. 8), ist der Betreiber für deren Schutz zuständig. Es werden keine Trinkwasserschutzgebiete ausgewiesen.

Weitere Informationen: <http://umwelt.provinz.bz.it/wasser.asp>



Abbildung 2: Einzugsgebiet, Trinkwasserschutzzonen, Quelle



Abbildung 3: Einzugsgebiet, Trinkwasserschutzzonen, Tiefbrunnen

2.3 Quellfassungen

Die Quellfassung dient der Ableitung von natürlichen Wasseraustritten. Sie wird unterirdisch angelegt, auf einer idealerweise natürlich vorhandenen, undurchlässigen Schicht. Sie ist in der Regel später nicht mehr zugänglich (Ausnahmen sind z.B. Stollen). Eine Quellfassung (Abb. 4, 5 und 6) besteht im Allgemeinen aus Sickerrohren, Kiesschüttung, Abdeckung, Staumauer, Fassungsschacht und Entnahmeleitung (Quellableitung).

Vor dem Bau einer neuen Quellfassung ist vorab die saisonal erforderliche Wassermenge festzustellen. Anschließend ist durch Schüttungsmessungen zu klären, ob der festgestellte Bedarf durch die neue Quelle gedeckt werden kann. Ebenso ist das Quellwasser chemisch und bakteriologisch zu analysieren.

Für den Bau sowie für eine Sanierung einer Quellfassung sind folgende Vorschriften zu beachten:

- 1. Die Fassungsstelle ist in einer ausreichenden Tiefe anzulegen, damit das Eindringen von Oberflächenwasser und Verunreinigungen bestmöglich unterbunden wird. Grundsätzlich ist dem Quellaustritt so weit wie möglich nachzugraben und die Fassungsstelle so tief wie möglich zu legen.*
- 2. Der gesamte Wasseraustritt ist zu fassen und abzuleiten, auch wenn nur ein Teil des Wassers benötigt wird. Eventuelles Überwasser wird am Quellsammelschacht (Quellstube) abgeleitet.*
- 3. Im Bereich des Quellaustritts ist eine annähernd ebene Sohle herzustellen. Darauf werden die Sickerleitungen verlegt.*
- 4. Die Sickerrohre sind für die größte Quellschüttung bei einer Durchflussgeschwindigkeit von ca. $v = 0,2\text{--}0,4\text{ m/s}$ zu bemessen. Die Sickerrohre werden im Anstrom der Staumauer bzw. Flügelmauer verlegt. Das Wasser muss auch bei maximaler Quellschüttung frei auslaufen können und darf nicht aufstauen. Um später Kamerabefahrungen durchführen zu können, ist ein Rohrdurchmesser von mindestens 150 mm zu wählen.*
- 5. Die Staumauer bzw. Flügelmauer (Quellflügel) ist talseitig als wasserdichte Abgrenzung zu errichten und nach unten sowie seitlich in das umgebende Gestein bzw. in die undurchlässige Schicht einzubinden (z.B. durch einen Lehm- oder Lettenschlag). Es sind wasserdichte Mauern (z.B. WU-Beton) sowie auch trinkwassergeeignete Fertigteilprodukte zugelassen (Kompaktanlage).*
- 6. Der Quellbereich mit den Sickerleitungen ist zwischen dem Hanganschnitt und der Flügelmauer bzw. der Kompaktanlage mit gewaschenem, trinkwassertauglichem Kies aufzufüllen. Auf kalkhaltigen Kies ist aufgrund möglicher chemischer Reaktionen mit dem Quellwasser zu verzichten (insbesondere für Wasser mit pH-Wert <6).*
- 7. Das Ableitungsrohr zum Quellsammelschacht ist für die größte anzunehmende Schüttung der Quelle zu dimensionieren und wird mit Vollrohren verlegt. Die Bemessung ist für ein halbvolles Rohr mit einer Fließgeschwindigkeit von $0,5\text{ m/s}$ vorzunehmen. Der Mindestdurchmesser muss auch bei diesem Rohr mindestens 150 mm betragen.*
- 8. Bei großen Entfernungen zwischen Quellfassung und Quellsammelschacht ist ein Inspektionsschacht zur Kontrolle unterhalb der Quellfassung vorzusehen.*

9. Die Fassungsstelle ist dauerhaft mit einer natürlichen und/oder künstlichen, wasser- undurchlässigen Schicht abzudecken (z.B. Ton-/Schluffabdeckung, Betonabdeckung mit Geotextil/Geovlies). Die Oberfläche ist so zu gestalten, dass Oberflächenwasser rasch abfließen kann und dass sich keine Pfützen bilden.
10. Sämtliche End- bzw. Winkelpunkte der unterirdischen Anlagenteile sind mit Markiersteinen zu vermarken. In einer Lageskizze ist für jeden Stein die entsprechende Fassungs Tiefe anzugeben.
11. Das Umfeld der Fassung ist dauerhaft von Bäumen und Sträuchern freizuhalten. Wurzeleinwachsungen könnten das Quellgebiet stören und das Bauwerk schädigen.
12. Der Fassungsbereich entspricht in der Regel der Zone I des Trinkwasserschutzgebietes und ist zu umzäunen.
13. Eventuelle Zugänge, z.B. für Stollen, sind horizontal zu verwirklichen. Vertikale Zugänge über Treppen und Leitern sind nur in Ausnahmefällen erlaubt.
14. Sämtliche verwendete Baustoffe müssen hygienisch einwandfrei (trinkwassertauglich) sein.

Die Art und Weise der Bauausführung muss der hydrogeologischen Situation Rechnung tragen. Bei Quellen für eine öffentliche Trinkwasserleitung ist zur Ausweisung des Trinkwasserschutzgebietes von einem befähigten Geologen oder Geotechniker/einer befähigten Geologin oder Geotechnikerin eine hydrogeologische Studie zu erstellen. Der Bau der Quellfassung einer öffentlichen Trinkwasserleitung muss unter Aufsicht eines befugten Technikers/einer befugten Technikerin erfolgen. Dieser/Diese dokumentiert (auch fotografisch) den fachgerechten Bau und lässt die Unterlagen vor der Bauabnahme dem Amt für Gewässernutzung zukommen.



Abbildung 4:

Quellflügel mit Ableitungsrohr und Überlauf



Abbildung 5: Zone I: Umzäunung und Markiersteine der Fassungspunkte



Abbildung 6: Quelfassung mit anschließendem Quellsammelschacht und Entlüftung

2.4 Quellsammelschächte

Im Quellsammelschacht (Abb. 7, 8, 9 und 11) befinden sich die erforderlichen Armaturen und Bedienungseinrichtungen für die Sammlung der Quellwässer. Hier sind auch die Vorrichtungen für Probennahmen und für die Messung der Quellparameter (Schüttung, Temperatur, Leitfähigkeit...) vorzusehen. In besonderen Fällen kann der Quellsammelschacht auch die Funktion eines Speichers erfüllen oder einer Aufbereitungsanlage Platz bieten.

Für kleinere Anlagen und bei schwierigen Geländebedingungen haben sich Fertigteilschächte gut bewährt.

Folgende Vorschriften sind zu beachten:

1. *Der Quellsammelschacht besteht aus den Wasserkammern und einer Schieberkammer. Er muss zugänglich sein, am besten über einen horizontalen Zugang. Ist aufgrund der Geländebeschaffenheit der Zugang nur über eine waagrechte Luke (nur von oben) möglich, so muss diese mindestens 25 cm über Geländeniveau erhöht sein und dicht schließen und darf nicht über dem Wasserspiegel liegen. Das Gelände um den Zugang ist so zu gestalten, dass Oberflächenwasser rasch abfließen kann und sich keine Pfützen bilden. Schacht und Schachtentwässerung dürfen sich nicht im Hochwasserbereich befinden.*
2. *Die lichte Höhe muss bei begehbaren Schächten ≥ 2 m betragen, die lichte Breite $\geq 1,5$ m.*
3. *Die Wasserkammer besteht aus einem Beruhigungsbecken mit Tauchwand und einem Entnahmebecken. Das Beruhigungsbecken dient auch als Sandfang und soll so groß sein, dass die Verweilzeit des Wassers darin mindestens 3 Minuten beträgt. Die Verbindung des Beruhigungsbeckens und des anschließenden Entnahmebeckens erfolgt bei kleinen Wassermengen über ein Rohr oder ein Halbrohr, bei größeren über ein Messwehr. Alle Becken sind für die größte anzunehmende Schüttungsmenge zu dimensionieren.*
4. *Für die Messung der Quellschüttung sind geeignete Messeinrichtungen an definierten Stellen vorzusehen (z.B. Messwehr am Zufluss zum Wasserspeicher). Es sind Geräte vorzuziehen, die für eine kontinuierliche Messung geeignet sind.*
5. *Der Überlauf ist mit entsprechendem Sicherheitszuschlag so zu bemessen und anzuordnen, dass kein Rückstau in die Quelle erfolgen kann. Das Wasser aus dem Überlauf kann zusammen mit jenem aus dem Grundablass abgeführt werden. Der Auslauf ist zu schützen (vorzugsweise in einem Schacht) und mit einer mechanischen Sperrvorrichtung gegen das Eindringen von Tieren zu versehen („Froschklappe“, Abb. 12). Bei Vorflutern hat er sich außerhalb des Hochwasserbereichs zu befinden. Nicht genutztes Wasser aus dem Überlauf („Überwasser“) ist möglichst nahe der Fassung wieder dem ursprünglichen Quellgerinne zurückzugeben.*
6. *Alle Wasserbecken müssen zur Entleerung über eine zum Grundablass hin stark geneigte Sohle verfügen. Ein Grundablass ist auch für die Schieberkammer vorzusehen.*
7. *Die Entnahmeleitung ist mindestens 30 – 50 cm über der Sohle einzubauen.*

8. Die Zulaufrohre sind mindestens 20 cm über dem höchsten Wasserspiegel so anzubringen, dass sie gut von der Schieberkammer aus für die Probennahme erreichbar sind.
9. Quellsammelschächte können auch für mehrere Quelfassungen an deren Zusammenführung errichtet werden. In diesem Fall ist von jeder Quelfassung eine separate Leitung zum Quellsammelschacht zu führen, so dass getrennte Schüttungsmessungen, Beprobungen oder die Ausleitung einzelner Quellzuläufe möglich sind. Sämtliche Zuläufe sind am Eintritt in den Sammelschacht dauerhaft zu identifizieren, wobei die Kodifizierung (Trinkwasserleitungskodex + laufender Q-Kode) in Absprache mit den zuständigen Technikern/Technikerinnen der Hygienedienste anzubringen ist.
10. Es ist eine Lüftung vorzusehen, die vorzugsweise an der Tür ausgeführt wird (Lüftungsgitter mit distanzierter Abdeckung gegen Lichteintritt). Lüftungseinrichtungen dürfen nicht über dem Wasserspiegel angebracht werden und sind mit feinmaschigem Insektenschutzgitter zu versehen.
11. In und über den Wasserkammern dürfen nur die unbedingt notwendigen Anlagenteile angeordnet werden. Sonstige Einrichtungen sind in der Schieberkammer unterzubringen.
12. Türen, Zugänge, Leitern, Rohre, Formstücke und Armaturen müssen aus korrosionsbeständigem Material sein. Ein Einbau unter Wasser ist zu vermeiden.
13. Sämtliche verwendete Baustoffe müssen trinkwassertauglich sein.
14. Eine Wärmedämmung ist vorzusehen, wobei eine Kombination aus Dämmstoffen und Erdeinschüttung vorzuziehen ist. Dämmstoffe müssen eine geringe Wasseraufnahme und entsprechend hohe Druckfestigkeit aufweisen und gegen Nagetiere resistent sein (z.B. Schaumglas).
15. Die Flächen über dem Quellsammelschacht sind dauerhaft von Baum- und Strauchbewuchs freizuhalten und dürfen nicht zu Zwecken genutzt werden, die nicht im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgungsanlage stehen (wie Parkplatz, Lagerplatz, Beweidung usw.). Diese Flächen sind zum Schutz und zur Kennzeichnung des Bauwerkes zu umzäunen. Der Zaun ist laufend instand zu halten.
16. Die Zugänge müssen abschließbar sein. Eine Zugangskontrolle mit Alarmanlage wird empfohlen.



Abbildung 7:

Quellsammelschacht mit Zulauf ins
Beruhigungsbecken und Überlauf in das
Entnahmebecken



Abbildung 8: Überlauf mit Messwehr vom Beruhigungsbecken in das Entnahmebecken



Abbildung 9: Mehrere eindeutig identifizierbare Zuläufe im Sammelschacht

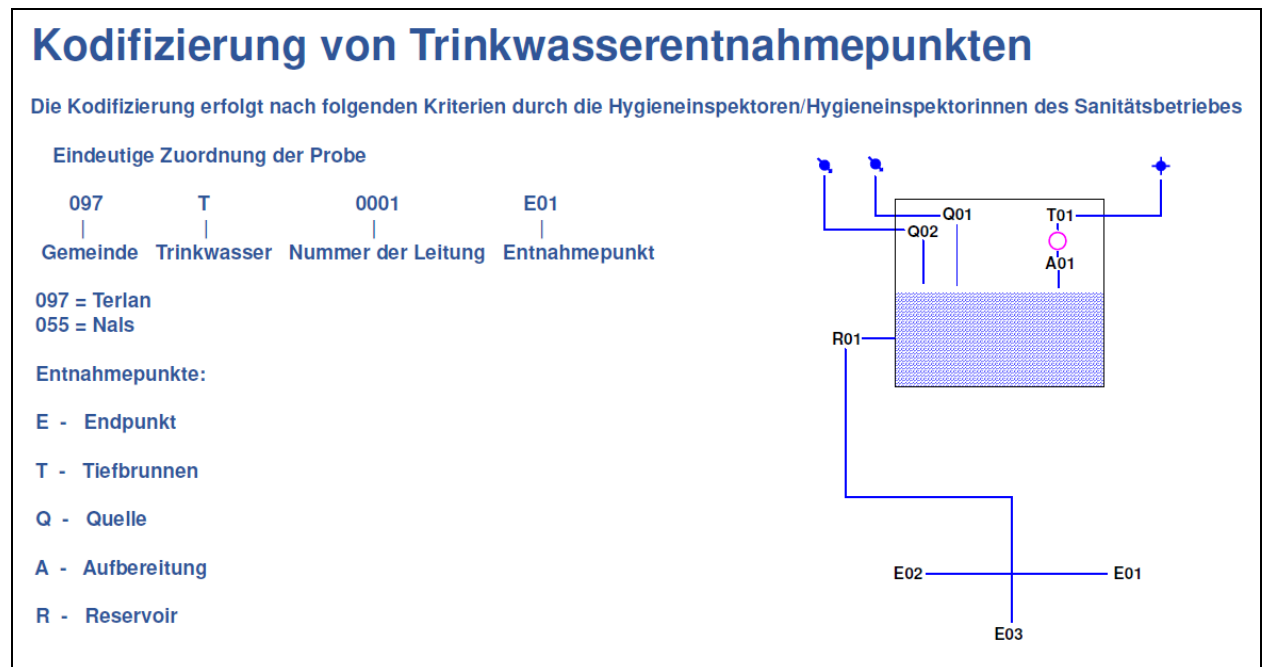


Abbildung 10: Kodifizierung von Trinkwasserentnahmepunkten

SCHNITT QUELLSAMMELSCHACHT - SEZIONE POZZETTO DI RACCOLTA

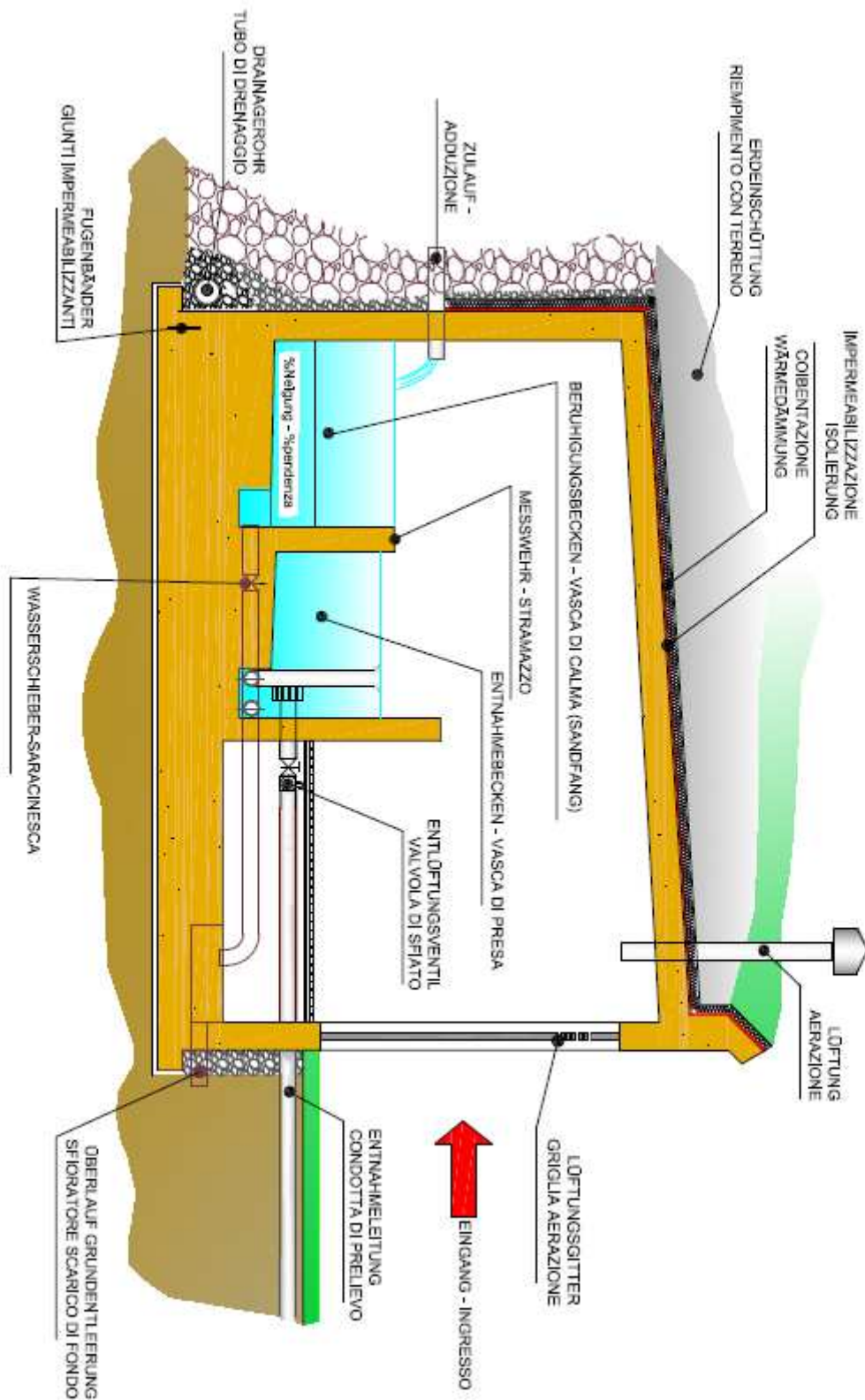


Abbildung 11: Schema einer Quellstube mit seitlichem Zugang



Abbildung 12: Froschklappe



Abbildung 13: Rohre mit Froschklappen geschützt, in einem eigenen Schacht angeordnet

2.5 Tiefbrunnen

Tiefbrunnen dienen zur Erschließung von Grundwasser aus dem Untergrund. Das erschlossene Wasser wird mit Pumpen dem Grundwasserkörper entnommen. Sofern Wasser nicht aus gespannten Grundwasservorkommen entnommen wird, sollte es innerhalb des freien Grundwasserleiters aus möglichst großer Tiefe gewonnen werden. Der Bohrung hat eine hydrogeologische Untersuchung vorauszugehen, mit welcher folgendes geklärt wird:

- optimale Lage des Bohrpunktes im Hinblick auf Ergiebigkeit und Schutz (eventuell mehrere);
- Mächtigkeit des zur Gewinnung gewählten Grundwasserleiters;
- Tiefe der Bohrung;
- natürliche Grundwasserneubildungsrate;
- Ausdehnung des zugehörigen Einzugs- und Schutzgebietes.

In Ermangelung genauerer Kenntnisse des Untergrundes sollten Sondierbohrungen durchgeführt werden. Lage und Bau des Tiefbrunnens hängen vom Ergebnis der hydrogeologischen Untersuchungen ab und zielen auf einen ausreichenden Schutz des Trinkwassers (Vermeidung von Gefahrenquellen im unmittelbaren Einzugsbereich).

Die Landesregierung hat mit Beschluss Nr. 2320/2008 „Technische Richtlinien für den Bau, die Führung und Wartung von Vertikal- und Horizontalbrunnen sowie die Niederbringung von Tiefbohrungen“ erlassen.

Für die Durchführung von Pumpversuchen gelten die Vorschriften des Dekrets des Direktors der Landesagentur für Umwelt Nr. 13376/2015, „Leitlinie zur Durchführung von Pumpversuchen in Lockersedimenten im Hinblick auf die Bemessung von Trinkwasserschutzszonen und Wärmefahnen“.

Zusätzlich sind folgende Vorschriften zu beachten:

1. Der Durchmesser der Bohrung wird vom notwendigen Durchmesser des Filterrohres und der Ringraumbemessung für die Filterkiesschicht bestimmt. Für den Filterrohrdurchmesser sind vor allem die Abmessungen der Unterwasserpumpe und der Flanschen der Steigleitung maßgeblich. Der Durchmesser der Unterwasserpumpe hängt von der geplanten Entnahmerate und Förderhöhe ab. Dabei ist eine ausreichende Umströmung der Pumpe zur Kühlung zu gewährleisten. Weiters ist genügend Raum für den Ein- und Ausbau der Pumpe einschließlich Steuerkabel und Peilrohr vorzusehen. Der Minstdurchmesser sollte bei 300 mm liegen, für Entnahmen von über 10 l/s sollte er mindestens 350 mm betragen. Der Ringraum für die Filterkiesschicht sollte mindestens 100 mm betragen, wobei auch die Unterbringung eines zusätzlichen Peilrohres zu berücksichtigen ist. Mit dem zweiten Peilrohr können später Vergleichsmessungen gemacht werden, die Hinweise auf eine mögliche verminderte Leistungsfähigkeit des Filters liefern können.
2. Das Rohrmaterial muss eigens für Tiefbrunnen hergestellt und mit absolut dichter Schraubverbindung ausgestattet sein.
3. Sämtliche verwendete Baustoffe müssen trinkwassertauglich sein.

4. Die Flächen über dem Abschlussbauwerk sind stets von Baum- und Strauchbewuchs freizuhalten und dürfen nicht zu Zwecken genutzt werden, die nicht im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgungsanlage stehen (wie Parkplatz, Lagerplatz, Beweidung usw.). Der Fassungsbereich entspricht in der Regel der Zone I des Trinkwasserschutzbereiches und ist zu umzäunen. Der Zaun ist laufend instand zu halten.



Abbildung 14: Brunneninstallationen Tiefbrunnen



Abbildung 15: Umzäunter Fassungsbereich des Tiefbrunnens mit Abschlussbauwerk

Abbildung 16 zeigt das Schema eines Tiefbrunnens mit seinen verschiedensten Betriebseinrichtungen.

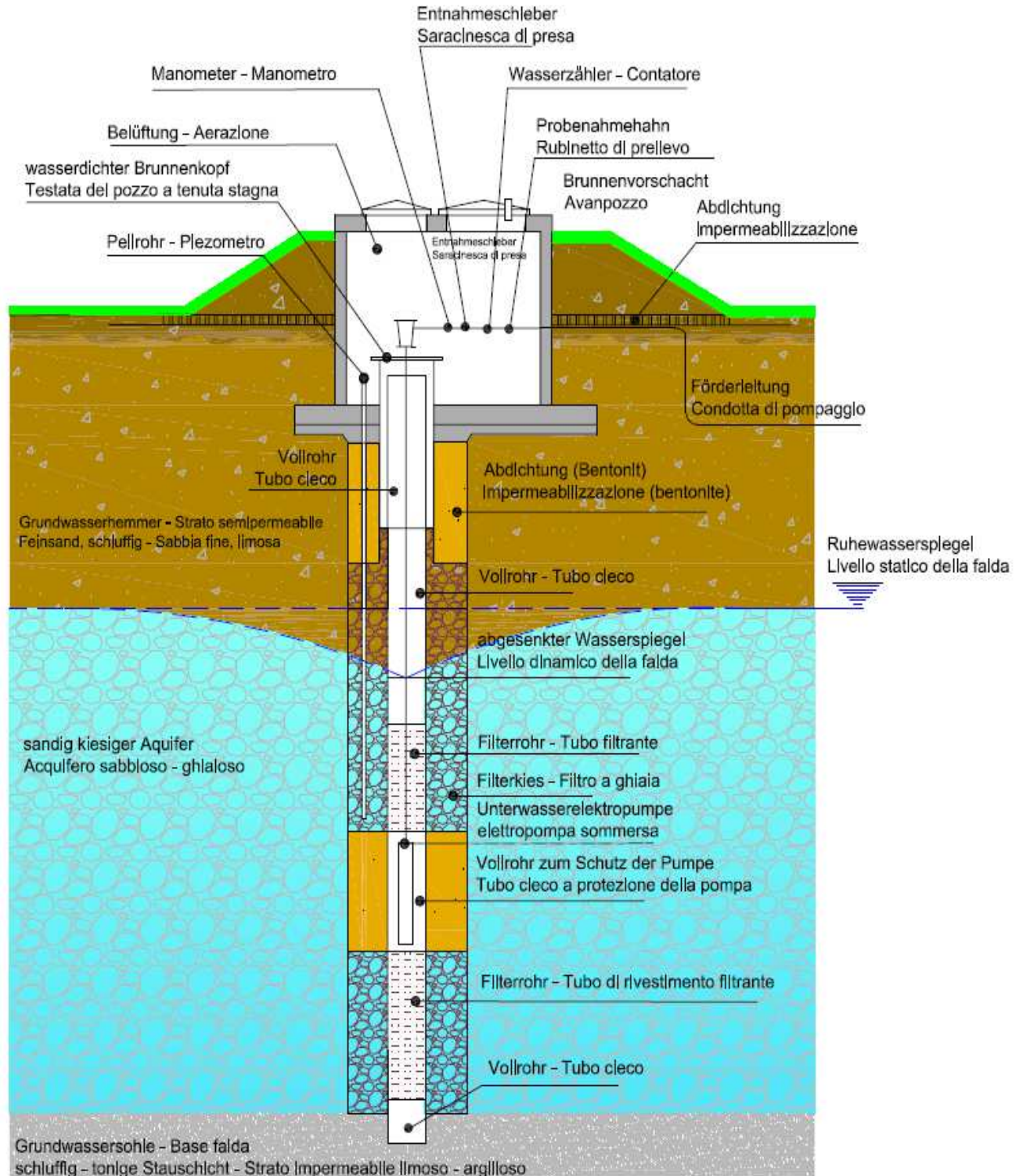


Abbildung 16: Schema eines vollständig ausgebauten Tiefbrunnens in der üblichen Ausführung als Kiesfilterbrunnen.

3. Wasseraufbereitung

3.1 Qualitätsparameter

Die Qualitätsparameter für Wasser für den menschlichen Gebrauch sind im gesetzesvertretenden Dekret Nr. 31/2001 festgelegt, welches die EG-Richtlinie 83/98 umsetzt. Mit dem Ziel, die Gesundheit des Menschen zu schützen legt die EG-Richtlinie Gesundheits- und Reinheitsparameter für Trinkwasser fest. Trinkwasser muss demnach die Anforderungen erfüllen, die in der Anlage I des genannten Umsetzungsdekrets angeführt sind. Teil A der Anlage beinhaltet die Vorgaben für die mikrobiologischen Parameter, Teil B jene für die chemischen Parameter und Teil C jene für die indikativen Parameter (Indikatorparameter). Für jeden Parameter wird ein Parameterwert angegeben, d.h. ein Grenzwert, bei dessen Überschreitung die zuständigen Behörden Maßnahmen zur Wiederherstellung der Wasserqualität vorschreiben müssen.

Das gesetzesvertretende Dekret Nr. 31/2001 legt also folgende Parameter fest:

- indikative Parameter (Indikatorparameter): Geruch, Farbe, Geschmack, pH, Härte usw. (siehe Anlage I, Teil C),
- chemische Parameter: gesundheitsschädliche Stoffe wie Arsen, Blei, Schädlingsbekämpfungsmittel usw. (siehe Anlage I, Teil B),
- mikrobiologische Parameter: Escherichia Coli, Enterokokken usw. (siehe Anlage I, Teil A).

Südtirols Trinkwasser ist größtenteils bereits am Ursprung von ausgezeichneter Qualität und demzufolge bedarf es kaum einer Aufbereitung. Eine Trinkwasserleitung mit Bauwerken in gutem Zustand und mit ausreichend durch Zäune und Schutzzonen gemäß LG Nr. 8/2002 geschützten Wassergewinnungsstellen ist in den meisten Fällen Garantie für eine einwandfreie Wasserqualität. Wenn jedoch trotz dieser Maßnahmen die Einhaltung der Qualitätsparameter nicht gewährleistet werden kann, ist das Wasser entsprechend aufzubereiten. Die Aufbereitung darf jedoch nie eine Option dafür sein, Verbote von potentiell wasserverunreinigenden Tätigkeiten im Wassereinzugsgebiet (Weide, übermäßiger Einsatz von Düngern, Klärgruben) zu umgehen oder die Mängel nicht geeigneter Anlagenteile (Speicher, Leitungen, ...) auszugleichen.

Verunreinigungen im Trinkwasser können entweder chemischer oder mikrobiologischer Art sein. Während bei chemischen Verunreinigungen die Aufbereitung vor allem auf die Entfernung von unerwünschten Inhaltsstoffen ausgerichtet ist, werden mikrobiologisch belastete Wässer vorwiegend durch Desinfektion aufbereitet.

Wasseraufbereitungsanlagen werden vom Amt für Gewässernutzung auf Projektebene begutachtet. Der Einbau einer Aufbereitungsanlage sollte möglichst vor dem Speicher erfolgen. Dort ist der Zufluss weitgehend konstant, und die Anlage muss nicht auf den Spitzenverbrauch ausgelegt werden.

3.2 Desinfektion

Zur Desinfektion von Trinkwasser werden in Südtirol vorwiegend zwei Verfahren angewandt: die Desinfektion mittels UV-Licht und die Chlorung. Bei letzterer ist die Dauerchlorung von der Notchlorung zu unterscheiden. Eine untergeordnete Rolle bei der mikrobiologischen Aufbereitung von Trinkwasser in Südtirol spielen die Membranfiltration und die Aufbereitung mit Ozon.

3.2.1 Desinfektion mit Chlor

Unter Chlorung des Trinkwassers versteht man die Desinfektion von Trinkwasser mit Natrium- oder Calciumhypochlorit, Chlordioxid oder Chlorgas. In Südtirol wird vorzugsweise Natriumhypochlorit oder Calciumhypochlorit verwendet. Durch die Chlorung können bei weitestgehender Trübstofffreiheit des Wassers sowie ausreichender Konzentration und Einwirkzeit (0,1 mg/l freies Chlor nach 20–30 min) frei suspendierte Mikroorganismen einschließlich bakterieller und viraler Krankheitserreger im Wasser getötet bzw. inaktiviert werden.

Die Dauerchlorung wird bei bekannter, wiederholter mikrobiologischer Verunreinigung des Trinkwassers angewandt, die durch Schutzmaßnahmen im Trinkwasserschutzgebiet allein nicht in den Griff zu bekommen ist. Eine kontinuierliche Chlorung sollte möglichst vermieden werden. Besteht jedoch die Gefahr einer Wiederverkeimung im Netz, ist sie aber unabdingbar. Die Chlorung wirkt nachhaltig und hemmt die Wiederverkeimung.

Gegenüber Parasiten wie Cryptosporidien oder Giardien ist die Chlorung bei den zugelassenen maximalen Zugabemengen wirkungslos. Eine Chlorung darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden.

Die Notchlorung wird bei einer vorübergehenden mikrobiologischen Verunreinigung des Trinkwassers eingesetzt. Diese vorübergehenden Verunreinigungen können bei extremen Wetterbedingungen, bei Unfällen oder bei Zwischenfällen (z.B. nach Wartungsarbeiten) vorkommen, daher muss jeder Trinkwasserversorger im Notfall eine fachgerechte Notchlorung durchführen können (z.B. mit Notchlorungsgerät, Dosierpumpe s. Abb. 18).

Bei der Chlorung können Desinfektionsnebenprodukte wie Trihalogenmethane entstehen, welche gesundheitsschädlich sind. Durch die Zugabe von Chlor oder Chlordioxid kann eine Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung des Wassers auftreten.

Ein hoher pH-Wert des Wassers kann für eine Chlorung mit Hypochlorid problematisch sein. Ab pH-Werten über 8 ist die Desinfektionswirkung des Hypochlorids stark eingeschränkt.

Da es sich bei Natriumhypochlorit und Calciumhypochlorit um stark ätzende Chemikalien handelt, die in konzentrierter Form angekauft und verwendet werden, sind bei der Chlorung unbedingt die im Sicherheitsdatenblatt aufgelisteten Sicherheitsmaßnahmen zu beachten. Wird die Chlorung korrekt vorgenommen, ist es eine sichere und kostengünstige Desinfektionsmethode (die Wirkung hält bis zu 48 Stunden an). Im Handel finden sich Geräte und Anlagen verschiedenster Größe, entweder für eine andauernde Desinfektion oder in Verbindung mit UV-Anlagen für Notdesinfektionen.

Bei der Chlorung mit Chlordioxid treten weder Probleme mit den Desinfektionsnebenprodukten noch bei hohem pH-Wert auf. Der Nachteil ist, dass das Chlordioxid nicht in konzentrierter Form gelagert und transportiert werden darf, sondern vor Ort verfahrenstechnisch aufwändig hergestellt werden muss.

Folgende Vorschriften sind zu beachten:

1. Die Desinfektion mittels Chlor darf ausschließlich von geschultem Personal durchgeführt werden.
2. Besonders achtsam ist bei der Lagerung der Chlorprodukte vorzugehen, wobei auch auf die Haltbarkeit zu achten ist. Bei der Anwendung sind die Herstellerangaben genau zu befolgen.
3. Alle Produkte müssen für die Anwendung im Trinkwasserbereich zertifiziert sein.
4. Weiters müssen die Vorschriften für den Transport sowie zur Arbeitssicherheit bei der Verwendung von Chlor laut Sicherheitsdatenblatt berücksichtigt werden.
5. Die Desinfektion mit Chlor ist im anlagenspezifischen Betriebsheft (bzw. Betriebsbuch) zu vermerken.

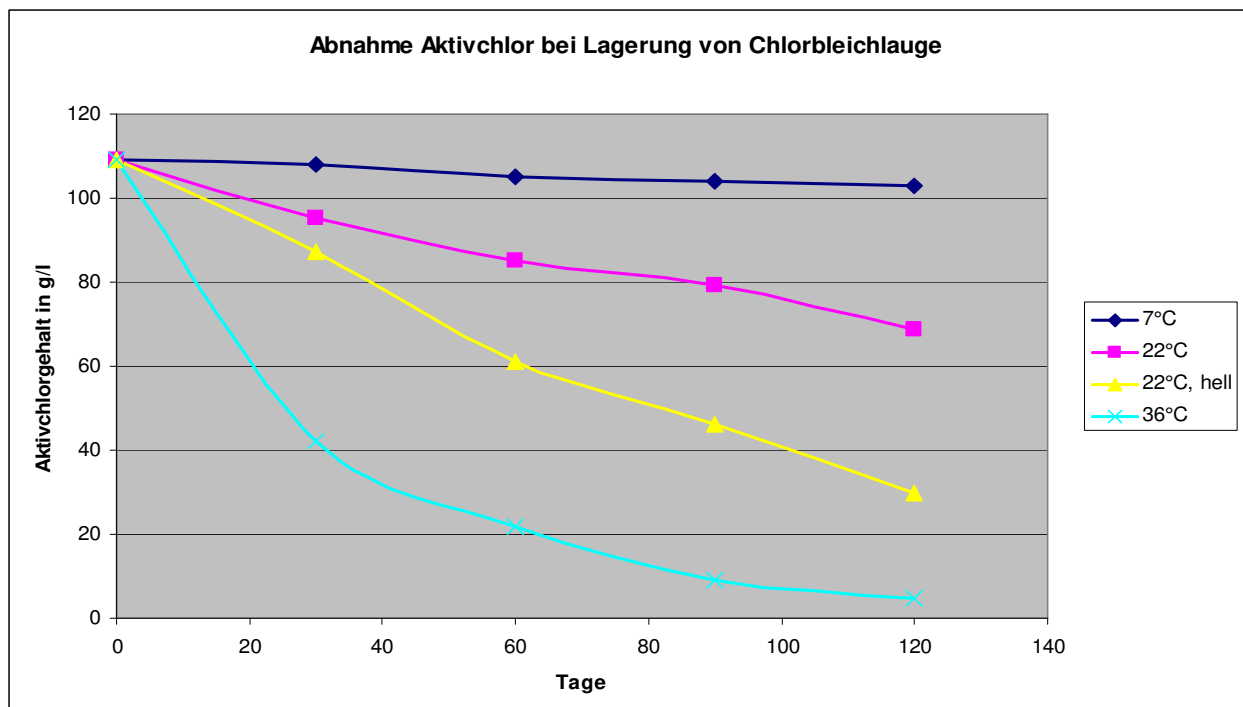


Abbildung 17: Lagerungsbedingte Abnahme der Wirkung von Natriumhypochlorit



Abbildung 18: Notchlorung mittels Dosierpumpe

3.2.2 Desinfektion mittels UV-Licht

Diese Anlagen nutzen die keimtötende Wirkung der ultravioletten Strahlung im Wellenlängenbereich von 240 nm bis 290 nm (Nanometer). Bei der Desinfektion mittels UV-Licht handelt es sich um ein System von Bestrahlungskammern, die mit in Quarzrohren eingesetzten UV-Strahlern bestückt und mit Sicherheitssystemen wie Trübungsmessung (trübes Wasser absorbiert die Strahlen) ausgestattet sind. UV-Anlagen (Abb. 19) werden an geeigneten Stellen der Trinkwasserleitung eingebaut, möglichst vor dem Speicherbehälter. Dort hat man vergleichsweise geringen und konstanten Durchfluss und kann zudem eine Verkeimung im Speicher vermeiden.

Ein Vorteil dieser Desinfektionsmethode ist die Tatsache, dass keine Desinfektionsnebenprodukte gebildet werden wie z.B. bei der Zugabe von Chlor.

Folgende Vorschriften sind zu beachten:

1. Die Desinfektion mittels UV-Licht ist ausschließlich von geschultem Personal zu betreuen. Eine sorgfältige und kontinuierliche Kontrolle ist für einen erfolgreichen Betrieb Voraussetzung.
2. Die Eigenschaften, die Zusammensetzung sowie der SSK-Wert (Spektraler Schwächungskoeffizient = Trübungsparameter) des Wassers müssen vor der Behandlung bekannt sein. Das Quell- oder Tiefbrunnenwasser ist ordnungsgemäß zu fassen. Bei trübem oder chemisch verunreinigtem Wasser besteht die Gefahr einer nicht effizienten Aufbereitung (wegen Absorbierung oder Dispersion der Strahlen).
3. Die Leistungsfähigkeit der UV-Licht-Anlage muss dem höchsten Wasserdurchfluss entsprechen; vor der Anlage ist ein Durchflussbegrenzer zu installieren, der entsprechend der Leistung der Anlage (Herstellerangaben) dimensioniert ist.
4. Vor der Anlage ist ein geeigneter Filter zu installieren, der problemlos gereinigt oder ausgetauscht werden kann.
5. Vor und nach der Anlage müssen Wasserhähne zur Probennahme eingebaut werden.
6. Die Kontrolle einer ausreichenden Bestrahlungsstärke ist durch kontinuierliche Messung mit einem kalibrierbaren Sensor zu gewährleisten, der selektiv im desinfektionswirksamen Bereich (240 - 290 nm) misst. Wird der Schwellenwert von 400 J/m² (Strahlungsenergie/Fläche) unterschritten, wird die Versorgung unterbrochen und ein Alarmsignal ausgelöst, damit der Trinkwasserversorger geeignete Maßnahmen treffen kann.
7. Es muss ein anlagenspezifisches Betriebsheft (bzw. Betriebsbuch) geführt werden, in welchem Folgendes eingetragen ist:
 - a) Austausch der UV-Strahler (gemäß Herstellerangaben);
 - b) Betriebsstörungen;
 - c) Anzahl der Betriebsstunden mit Datum;
 - d) sämtliche Wartungsarbeiten.
8. Ein Satz Ersatzstrahler ist vorrätig zu halten.
9. Über eine automatische Fernmeldeanlage sind eventuelle Störungs- bzw. Alarmmeldungen an den Trinkwasserversorger zu übermitteln.
10. Bei Stromausfall oder Defekt einer Lampe muss die Wasserzufuhr automatisch durch Ventile unterbrochen oder das Wasser in den Ablauf geleitet werden. Die Trinkwasserversorgung kann provisorisch nur dann über einen Bypass wiederaufgenommen werden, wenn ein manuelles oder automatisches Notchlorungsgerät verwendet wird.
11. Die UV-Bestrahlung ersetzt nicht die Chlorung der Trinkwasserversorgungsanlage nach Reinigungs- und Reparaturarbeiten.



Abbildung 19: UV-Anlage

3.2.3 Membranfiltration

Zur Aufbereitung von Trinkwasser werden immer öfter Membranfilterverfahren eingesetzt. Es werden vier verschiedene Verfahren angewendet: Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration und Mikrofiltration. Diese Verfahren unterscheiden sich bezüglich der Porosität der Membrane und somit der Durchlässigkeit gegenüber den verschiedensten Wasserinhaltsstoffen.

Umkehrosmose und Nanofiltration haben den Nachteil, dass ihre Filter nicht spülbar sind und dass meist eine Nachbehandlung des Wassers notwendig ist, da von den Filtern auch Ionen und Moleküle zurückgehalten werden.

In der Ultrafiltration können Partikel $>0,01\ \mu\text{m}$ zurückgehalten werden, d.h. ein Rückhalt von Bakterien und Viren ist noch möglich. Gelöste organische Stoffe und Ionen (Salze) werden in der Ultrafiltration nicht zurückgehalten. Die Filter können durch Spülung reaktiviert werden.

In der Mikrofiltration ($>0,1\ \mu\text{m}$) ist ein Rückhalt sämtlicher Viren nicht mehr gewährleistet.

Folgende Vorschriften sind zu beachten:

Die Membranfiltration ist ausschließlich von geschultem Personal zu betreuen bzw. zu überprüfen. Eine sorgfältige und kontinuierliche Wartung und Kontrolle ist für einen erfolgreichen Betrieb Voraussetzung. Sie ist im anlagenspezifischen Betriebsheft (bzw. Betriebsbuch) zu vermerken.

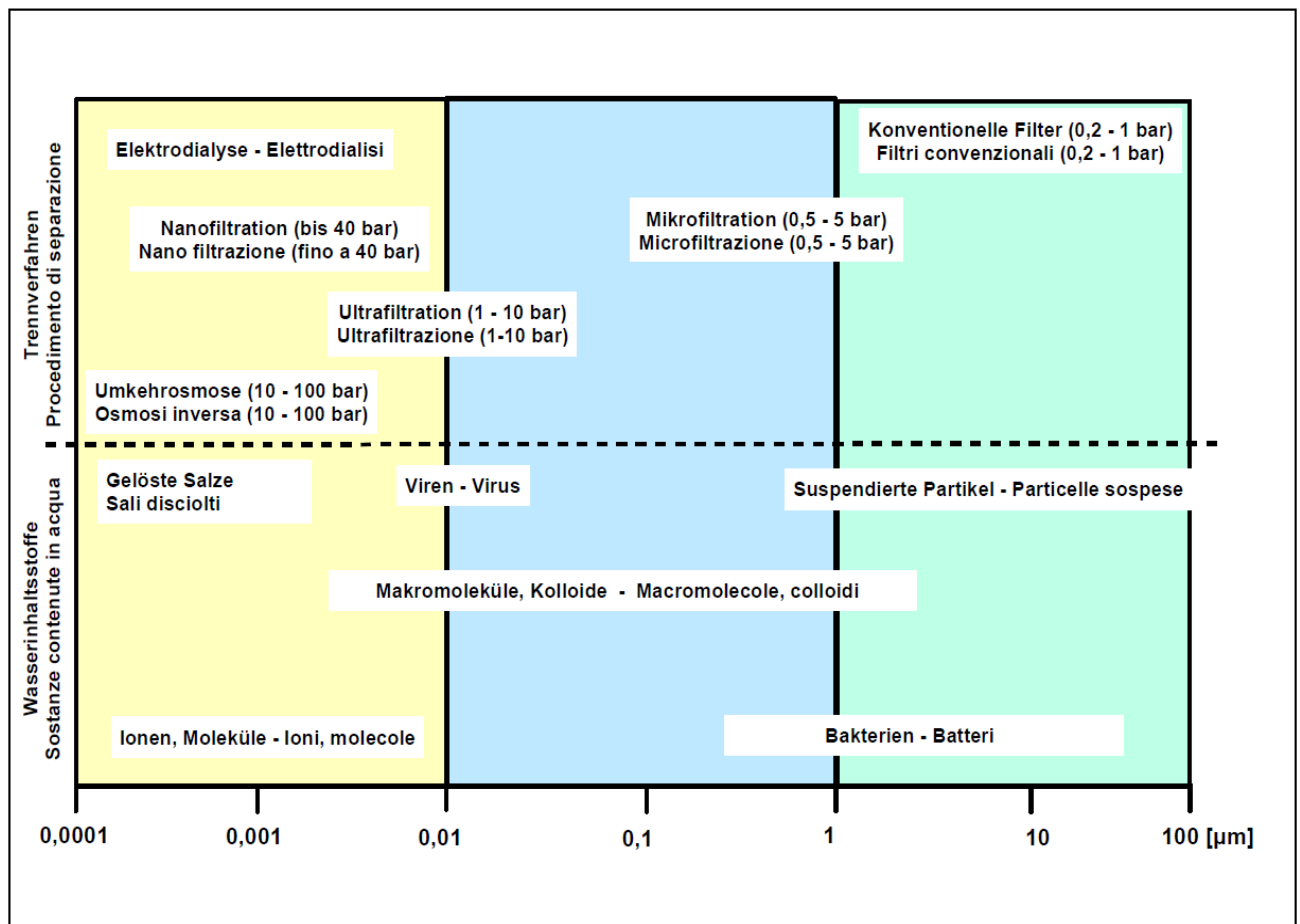


Abbildung 20: Membranverfahren und ihre Einsatzgrenzen

3.3 Chemische Aufbereitung: in Südtirol angewendete Verfahren

3.3.1 Entsäuerungsanlagen

Ist im Wasser freie Kohlensäure enthalten, können Metallleitungen und Betonteile der Anlagenbauwerke für Zuleitung, Sammlung und Verteilung des Trinkwassers korrodieren. Man spricht hier von aggressivem Wasser. Durch die freie Kohlensäure kann auch die Eisenkonzentration im Wasser steigen, in manchen Fällen sogar über den Indikatorparameterwert. Der Einbau einer Entsäuerungsanlage (Abb. 21 und 22) verhindert diese Auswirkungen.

Die Entsäuerung von aggressivem Wasser erfolgt über den Kontakt des Wassers mit basischen Substanzen wie Kalk, Dolomit, Marmor oder anderen chemischen Lösungen. Dabei wird das überschüssige freie Kohlendioxid beseitigt, und es kommt im Idealfall zum Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht im Wasser. In diesem Gleichgewicht ist das Wasser neutral und greift die Leitungen und Baumaterialien nicht mehr an.

Projektierung und Kalibrierung einer Entsäuerungsanlage:

Der Aggressivitätsgrad des Wassers wird im Labor durch eine chemische Analyse festgestellt (Marmorlöseversuch nach Heyer, Sättigung des Wassers mit CaCO_3) und durch den Langelier-Index ausgedrückt. Dieser gibt die pH-Differenz zwischen dem nicht aufbereiteten Wasser und demselben Wasser im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht an. Ist dieser Index kleiner als -0,3, ist das Wasser als tendenziell aggressiv anzusehen und es wird die Errichtung einer Aufbereitungsanlage empfohlen. Bei einem Langelier-Index unterhalb von -0,5 wird die Errichtung einer Entsäuerungsanlage zumeist von den zuständigen Ämtern vorgeschrieben.

Entsäuerungsanlagen sind sorgfältig zu planen und zu berechnen. Bei geringer Aggressivität des Wassers kann eine einfache Belüftung für die Entsäuerung des Trinkwassers ausreichend sein. Dies wird als physikalische Entsäuerung bezeichnet.

Bei höherer Aggressivität ist eine chemische Entsäuerung notwendig. Diese erfolgt meist mittels Filtration des aggressiven Wassers über Calciumcarbonat, Marmor oder halbgebrannten Dolomit in eigenen Filterbecken oder Reaktoren (Abb. 23). Eine aufwändigere Methode ist die Neutralisation des Wassers durch Zugabe von genau dosierten, alkalischen Lösungen. Diese Methode darf nur von geschultem und erfahrenem Personal durchgeführt werden.

Bei der Projektierung von Entsäuerungsanlagen mittels Filtration sind folgende Vorschriften zu beachten:

- 1. Grundlage für die Dimensionierung der Filterbecken ist die Erfassung des Trinkwasserbedarfes und somit des zu behandelnden maximalen Wasserdurchflusses. Zur Vermeidung, dass durch zu kurze Kontaktzeiten die Wirkung des Filters gemindert wird, kann der Einbau eines Wassermengenbegrenzers notwendig sein.*
- 2. Die Projektierung der Anlagen muss so erfolgen, dass die Zugabe und das periodische Ersetzen des Filtermaterials möglichst einfach sind. Die maximale Höhe der Filterschicht darf aus praktischen Gründen und zur Gewährleistung einer effizienten Rückspülung nicht 2,0 - 2,5 m überschreiten.*

3. Die Korngröße des Filtermaterials kann bis zu 4 mm betragen.
4. Der Wasserdurchlauf im Filter erfolgt im Allgemeinen von oben nach unten, wobei die Kontaktzeit des Wassers mit dem Filtermaterial auf die Eigenschaften des Wassers (Aggressivitätsgrad, Temperatur) abgestimmt wird. Der Zufluss hat möglichst breitflächig auf die gesamte Oberfläche des Filtermaterials verteilt zu erfolgen (z.B. Zulauftrinne).
5. Die Rückspülung des Marmorfilters mit Luft und Wasser ist regelmäßig und auf jeden Fall mindestens dreimal pro Jahr durchzuführen, oder aber nach den in der Genehmigung auferlegten Vorschriften. Zu diesem Zweck sollte eine Mindestwassermenge von $10 \text{ m}^3/\text{h}$ pro m^2 rückzuspülende Filterfläche vorhanden sein. Wenn diese Menge nicht durch die Mindestschüttung der Quelle gewährleistet werden kann, muss eine ausreichende Trinkwasserreserve oberhalb der Anlage vorgesehen werden. Die visuelle Kontrolle der Rückspülung erfolgt durch einen Schacht innerhalb der Anlage.
6. Das bewegliche oder feste Luftgebläse für die Rückspülung muss eine Leistung von mindestens $60 \text{ m}^3/\text{h}$ Luft pro m^2 rückzuspülender Filterfläche aufweisen.
7. Im Hinblick auf eine bessere Wartungsmöglichkeit und Versorgungssicherheit wird die Anordnung der Entsäuerungsanlage auf mehrere (mindestens 2) Becken empfohlen.
8. Das Rückspülwasser weist einen hohen Suspensionsgehalt auf und darf nicht direkt in Oberflächengewässer abgeleitet werden. Daher ist ein Absetzbecken vorzusehen.
9. Entsäuerungsanlagen sind ausschließlich von geschultem Personal zu betreuen. Eine sorgfältige und regelmäßige Kontrolle ist für einen erfolgreichen Betrieb Voraussetzung. Sie ist im anlagenspezifischen Betriebsheft (bzw. Betriebsbuch) zu vermerken.



Abbildung 21: Entsäuerung des Wassers mittels Belüftung (Berieselung)



Abbildung 22: Entsäuerungsanlage mit anfänglicher Berieselung (breitflächiger Zufluss) und drei Becken mit Marmorfilter



Abbildung 23: Entsäuerungsanlage in Reaktoren

3.3.2 Die Entfernung der Elemente Eisen, Mangan, Arsen, Antimon und Uran

Eisen und Mangan:

Erhöhte Konzentrationen an Eisen und Mangan können in sauerstoffarmen Grundwässern und in Quellwässern aufgrund der geologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet vorkommen. Eisen gilt als unerwünschtes Element, da schon eine Konzentration von 300 µg/l dem Wasser eine gelbliche Farbe und einen unangenehmen (metallischen) Geschmack verleiht. Der Indikatorparameterwert ist 200 µg/l.

Wässer mit hohen Konzentrationen von Mangan stellen im Allgemeinen kein Gesundheitsrisiko dar, jedoch ergeben sich wie beim Eisen unangenehme Geruchs- und Geschmackseigenschaften des Wassers, außerdem kann es zu bräunlichen Ausfällungen kommen. Der Indikatorparameterwert liegt bei 50 µg/l.

Die Entfernung von Eisen und Mangan aus dem Wasser erfolgt zumeist durch Oxidation dieser Elemente zu schwer löslichen Eisen(III)- bzw. Mangan(IV)-Verbindungen (durch Zugabe von Sauerstoff), welche anschließend durch Filtration oder Sedimentation abgeschieden werden.

Arsen, Antimon, Uran:

Die Elemente Arsen, Antimon und Uran haben negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Für Arsen und Antimon sind gesetzlich Parameterwerte für Trinkwasser festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Der Parameterwert für Arsen im Trinkwasser ist mit 10 µg/l definiert, jener für Antimon mit 5 µg/l.

Für Uran bestehen derzeit für Trinkwasser keine national oder EU-weit gesetzlich vorgeschriebenen Parameterwerte. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat für die Konzentration von Uran im Trinkwasser einen Leitwert von 30 µg/l festgelegt. Uran im Trinkwasser ist primär wegen seiner toxischen Wirkung, insbesondere auf die Nieren, gefährlich.

Die Entfernung von Arsen, Antimon und Uran kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Die Aufbereitungsmethoden sind meist komplex und bedürfen einer sorgfältigen und kontinuierlichen Wartung der Anlagen. Daher sind diese Aufbereitungsanlagen von Fachkräften zu installieren und von verlässlichem, geschultem Personal zu betreuen.

In der Handhabung relativ einfach und trotzdem wirkungsvoll ist die Aufbereitung von Arsen (Abb. 24 und 25) und Antimon mittels Adsorption an Eisenoxide bzw. -hydroxide. Diese befinden sich in granulierter Form in einem Festbettreaktor (Filter). Weitere Möglichkeiten der Arsen- und Antimonentfernung sind Oxidation und Flockung, der Einsatz von Membranfiltern sowie von Ionenaustauschern.

Eine Aufbereitung von arsenhaltigem Trinkwasser ist in Südtirol im Allgemeinen bis zu einer Konzentration von ca. 50 µg/l wirtschaftlich noch sinnvoll. Bei höheren Werten wird die Suche nach alternativen Wasserversorgungen (unbelastete Quellen) empfohlen.

Eine Uranentfernung ist entweder durch den Einsatz spezifischer Ionenaustauscherharze oder mittels Nanofiltration möglich. Vorzugslösung ist der Einsatz von Ionenaustauschern.

Folgende Vorschriften sind bei der Wasseraufbereitung zur Entfernung von Eisen, Mangan, Arsen, Antimon, Uran zu beachten:

1. Die Aufbereitungsanlage ist ausschließlich von geschultem Personal zu betreuen bzw. zu überprüfen.
2. Eine sorgfältige und kontinuierliche Wartung ist für einen erfolgreichen Betrieb Voraussetzung. Sie ist anlagenspezifischen Betriebsheft (bzw. Betriebsbuch) zu vermerken.
3. Beim Einsatz von Filtern muss die Beseitigung des gesättigten Filtermaterials durch ein Unternehmen erfolgen, welches über die entsprechende gesetzlich vorgeschriebene Ermächtigung zur Abfallbeseitigung verfügt.



Abbildung 24: Arsenentfernung



Abbildung 25: Arsenentfernung

4. Wasserspeicher

Ein Wasserspeicher wird angelegt, um den Ausgleich zwischen Wasserdargebot und Wasserbedarf (Spitzenverbrauch) zu schaffen und um eine Mengenreserve für Notfälle zu gewährleisten (z. B. für Löschwasser). Das erforderliche Speichervolumen wird aus dem maximal zu erwartenden Tagesverbrauch, der Mindestquellschüttung und der eventuell vorzusehenden Löschwasserbereitstellung berechnet. Der maximal zu erwartende Tagesverbrauch bezieht alle an der Trinkwasserleitung angeschlossenen Verbraucher ein, wobei die Bevölkerungsentwicklung für die nächsten 30-50 Jahre berücksichtigt werden muss.

Der Tagesbedarf eines Verbrauchers wird aus den im Wassernutzungsplan der Autonomen Provinz Bozen (Teil III, Art. 14) angegebenen Einheitswerten errechnet: 300 Liter am Tag pro Einwohner und pro Bett in Tourismusstrukturen und Krankenhäusern und 140 Liter am Tag pro Großvieheinheit (GVE). Die gesamte Speicherkapazität sollte so gewählt werden, dass eine Verweilzeit des Wassers im Speicher von 2 Tagen nicht überschritten wird.

Die Festlegung der Löschwasserreserve (insbesondere bei Kleinanlagen) erfolgt in Absprache mit der Berufsfeuerwehr. Diese erstellt ein diesbezügliches Gutachten. Das Speichervolumen für Löschwasser ist auf das unbedingt erforderliche Minimum zu beschränken. Zu diesem Zweck kann bei der Berechnung auch der kontinuierliche Zufluss zum Speicher in der Zeit der Löschwasserentnahme vom Speichervolumen abgezogen werden. Sind andere Wasserbezugsquellen für die Brandbekämpfung (Seen, ständige Wasserläufe usw.) vorhanden, kann die Löschwasserreserve - in Absprache mit der Berufsfeuerwehr - reduziert werden. Dies ist insbesondere bei kleinen Trinkwasserleitungen in Hinblick auf die Baukosten und generell auf die Wasserqualität ein Vorteil, da die Verweilzeit des Wassers im Speicher minimiert wird. Ist eine große Löschwasserreserve in einem kleinen Versorgungsgebiet notwendig, sind zwei getrennte Becken und getrennte Leitungssysteme (Trinkwasser und Löschwasser) zu errichten. Die Löschwasserreserve muss immer gewährleistet sein. Dies kann durch eine geeignete Anbringung der Entnahmeleitung im Speicherbehälter, z.B. mithilfe eines belüfteten Rohrbogens, erfolgen.

Die Ausführung des Speichers als Zweikammersystem ist vorzuziehen, damit, z.B. bei Reinigung, immer eine Kammer in Betrieb bleiben kann. Der Einsatz von Fertigspeichern ist vor allem bei schwierigen Geländebedingungen und kleinen Anlagen vorteilhaft.

Folgende Vorschriften für Wasserspeicher sind zu beachten:

- 1. Das Bauwerk muss zumindest aus Schieberkammer und Wasserkammer bestehen, günstig sind zwei Wasserkammern. Der Zugang erfolgt über die Schieberkammer, am besten über einen horizontalen Zugang, der dicht schließt und abschließbar ist. Ist aufgrund der Geländebeschaffenheit der Zugang nur über eine waagrechte Luke (nur von oben) möglich, muss diese mindestens 25 cm über Geländeniveau erhöht sein, dicht schließen und abschließbar sein. Sie darf nicht über dem Wasserspiegel liegen. In der Schieberkammer muss Platz für die Vorrichtung zur Notchklorung und eventuell notwendige, bauliche Maßnahmen sein.*

2. Die Beckenform und die Anordnung von Zulauf- und Entnahmerohr sind so zu gestalten, dass das Wasser zirkulieren kann. Die optimale Lösung für eine gute Wasserzirkulation ist die Eindüsung am Zulauf. Ist eine Eindüsung nicht durchführbar (z.B. bei zu wenig Druck), muss der Zulauf oberhalb des Wasserspiegels erfolgen.
3. Alle Becken und die Schieberkammer müssen über einen Grundablass entleerbar sein. Die Sohle der Wasserkammern ist mit einer Neigung von mindestens 2 % in Richtung Entleerungsablauf auszuführen.
4. Das Zulaufrohr zum Speicher ist durch die Schieberkammer zu führen. Bei Speichern mit nur einem Becken ist zwischen Zulauf- und Entnahmeleitung eine Rohrverbindung (Bypass) vorzusehen (ev. mit Druckreduzierung). Bei Bedarf ist ein Feuerwehranschluss vorzusehen. Zulauf- und Entnahmeleitung sind mit einem Wasserhahn zu versehen, um Wasserproben entnehmen zu können. An der Entnahmeleitung sind ein geeigneter Wasserzähler, eine geeignete Absperrvorrichtung und ein Belüftungsventil einzubauen.
5. Rund um den Behälter ist eine Grunddrainage zu verlegen, um Tagwasser bzw. Wasser aus etwaigen undichten Stellen des Behälters abzuführen.
6. Eine Wärmedämmung ist vorzusehen. Dabei ist eine Kombination aus Dämmstoffen und Erdeinschüttung vorzuziehen. Dämmstoffe müssen eine geringe Wasseraufnahme und hohe Druckfestigkeit aufweisen und gegen Nagetiere resistent sein (z.B. Schaumglas).
7. Sämtliche Materialien in den Becken müssen für Trinkwasser geeignet sind. Bei Bauwerken aus Ortbeton (WU-Beton) muss zusätzlich ein Schalungsvlies verwendet werden.
8. Es ist eine Be- und Entlüftung vorzusehen. Die Lüftungseinrichtungen dürfen nicht über dem Wasserspiegel angebracht werden und sind mit feinmaschigem Insektenschutzgitter zu versehen. Die Lüftungsöffnungen sollten auch im Extremfall einen ausreichend großen Luftzustrom sicherstellen (z. B. Sogwirkung bei Rohrbruch). Es ist dafür zu sorgen, dass die Belüftung nicht über Lüftungsöffnungen erfolgt, die sich im unmittelbaren Bereich von Luftverunreinigungsquellen befinden (Verkehr, intensive Landwirtschaft – Pestizideinsatz, Viehzucht). Ist dies bereits der Fall, müssen die Lüftungsöffnungen entweder an eine unbedenkliche Stelle verlegt werden oder mit Aktivkohlefilter (und Gebläse) versehen werden.
9. An der Ausmündung der Überlaufrohre sind entweder Froschkappen anzubringen oder sie sind mit einem engmaschigen, beständigen Insektenschutzgitter abzudecken. Der Auslauf ist hochwasserfrei und geschützt (vorzugsweise in einem Schacht) auszuführen.
10. In und über den Wasserkammern dürfen nur die unbedingt notwendigen Anlagenteile angeordnet werden, alle anderen müssen in der Schieberkammer untergebracht werden.
11. Die Flächen über dem Wasserspeicher sind dauerhaft von Baum- und Strauchbewuchs freizuhalten und dürfen nicht zu Zwecken genutzt werden, die nicht im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgungsanlage stehen (wie Parkplatz, Lagerplatz, Beweidung usw.). Es muss eine Umzäunung vorgesehen werden, die laufend instand zu halten ist.
12. Die Zugänge müssen abschließbar sein. Eine Zugangskontrolle mit Alarmanlage wird empfohlen. Weiters ist ein Stromanschluss im Speicher empfehlenswert.

SCHNITT SPEICHER - SEZIONE SERBATOIO

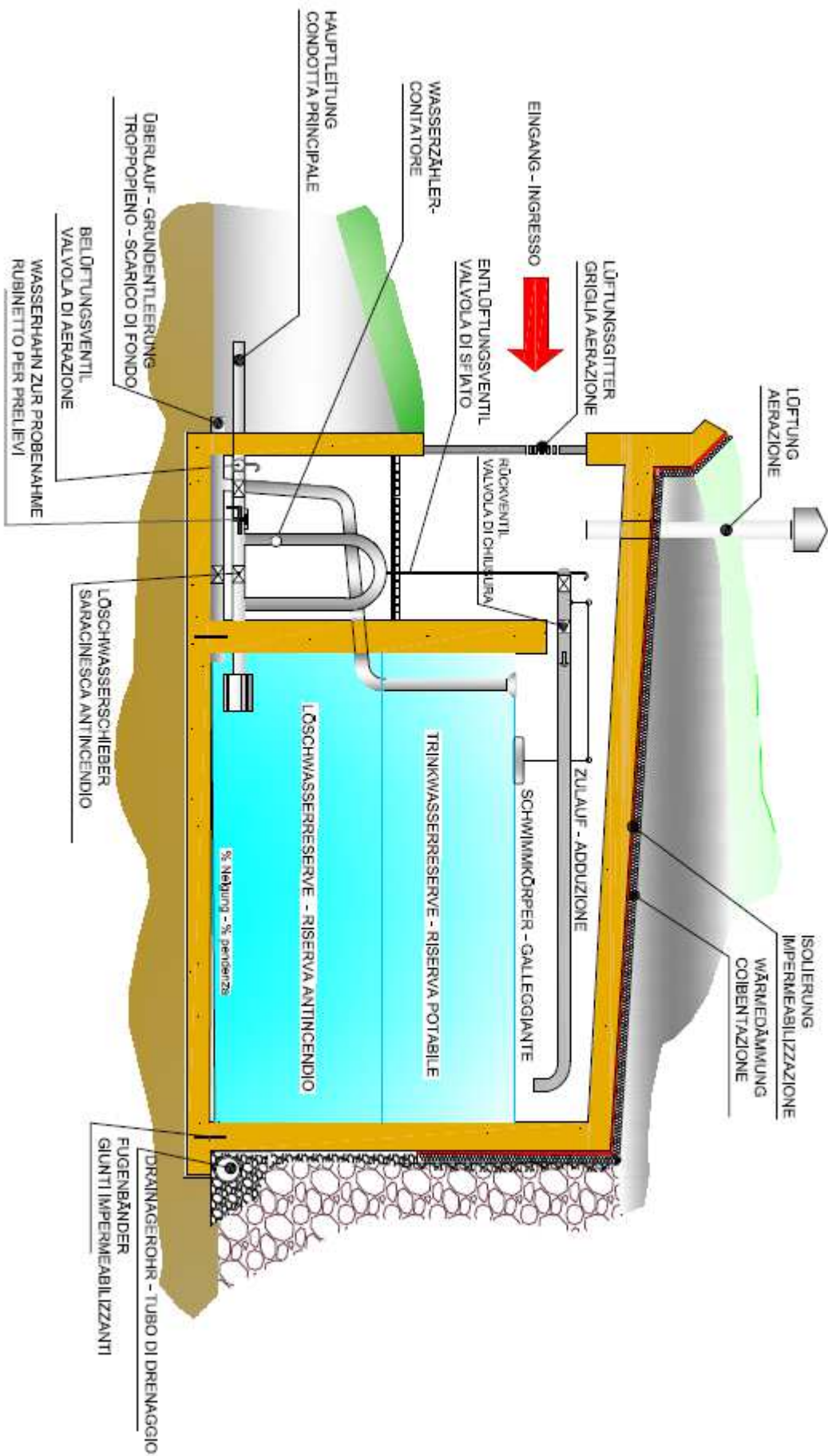


Abbildung 26: Schema eines Wasserspeichers

5. Wasserverteilung

5.1 Leitungen

In der Wasserversorgung wird zwischen Zubringerleitungen, Verteilungsleitungen (auch als Versorgungsleitungen bezeichnet) und Anschlussleitungen unterschieden (Abb. 27). Als Zubringerleitung bezeichnet man den Abschnitt zwischen der Quelle bzw. dem Tiefbrunnen und dem Speicher. Vom Speicher führen die Verteilungsleitungen ins Versorgungsgebiet. Sie sind im Idealfall als Ringleitung angeordnet.

Von den Verteilungsleitungen zweigen die Anschlussleitungen ab. Sie bilden die Verbindung zwischen Verteilungsleitung und Rechtsträgergrenze, welche in der Regel der Wasserzähler beim Verbraucher ist. Die genaue Übergabestelle ist in der Wasserleitungsordnung der jeweiligen Gemeinde festgelegt.

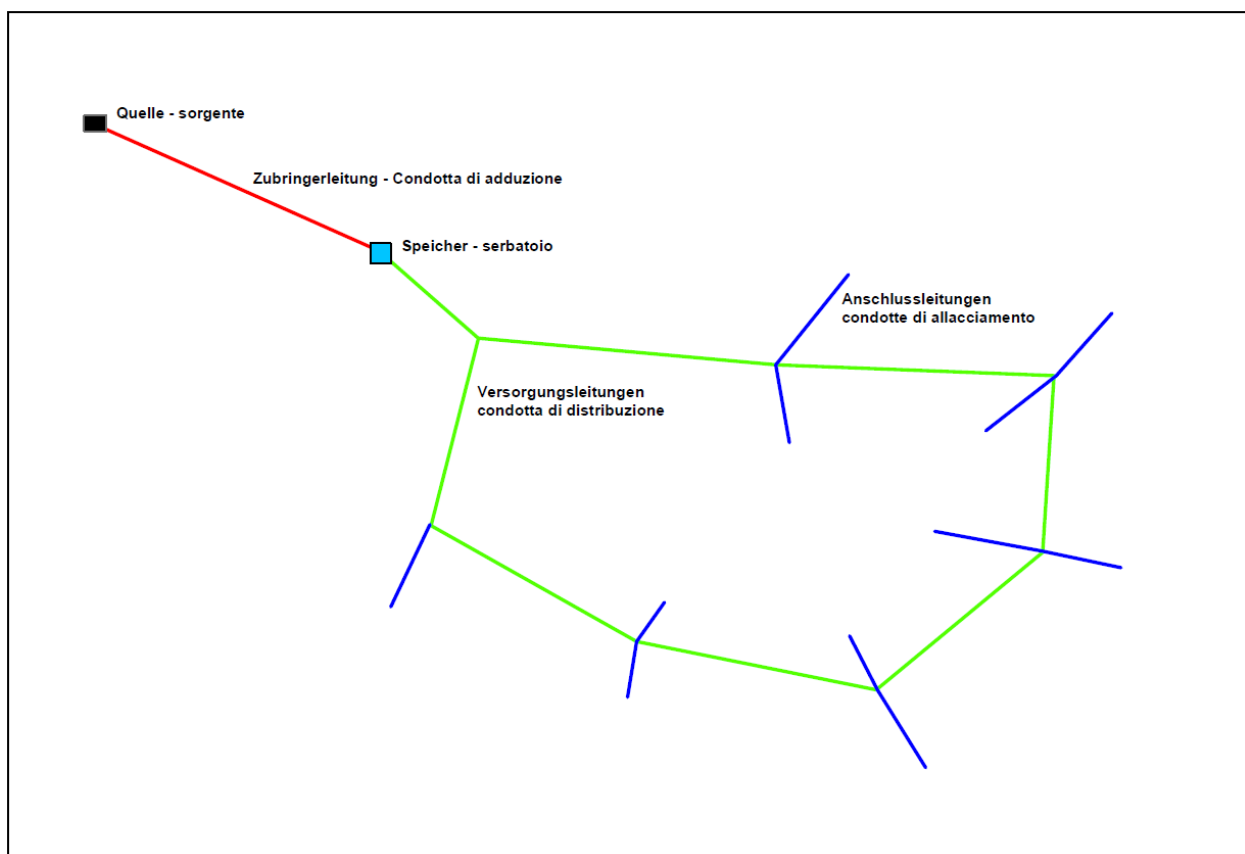


Abbildung 27: Unterscheidung der Leitungstypen

Folgende Vorschriften für die Wasserverteilung sind zu beachten:

1. Die Leitungen müssen möglichst geradlinig und mit eindeutigen Hoch- und Tiefpunkten verlegt werden.
2. An hydraulischen Hochpunkten sind Be- und Entlüftungseinrichtungen vorzusehen. An Tiefpunkten werden Entleerungen eingebaut, die in Schächten unterzubringen sind. Sämtliche Einrichtungen müssen zugänglich und bekannt sein.
3. Die Verlegungstiefe der Wasserleitungen hängt im Wesentlichen von der Frostepfindlichkeit der Böden ab. Zu beachten ist auch, dass eine unzulässige Erwärmung des Trinkwassers im Sommer vermieden werden muss. Daher sind die Leitungen in einer Tiefe von mindestens 1,5 m zu verlegen. Wenn ein ausreichender Schutz gegen Kälte und Wärme nicht gewährleistet werden kann, sind die Leitungen mit einer entsprechenden Dämmung zu versehen (z.B. Brückenquerungen).
4. Die Ortsnetze sind für einen höchsten Systembetriebsdruck (MDP= Maximum Design Pressure) von mindestens 10 bar zu planen. Der Systembetriebsdruck ohne Druckstöße sollte etwa 2 bar unter dem höchsten Systembetriebsdruck liegen. Als Ruhedruck im Schwerpunkt einer Druckzone sind 4 bis 6 bar am Hausanschluss empfohlen.
5. Für eine nachträgliche Ortung der Leitungen ist, besonders bei nicht metallischen Leitungen, eine Ortungsvorrichtung vorzusehen (Ortungsbänder). Bewährt hat sich die Anbringung eines 6 mm starken Kupferkabels.

Bei der Materialauswahl sowie der Wahl von Zubehör und Verbindungen sollte auf verschiedene Faktoren geachtet werden:

- zu erwartende innere und äußere Belastungen;
- chemische Wasserbeschaffenheit;
- örtlich vorhandene Baugrundverhältnisse;
- Korrosionswahrscheinlichkeit durch den umgebenden Boden und die elektrochemischen Belastungen;
- Leitungsführung;
- Einbauverfahren und Materialverhalten nach dem Einbau;
- spezielle Anforderungen an das Fachpersonal;
- Betriebskosten über die gesamte Nutzungsdauer;
- Instandhaltungsaufwand;
- geplante Nutzungsdauer;
- Frost- und Wärmeeinwirkung;
- möglichst einheitlicher Rohrwerkstoff im Netz.

Die Reibungsverluste in Leitungen steigen bei Fließgeschwindigkeiten >1 m/s stark an. Dies gilt insbesondere für kleine Nennweiten. Zur Wasserverteilung werden für die einzelnen Leitungstypen folgende Geschwindigkeiten empfohlen:

- Zubringerleitungen $< 2,0$ m/s
- Verteilungsleitungen $\leq 1,0$ m/s
- Anschlussleitungen $\leq 2,0$ m/s

Einen ersten Anhaltswert für eine wirtschaftliche Dimensionierung kann man durch Anwendung folgender allgemein bekannter Formel aus Mutschmann/Stimmelmayer „Taschenbuch der Wasserversorgung“ errechnen:

$$DN_{\text{wirtsch.}}[\text{mm}] = \mu \times \sqrt{Q[\text{m}^3/\text{s}] \times 1000}$$

$\mu = 1,3$ für kleines Q

$\mu = 1,0$ für großes Q

Beispiel:

- $Q = 100 \text{ l/s} = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$

$$DN_{\text{wirtsch.}}[\text{mm}] = 1,3 \times \sqrt{0,1[\text{m}^3/\text{s}] \times 1000} = 411 \text{ mm} \sim 400 \text{ mm}$$

- $Q = 800 \text{ l/s} = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$

$$DN_{\text{wirtsch.}}[\text{mm}] = 1,0 \times \sqrt{0,8[\text{m}^3/\text{s}] \times 1000} = 894 \text{ mm} \sim 900 \text{ mm}$$

In Leitungen mit großem Durchmesser und kleinem Durchfluss kann die Qualität des Wassers beeinträchtigt werden. Daher sind in allen Leitungen Standzeiten von mehr als 2 Tagen zu vermeiden, um den Folgen einer Stagnation wie z.B. Trübung, Geschmacksbeeinträchtigung, Ablagerung und Verkeimung vorzubeugen. Bei zu langer Standzeit kann ein Zwangsdurchlauf in Betracht gezogen werden, wie z.B. die Errichtung eines Brunnens („Stetslauf“).

Lange Aufenthaltszeiten des Wassers können auch in Stichleitungen vorkommen, daher sollten diese im Rohrleitungsnetz vermieden und möglichst Ringleitungen vorgesehen werden.

Rohrmaterial kann von innen (z.B. durch aggressives Wasser) oder von außen korrodieren. Erhöhte Korrosionsgefahr besteht besonders in lehmigen, tonigen, moorigen und sulfathaltigen Böden. Man unterscheidet zwischen passivem (z.B. durch Ummantelung oder Auskleidung) und aktivem (z.B. durch elektrische Ströme erzeugten) Korrosionsschutz. Besondere Probleme können an Kontaktstellen von unterschiedlichen Metallen entstehen.

Zementinnenbeschichtungen können in Verbindung mit aggressivem Wasser zu Problemen bei der Wasserqualität führen.

Innerhalb von Bauwerken (Speicherbehälter, Sammelschächten usw.) sollten die Leitungen aus rostfreiem Material sein (Inox, Kunststoffe).

Die Rohrverlegung muss sehr sorgfältig nach den technischen Empfehlungen für das jeweilige Material erfolgen. Die meisten Verluste in den Wasserversorgungssystemen sind auf Leckstellen in den Leitungen zurückzuführen. Ein Verlustwert von unter 10 % sollte angestrebt werden.

5.2 Druckreduzierung

Dort wo Rohrnetze einen bestimmten Druck nicht überschreiten sollen, ist eine Druckreduzierung vorzusehen. Diese kann auf mehrere Weisen erfolgen, einige davon werden im Folgenden kurz beschrieben.

5.2.1 Druckunterbrecherschächte

Schächte mit offenem Wasserspiegel werden zur Druckvernichtung, zur Wasserverteilung, zur Kontrolle der Leitung usw. errichtet. Sie müssen denselben Anforderungen genügen, wie sie für die Sammelschächte gelten. Es ist aber nur eine Wasserkammer erforderlich, die gegebenenfalls mit Tauchwand unterteilt wird. Gemäß den Bestimmungen zur Arbeitssicherheit ist ein Zugang von oben zu vermeiden.

Die Druckunterbrecherschächte (Abb. 28) können ohne Fremdenergie und Fernsteuerung auskommen. Die Ventile werden mechanisch oder hydraulisch über Wasserstand gesteuert. Besondere Beachtung sollte der Hygiene geschenkt werden, da ein offener Wasserspiegel vorliegt. Bei der Planung sollte situationsbedingt auch auf die Wartung, den Platzbedarf und die Kosten eingegangen und mit anderen Druckreduziermöglichkeiten verglichen werden. Der Druck wird bei Unterbrecherschächten auf null reduziert. Deshalb sind Unterbrecherschächte bezüglich ihrer Höhenlage genau zu planen.

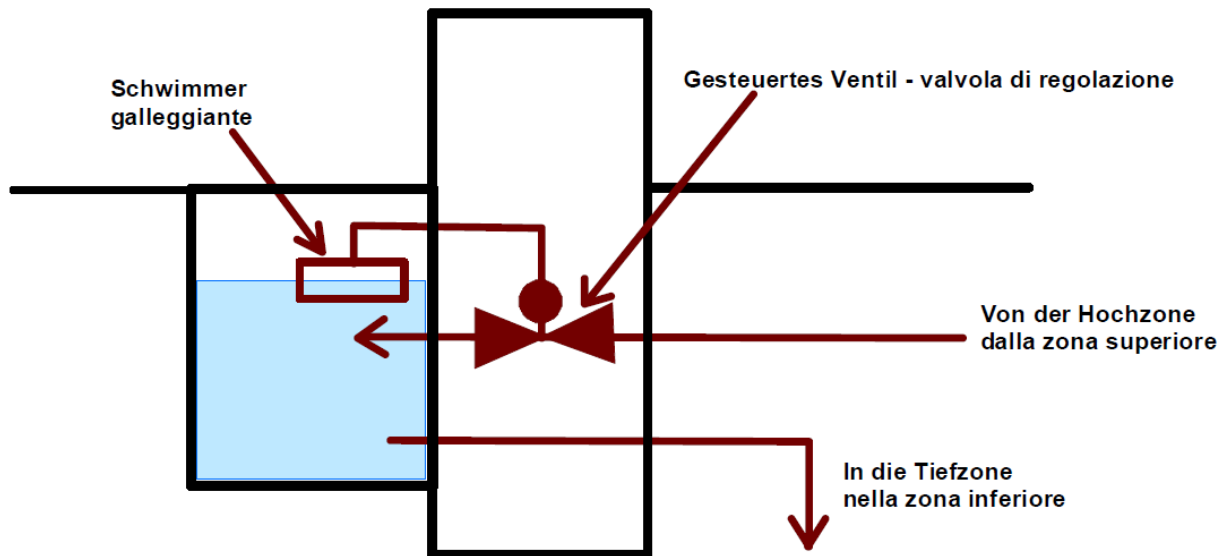


Abbildung 28: Schematische Darstellung eines Druckunterbrecherschachtes

Folgende Vorschriften sind zu beachten:

1. Der Druckunterbrecherschacht besteht aus einem Becken mit Tauchwand.
2. Der Druckunterbrecherschacht muss zugänglich sein, am besten über einen horizontalen Zugang. Ist aufgrund der Geländebeschaffenheit der Zugang nur über eine waagrechte Luke (nur von oben) möglich, so muss diese mindestens 25 cm über Geländeniveau erhöht sein und dicht schließen und darf nicht über dem Wasserspiegel liegen. Das Gelände um den Zugang muss so gestaltet sein, dass Oberflächenwasser rasch abfließen kann und sich keine Pfützen bilden. Der Schacht und die Schachtentwässerung dürfen sich nicht im Hochwasserbereich befinden.
3. Die lichte Höhe muss bei begehbaren Schächten ≥ 2 m betragen, die lichte Breite $\geq 1,5$ m.
4. Der Überlauf ist ausreichend zu dimensionieren. Das Wasser aus dem Überlauf kann zusammen mit jenem aus dem Grundablass abgeführt werden. Der Auslauf ist zu schützen (vorzugsweise in einem Schacht) und mit einer mechanischen Sperrvorrichtung gegen das Eindringen von Tieren zu versehen („Froschklappe“). Bei Vorflutern muss er sich außerhalb des Hochwasserbereichs befinden.
5. Das Wasserbecken muss zur Entleerung über eine zum Grundablass hin stark geneigte Sohle verfügen. Ein Grundablass ist auch für die Schieberkammer vorzusehen.
6. Die Entnahmeleitung ist mindestens 30 – 50 cm über der Sohle einzubauen.
7. Die Zulaufrohre sind mindestens 20 cm über dem höchsten Wasserspiegel so anzubringen, dass sie von der Schieberkammer aus für eine eventuelle Probennahme erreichbar sind.
8. Es ist eine Lüftung vorzusehen, die vorzugsweise an der Tür ausgeführt wird (Lüftungsgitter mit distanzierter Abdeckung gegen Lichteintritt). Lüftungseinrichtungen

dürfen nicht über dem Wasserspiegel angebracht werden und sind mit feinmaschigem Insektenschutzgitter zu versehen.

- 9. In und über der Wasserkammer dürfen nur die unbedingt notwendigen Anlagenteile angeordnet werden, alles andere muss in der Schieberkammer untergebracht werden.*
- 10. Türen, Zugänge, Leitern, Rohre, Formstücke und Armaturen müssen aus korrosionsbeständigem Material sein. Ein Einbau unter Wasser ist zu vermeiden.*
- 11. Sämtliche verwendete Baustoffe müssen trinkwassertauglich sein.*
- 12. Eine Wärmedämmung ist vorzusehen, wobei eine Kombination aus Dämmstoffen und Erdeinschüttung vorzuziehen ist. Dämmstoffe müssen eine geringe Wasseraufnahme und relativ hohe Druckfestigkeit aufweisen und gegen Nagetiere resistent sein (z.B. Schaumglas).*
- 13. Die Flächen über dem Druckunterbrecherschacht sind dauerhaft von Baum- und Strauchbewuchs freizuhalten und dürfen nicht zu Zwecken genutzt werden, die nicht im Zusammenhang mit der Trinkwasserversorgungsanlage stehen (wie Parkplatz, Lagerplatz, Beweidung usw.). Diese Flächen sind zum Schutz und zur Kennzeichnung des Bauwerkes zu umzäunen und der Zaun ist laufend instand zu halten.*
- 14. Die Zugänge müssen abschließbar sein. Eine Zugangskontrolle mit Alarmanlage wird empfohlen.*

5.2.2 Druckreduzierventile

Druckreduzierventile werden bei Zuleitungen dort eingesetzt, wo aufgrund eines erheblichen Höhenunterschiedes zwischen dem Quellgebiet und dem Reservoir der Wasserdruck die Nenndruckstufe des eingesetzten Rohrmaterials übersteigt. Außerdem werden sie auch beim Zulauf zu offenen Behältern benötigt, um die Zulaufarmaturen und die Wasserbecken vor Schäden zu schützen. Im Verteilernetz werden Druckreduzierventile verwendet, um in tiefer gelegenen Versorgungsgebieten einen angemessenen Druck zu gewährleisten. Mit Druckreduzierventilen (Abb. 29) kann der Hinterdruck (nach dem Ventil) auf ein gewünschtes Maß eingestellt werden.

Folgende Vorschriften sind beim Einbau von Druckreduzierventilen zu beachten:

- 1. Vor Druckreduzierventilen ist ein Partikelfilter einzubauen, dessen Sieb regelmäßig gereinigt werden muss.*
- 2. Führt nach dem Druckreduzierventil ein geschlossenes Rohrleitungssystem weiter, so ist nach diesem Ventil ein Sicherheitsventil (Überdruckventil) einzubauen.*
- 3. Das Ventil muss auf den gewünschten Höchstdurchfluss ausgelegt werden, ohne einen relevanten Druckverlust hervorzurufen.*
- 4. Einbau und Einstellung der Druckreduzierung sind von geschultem Fachpersonal vorzunehmen.*

Mit eigens adaptierten Druckreduzierventilen sind noch weitere Betriebsführungen, wie z.B. Druckhaltung oder Schwimmersteuerung, möglich.

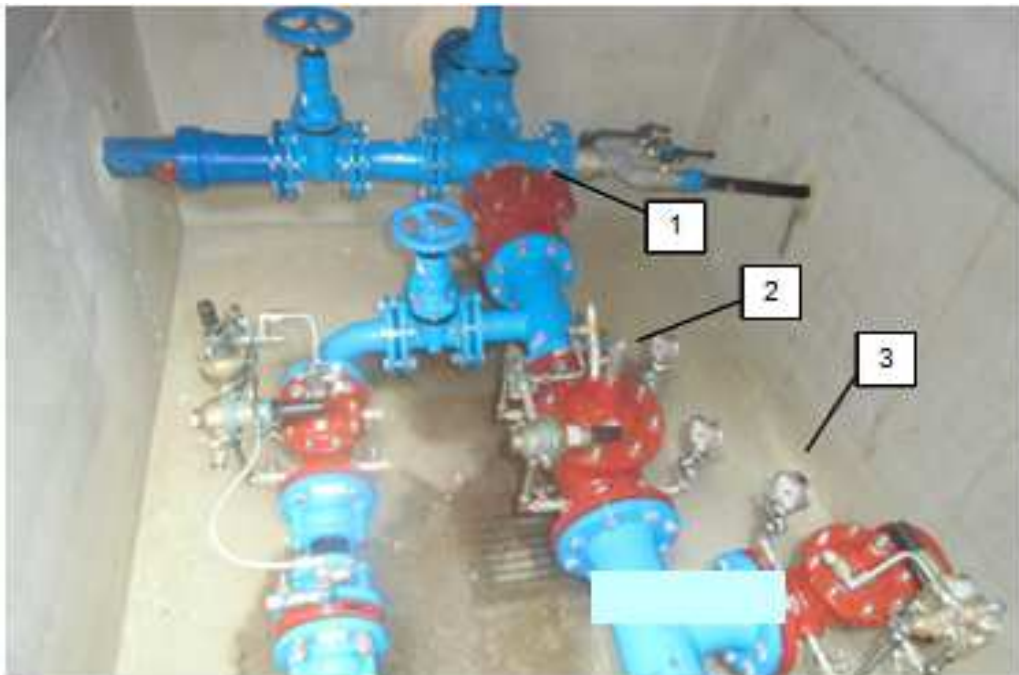


Abbildung 29: Einbauschema eines Druckreduzierventils mit Bypass

1 = Partikelfilter, 2 = Druckreduzierventil, 3 = Sicherheitsventil

5.2.3 Trinkwasserkraftwerke

Besteht ein großer Höhenunterschied zwischen der Quelle und dem Speicher bzw. dem Versorgungsgebiet, liegt es auf der Hand, die Energie dieses Gefälles nicht in Druckunterbrechern zu vernichten, sondern für die Stromproduktion zu nutzen. Als Voraussetzung gelten eine geeignete topografische Ausgangssituation (Abb. 30) und ein ausreichender Wasserabfluss, mengenmäßig definiert in der Trinkwasserkonzession gemäß Bedarfsmengen laut Art. 14 des Wassernutzungsplans (300 Liter am Tag pro Einwohner und Bett in Tourismusstrukturen und Krankenhäusern, 140 Liter am Tag pro Großvieheinheit). Des Weiteren muss eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt werden, da bei sehr kleinen Durchflüssen und kleinen Druckhöhen keine Rentabilität gewährleistet ist. Zudem ist die Nutzung von Grundwasser und Quellen zur Erzeugung elektrischer Energie laut Art. 22 des 3. Teils des Wassernutzungsplans nur gestattet, sofern sie gemeinsam mit den anderen bestehenden Nutzungen und mit den dafür effektiv genutzten Wassermengen erfolgt.

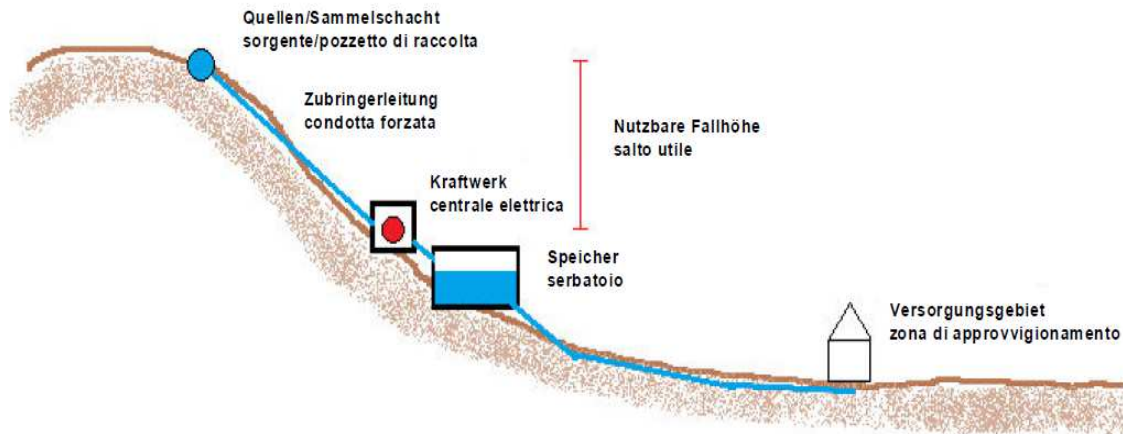


Abbildung 30: Schematische Abbildung Trinkwasserkraftwerk

Bei kleineren Anlagen ist ein Einsatz von rückwärtslaufenden Serienpumpen möglich, ansonsten werden die klassischen Turbinen (Pelton-Turbinen, Francis-Turbinen) verwendet. Die eingebauten Turbinen müssen trinkwassergerecht gefertigt und eingebaut werden. In Südtirol werden Trinkwasserkraftwerke vorwiegend in Leistungsbereichen von ca. 3 kW bis 250 kW betrieben.



Abbildung 31: Trinkwasserkraftwerk

5.3 Druckbehälter (Windkessel)

Wenn der Bau von hochliegenden Wasserspeichern nicht möglich ist, kann die Versorgung mit dem erforderlichen Druck auch durch Pumpen erfolgen.

In sehr großen Netzen genügen die Druckschwankungen des in den Rohren gespeicherten Wasservorrates, um die Pumpen zu schalten. Die schnelle Bereitschaft elektrisch angetriebener Kreispumpen und ihr elastisches Verhalten bei Druckschwankungen erlauben es, auch bei kleineren Netzen auf einen Speicher zu verzichten. Jedoch ist die Schalthäufigkeit der Pumpen auf ein Minimum zu beschränken, da sonst die Schalter zu stark belastet werden, der Motor zu sehr erwärmt wird und der Stromverbrauch durch erhöhten Anlaufstrom steigt. Längere Schaltperioden bedeuten andererseits aber auch, dass große Druckbehälter notwendig sind. Das wirtschaftliche Optimum liegt bei ca. 6 bis 10 Schaltungen je Stunde. Um diese Schaltzeiten einzuhalten, wird ein Druckbehälter als Druck- und Mengenausgleichsbehälter eingeschaltet, der für die Spitzenwassermenge zu bemessen ist.

Zusätzlich dienen Druckbehälter der Minderung von Druckstößen und der Vergleichmäßigung des Druckes bei schlagartigem Mehrverbrauch in kleineren Netzen.

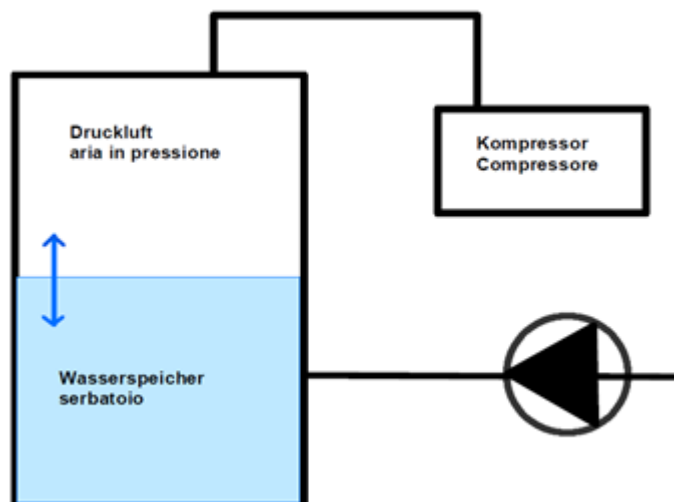


Abbildung 32: Skizze eines Druckwindkessels

5.4 Wassermengenmessung und -regelung

Bei der Wassermengenmessung unterscheidet man die Volumenmessung und die Durchflussmessung. Bei der Volumenmessung (sog. Zählung) wird eine Wassermenge innerhalb eines beliebigen Zeitabschnittes gemessen. Zähler sind daher nur auf ein Mengenmaß geeicht, z. B. Liter oder Kubikmeter. Die Anzeige eines Zählers oder eines Rollenzählwerks läuft immer in der gleichen Richtung weiter.

Dagegen wird bei der Durchflussmessung (sog. Messung) eine Wassermenge in einem definierten Zeitabschnitt erfasst (Volumenstrom, Volumendurchfluss). Ein Durchfluss kann in l/s, l/min oder m³/h angezeigt werden.

Im Jahr 2007 trat das gesetzesvertretende Dekret vom 2.2.2007, Nr. 22, („Attuazione della direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura“) in Kraft, mit dem die europäische Messgeräte-Richtlinie umgesetzt wurde, die inzwischen durch die Richtlinie 2014/32/EU ersetzt wurde. Mit diesen Richtlinien wurden die nationalen Vorschriften der EU-Mitgliedstaaten harmonisiert und einheitliche Anforderungen für die Messgeräte festgelegt.

Für eine umsichtige Netzüberwachung empfiehlt es sich, mehrere Volumen- und Durchflussmesser an neuralgischen Punkten im Netz vorzusehen. Beim Einbau von Wasserzählern hinter hydraulischen Störern wie Rohrkrümmern, Reduzierern usw. sind folgende Mindestlängen für die Beruhigungstrecke einzuhalten:

- DN 50-300 → 3 x DN
- > DN 400 → 5 x DN
- Bei sämtlichen Krümmern → 5 x DN

Die Verrechnungszähler bei den einzelnen Anschlussleitungen können mit automatischen Fernablesesystemen ausgestattet werden. Dies hat den Vorteil, dass die periodischen Ablesungen unkomplizierter erfolgen können. Der Nachteil besteht darin, dass keine Sichtkontrolle der Zählarmatur und keine Kontrolle von Schwarzanschlüssen mehr erfolgt. Ein regelmäßiger Austausch und eine regelmäßige Kontrolle (Prüfbank) der Verrechnungszähler sind notwendig, um etwaige Messfehler zu beseitigen.

Das Dekret des Landeshauptmanns Nr. 12/2006 regelt den Einbau und die Verwendung von Wasserzählern für die öffentliche Trinkwasserversorgung und legt die Pflicht fest, sie alle 8 Jahre auszutauschen (Art.14 und Anhang A).



Abbildung 33: Wasserzähler und Sicherheitsventil

6. Steuerungs- und Überwachungsanlagen

Wasserversorgungsanlagen mit weit auseinanderliegenden Anlagenteilen werden mit Hilfe von Steuerungs- und Überwachungsanlagen geordnet und wirtschaftlich betrieben. Auch bei kleineren Anlagen mit geringerer Ausdehnung sind Prozessleitsysteme wirtschaftlich gerechtfertigt. An die Prozessführung von Wasserversorgungsanlagen sind folgende Anforderungen zu stellen:

- bestmögliche Nutzung des Wasserdargebotes
- Sicherung und Überwachung der Wassergüte
- Erhöhung der Betriebs- und Versorgungssicherheit (Erkennen von Störungen, Schäden)
- Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Betriebsablaufs
- bestmögliche Koordinierung der Arbeitsabläufe.

Laut Art. 16 des DLH Nr. 12/2006 ist jeder Betreiber einer öffentlichen Trinkwasserleitung verpflichtet, die Anlage mit einem Fernüberwachungs- und Fernwirkssystem auszurüsten. Die Fernüberwachungs- und Fernwirkanlagen müssen folgende Leistungen bringen:

- Erfassen des Ist-Wertes durch Messen und Zählen
- Vergleichen des Istwertes mit dem Sollwert durch Melden und Überwachen
- Herstellung des Soll-Wertes durch Steuern und Regeln.

Zu erfassen sind die jeweiligen (prozess-)relevanten Werte wie Menge, Durchfluss, Temperatur, Behälterstand usw. Durch die verschiedenen Messungen können auch sofort eventuelle Schäden festgestellt werden (z.B. Rohrbruch mit Durchflussmesser).

Abbildung 34 zeigt schematisch ein zentrales Leitsystem. Von der Zentrale aus muss jederzeit der Einblick in den Betriebszustand und ein Eingriff in die Anlage möglich sein. Mithilfe der Fernwirktechnik werden die Daten der verschiedensten Sensoren an die Zentrale übertragen und von dort aus Einstellungen für die Regelorgane vorgenommen.

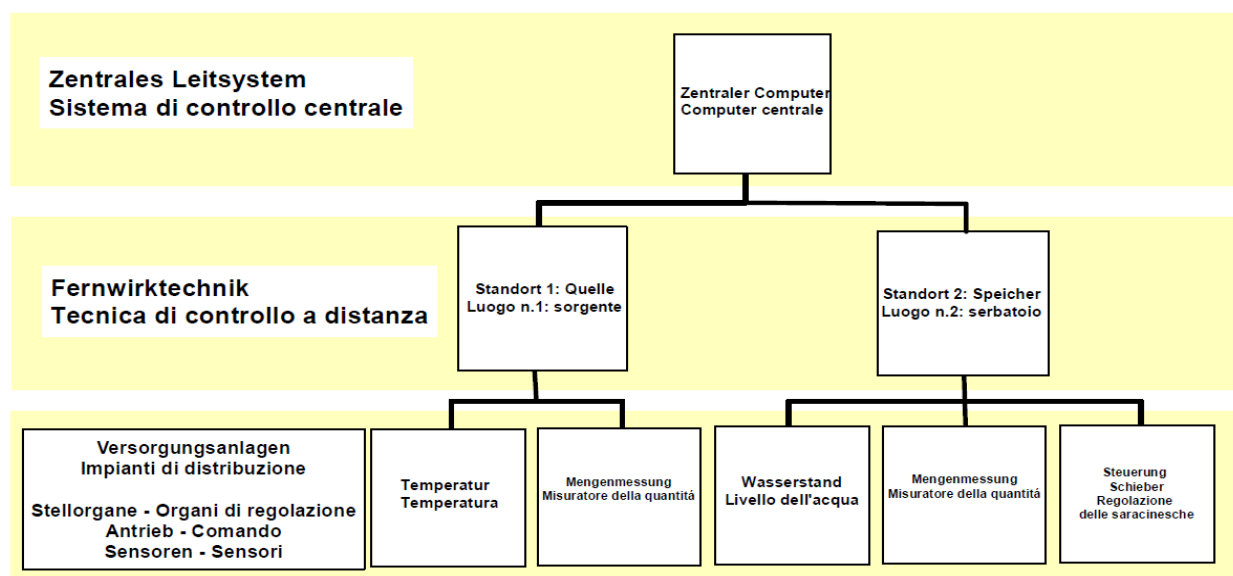


Abbildung 34: Schema eines zentralen Leitsystems einer Kleinanlage

7. Baustoffe in der Trinkwasserversorgung

Vor Ort hergestellte Bauwerke werden im Allgemeinen aus Ortbeton gefertigt. Besondere Beachtung muss den Wasserkammern geschenkt werden. Die Innenflächen von Wasserkammern müssen möglichst glatt und porenfrei sein. Raue Oberflächen fördern das Anlagern von Stoffen und das Keimwachstum und erschweren außerdem die Reinigung.

Werden die Wasserkammern aus Beton hergestellt, ist auf wasserdichte Ausführung zu achten. Als Trinkwasserbehälter können auch Edelstahltanks oder Fertigteilbehälter aus Beton oder Kunststoff eingesetzt werden. Sämtliche Baustoffe müssen trinkwassertauglich sein und sorgfältig ausgeführt werden. Bei der Planung ist weiters die Lebensdauer der verschiedenen Baustoffe in Betracht zu ziehen.

Folgende Vorschriften sind für Baustoffe in der Trinkwasserversorgung zu beachten:

- 1. Für alle Baumaterialien, die direkt mit dem Wasser in Berührung kommen, muss die Bescheinigung ihrer Eignung für Trinkwasserzwecke gemäß Ministerialdekret vom 21.03.1973 und Ministerialdekret vom 06.04.2004, Nr. 174, in geltender Fassung, vorliegen.*
- 2. Die Leitungsteile, die ständig im Wasser liegen, müssen aus korrosionsbeständigem Material sein (z.B. rostfreier Stahl, Kunststoff).*
- 3. Ebenso müssen alle anderen innerhalb der Bauwerke verwendeten Materialien (Armaturen, Gitterrost, Türen usw.) korrosionsbeständig sein.*

8. Sicherung der Trinkwasserbeschaffenheit

Neben dem umfassenden Schutz des Wassers an seinem Ursprung und einer eventuell notwendigen Aufbereitung muss auch die einwandfreie Qualität des Trinkwassers beim Verbraucher sichergestellt werden. Die mikrobiologische und chemische Qualität des Trinkwassers ist zu überwachen und ein Auftreten von Trübung und Verfärbung zu verhindern.

Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an den Netzbetrieb:

- Regelmäßiges Spülen der Leitungen kann je nach Wasserbeschaffenheit, Wasserverbrauch und Leitungssystem die Sicherung der Trinkwasserqualität unterstützen. Spülungen sollten nur mit Wasser durchgeführt werden, bei nicht genügendem Durchfluss und unzureichender Geschwindigkeit ist ein Wasser-Luft-Gemisch hilfreich.
- Standzeiten von mehr als 2 Tagen in Leitungen sind zu vermeiden, um den Folgen einer Stagnation (z.B. Trübung, Geschmacksbeeinträchtigung, Ablagerung und Verkeimung) vorzubeugen. Bei zu langen Standzeiten wird ein Zwangsdurchlauf empfohlen (Brunnen, Stetslauf).
- Bei der Versorgung eines Gebietes mit Wässern unterschiedlicher Herkunft können Mischwasserprobleme entstehen, denn auch bei einwandfreier Beschaffenheit der einzelnen genutzten Wässer kann bei deren Mischung das Wasser aggressiv werden oder zum Kalkausfall neigen. Die Auswirkungen sind dann besonders ungünstig, wenn die Mischung der unterschiedlichen Wässer im Netz und mit stark schwankendem Mischungsverhältnis erfolgt. Als Gegenmaßnahmen sind geeignet: Zonentrennung, zentrale Mischung oder Angleichung der chemischen Beschaffenheit durch entsprechende Wasseraufbereitung.
- An die öffentliche Trinkwasserleitung angebundene Hausinstallationen dürfen keine Verbindung zu zusätzlichen Wasserversorgungen wie Regenwassernutzung, eigene Quellen oder Tiefbrunnen haben (siehe auch DLH Nr. 12/2006, Art. 27). Jede zusätzliche Versorgung ist dem Betreiber zu melden.

Eine periodische Kontrolle der Trinkwasserqualität ist gesetzlich vorgeschrieben. Neben den internen Kontrollen des Betreibers einer öffentlichen Trinkwasserleitung werden von den Diensten für Hygiene und öffentliche Gesundheit externe Kontrollen durchgeführt, und zwar nach den Vorgaben des Artikel 8 des gesetzesvertretenden Dekretes Nr. 31/2001. Damit wird überprüft, ob das vom Betreiber gelieferte Wasser den Anforderungen des genannten Dekretes entspricht. Werden die gesetzlich festgelegten Parameterwerte überschritten, folgen Sanktionen und die Verpflichtung zur Wiederherstellung der Wasserqualität. Mit Beschluss der Landesregierung Nr. 1114/2012 wurden weitere Details zur Vorgehensweise bei nicht gesetzeskonformen Untersuchungsergebnissen festgelegt.

9. Betrieb, Inspektion und Wartung

Der ordnungsgemäße Betrieb einer Trinkwasseranlage erfordert die regelmäßige Inspektion und Wartung durch den Betreiber bzw. den Wasserwärter.

Um die notwendigen Arbeiten und Maßnahmen übersichtlich durchzuführen und zu dokumentieren, sind folgende Unterlagen zu führen:

Das Betriebsheft

Das Betriebsheft wird vom geschulten Wasserwart/von der geschulten Wasserwartin geführt, es ist sein/ihr „Arbeitsheft“. Im Betriebsheft werden alle Messungen vor Ort und alle für die Trinkwasseranlage relevanten Vorkommnisse und Eingriffe (Betrieb und Reinigung, Bau- und Grabungsarbeiten im Schutzgebiet, Sanierungen an Leitungen usw.) festgehalten. Die eingetragenen Daten werden durch die Unterschrift des Wasserwarts/der Wasserwartin bestätigt.

Mit der „Verordnung über den Trinkwasserversorgungsdienst“ (DLH Nr. 12/2006) wird dem Betreiber einer öffentlichen Trinkwasserleitung die Pflicht zur Führung eines Betriebsheftes auferlegt. Dieses Betriebsheft wird am Sitz der Trinkwasseranlage aufbewahrt und muss den Kontrollorganen zugänglich sein (Techniker/Technikerin für Vorbeugung der Dienste für Hygiene und öffentliche Gesundheit sowie des Amtes für Gewässernutzung).

Ein Beispiel für ein Betriebsheft ist auf den Internetseiten der Umweltagentur zu finden unter: <http://umwelt.provinz.bz.it/wasser.asp>. Darin enthalten ist auch ein Vorschlag für die Programmierung der notwendigen Wartungsarbeiten, ein sogenannter „Wartungsplan“. Dieser ist nicht zu verwechseln mit dem mit Beschluss der Landesregierung Nr. 204/2015 vorgeschriebenen Betriebs- und Wartungsplan (siehe unten).

Das Betriebsbuch

Es ist das „Anlagenbuch“ des Betreibers. Das Betriebsbuch enthält alle wichtigen Messdaten für die Trinkwasserversorgung, welche monatlich aktualisiert werden (Daten aus dem Betriebsheft zu Schüttung, Temperatur, Leitfähigkeit, Verbrauch, Wasserstand usw.). Analysebefunde, insbesondere der internen Qualitätskontrollen, und allgemeine Angaben zur Anlage werden im Betriebsbuch aufbewahrt.

Jeder Betreiber einer öffentlichen Trinkwasserleitung ist verpflichtet, ein Betriebsbuch zu führen, wie im Beschluss der Landesregierung Nr. 333/2008 „Trinkwasserverordnung – Richtlinien zur Durchführung von internen Qualitätskontrollen“ vorgeschrieben.

Sicherheitsbestimmungen für Wassernutzungsanlagen

Betriebs- und Wartungsplan

Für alle Anlagen, deren insgesamt konzessionierte Ableitungsmenge mindestens 1,00 l/s im Mittel beträgt und nicht ausschließlich aus Tiefbrunnen gefördert wird, ist zusätzlich zur Führung der oben genannten Unterlagen auch die Erstellung eines „Betriebs- und Wartungsplanes“ vorgeschrieben (Beschluss der Landesregierung Nr. 204 vom 24. Februar 2015). Der „Betriebs- und Wartungsplan“ muss von einem befähigten Techniker/einer befähigten Technikerin vor Inbetriebnahme einer neuen Anlage bzw. bei der Erstüberprüfung für einen Zeitraum von zehn Jahren erstellt werden.

Betriebsplan

Der Betriebsplan kann in Verbindung mit dem unten beschriebenen Wartungsplan oder als eigenes Dokument erstellt werden. Er besteht aus einem detaillierten Lageplan der Trinkwasserversorgungsanlage mit allen wichtigen Informationen für den reibungslosen Betrieb der Anlage (Übersicht über die gesamte Anlage, Lage der Quellen, Speicher, Aufbereitungsanlagen, Leitungsführung, Unterbrecher- und Inspektionsschächte, Entleerungsvorrichtungen, wichtige Schieber und die Informationen zu deren korrektem Einsatz usw.).

Wartungsplan

Der Wartungsplan stellt eine Hilfe für den Betreiber dar, die Trinkwasseranlage einfach, ordnungsgemäß und sicher zu betreiben und damit den Werterhalt der Anlage für die Dauer der Konzession zu sichern. Darin werden die notwendigen Wartungsmaßnahmen mit entsprechenden Wartungsintervallen für die nächsten 10 Jahre vorgegeben. Ein Muster eines solchen Wartungsplanes ist auf der Webseite der Umweltagentur <http://umwelt.provinz.bz.it/wasser.asp> abrufbar.

10. Notfallmaßnahmen

Die Betreiber öffentlicher Trinkwasserleitungen sind gemäß Art. 18 des DLH Nr. 12/2006, verpflichtet, einen Notfallplan zu erstellen, der einen Alarm- und Einsatzplan enthält. Der Notfallplan wird für folgende Szenarien eingerichtet:

- Betriebsunterbrechung
- Betriebsstörung
- Naturkatastrophen
- Umweltereignisse
- Anschläge

Der Notfallplan ist Bestandteil des Gemeindezivilschutzplanes. Ein Muster eines Notfallplanes in der Trinkwasserversorgung ist auf der Webseite der Umweltagentur abrufbar (<http://umwelt.provinz.bz.it/wasser.asp>).

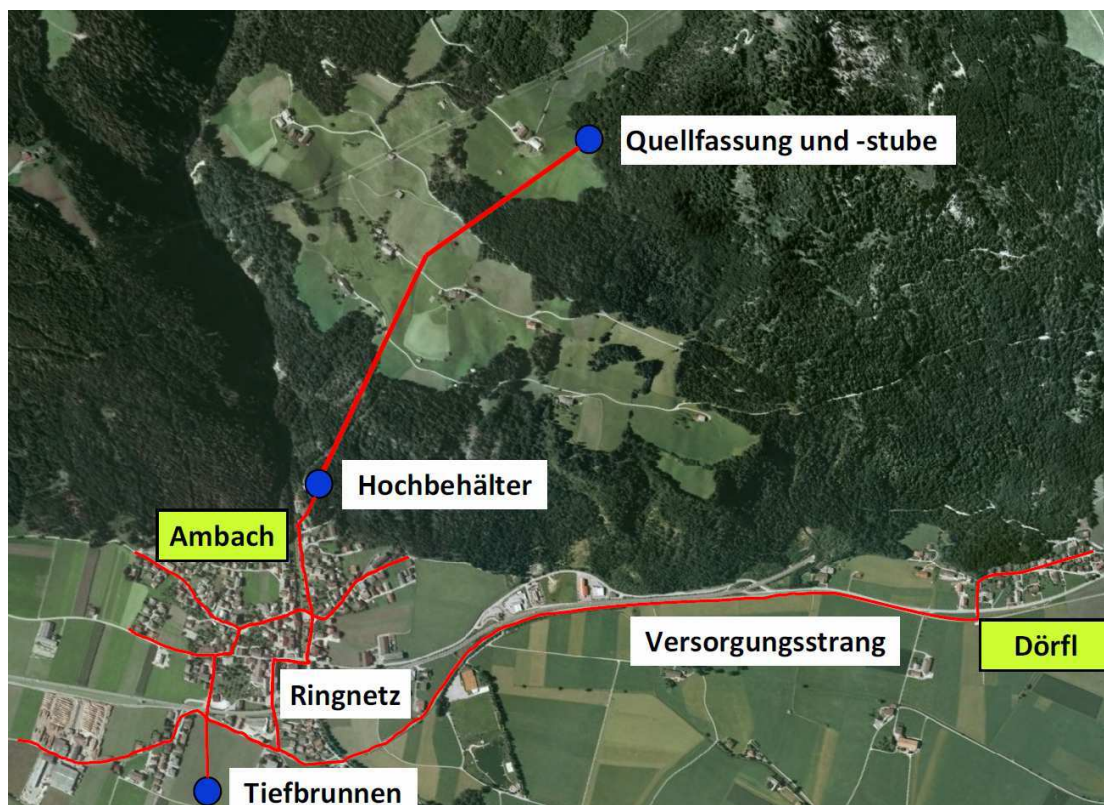


Abbildung 35: Beispiel eines Übersichtsplans im Notfallplan

11. Arbeitssicherheit

In sämtlichen Phasen der Planung, des Baues und des Betriebes sind die Vorschriften für die Arbeitssicherheit gemäß gesetzestretendem Dekret Nr. 81/2008 einzuhalten.

In der Vergangenheit wurden in Südtirol am häufigsten folgende Mängel festgestellt:

- Fehlende Erdungen
- Fehlende Schutzausrüstung bei der Handhabung mit Chlor
- Nicht montierte Absturzsicherungen

Grundsätzlich wird die Arbeitssicherheit in zwei Bereiche gegliedert:

- Planung und Realisierung des Bauwerks
- Instandhaltung des bestehenden Bauwerks während seiner Nutzungsdauer und Betrieb der Anlage.

Im Detail wird wie folgt vorgegangen:

- In der Planungsphase sowie während der Bauphase wird vom Sicherheitskoordinator/von der Sicherheitskoordinatorin der Sicherheits- und Koordinierungsplan gemäß 4. Titel des GvD Nr. 81/2008 erstellt und laufend angepasst. Ebenso stellt er/sie die Unterlage für spätere Arbeiten am Bauwerk bereit, in welcher die sicherheitsrelevanten Merkmale des Bauwerks und die bei der Wartung und Instandhaltung und anderen vorhersehbaren Arbeiten erforderlichen Schutzvorrichtungen und Schutzmaßnahmen angeführt sind.
- Während des Betriebs der Anlage ist das GvD Nr. 81/2008 (SKP-ESP-RISIKOBEWERTUNG-DUVRI) zu befolgen und es sind ergänzend dazu die in der Unterlage für spätere Arbeiten enthaltenen Angaben zu berücksichtigen.

Bei „öffentlichen“ Bauten schreibt das DPR Nr. 207/2010, i.g.F., zwingend die Erstellung eines Wartungs- und Instandhaltungsplans vor. Dieser dient dem Werterhalt, garantiert ein korrektes Funktionieren und hilft, den perfekten Erhaltungszustand zu bewahren.

Die Ausarbeitung des Wartungs- und Instandhaltungsplans obliegt dem Planer/der Planerin des Bauwerks. Die anfallende Wartung und Instandhaltung soll dadurch in Sicherheit durchgeführt werden können.

Bei der Ausarbeitung der obenerwähnten Dokumente und während der effektiven Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten müssen auch eventuelle, vor Ort vorhandene Risiken, die auf die unmittelbare Umgebung zurückzuführen sind, berücksichtigt werden, beispielsweise chemisches Risiko (Zutritt erst nach erfolgter Sauerstoffmessung, Einsatz von persönlicher *Schutzausrüstung (PSA)*, *Unterstützung durch externe Fachkräfte usw.*).

12. Gesetze

Die aktuelle Gesetzgebung ist den Internetseiten der Landesagentur für Umwelt zu entnehmen.

Abbildungen

Abbildungen 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 25, 26, 28, 32, 35: Amt für Gewässernutzung, Autonome Provinz Bozen

Abbildungen 1, 27, 29, 30, 31: Ingenieurteam Bergmeister, Vahrn

Abbildungen 14, 18, 19, 23, 24, 33: SGW Latsch

Abbildung 20, 34: Amt für Gewässernutzung, (frei nach Mutschmann/Stimmelmayer, 2014)

Literaturverzeichnis

Amt für Gewässernutzung (2014): Notfallplan Trinkwasserversorgung, Bozen.

Amt für Gewässernutzung (2017): Betriebsheft für die öffentliche Trinkwasserversorgung, Bozen.

Amt für Gewässernutzung, Rauter/Senoner (Jänner 2007): Broschüre Trinkwasser, Bozen.

Amt für Gewässernutzung. (2014): Wartungsplan Trinkwasserversorgung, Bozen.

DVGW W 118 (Juli 2005): Arbeitsblatt W 118, *Bemessung von Vertikalfilterbrunnen*.

DVGW W 123 (September 2001): Arbeitsblatt W 123, *Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen*.

DVGW W 127 (März 2006): Arbeitsblatt W 127, *Quellwassergewinnungsanlagen - Planung, Bau, Betrieb, Sanierung und Rückbau*.

DVGW W 214-1 (Dezember 2005): Arbeitsblatt W 214-1, *Entsäuerung von Wasser - Teil 1: Grundsätze und Verfahren*.

DVGW W 216 (August 2004): Arbeitsblatt W 300, *Technische Regel*.

Giesecke, J./Heimerl, S./Mosonyi, E. (2014): *Wasserkraftanlagen*, Springer Vieweg: Berlin Heidelberg.

Gujer, W. (2007): *Siedlungswasserwirtschaft*, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.

Karger, R./Hoffmann, F. (2013): *Wasserversorgung*, Springer Vieweg: Wiesbaden.

Mutschmann/Stimmelmayer (2014): *Taschenbuch der Wasserversorgung*, Springer Vieweg: Wiesbaden.

ÖNORM B 2602.