

Eine wertvolle Waldfunktion

Wälder liefern das beste Trinkwasser

Die optimale Reinigungs- und Filterwirkung der Waldböden erspart den Wasserversorgungen im Inland jedes Jahr Aufbereitungskosten in zweistelliger Millionenhöhe. Der Bund will diese wichtige Waldfunktion langfristig erhalten, was für die Waldeigentümer zum Teil mit Sonderleistungen oder Produktionseinschränkungen verbunden ist. Gestützt auf die regionalen Waldentwicklungspläne sollten weitergehende Massnahmen für den Grundwasserschutz im Wald deshalb ausgewiesen und angerechnet oder finanziell abgegolten werden können.

Grundwasser aus Schweizer Wäldern enthält im Vergleich zu landwirtschaftlich intensiv genutzten Wassergewinnungsgebieten deutlich weniger Nitrat, Chlorid, Pestizide und andere an-

Von Christian Küchli
und Benjamin Meylan*

thropogen bedingte Schadstoffe.¹ Dies hat verschiedene Gründe. Zum einen gibt es in Waldgebieten praktisch keinen direkten Eintrag von umweltgefährdenden Stoffen in den Boden. So gelangen in der Forstwirtschaft kaum Düngemittel und Pestizide zum Einsatz.

Zudem führen die wichtigen Verkehrsverbindungen aufgrund des Rodungsverbots in der Regel nicht mitten durch grossflächige Wälder, was das Unfallrisiko

* Christian Küchli ist Forstingenieur und arbeitet als Leiter des Bereichs Wald und gesellschaftlicher Wandel bei der Eidgenössischen Forstdirektion im Buwal, 3003 Bern. Benjamin Meylan ist Geologe und stellvertretender Chef der Sektion Grundwasserschutz in der Buwal-Abteilung Gewässerschutz und Fischerei, 3003 Bern. Der Artikel entstand unter Mitarbeit des Journalisten Beat Jordi, 2503 Biel.

¹ Situation der Trinkwasserversorgung, Buwal Schriftenreihe Umwelt Nr. 212; Bern, 1993.

und die Verunreinigung des Wassers durch Mineralölprodukte und Chemikalien deutlich reduziert. Weil auch die wirtschaftlichen Aktivitäten stark eingeschränkt sind, besteht im Wald nur eine geringe Gefährdung durch den Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten. Anders als im überbauten Gebiet gibt es hier überdies kaum Abwasserkanalisationen, aus denen Fäkalbakterien und andere Krankheitserreger oder unerwünschte Substanzen ins Grundwasser gelangen könnten.

Langfristig gesicherter Grundwasserschutz

Dank den gesetzlich vorgeschriebenen Grundwasserschutzzonen² im engeren Einzugsgebiet der Fassungen ist das Trink-

wasser auch ausserhalb des Waldes geschützt. Doch nach wie vor führen Verstösse gegen die festgelegten Nutzungsbeschränkungen oder ungenügende Schutzmassnahmen zu teils gravierenden Verschmutzungen der Brunnen.

Nicht zuletzt aufgrund des im Waldgesetz verankerten Rodungsverbots garantieren die Grundwasserschutzzonen im Wald diesbezüglich einen effektiveren und langfristigen Schutz, der in absehbarer Zukunft andere Raumnutzungen – und damit mögliche Gefährdungen für die Quellen und Pumpwerke – weitgehend ausschliesst.

² Bericht der Nationalen Arbeitsgruppe Wegleitung Grundwasserschutz 2000. Entwurf vom 20. Oktober 2000; http://aumwww.unibe.ch/buwal/dokugs2/d_wegleitung_grundwasser.pdf



Erkundung von Grundwasservorkommen: Trinkwasser aus Wäldern enthält in der Regel deutlich weniger Schadstoffe als Wasser aus Siedlungszonen oder landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten.

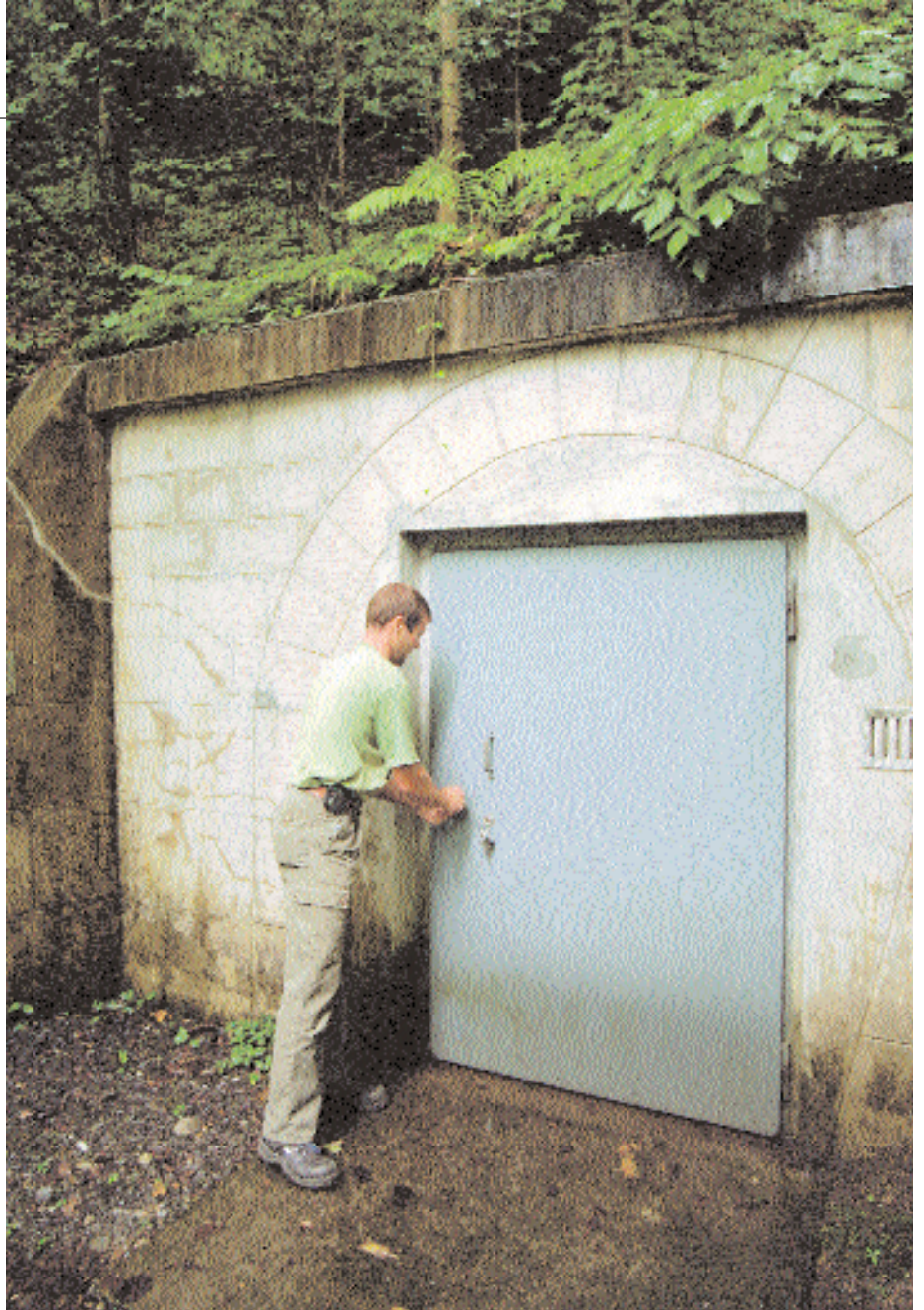
Fotos: AURA, Luzern

Aufgrund der natürlichen Vorteile, die der Wald als Trinkwasserlieferant bietet, haben viele Gemeinden ihre Fassungen im Wald erstellt. Sowohl im dicht besiedelten Mittelland als auch in den Höhenlagen kommt dem Wald eine überragende Bedeutung für die qualitative und quantitative Sicherung der Trinkwasservorkommen zu. Gemäss einer 1999 durchgeführten Untersuchung an der ETH Lausanne sind im Kanton Waadt 54 % aller Schutzzonen der rund 1700 öffentlichen Trinkwasserfassungen bewaldet. Dieser Wert übertrifft den Prozentsatz der mit Bäumen bestockten Gesamtfläche um fast das Doppelte. Das Ergebnis deckt sich mit den Resultaten einer kürzlich durchgeführten Buwal-Auswertung für die gesamte Schweiz.³ Gemessen an der bewaldeten Fläche liegen vor allem im dicht besiedelten Mittelland überdurchschnittlich viele Grundwasserschutzzonen in Wäldern.

Der Waldboden hat eine hervorragende Filterwirkung

Die Grundwasserqualität hängt entscheidend von der Bodenbeschaffenheit und der Mächtigkeit der schützenden Deckschichten im Untergrund ab, wobei Waldböden die Versickerung der Niederschläge erleichtern. Dabei wird das Regenwasser in der Regel optimal gefiltert und gereinigt. Hauptgründe dafür sind der hohe Humusgehalt, die damit verbundene Vielfalt an Bodenorganismen sowie die intensive Wurzeltätigkeit. Um sich mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen, verfügt ein ausgewachsener Laubbaum über ein 300 bis 500 Kilo schweres Wurzelsystem, das mehr als eine Tonne Humus und 50 Tonnen übrigen Mineralboden durchzieht. In den obersten zehn Zentimetern eines Waldbodens werden pro Quadratmeter bis zu 50 Liter Niederschlagswasser zurückgehalten. Vergleichbar mit einem saugkräftigen Schwamm kann der speicherfähige Boden in einem Laubwald deshalb gegen zwei Mio. Liter Wasser pro Hektare aufnehmen. Den von den Bäumen nicht benötigten Überschuss gibt er anschliessend langsam an das Grundwasser ab. Deshalb sprudeln Quellen im Wald auch nach längerer Trockenheit, während sie anderorts zum Teil bereits versiegt sind.

Im Gegensatz zum Ackerland gibt es im Wald kaum Bodenverdichtungen, die zu Staunässe führen. Vielmehr haben die ganzjährig gute Durchwurzelung und der Reichtum an Bodenorganismen mikrobio-



Wie hier in Altdorf UR schützt der Wald das Trinkwasser vor dem Eintrag von Schadstoffen durch intensive menschliche Nutzung.



An den meisten Standorten – mit Ausnahme der Karstgebiete – wirken gut durchwurzelte Waldböden als natürliche Filter, die das Niederschlagswasser optimal reinigen.

³ GIS-Projekt «Grundwasserschutzzonen im Wald», Abteilung Gewässerschutz und Fischerei; Buwal, Juli 2002 (unveröffentlicht).

logisch deutlich bessere Bodenbedingungen zur Folge, die fast überall im Wald eine zuverlässige Filterfunktion garantieren. Mit Ausnahme der problematischen Karstregionen, wo die Niederschläge im zerklüfteten Untergrund rasch abfließen, enthält Grundwasser aus Waldeinzugsgebieten deshalb auch kaum Trübstoffe und praktisch keine pathogenen Keime.

Übermässige Schadstoffbelastung aus der Luft

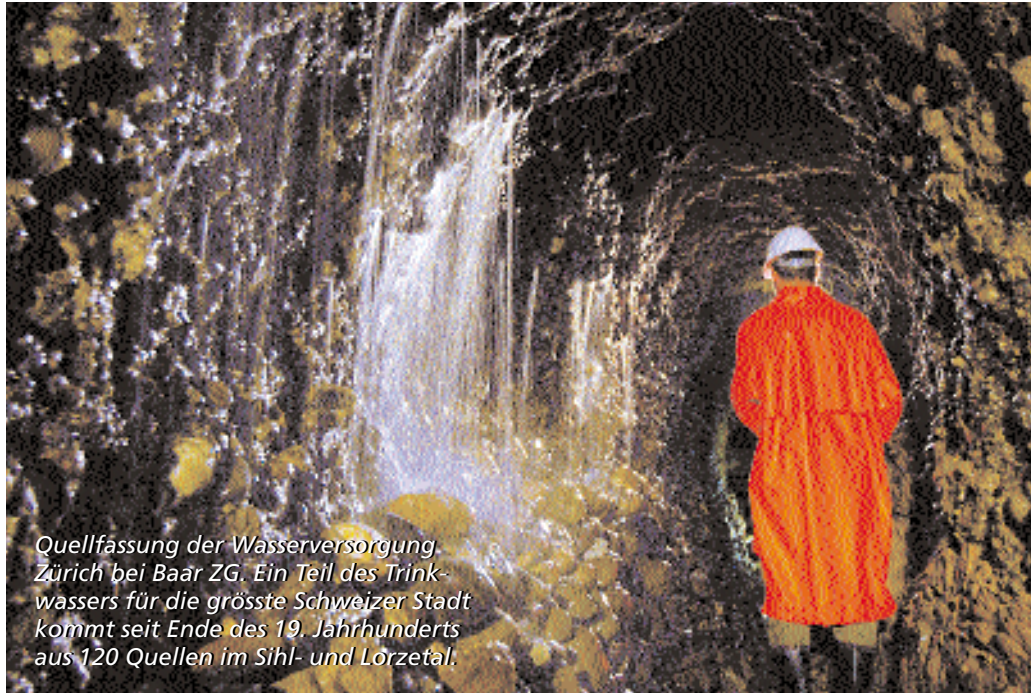
Die effiziente Reinigungs- und Filterwirkung der Waldböden wird aber zunehmend durch den übermässigen Eintrag von Luftschadstoffen und eine allmähliche Versauerung bedroht. Modellrechnungen und Risikokarten der Schweiz geben für rund 60 % aller Waldflächen eine Überschreitung der kritischen Säurebelastung an. Gemäss einer Untersuchung des Buwal von 1996 werden die aus Sicht der Ökosysteme zulässigen Stickstoffkonzentrationen sogar in 90 % der einheimischen Wälder überschritten.⁴

Durch die Intensivierung der Landwirtschaft und den stark gestiegenen Verbrauch an fossilen Brenn- und Treibstoffen werden den meisten Wäldern ungefähr seit 1960 deutlich mehr Stickstoffverbindungen über die Luft zugeführt als die Pflanzen und Bodenmikroorganismen aufnehmen können. Aufgrund dieser Belastung im Bereich der Sättigungsgrenze nimmt in vielen Gebieten auch das Risiko einer zunehmenden Nitratbelastung des Grundwassers aus Wäldern zu.

Laubwälder liefern besseres Trinkwasser

Obwohl zum Schutz des Grundwassers primär bei den Emissionsquellen von nachteiligen Stickstoffverbindungen angesetzt werden muss, können auch die Forstdienste und Waldbesitzer – mit speziell auf den Wasserschutz ausgerichteten Bewirtschaftungsmassnahmen – einen wichtigen Beitrag leisten, um die Belastung des Sickerwassers mit Nitrat und anderen unerwünschten Fremdstoffen zu verringern. Besonders relevant sind in diesem Zusammenhang die Wahl der Baumarten, Verjüngungsmassnahmen und Aufforstungen.

Aus Sicht des Grundwasserschutzes ist Laubwäldern gegenüber Nadelhölzern eindeutig der Vorzug zu geben, wie diverse deutsche Studien zeigen. Weil sie



Quellfassung der Wasserversorgung, Zürich bei Baar ZG. Ein Teil des Trinkwassers für die grösste Schweizer Stadt kommt seit Ende des 19. Jahrhunderts aus 120 Quellen im Sihl- und Lörzetal.

im Herbst ihre Blätter verlieren, küssen Laubbäume mit ihren Kronen deutlich geringere Stickstoffmengen aus der Atmosphäre als etwa die ganzjährig grünen Fichten und Tannen mit ihrer besonders hohen Filterwirkung für Luftschadstoffe. Bedingt durch die kürzere Vegetationszeit verdunstet in Laubwäldern zudem weniger Niederschlagswasser, so dass hier vor allem in Flachlagen mit minimalem Oberflächenabfluss mehr Grundwasser gebildet wird. Aufgrund der geringeren Schadstoffanreicherung und höheren Wassermenge enthält auch das Sickerwasser weniger unerwünschte Fremdstoffe. Laubbäume mit tiefreichenden Wurzelsystemen – wie etwa die Buche – binden überdies im Waldboden mehr Nitrat, weil sie die Nährstoffe im Vergleich zu den eher flach wurzelnden Nadel-

hölzern entlang einer grösseren Sickerstrecke aufnehmen. In der Regel wirkt sich auch der Humuszustand von Laubwäldern positiv auf das Grundwasser aus, da hier mehr Stickstoff in relativ stabilen Formen gespeichert wird und der Oberboden durch die Mobilisierung von basischen Stoffen wie Calcium und Kalium aus tieferen Schichten zudem weniger rasch versauert.

Gezielter Waldumbau in Deutschland

Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft führt seit 1987 systematische Untersuchungen des Sicker- und Grundwassers in Waldeinzugsgebieten durch. Diese bestätigen, dass in Buchenwäldern deutlich geringere Nitratmengen ausgewaschen werden als in Fichtenbeständen. Laut einem forstlichen Forschungsbericht der Universität München von 1997⁵ kommt der günstige Einfluss von Laubbäumen bereits in Mischbeständen mit zunehmendem Anteil an Laubhölzern zur Geltung.

Aufgrund dieser mehrfach bestätigten Erkenntnisse erfolgt vor allem in Deutschland ein gezielter Umbau von Nadelwäldern in Wassergewinnungsgebieten in laubholzreiche Mischbestände. Dies geschieht entweder im Rahmen von speziellen Projekten zur Förderung so genannter «Trinkwasserwälder» oder im Zuge der normalen Waldverjüngung.

WSL-Tagung zum Thema

Die Antenne romande der WSL in Lausanne widmet ihre wissenschaftliche Jahrestagung dem Thema «Wald und Trinkwasser». An der Veranstaltung vom 26. November 2002 im Mehrzwecksaal der EPFL in Ecublens bei Lausanne nehmen versierte Fachleute aus Frankreich und der Schweiz teil. Den Einzelreferaten in französischer Sprache folgt eine Podiumsdiskussion.

*Infos bei Jean Combe:
Telefon 021 693 39 02
oder E-Mail: jean.combe@epfl.ch*

⁴ Critical loads of nitrogen and their exceedances. Eutrophying atmospheric deposition. Report on mapping critical loads of nitrogen for Switzerland. Von Beat Rihm (Meteotest Bern) im Auftrag des Buwal; Buwal, 1996; Schriftenreihe Umweltschutz Nr. 275 (nur in englischer Sprache).

⁵ Einfluss des Baumartenanteils auf Durchwurzelung, Wasserhaushalt, Stoffhaushalt und Zuwachsleistung eines Fichten-Buchen-Mischbestandes am Höglwald; Andreas Rothe, 1997; Forstlicher Forschungsbericht München Nr. 163, 174 Seiten.

Die heutigen Waldwirtschaftskonzepte, welche namentlich im schweizerischen Mittelland ebenfalls einen Umbau der bestehenden Fichtenbestände in sich natürlich verjüngende Laubmischwälder vorsehen, stimmen also weitgehend mit den Anforderungen der Wasserversorgungen an einen idealen «Trinkwasserwald» überein.

Solche Wälder sind zudem weniger sturmanfällig, was unter anderem auch den Wasserwerken zugute kommt. Denn wo Stürme weniger Lücken in die Waldbestände reissen, da bleibt die Filterfunktion erhalten und es kommt nicht zur Auswaschung von Nitrat infolge fehlender Bodenbedeckung.

Grossflächige Schläge fördern Nitratauswaschung

Um eine unerwünschte Nitratauswaschung von belasteten Waldböden zu verhindern, sollten die Bestände in Wassergewinnungsgebieten keinesfalls grossflächig geschlagen werden. Kahlschläge haben durch die vermehrte Sonneneinstrahlung nämlich eine starke Mineralisation von Humus zur Folge und führen zu einer ausgeprägten Überschussnitrifikation. Dadurch können die Nitratkonzentrationen im Sickerwasser bei fehlender

Bodenbedeckung übermässig ansteigen, wie verschiedene Untersuchungen im Ausland belegen. Erst wenn der Jungwuchs den Boden beschattet und ihm mit zunehmendem Wachstum mehr Nährstoffe entzieht, bilden sich die Nitratgehalte nach einigen Jahren wieder zurück. Doch auch auf kleineren Verjüngungsflächen kann die Nitratauswaschung bei verstärktem Lichteinfall rasch ansteigen.

Aus Sicht des Grund- und Trinkwasserschutzes sind in bewaldeten Fassungseinzugsgebieten deshalb eher kleinflächige Verjüngungsformen oder Verjüngungen unter dem Schirm der Altbestände zu bevorzugen. Diese Bewirtschaftungsformen tragen einer ausreichenden Beschattung des Waldbodens am besten Rechnung. So ist etwa die Nitratauswaschung durch Holzschlag im Plenterwald praktisch zu vernachlässigen.

Ziel ist eine wasser- verträgliche Waldwirtschaft

Angesichts der hierzulande üblichen Waldbewirtschaftung sind denkbare Interessenkonflikte zwischen Wasserversorgungen und Waldwirtschaft nur in Ausnahmefällen zu erwarten. Trotzdem entsteht qualitativ hochwertiges Trinkwasser im Wald nicht einfach als willkommenes

Nebenprodukt der Holznutzung, sondern erfordert vielmehr spezielle Schutzmassnahmen, welche die Produktivität der Forstdienste zumindest teilweise schmälern. Die forstwirtschaftlich nicht überall zwingende Beschränkung der Holznutzung auf Einzelbäume und kleine Schlagflächen verursacht nämlich erhebliche Mehrkosten, ohne dass dieser Zusatzaufwand durch entsprechend höhere Holzerlöse gedeckt wäre. Primär aus wirtschaftlichen Gründen stehen im Inland gegenwärtig Nutzungskonzepte mit grösseren Schlagflächen zur Diskussion. Hier braucht es einen Interessenausgleich mit den Bedürfnissen der Wasserwerke, wobei allfällige Produktionseinschränkungen und Sonderleistungen der Waldeigentümer – analog zu den landwirtschaftlichen Ausgleichszahlungen für den Grundwasserschutz – abgegolten werden sollten.

Der Bund will alle Waldeleistungen sichern

Gemäss dem Waldgesetz sind im Sinne der Nachhaltigkeit alle Waldfunktionen sicherzustellen. Entsprechend hat das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) den gesetzlichen Auftrag, den Wald als multifunktionales Ökosystem und seine Leistungen umfassend zu erhalten. Dazu gehört insbesondere auch die langfristige Sicherung der Produktion von qualitativ hochwertigem Trinkwasser.

Zur Wahrung der öffentlichen Interessen am Wald muss dieses bislang wenig berücksichtigte Anliegen künftig konsequent Eingang in die regionalen Waldentwicklungspläne (WEP) finden. Als wichtigstes Planungs- und Führungsinstrument der Forstdienste auf überbetrieblicher Ebene legt der WEP die mittel- bis langfristigen Ziele und Methoden der Waldbewirtschaftung sowie die erforderlichen Massnahmen fest. Diese Vorgaben für die Bewirtschaftung sollen sodann in die Betriebspläne der jeweiligen Waldeigentümer einfließen. Dabei ist eine klare Abgrenzung zwischen den öffentlich-rechtlichen Interessen und den betriebswirtschaftlichen Aufgaben und Möglichkeiten der einzelnen Forstbetriebe vorzunehmen.

Gesellschaftliche Ansprüche an den Wald sind häufig mit erhöhtem Aufwand oder Mindererträgen für die Waldbesitzer verbunden. Deshalb sollten vertraglich zugesicherte und im Betriebsplan nachgewiesene Sonderleistungen in Zukunft abgegolten werden. Diese Mittel sind gut investiert, profitieren Haushalte und Betriebe doch in Form günstiger Gewinnungskosten für qualitativ einwandfreies Trinkwasser auch finanziell von dieser wichtigen Waldeistung. □

Preisgünstiges Trinkwasser aus dem Wald

Die rund 3000 öffentlichen Trinkwasserversorgungen im Inland decken ihren Bedarf zu knapp 83 % mit Grundwasser. In Gemeinden mit weniger als 10 000 Einwohnern, wo 54 % der Schweizer Bevölkerung leben, hängt die Wassergewinnung sogar zu 98 % von den unterirdischen Ressourcen ab.

Im Gegensatz zum genutzten Seewasser in den Städten ist das geförderte Grundwasser an vielen Orten von so einwandfreier Qualität, dass es ohne jegliche Aufbereitung ins Leitungsnetz eingespeist werden kann. Gut 400 Mio. m³ oder 38 % des Trinkwassers aus öffentlichen Wasserversorgungen bedürfen deshalb keiner Nachbehandlung.

Der Schweizerische Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW) beziffert die Gesamtkosten der Trinkwasseraufbereitung für die übrigen 655 Mio. m³ auf jährlich rund 130 Mio. Franken, was rund 20 Rappen pro Kubikmeter entspricht. Geht man von diesem Durchschnittswert aus, so sparen die Wasserwerke durch die Nutzung von naturreinem Trinkwasser – und den dadurch möglichen Verzicht auf jegliche Aufbereitung – Produktionskosten im Umfang von knapp 80 Mio. Franken pro Jahr.

Ein beträchtlicher Teil des nicht behandelten Wassers stammt aus Fassungen in bewaldetem Einzugsgebiet. Doch auch Trinkwasser aus Grundwasservorkommen mit bloss einstufiger Aufbereitung profitiert in qualitativer Hinsicht von der Existenz des Waldes.

	Keine Aufbereitung	Einstufige Aufbereitung	Mehrstufige Aufbereitung	Anteil am Gesamtverbrauch
Trinkwasser total	38 %	33 %	29 %	100 %
Frei ausfliessendes Grundwasser (Quellen)	51 %	42 %	7 %	44,3 %
Gepumptes Grundwasser	41 %	38 %	21 %	38,5 %
Seewasser	0 %	0 %	100 %	17,2 %

Trinkwasseraufbereitung der öffentlichen Wasserversorgungen in der Schweiz.

Quelle: SVGW und Buwal