Zeitschrift: Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen
Band: 60 (2008)

Artikel: Schaffhauser Wasser
Autor: Schulthess, Jürg / Herrmann, Ernst / Bombardi, Rainer
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584701

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

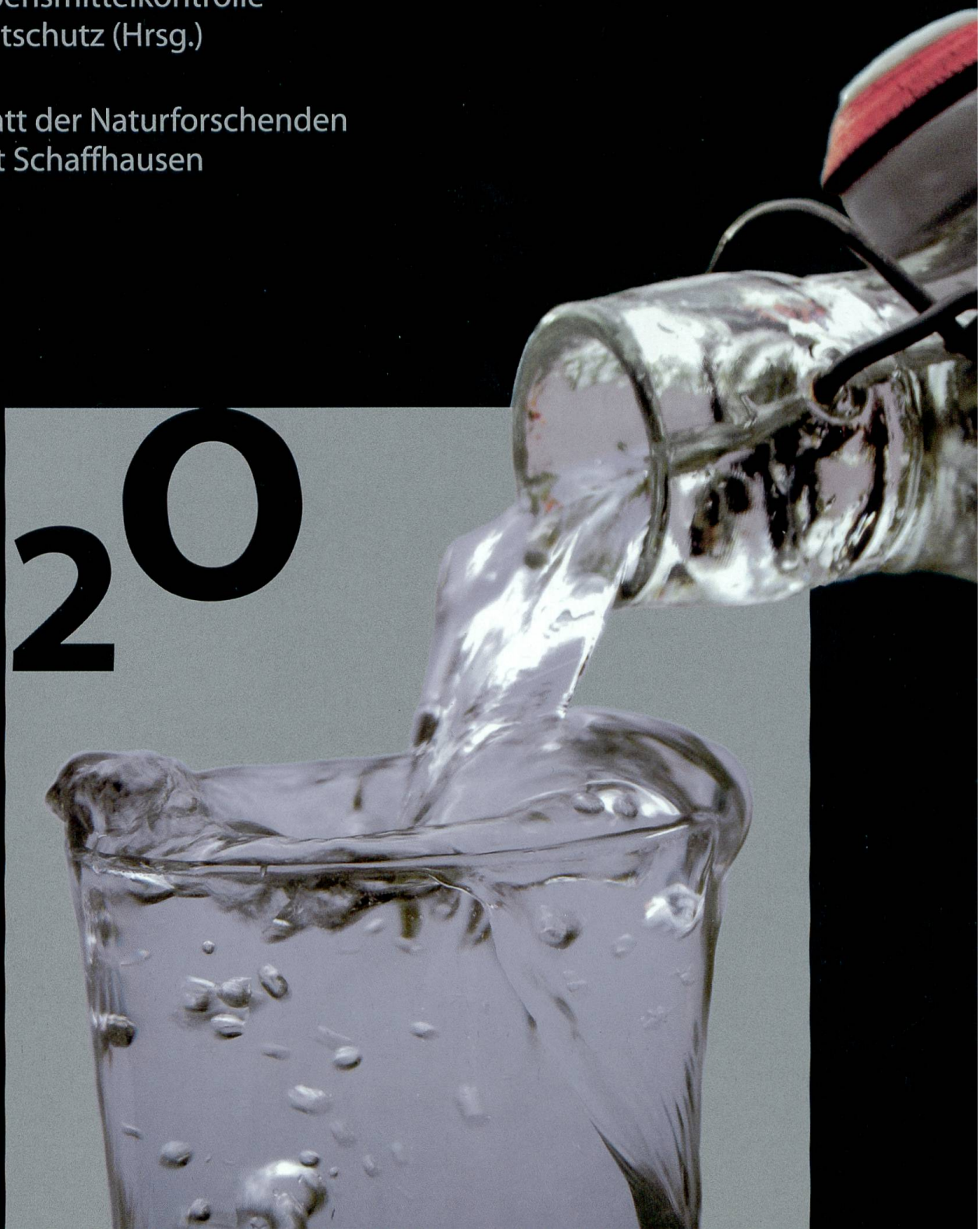
Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schaffhauser Wasser

Amt für Lebensmittelkontrolle
und Umweltschutz (Hrsg.)

Neujahrsblatt der Naturforschenden
Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 60/2008



Neujahrsblatt

der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Nr. 60/2008

Impressum

REDAKTION:
Dr. Bernhard Egli, Etzelstrasse 15, CH-8200 Schaffhausen

HERAUSGEBER:
Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz des Kantons Schaffhausen (ALU)

SATZ, UMBRUCH UND DRUCK:
Stamm + Co AG Grafisches Unternehmen, CH-8226 Schleitheim

CleanSolution ÖKOSTROM Dieses Buch wurde gedruckt mit Ökostrom.

BEITRÄGE:
Die Neujahrsblätter werden gedruckt mit Beiträgen aus dem Legat Sturzenegger und mit Unterstützung der Swiss Academy of Science (SCNAT).

AUFLAGE: 3000 Exemplare

© 2008 by Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen

ISBN 978-3-9523132-6-8

FSC Mix
Produktgruppe aus vorbildlich bewirtschafteten Wäldern und anderen kontrollierten Herkünften
www.fsc.org Zert.-Nr. IMO-COC-028117
© 1996 Forest Stewardship Council

Schaffhauser Wasser

Herausgeber:
Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz
des Kantons Schaffhausen
ALU

Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen
Nr. 60/2008

Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen (NGSH), gegründet 1822

Die Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen will das Interesse und die Freude an den Naturwissenschaften fördern. Der naturwissenschaftlichen Erforschung der engeren Heimat kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Naturwissenschaftliche Arbeiten, die hauptsächlich die Region Schaffhausen betreffen, werden in den Neujahrsblättern und den Mitteilungen der NGSH veröffentlicht und so allen Mitgliedern wie auch einem breiteren Publikum zugänglich gemacht. Im Sommerhalbjahr werden zusammen mit verschiedenen Partnerorganisationen naturkundliche Exkursionen angeboten. Im Winterhalbjahr werden allgemein verständliche Vorträge zu naturwissenschaftlichen Themen gehalten und Besichtigungen durchgeführt. Die aktuellen Programme sind im Internet unter www.ngsh.ch abrufbar oder können bei der unten stehenden Adresse bezogen werden. Die Gesellschaft unterhält verschiedene Sammlungen. Der NGSH ist zudem eine Fachgruppe für Astronomie zur Betreuung der Sternwarte auf der Steig angegliedert.

Die NGSH zählt rund 550 Mitglieder. Alle naturwissenschaftlich interessierten Personen sind herzlich willkommen. Der Mitgliederbeitrag pro Jahr beträgt Fr. 40.–, für Schüler und Studenten Fr. 20.–. Interessenten für eine Mitgliedschaft können sich bei der unten stehenden Adresse oder im Internet unter www.ngsh.ch anmelden.

Postadresse der Gesellschaft:
NGSH, Präsident Dr. Kurt Seiler
Postfach 1007, 8201 Schaffhausen
PC 82-1015-1

info@ngsh.ch
www.ngsh.ch
www.sternwarte-sh.ch

Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	1
	Sauberes Wasser – eine ständige Herausforderung	2
1.	**Einleitung**	3
	1.1 Wasser und Energie	3
	1.2 Die Klimaänderung	5
	1.3 Globale Bedrohung des Wassers	9
	1.4 Bewirtschaftung des Wassers im Kanton Schaffhausen	11
2.	**Wasser im Kanton Schaffhausen: Woher kommt es und wie gut ist es?**	14
	2.1 Wasser im Untergrund: Grundwasser und Quellwasser	14
	2.1.1 Wasser, unser wichtigstes Lebensmittel aus den Vorratskammern im Untergrund	14
	2.1.2 Grosse und kleine Wasservorkommen und deren Neubildung	17
	2.1.3 Wie ist die Qualität des Wassers im Untergrund?	20
	2.2 Wasser an der Oberfläche	23
	2.2.1 Flüsse, Bäche, kleine Fliessgewässer	23
	2.2.2 Wie ist der Zustand der Fliessgewässer	24
	2.2.3 Ökomorphologie und Raumbedarf	24
	2.2.4 Biologische Indikatoren	28
	2.2.5 Chemisch-physikalische Aspekte	30
	2.2.6 Artenvielfalt der Gewässer	34
3.	**Wassernutzung**	42
	3.1 Nutzung von Wasser als Trink-, Brauch- und Löschwasser	42
	3.1.1 Gibt es genügend Wasser?	43
	3.1.2 Die Wasserversorgungen im Kanton	45
	3.1.3 Wasserversorgung: Eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe	61
	3.1.4 Überwachungs- und Vollzugsbehörde der Wasserversorgungen	63
	3.2 Materialabbau: Nur dort, wo Grundwasser nicht beeinflusst wird!	65
	3.3 Thermische Nutzung aus dem trockenen Untergrund	66
	3.4 Thermische Nutzung von Wasser	67
	3.4.1 Oberflächenwasser	68
	3.4.2 Grundwasser	68
	3.4.3 Abwasser	69

3.5 Jede Wassernutzung braucht eine kantonale Bewilligung 71
3.6 Stromgewinnung aus Wasser 73
3.6.1. Wie viel Restwasser muss in einem genutzten Gewässer verbleiben? 74

4. Gewässerschutz 75
4.1 Schutz des Grundwassers 76
4.2 Forst- und Landwirtschaft 79
4.3 Erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft im Klettgau 81
4.4 Grundstück- und Siedlungsentwässerung 84
4.4.1 Grundstückentwässerung 86
4.4.2 Gebühren 87
4.5. Belastete Standorte, Boden 87

5. Grundsätze und Massnahmen – zusammenfassende Sicht des Kantons 89
5.1. Wassernutzung 89
5.1.1 Nutzung als Trinkwasser und zu Löschzwecken 89
5.1.2 Weitere Nutzungen von Grundwasser 90
5.1.3 Wasserentnahmen aus Oberflächenwasser 91
5.1.4 Materialabbau 91
5.1.5 Erdwärmenutzung 92
5.1.6 Thermische Nutzung von Grundwasser 93
5.1.7 Thermische Nutzung von Oberflächenwasser und Abwasser 93
5.2. Gewässerschutz 94
5.2.1 Grundwasserschutz: 94
5.2.2 Schutz der Oberflächengewässer 94
5.2.3 Stickstoff in den Oberflächengewässern 95
5.2.4 Forst- und Landwirtschaft 96
5.2.5 Siedlungsentwässerung 97
5.2.6 Umweltbeobachtung und Weiterentwicklung 98

6. Nachwort 100

Vorwort

Im Kanton Schaffhausen wird die Strategie für die Bewirtschaftung des Wassers mit Hilfe des so genannten Wasserwirtschaftsplans festgelegt. Er dient als Grundlage für die Richt- und Nutzungsplanung, und er ist eine Informationsplattform für Gemeinden, Fachleute und alle, die sich mit dem Thema Wasser im Kanton beschäftigen. Er soll zu einer einwandfreien Wasserversorgung, zu einer funktionierenden Abwasserentsorgung und generell zu einer nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser beitragen.
Der letzte Wasserwirtschaftsplan stammt aus dem Jahr 1986. Die Sicherung der Grundwasservorkommen für die Trinkwassernutzung stand damals im Vordergrund. Seither sind die Nutzungsansprüche vielfältiger geworden, und sie haben sich verstärkt. Der Regierungsrat hat daher eine Aktualisierung und eine Anpassung des Plans an die heutigen Bedürfnisse beschlossen. Er soll noch in der laufenden Legislaturperiode abgeschlossen werden und den Weg für die Bewirtschaftung des Wassers bis zum Ende des nächsten Jahrzehnts weisen. Er stimmt die drei Hauptziele der wasserwirtschaftlichen Tätigkeit, die Nutzung des Wassers, den Gewässerschutz (Schutz des Wassers) und den Schutz vor dem Wasser, aufeinander ab.

Das vorliegende Neujahrsblatt baut im Wesentlichen auf einem Entwurf eines aktualisierten Wasserwirtschaftsplanes auf. Es wurde mit illustrativen Bildern und weiteren, erläuternden Texten ergänzt.
Der Wasserwirtschaftsplan und somit auch das Neujahrsblatt wären ohne eine intensive interdepartementale Zusammenarbeit nicht zustande gekommen. Das vorliegende Werk enthält Texte der folgenden Autoren:

Jürg Schulthess, kantonales Tiefbauamt (TBA)
Ernst Herrmann, Rainer Bombardi, Frank Lang, Roger Biedermann (bis Sept. 2005), Walter Treichler, Peter Wäspi, Iwan Stössel und Kurt Seiler, Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz (ALU)
Herbert Neukomm, Landwirtschaftsamt
Alfred Schweizer und Jürg Bänziger, Gebäudeversicherung
Christian Gruber, Ökogeo
Berhard Egli, Bioforum

Ihnen allen möchte ich für Ihr Engagement für unser Wasser herzlich danken.

Ursula Hafner, Regierungspräsidentin

Sauberes Wasser – eine ständige Herausforderung

Dank Anstrengungen im Gewässerschutz hat sich die Qualität des Grund- und Oberflächenwassers in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Trinkwasser steht im ganzen Kanton in ausreichenden Mengen zur Verfügung, und es kann im ganzen Kanton bedenkenlos konsumiert werden. Im Vergleich zu Mineralwasser wird es zu einem Spottpreis ins Haus geliefert!
Trotzdem besteht Handlungsbedarf: Die Einrichtungen für die Wasserversorgung und die Kanalisationsnetze sind nicht überall in ausreichendem Mass instand gehalten. Auch zwei unabhängige Standbeine für eine sichere Trinkwasserversorgung sind noch nicht im ganzen Kantonsgebiet realisiert. Der fachgerechte Ausbau und Unterhalt der Infrastrukturen wird in Zukunft finanzielle Mittel erfordern. Zudem ist die Belastung von kleineren Flüssen und Bächen durch gereinigtes Abwasser und die Landwirtschaft teilweise noch zu gross. Es gibt noch zu viele Fliessgewässer, bei denen das Flussbett künstlich verändert ist oder die ganz eingedolt sind. Aber auch die Nitratkonzentrationen im Grundwasser erfüllen noch nicht überall das angestrebte Qualitätsziel, und die Auswirkungen von Mikroverunreinigungen auf die Natur sind noch nicht ausreichend bekannt.
Das vorliegende Neujahrsblatt gibt einen Überblick über die vielen bereits laufenden Anstrengungen und die erzielten Erfolge zum Wohle des Wassers. Gleichzeitig zeigt es den noch bestehenden Handlungsbedarf auf.
Der angekündigte Klimawandel wird grosse Auswirkungen auf den Wasserhaushalt haben. Die gebirgige Schweiz gilt zwar – mit der im Vergleich zum übrigen Europa doppelten Menge an Niederschlägen (1470 mm/Jahr) – als dessen Wasserschloss. Doch auch hier und im vergleichsweise trockenen Kanton Schaffhausen werden die Konflikte um die Nutzung des Wassers zunehmen. Dabei gilt es, den Fokus auf das Wassermanagement zu richten und sich so gut wie möglich auf die angekündigten Veränderungen vorzubereiten. Die Versorgung des Menschen mit ausreichendem und gesundem Trinkwasser steht im Vordergrund. Wasser wird zu einem wirtschaftlichen Schlüsselfaktor. Es gilt, die Weichen rechtzeitig und richtig zu stellen.

Kurt Seiler, Kantonschemiker

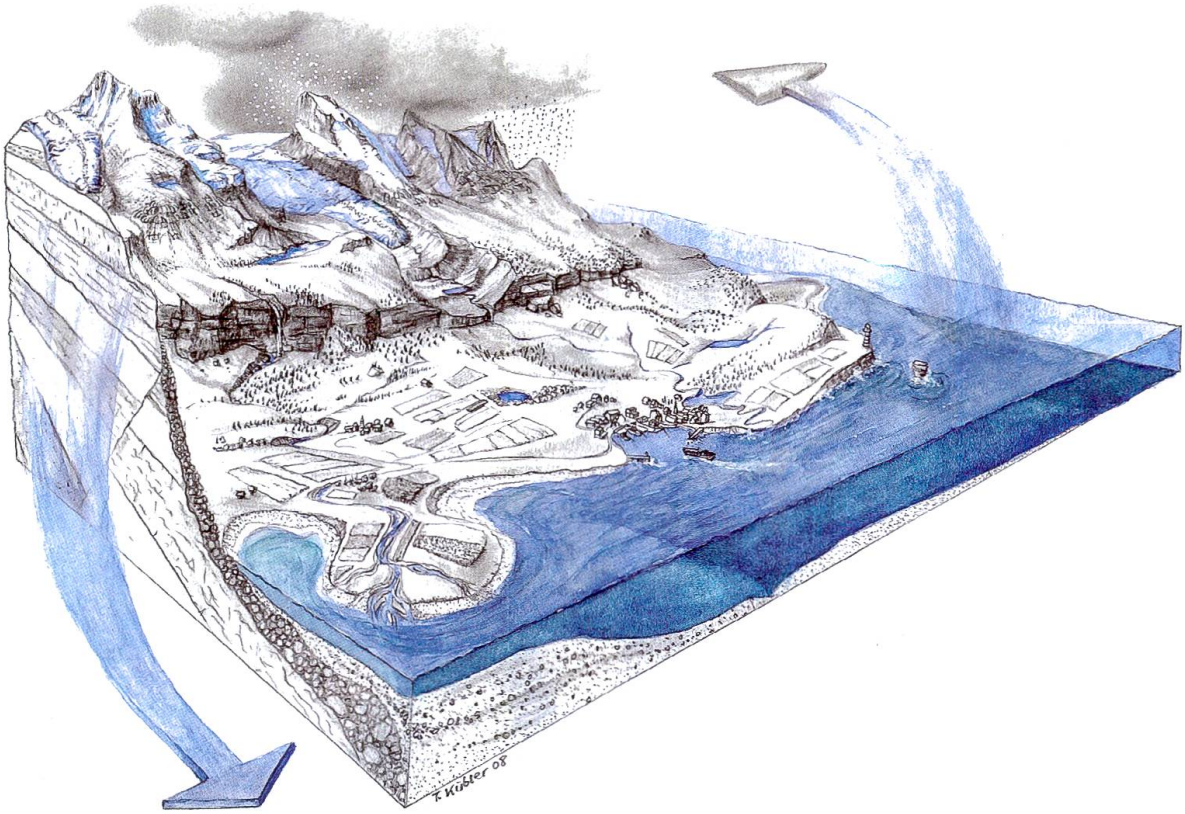
1. Einleitung

1.1 Wasser und Energie

Wasser und Klima sind über die Energie eng miteinander verknüpft.

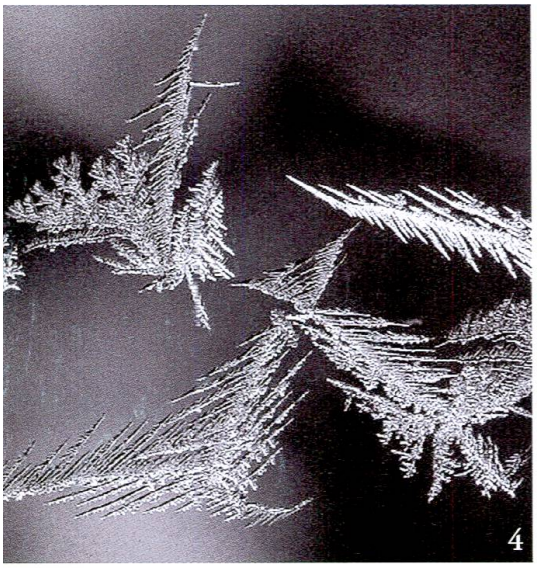
Die chemische Formel für Wasser lautet H_2O. Ein Wassermolekül besteht damit aus 2 Atomen Wasserstoff und einem Atom Sauerstoff. So einfach das klingt, Wasser ist eine faszinierende Verbindung, die noch heute viele Rätsel aufgibt. Mit keinem Modell lassen sich alle Besonderheiten des Wassers in allen Facetten wiedergeben (Fig. 1).

Keine andere Verbindung ist in der Lage, so viel Energie zu speichern, sie über tausende von Kilometern zu transportieren und sie wieder freizusetzen. Wasser kommt auf der Erdoberfläche in drei Aggregatszuständen vor (Eis,



1 Weltweit gibt es keine Vermehrung des Wassers. Der grösste Teil befindet sich in den Weltmeeren, die am meisten zur Wolkenbildung beitragen. Niederschläge, die auf der Landmasse niedergehen, verdunsten (in der Schweiz sind das 20 Milliarden m^3 pro Jahr), versickern, bleiben als Schnee oder Eis liegen oder laufen oberflächlich via Bäche und Flüsse wieder ins Meer zurück. Grafik: Theo Kübler

2


4

5

6

7

Wasser und Gas, Fig. 2–7), zwischen denen es je nach Temperatur wechseln kann. Durch solche Umwandlungsprozesse trägt Wasser dazu bei, dass die Temperaturunterschiede auf der Erde weniger extrem ausfallen, als aufgrund der Strahlungsbilanz zu erwarten wäre. Wenn Wasser verdunstet (zu Gas wird), nimmt es grosse Mengen an Energie auf, und wenn der Wasserdampf kondensiert (von Gas zu Wasser wird: Dunst-, Nebel- bzw. Wolkenbildung), wird die Energie wieder freigesetzt. Könnte Wasser nicht als Wärmespeicher wirken, würde die Hälfte der Sonnenenergie wieder ins Weltall zurückreflektiert. Über den hydrologischen Kreislauf wird die Wärmeenergie des Wassers über die Erde verteilt. Mit steigender Temperatur verdunstet mehr Wasser, was Energie verbraucht und den Temperaturanstieg verlangsamt bzw. begrenzt (der kühlere Schatten unter Bäumen im Vergleich zu dem unter einer Markise kommt durch verdunstendes Wasser aus den Blättern zustande). Die dabei entstehende Wolkendecke vergrössert sich und vermindert dadurch zusätzlich eine weitere Erwärmung der Erdoberfläche. Sinkt die Temperatur, so kann die Luft weniger Wasser in Gasform aufnehmen, das überschüssige kondensiert, setzt dabei Energie frei und regnet aus. Eine analoge Rolle für das Klima spielen Eis und Schnee, nämlich als Kühlanlage und Kältespeicher sowie durch die Albedo (Mass für das Rückstrahlvermögen von nicht selbst leuchtenden Oberflächen. So hat die Erde als Ganzes eine Albedo von ca. 0.37, Schnee von 0.45 bis 0.90).

1.2 Die Klimaänderung

Obwohl es schwierig ist, für den Kanton Schaffhausen Vorhersagen zu machen, die über die allgemeinen Entwicklungstendenzen hinausgehen, sollten Überlegungen zu den Auswirkungen des Klimawandels angestellt und entsprechende Vorbereitungen getroffen werden.

Mittlerweile wird nicht mehr bezweifelt, dass der Mensch das Klima beeinflusst. Im Lauf der letzten 25 Jahre sind die Schweizer Seen und Fliessgewässer im Durchschnitt um 1.1 Grad Celsius wärmer geworden. Das entspricht einer Energiemenge von rund 15 Millionen Tonnen Heizöl. Ein weiterer Temperaturanstieg ist nicht zu vermeiden. Doch die Anstrengungen der

2 **Flüssiges Wasser: Wassertropfen an Pflanze.** Foto: ALU

3 **Wenn gasförmiges Wasser in der Luft zu kleinen Tröpfchen kondensiert, entstehen Wolken. Stimmung über dem Seealpsee.** Foto: ALU

4 **Gefrorenes Wasser: Eisblume.**

5 **Bergsteiger vor Eisabbruch am Gamligletscher.** Foto: ALU

6 **Natürliche Quelle im Wald.** Foto: ALU

7 **Dunst: Morgenstimmung in der Dauphiné, Frankreich.** Foto: ALU

Menschheit werden bestimmen, wie hoch dieser Anstieg sein wird. Es ist allerdings nicht nur der Temperaturanstieg, der uns zu schaffen machen wird, sondern vor allem auch stärkere Schwankungen der Temperaturen und der Niederschläge.

Damit auch in 50 oder 100 Jahren beim Aufdrehen des Wasserhahnes der Hahn nicht trocken bleibt, ist ein radikales Umdenken und Handeln nötig. Experten rechnen mit mehr Hitze und Dürre im Alpenraum, mit schwindenden Gletschern und Firnfeldern (weniger Wärmestrahlung wird ins Weltall reflektiert, ein Teufelskreis), trockeneren Sommern und nasseren, ereignisreicheren Wintern. Mit anderen Worten, die Situation im «Wasserschloss» von Europa wird sich ändern. Die generell prognostizierten Auswirkungen dürften auch für den Kanton Schaffhausen von Bedeutung sein:

Niederschläge: Insgesamt ist mit einer Abnahme der Niederschlagsmengen von bis zu 10 % zu rechnen. Im Winter ist mit einer Zunahme von bis zu 20 % und im Sommer mit einer Abnahme von bis zu 30 % zu rechnen. Die Verdunstung nimmt mit dem Temperaturanstieg zu.

Fliessgewässer: Mit der Abnahme der Niederschlagsmengen und dem Anstieg der Verdunstung wird das mittlere jährliche Abflussvolumen um mindestens 10 % abnehmen. Im Winter und im Frühjahr werden die Fliessgewässer eher mehr, im Sommer und Herbst hingegen durchschnittlich weniger Wasser führen. Kleinere Gewässer werden im Sommer vermehrt austrocknen.

Wasserressourcen: Insgesamt dürften die verfügbaren Wasserressourcen in der Schweiz abnehmen. Im Moment «besitzt» die Schweiz mit 262 Milliarden m^3 6 % der Süsswasserreserven Europas. 51 % davon sind in Seen, 28 % sind in Gletschern und «ewigem» Eis, 20 % sind im Boden, und 1 % sind in Stauseen, Bächen und Flüssen. Drei Viertel der Wasservorräte, welche in den Gletschern gebunden sind, werden bis in 40 Jahren wahrscheinlich verschwinden, was einer Wassermenge von 55 Milliarden m^3 bzw. 55 km^3 entspricht. Die Grundwasserneubildung dürfte im Winter unter Umständen zunehmen, im Sommer und im Herbst aber zurückgehen. Insbesondere Grundwasserträger, die nicht von Oberflächenwassersystemen gespeist werden, können unter dem sommerlichen Klima leiden und als Trinkwasserspeicher weniger verlässlich sein oder gar nicht mehr genutzt werden können. Auch die Zuverlässigkeit der Quellen für die Trinkwassernutzung wird insbesondere in Karstgebieten abnehmen. In trockenen Jahren werden Quellen in Karstgebieten versiegen.

8 Äschensterben im Hitzesommer 2003 aufgrund des warmen Rheinwassers. Foto: Max Baumann

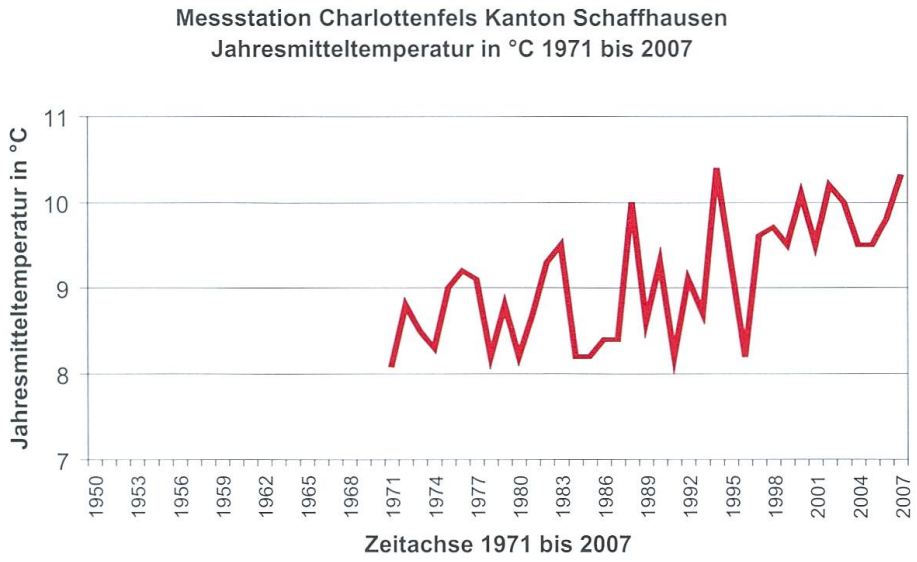
9 Überflutete Fischerhäuserstrasse, 1924. Bis weit ins 20. Jahrhundert hinein waren Hochwasserereignisse am Rhein nicht allzu selten. Foto: Stadtarchiv Schaffhausen

Wetter: Die Niederschlagsextremwerte werden auf der Alpennordseite um bis zu 20 % zunehmen (Fig. 9). Im ungünstigsten Fall muss mit einem Extremereignis, das heute alle 100 Jahre erwartet wird, in Zukunft alle 20 Jahre gerechnet werden. Extreme Niederschläge können nicht nur Schäden durch Überschwemmungen verursachen, sondern sie können auch unerwünschte Auswirkungen auf die Grundstück- und Siedlungsentwässerung sowie auf die Abwasserreinigung haben.

Mit den steigenden Temperaturen werden Änderungen der Gewässerökologie, das heisst auch in der Zusammensetzung der Arten, einhergehen (Fig. 8). Auch die Nutzungsansprüche der Menschen werden zunehmen. Somit sind Interessenskonflikte um das Wasser auch hierzulande vorprogrammiert. Die Landwirtschaft muss sich zwingend durch entsprechende Sorten- und Kulturwahl anpassen, trotzdem wird sie die zunehmenden Trockenperioden mit vermehrter künstlicher Bewässerung überbrücken wollen. Verschiedene Quellen und kleinere Grundwasservorkommen werden keinen Beitrag mehr zur Versorgungssicherheit der Bevölkerung und des

Gewerbes mit Wasser leisten können. Weiter wird die Abnahme des Abflussvolumens zu Einbussen bei der hydroelektrischen Energieproduktion führen. Last but not least wird auch die Rheinschifffahrt mit mehr Problemen zu kämpfen haben.

Die Klimaänderung wird sich nicht überall gleich auswirken. Es ist schwierig, für den Kanton Schaffhausen Vorhersagen zu machen, die über die allgemeinen oben angeschnittenen Entwicklungstendenzen hinausgehen (vgl. auch Fig. 10). Trotzdem müssen auch bei uns bereits heute Überlegungen zu den Auswirkungen des Klimawandels gemacht werden. Denn Änderungen in den Infrastrukturen von Wasserversorgungen, Einrichtungen zur Grundstück- und Siedlungsentwässerung, Abwasserreinigungsanla-



10 Jahresmitteltemperaturen im Kanton Schaffhausen 1971 bis 2007, Messstation Charlottenfels.
Daten: Zur Verfügung gestellt von Herrn Andreas Uehlinger; Grafik: ALU

gen etc. sind mit Zeitskalen verknüpft, die im Bereich von 20 bis 100 Jahren liegen. Dazu sind auch Überlegungen zum Schutz vor zunehmenden Extremereignissen notwendig. Wasser wird in Zukunft zu einem Schlüsselelement in der wirtschaftlichen Entwicklung.

1.3 Globale Bedrohungen des Wassers

Die Bewirtschaftung des Wassers muss in erster Linie auf regionaler und lokaler Stufe erfolgen. Doch der Wasserkreislauf ist globaler Natur und verbindet die Wasserkompartimente (Wasserräume) der Erde. Zudem kann ein Blick in andere Winkel der Erde lehrreich sein, und es lässt sich dadurch der eine oder andere Fehler vermeiden.

Mit den folgenden Zahlen soll beispielhaft aufgezeigt werden, wie heute noch die Umwelt belastet wird und welches die Konsequenzen sind:

Abwasser und Abfälle: Rund 500 Millionen Tonnen industrielle Abfälle und Klärschlämme bedrohen weltweit jedes Jahr Grundwasser, Flüsse, Seen und Meere. Dazu kommen mindestens 700 Millionen Tonnen Haushaltabwässer, die in vielen Ländern nicht gereinigt werden. So sind in den USA 40 % der Flüsse zum Schwimmen, Fischen und als Trinkwasserquelle unbrauchbar, in China sogar über 80 %. In Europa fliessen trotz dem Verbot von phosphathaltigen Waschmitteln und dem Bau von leistungsfähigen Kläranlagen auch heute noch jedes Jahr eine Million Tonnen Stickstoffverbindungen und 100 000 Tonnen Phosphat in die Nordsee.

Landwirtschaft: In den letzten 50 Jahren haben sich weltweit die künstlich bewässerten Anbauflächen verdreifacht. Mehr als die Hälfte des vom Menschen genutzten Süsswassers verbraucht die Landwirtschaft (für die Produktion von 300 Gramm Fleisch werden 3000, für die Produktion von einem Liter «Bio-Treibstoff» bis zu 5000 Liter Wasser benötigt). Die Industrialisierung der Landwirtschaft hat zwar die Ernährungslage verbessert. Parallel dazu hat sich jedoch der Einsatz der Pestizide von 1960 bis im Jahr 2000 auf knapp 4 Millionen Tonnen pro Jahr vervierfacht. Gleichzeitig wurden im Jahr 2000 142 Millionen Tonnen Düngemittel eingesetzt. Auch setzt sich die irreversible Erosion der Böden fort (man beachte auch hierzulande die Ausschwemmungen aus offenen Ackerflächen in Hanglagen, Fig. 11). Weiter geht jedes Jahr weltweit mehr als eine Million Hektar Agrarland durch Versalzung verloren.

Nachhaltigkeit: Tief liegende, fossile Grundwasservorkommen gehören zu den nicht erneuerbaren Wasserressourcen der Erde. Sind sie aufgebraucht, dauert es Jahrhunderte oder Jahrtausende, bis sie sich – wenn überhaupt – wieder auffüllen. Bereits heute haben elf Länder, in denen zusammen mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung lebt, eine negative Wasserbilanz, d. h., die Natur wird irreversibel ausgebeutet.

11 **Bodenausschwemmung (Beispiel aus dem Kanton Schaffhausen).** Foto: ALU

Gesundheit: Mehr als eine Milliarde Menschen hat keinen Zugang zu sauberem Wasser, und mehr als 2.5 Milliarden haben keinen Zugang zu adäquaten sanitären Einrichtungen (in Entwicklungsländern sogar jede zweite Person). Jedes Jahr sterben gegen 2 Millionen Menschen an den direkten oder indirekten Folgen von verseuchtem Wasser oder unhygienischen Zuständen. Rund 80 % aller Krankheitsfälle in Drittweltländern stehen gemäss WHO im Zusammenhang mit verschmutztem Wasser.

Chemikalien: Die Produktion synthetischer Chemikalien beläuft sich jährlich auf 400 Millionen Tonnen. Dabei handelt es sich um gegen 100 000 verschiedene Substanzen. Von vielen ist nicht bekannt, wie sie sich auf Mensch und Umwelt auswirken, und oft sind sie schlecht abbaubar. Alljährlich gelangen 4500 Tonnen Blei und 100 Tonnen Cadmium unwiderruflich in die Nordsee. Auch in der Schweiz werden immer wieder unerwartete Verunreinigungen von Wasser mit Chemikalien entdeckt. So musste im Jahr 2007 der Konsum von Fischen aus der Saane wegen zu hoher PCB-Belastung verboten werden. Als Quelle wird eine Deponie vermutet, die vor 25 Jahren geschlossen wurde. In zunehmendem Masse werden Substanzen wie Antibiotika oder Wachstumshormone im Wasser gefunden, von denen nicht genau bekannt ist, wie sie sich langfristig auf die Gesundheit von Mensch und Tier auswirken.

Wasserversorgung: Weltweit werden bestehende Versorgungseinrichtungen vernachlässigt. Gemäss UNESCO[1] gehen in vielen Städten allein durch undichte Wasserleitungen durchschnittlich 40 Prozent des Trinkwassers verloren.

Die Fakten dieses Abschnittes, die nicht die Schweiz betreffen, entstammen dem lesenswerten Buch «Wem gehört das Wasser?» (Lanz, Müller, Rentsch & Schwarzenbach [Hg.], 2006).[2]

1.4 Bewirtschaftung des Wassers im Kanton Schaffhausen

Wie im Vorwort von Regierungspräsidentin Ursula Hafner dargelegt, stimmt der neue Wasserwirtschaftsplan, der während der laufenden Legislaturperiode abgeschlossen wird, die strategischen Hauptziele Nutzung des Wassers, Schutz des Wassers und Schutz vor dem Wasser aufeinander ab.

Es wird bis ins Jahr 2020 folgende Strategie verfolgt:

Gewässernutzung

1	Die Nutzung als Trinkwasser hat Vorrang gegenüber anderen Nutzungsansprüchen.	Eine sichere und nachhaltige Versorgung mit gesundem Trinkwasser ist ein wichtiger Bestandteil des heutigen und zukünftigen Lebensstandards. Sie ist eine Voraussetzung für die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung des Kantons.
2	Wasserentnahmen dürfen die Abflussverhältnisse nicht verschlechtern.	Insbesondere bei Trockenwetter besteht bei einer übermässigen Wasserentnahme die Gefahr, dass den im und am Gewässer lebenden Tieren und Pflanzen zu wenig Wasser verbleibt.
3	Wärmenutzungen aus Gewässern und Abwasser sind als Alternative zum Verbrauch von fossilen Brennstoffen erwünscht.	Bedingung ist allerdings eine nachhaltige Nutzung. Flora und Fauna beispielsweise dürfen dabei nicht beeinträchtigt werden.

[1] UNESCO = Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur.
[2] Lanz, K., Müller, L., Rentsch, C., Schwarzenbach, R. (Hg.) 2006: Wem gehört das Wasser? Lars Müller Publishers, Baden, 536 p.

Gewässerschutz

1	Grundwasser soll so geschützt werden, dass es möglichst ohne Aufbereitung als Trinkwasser genutzt werden kann.	Ein ausreichender Schutz soll über planerische Massnahmen sowie über die Konzessions- und Bewilligungserteilung erreicht werden. Sanierungen «an der Quelle» haben jedoch stets Vorrang.
2	Die Belastung der Gewässer mit problematischen Stoffen und Keimen soll minimiert werden.	Einträge von landwirtschaftlich bedingten Nährstoffen und Pflanzenbehandlungsmitteln sollen minimiert werden, ebenso Einträge von weiteren problematischen Stoffen, wie Chemikalien oder Medikamenten.
		Die Stickstoffeinträge in die Gewässer sollen minimiert werden. Die Nitratbelastung des Grundwassers muss sich weiter verbessern. Es ist eine Nitratkonzentration im Grundwasser von maximal 25 mg/l anzustreben.
		An Gewässern mit Badeplätzen darf die Keimbelastung keine Beeinträchtigung der Gesundheit der Badenden zur Folge haben.
		Gereinigtes Abwasser muss durch das Gewässer (Vorfluter), in das es geleitet wird, ausreichend verdünnt werden.
3	Fliessgewässer sind vor allem auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen und müssen daher naturnahe morphologische und hydrologische Eigenschaften aufweisen.	In der Richt- und Nutzungsplanung muss den Einzugsgebieten und dem Raum der Gewässer mehr Rechnung getragen werden.

Sicherheitsaspekte und Kosten/Nutzen-Überlegungen

1	Es sollen ein gutes Kosten/Nutzen-Verhältnis und eine sichere und ausreichende Wasserversorgung und Abwasserentsorgung erreicht werden.	Mit Hilfe der Generellen Wasserversorgungsprojekte (GWP) und der Generellen Entwässerungspläne (GEP) wird eine langfristige und ressourcenschonende Planung angestrebt.

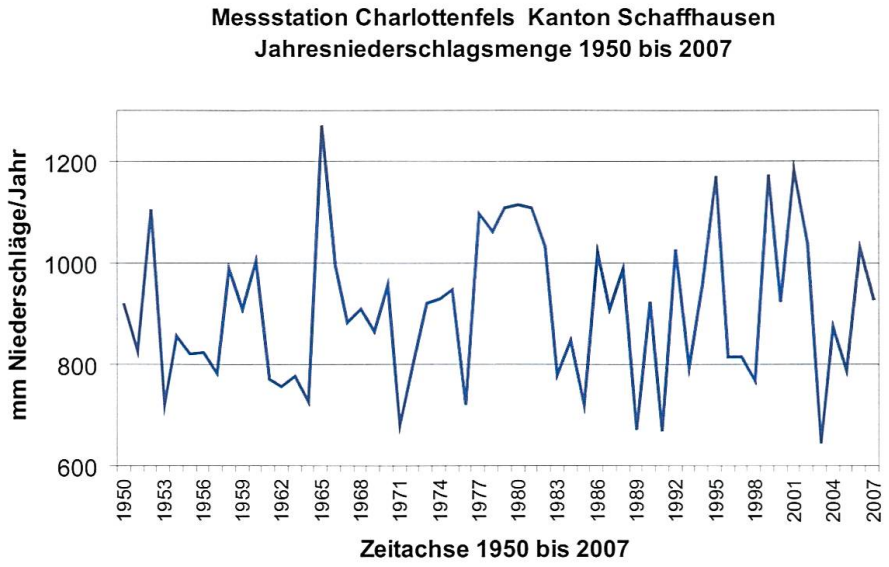
2	Eine Wasserversorgung muss über mindestens zwei unabhängige Trinkwasserbezugsorte verfügen, mit denen je ein mittlerer Bedarf abgedeckt werden kann.	Dank zwei Standbeinen und regionaler Verknüpfung soll auch im Notfall eine ausreichende Versorgung sichergestellt werden.
3	Die Anlagen für die Trinkwassergewinnung und die Trinkwasserverteilung, die Siedlungsentwässerung und die Abwasserreinigung müssen instand gehalten werden.	Diese Forderung bedingt kostendeckende Gebühren und eine professionelle Betreuung der Anlagen. Grössere Versorgungs- oder Entsorgungseinheiten sind eher geeignet, diese Forderung umzusetzen.

2. Wasser im Kanton Schaffhausen: Woher kommt es und wie gut ist es?

2.1 Wasser im Untergrund: Grundwasser und Quellwasser

2.1.1 Wasser, unser wichtigstes Lebensmittel aus den Vorratskammern im Untergrund

Der Kanton Schaffhausen ist klimatisch gesehen relativ trocken (650–1300 mm Niederschläge pro Jahr, mit einem Mittel von 908 mm in der Zeit von 1950–2007, Fig. 12). Dennoch reicht der in normalen Jahren fallende Niederschlag aus, um die sich im Untergrund befindenden Grundwasservorräte nachhaltig zu speisen und damit die Versorgung der Bevölkerung mit diesem lebenswichtigen Nahrungsmittel sicherzustellen. Das Wasser im Untergrund bildet langsam fliessende Ströme. Der Charakter des Wassers wird von Auswaschungen der Oberfläche und der Gesteine im Untergrund geprägt.



12 Jahresniederschlagsmenge im Kanton Schaffhausen 1950 bis 2007, Messstation Charlottenfels.
Daten: Zur Verfügung gestellt von Herrn Andreas Uehlinger; Grafik: ALU

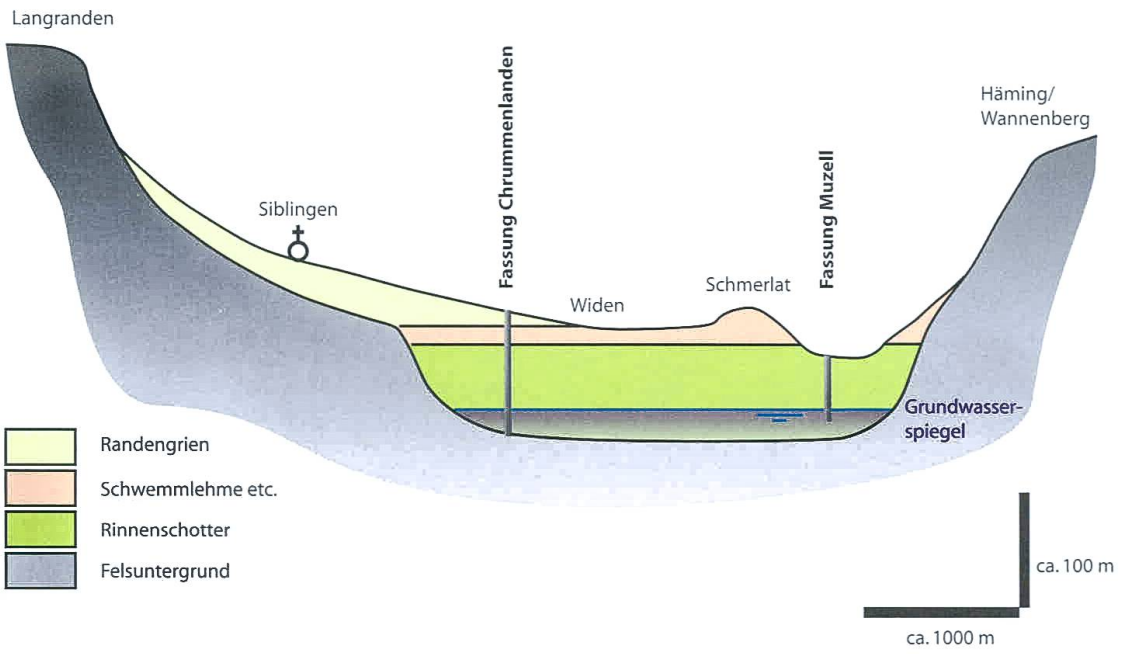
Im Kanton Schaffhausen fallen in trockenen Jahren 650 l, in nassen Jahren bis zu 1300 l Wasser pro Quadratmeter in Form verschiedener Niederschläge. Was nicht evapotranspiriert (sinngemäss verdunstet), fliesst oberflächlich ab und gelangt in Bäche und Flüsse, oder es versickert in den Oberboden und wird zum Teil von Pflanzen aufgenommen. Der Rest dringt in wenig belebte, tiefere Untergrundschichten ein und trägt zur Neubildung von Grundwasser bei. Der Anteil des Niederschlags, der bis ins Grundwasser gelangt, schwankt somit im Verlauf des Jahres sehr stark und ist von der Vegetation, der Vegetationsperiode, von der Topografie und dem geologischen Aufbau des Untergrundes abhängig. Er dürfte bei rund einem Drittel der gesamten Niederschlagsmenge liegen.

Beim Durchfliessen des belebten Oberbodens und des Untergrundes wird das Wasser mechanisch filtriert und biologisch gereinigt. Grundwasser ist nach einer längeren Verweilzeit im Untergrund in der Regel arm an abbaubaren organischen Stoffen, frei von Schwebstoffen und praktisch keimfrei. Das Grundwasser fliesst im Untergrund im Porenraum von Locker- und Festgesteinen oder in Felsklüften. Aufgrund von chemischen Reaktionen nimmt das Wasser Mineralstoffe auf und bekommt mit der Zeit eine Zusammensetzung, die charakteristisch ist für die Art der durchflossenen Gesteine. Bei kalkreichem Untergrund löst sich Kalzium und das Wasser wird «hart», wie dies bei Grundwasser mit den Einzugsgebieten Randen und Reiat der Fall ist. In der Gegend von Oberhallau, Hallau und Trasadingen durchfliesst das Wasser im Untergrund gipsreiche Gesteinsformationen und enthält demzufolge hohe Sulfatkonzentrationen. Wird das Grundwasser durch Flusswasser angereichert, ist es vergleichsweise weich, wie beispielsweise das im Grundwasserpumpwerk (GWPW) Rheinhalde in Schaffhausen geförderte Wasser.

Die Fliessgeschwindigkeit von Grundwasser hängt von Korngrösse und -gefüge des Untergrundmaterials und vom Gefälle des Wasserspiegels ab. Das im Kanton Schaffhausen genutzte Grundwasser hat je nach Herkunft eine Aufenthaltsdauer im Untergrund von einigen Jahren.

Im Zusammenhang mit den Nitratuntersuchungen im Klettgau (siehe Abschnitt 4.3) wurde an verschiedenen Stellen Grundwasser erhoben und mittels Isotopenanalyse das Wasseralter bestimmt (Aeschbach-Hertig et al., 2000)[1]. Das Alter der erhobenen Proben (GWPW Chis beim Bahnhof Trasadingen, GWPW Chrummenlanden Gächlingen, GWPW Muzzell Neunkirch, GWPW Im Sand Löhningen, GWPW Unterneuhaus Wilchingen)

[1] W. Aeschbach-Hertig et al., 2000: Analysen von Umwelttracern im Grundwasser des Klettgaus. EAWAG.



13 Profil einer typischen Schottergesteinsrinne am Beispiel der Klettgaurinne. Grafik: ALU

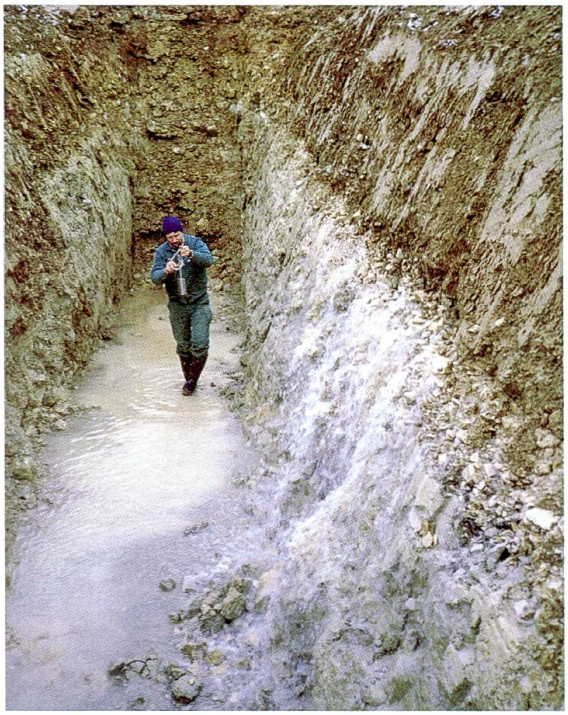
lag im Bereich von 3 bis 6 Jahren. Oder anders ausgedrückt: Die mittlere Verweilzeit des in der Klettgaurinne gepumpten Wassers im Aquifer (Grundwasserleiter) liegt im Bereich einiger Jahre. Ein systematischer Trend des Alters mit der Position innerhalb der Klettgaurinne konnte interessanterweise nicht festgestellt werden.

Im Kanton Schaffhausen stammt das Trinkwasser ausschliesslich aus Grund- und Quellwasser (80 % Grund- und 20 % Quellwasser). Grundwasser im Sinne der Trinkwasserversorgung ist Wasser, das mittels Energieaufwand aus dem Boden hochgepumpt werden muss. Der grösste Teil der Bevölkerung erhält das Wasser aus relativ tief liegenden und somit gut geschützten Grundwasservorkommen mit einer einwandfreien und konstanten Qualität. Die hauptsächlich genutzten Grundwasserleiter sind Lockergesteinsfüllungen in seitlich von Festgesteinen begrenzten Rinnen (Fig. 13).

Quellwasser ist Grundwasser, das in Hängen im Untergrund auf wasserundurchlässigen Schichten talwärts fliesst, bei entsprechender Topografie aus dem Untergrund tritt und Bäche bildet. Von Quellen im Sinne der Wasserversorgung für die Bevölkerung spricht man, wenn solche wasserführenden Schichten erschlossen werden, das heisst, das Wasser gefasst wird und via

Brunnenstube zumeist ohne Pumpaufwand einem Trinkwasserreservoir zugeführt werden kann (Fig. 14).

Die im Kanton Schaffhausen genutzten Quellen haben in der Regel kleine Einzugsgebiete, und der oft verkarstete Untergrund hat eine schlechte Filterwirkung. Als Folge davon sind die Verweilzeiten im Boden für eine genügende Reinigung zu kurz, und das Wasser weist eine unbeständige Qualität auf. Eine Nutzung als Trinkwasser kommt in diesen Fällen nur in Frage, wenn durch entsprechende Aufbereitungen (im Allgemeinen eine Behandlung mit ultraviolettem Licht zur Abtötung der Keime) eine ausreichende Qualität gewährleistet werden kann.



14 Wasserführende Schicht, sogenannter Quellhorizont. Beringen, Sanierung Chäserhalde SW-Graben 4. 3. 1987.
Foto: ALU

2.1.2 Grosse und kleine Wasservorkommen und deren Neubildung

Eine hinreichende Versickerung ist zentral für eine ausreichende Grundwasserbildung.

Das Grundwasser (Wasser, das die Zwischenräume im kiesig-sandigen oder felsigen Untergrund ausfüllt), insbesondere das Schottergrundwasser, kann stehende Seen bilden oder sich flussähnlich mit geringer Fliessgeschwindigkeit (cm bis m pro Tag) fortbewegen. Im Kanton Schaffhausen wird vor allem Schottergrundwasser genutzt. Die grössten Grundwasserströme sind die Klettgaurinne sowie die Schaffhauser Rinne, die von Singen/Donautal Richtung Schaffhausen/Neuhausen am Rheinfall führt.

Kleinere, oft nicht ganz so tief liegende Grundwasservorkommen, die von Schaffhauser Gemeinden genutzt werden können, liegen im Gebiet von Ramsen und Hemishofen, bei Etzwilen im Kanton Thurgau, im Bibertal, in der Laag bei Dörflingen, im Merishausertal, im Wangental, in Oberhallau (gestautes Hanggrundwasser Weiherwiesen), im Wutachtal sowie im Rafzerfeld.

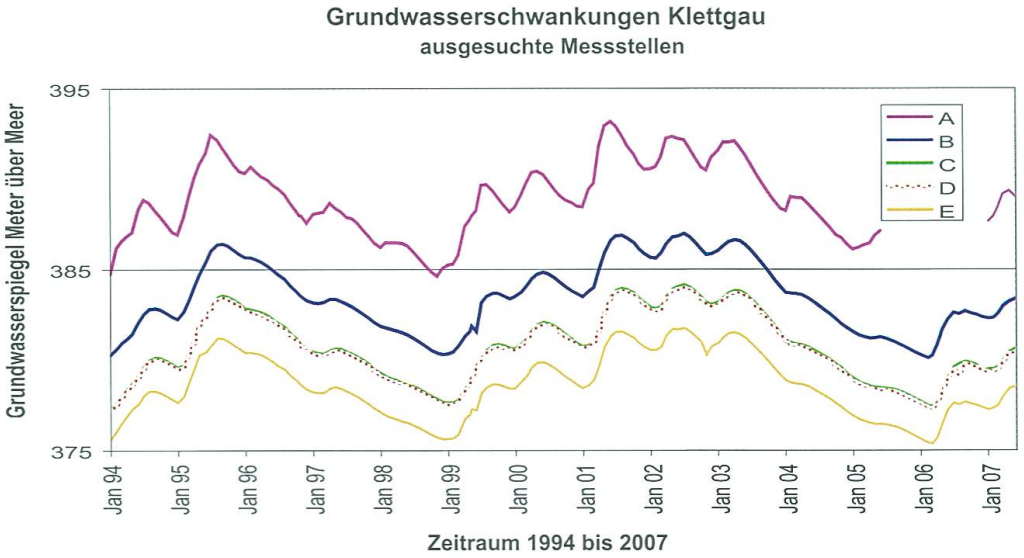
Zwei zurzeit nicht genutzte Grundwasser sind das Grundwasserpumpwerk Ifang in Trasadingen und ein gespanntes (selbständig an die Oberfläche tretendes) Grundwasser in Oberhallau (auf dem Rohr). Beide stammen aus tiefen, unterhalb der Schottergesteinsrinne des Klettgaus liegenden Muschelkalk-Formationen.

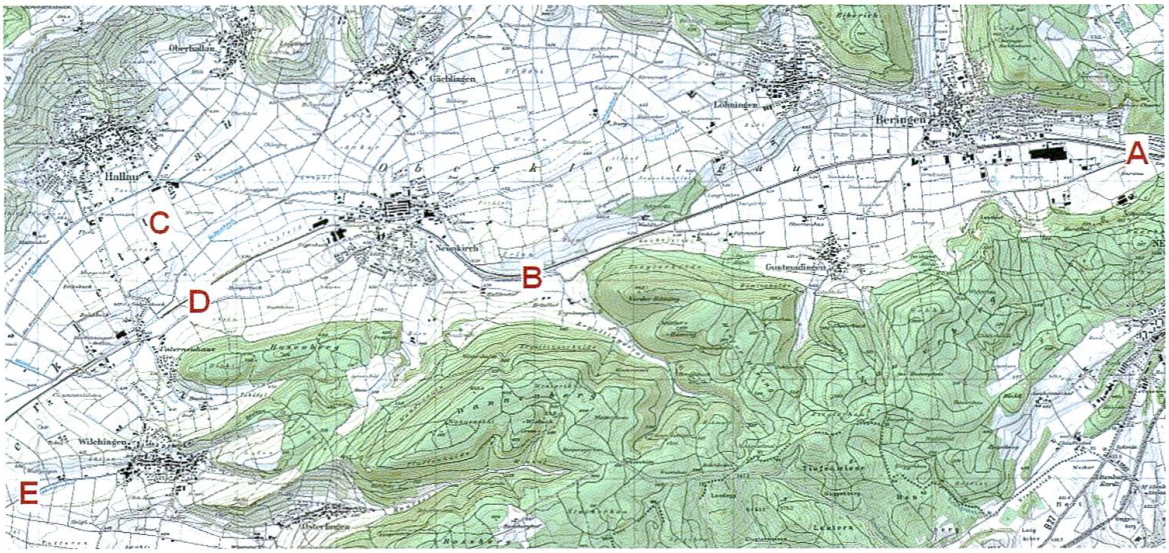
Zurzeit wird östlich von Neunkirch, im Gebiet Erlen, eine neu abgeteufte Bohrung getestet. Es soll eine Alternative zum Grundwasserpumpwerk Muzzell werden, das – die Bestätigung durch eine Volksabstimmung vorausgesetzt – einer Strassenbaute zum Opfer fallen wird. Wie es den Anschein macht und wie erwartet wurde, entspricht das Wasser in etwa dem des Grundwasserpumpwerkes Muzzell.

Die Grundwasserneubildung erfolgt über verschiedene Wege. Einerseits durch die natürliche Versickerung von Niederschlag und andererseits durch die Infiltration von Wasser aus Flüssen und Bächen. Bei der Versickerung des Niederschlagswassers spielen sich im belebten Boden Reinigungsprozesse ab, welche für die Qualität des Grundwassers ausschlaggebend sind. In den Talböden versickert ein Teil des Niederschlagswassers mehr oder weniger vertikal bis ins Grundwasser. Ausserhalb der Rinnen, im Bereich der Hänge und Hochzonen, gelangt versickerndes Wasser bis zur Oberfläche des Felses oder anderer Stauhorizonte und fliesst entlang dieser in die Rinnenschotter. Verkarstete und zerklüftete Kalkformationen (insbesondere Malmkalk) können ebenfalls Grundwasser führen und somit zusätzliche unterirdische Zu- oder Abflüsse bilden. Nimmt eine dieser Zuflussquellen mengenmässig zu, sind die Auswirkungen im Grundwasser als Ansteigen der Pegelstände feststellbar (cm bis m pro Monat). Abfluss, Vegetationswachstum, Verdunstung oder Grundwassernutzung andererseits bewirken ein Abfallen des Grundwasserspiegels. Verändern sich Grundwasserspeisung oder Grundwasserzehrung, so sind die Auswirkungen, je nach Durchlässigkeit des Untergrundes und Tiefe des Grundwasserspiegels, mit einer gewissen Verzögerung im Grundwasserspiegel feststellbar.

Grundwasserspiegelschwankungen sind natürlich. Man kann deutlich zwischen langjährigen und kurzfristigen, saisonalen Schwankungen unterscheiden. Die kurzfristigen Schwankungen sind vor allem bedingt durch Niederschlagsmenge, Vegetationsperiode sowie Verdunstungsrate. Insbesondere die Herbst- und Winterniederschläge, falls sie nicht als Regen auf gefrorenen Boden fallen, sind bei uns für eine nachhaltige Speisung des Grundwassers besonders entscheidend. Die langjährigen Schwankungen werden vor allem durch die Witterung gesteuert (Witterung = üblicher Charakter von Wetterabläufen in einem Zeitraum von Tagen bis Monaten für ein bestimmtes Gebiet). Die Auswirkungen des Hitzesommers 2003 sowie

die darauf folgenden ebenfalls tendenziell zu warmen und niederschlagsmässig unterdurchschnittlichen Jahre sind kantonsweit im Grundwasser messbar. Die Entwicklung lässt sich am besten am Beispiel des nicht von einem Oberflächenwasser alimentierten Klettgauer Grundwasserstromes zeigen (Fig. 15).





15 Grundwasserstände an verschiedenen Messstellen im Klettgau von 1994 bis 2007. Die Wasserstände werden in der Regel einmal im Monat gemessen. Die Höhenunterschiede des Grundwasserspiegels der einzelnen Messstellen ergeben sich aus der leichten Neigung des Grundwasserspiegels von Beringen bis Trasadingen. Dabei senkt sich der Grundwasserspiegel von Beringen bis Trasadingen weniger als der Talboden.
Daten: TBA; Grafik: ALU; Karte: Reproduziert mit Bewilligung von swisstopo, BA081267

Auch die zunehmende Versiegelung der Landschaft trägt zur Minderung der Versickerungsrate und somit zum Absenken von Grundwasserspiegeln bei. Durch entsprechende Massnahmen wird versucht, dem entgegenzutreten (vgl. Kapitel 4.4).

2.1.3 Wie ist die Qualität des Wassers im Untergrund?

Alle Wässer im Untergrund sind von ihrer geologischen Umgebung und zum Teil vom Menschen beeinflusst. Somit sind sie alle unterschiedlich zusammengesetzt.

Das nur wenig unter der Bodenoberfläche liegende Grundwasser aus dem Schotter des Wutachtales ist stark von der Wutach und deren Einzugsgebiet beeinflusst. Die Wutach entwässert vor allem Triasgesteine des stark verkarsteten Muschelkalkes und des Keupers, die oft Gips enthalten und dadurch zu hohem Sulfatgehalt führen. Da das Grundwasser nur wenig überdeckt ist, ist es im Vergleich zum Klettgau weniger gut geschützt. Dennoch gibt es auch im tiefliegenden Grundwasser des Klettgaus Probleme mit anthropogenen, wasserlöslichen Stoffen (z.B. Nitrat).

Früher genutzte Wasser mussten als Trinkwasser aufgegeben werden, wie zum Beispiel das für die Speisung des Städtli-Brunnens in Neunkirch genutzte Wasser. Es stammt aus den landwirtschaftlich stark beeinflussten Widenquellen 1½ km östlich von Neunkirch. Das Wasser entspringt einem nahe der Oberfläche gelegenen Grundwasserleiter aus dem Bereich des Siblinger Schuttfächers. Schlecht wasserdurchlässige Schwemmlehme verhindern das Versickern in tiefere Bereiche. Dieses lokale Grundwasser weist nur eine geringe Mächtigkeit auf und liegt gut 40 m höher als das Grundwasser des Klettgauer Rinnenschotters.

Generell ist das zu Trinkwasserzwecken genutzte Grundwasser der Schweiz qualitativ hochwertig: Fast die Hälfte kann direkt, das heisst ohne jede Behandlung, ins öffentliche Trinkwassernetz abgegeben werden. Der Rest bedarf einer einfachen präventiven Desinfektion. Im Kanton Schaffhausen braucht das Wasser aus mikrobiologischen Gründen nur in jeder fünften Gemeinde eine einfache Aufbereitung.

Das eidgenössische Lebensmittelrecht stellt klare Anforderungen an das Lebensmittel Trinkwasser. Im Kanton Schaffhausen wird das Quell-, Grund- und Trinkwasser durch das Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz (ALU) regelmässig auf mikrobiologische Verunreinigungen, auf die Gesamthärte und auf Stickstoffverbindungen untersucht. Dadurch lassen sich unerwartete Veränderungen schnell erkennen und die notwendi-

gen Massnahmen einleiten. Des weiteren wird es auf viele chemische Elemente, auf Rückstände von Pflanzenschutz- und Arzneimitteln sowie auf flüchtige organische Verbindungen geprüft.

Pflanzenschutzmittel: In der Schweiz sind ungefähr 300 Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe zur Anwendung zugelassen. Die meisten Wirkstoffe können in eine Reihe von Metaboliten (Abbauprodukte) zerfallen, so dass die Zahl der als Rückstände in Frage kommenden Substanzen weit über 1000 liegt. Pro Jahr werden in der Schweiz rund 1500 bis 2000 Tonnen Pflanzenschutz-Wirkstoffe eingesetzt. Bekannte Abbauprodukte sind Desethylatrazin aus Atrazin oder AMPA[1] aus Glyphosat (RoundUp). Dank dem Fortschritt in den Analysetechniken können laufend weitere Pflanzenschutzmittel oder Abbauprodukte nachgewiesen werden. Rund 30 % aller Pflanzenschutzmittel können aber auch heute noch nicht im gewünschten Konzentrationsbereich nachgewiesen werden.
Das nahezu ubiquitäre Auftreten der Triazine ist schon seit längerem bekannt. Das bekannteste Mittel aus dieser Gruppe, Atrazin, hat sich als unerwartet persistent (schlecht abbaubar) erwiesen und wird deshalb seit vielen Jahren immer wieder im Grundwasser nachgewiesen. Seit dem generellen Anwendungsverbot entlang von Strassen, Wegen, Plätzen, Eisenbahnanlagen und in Karstgebieten kann wenigstens ein langsamer, aber stetiger Konzentrationsrückgang von Atrazin verzeichnet werden. Trotzdem finden sich nach wie vor in rund der Hälfte aller Proben Spuren von Atrazin oder dessen Abbauprodukten.

Im Kanton Schaffhausen werden vor allem in Grundwasservorkommen in und aus Landwirtschaftszonen und aus der Nähe von Bahntrassees Pflanzenschutzmittel nachgewiesen. Ihre Konzentrationen liegen aber in allen Fällen klar unterhalb den geltenden rechtlichen Anforderungen.

VOC: Flüchtige organische Verbindungen (kohlenstoffhaltige Stoffe, die leicht verdampfen; VOC = volatile organic compounds) treten überall auf und werden vorwiegend in Grundwasser mit Einzugsgebiet in städtischen und industriellen Gebieten gefunden. Dank den Anstrengungen im Umweltschutzbereich konnte in den letzten 20 Jahren für die meisten Verbindungen ein kontinuierlicher Rückgang der Konzentrationen festgestellt werden. Demgegenüber sind die Positivbefunde und die Konzentrationen im Falle des Antiklopfmittels MTBE (Methyl-tert-

[1] Aminomethylphosphonic acid

butylether, das als Ersatz für das früher eingesetzte Blei gebraucht wird) gestiegen. Im Kanton Schaffhausen kann diese Verbindung in rund 20% der analysierten Proben gefunden werden, was dem schweizerischen Durchschnitt entspricht. Gesetzliche Höchstwerte wurden auch im Falle von MTBE bisher noch nicht überschritten.

Arzneimittel: Arzneimittel (z.B. Medikamente, hormonelle Verhütungsmittel, Röntgenkontrastmittel etc.) werden nach ihrer Applikation von Mensch und Tier bis zu 90% unverändert wieder ausgeschieden. Dazu werden Pharmazeutika oft immer noch unsachgemäss entsorgt. Kläranlagen oder auch landwirtschaftlich genutze Flächen können diese Wirkstoffe nicht vollständig entfernen bzw. abbauen. Über diese Wege werden Pharmazeutika in die aquatische Umwelt eingetragen. Auch in Grundwasserproben aus dem Kanton Schaffhausen können Rückstände von Pharmazeutika gefunden werden. Ihre Konzentrationen liegen aber in einem sehr tiefen Bereich.

Stickstoff: Stickstoff gelangt auf vielfältige Weise wie z.B. über Mineraldünger, Gülle oder Mist, durch Freisetzung im Boden, durch defekte Abwasserleitungen und auch aus der Luft in den Boden. Im Grundwasser ist Stickstoff in Form von Nitrat relevant. Erhöhte Nitratkonzentrationen sind vorwiegend in landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Gebieten zu finden.
Stickstoff (N) tritt in verschiedenen chemischen Formen auf: einerseits als lebensnotwendiger Nährstoff, andererseits als Schadstoff für Menschen, Tiere und Pflanzen. Die Summe aller Stickstoffformen, die durch menschliche Aktivitäten emittiert werden, schädigt terrestrische und aquatische Ökosysteme. Die Folgen von Überdüngung sind die Reduktion der natürlichen Artenvielfalt mit negativen Auswirkungen auf Wälder, Moore, Heiden und Magerwiesen, Fliessgewässer und Seen wie auch auf artenreiche Wattenmeere (z. B. Grossalgenteppiche in der Nordsee). Zum heutigen Zeitpunkt erfüllt das Trinkwasser im ganzen Kanton bezüglich Nitrat die Anforderungen des Lebensmittelrechts (Toleranzwert: 40 mg/l). Das Qualitätsziel gemäss Gewässerschutzrecht von 25 mg/l wird aber erst für das Trinkwasser von ca. 80% der Bevölkerung erreicht. Um das Qualitätsziel für weitere Bevölkerungsgruppen zu erreichen, sind beispielsweise im Klettgau erfolgreich Massnahmen zur Reduktion von Nitrat ergriffen worden (vgl. Kapitel 4.3).

2.2 Wasser an der Oberfläche

2.2.1 Flüsse, Bäche, kleine Fliessgewässer

Das Fliessgewässernetz des Kantons Schaffhausen umfasst (inklusive Grenzgewässer) ca. 320 km. Es ist aufgeteilt in drei Klassen.

Zur 1. Klasse gehören der Rhein, die Wutach und die Biber. Diese werden vom Kanton betreut.

Zur 2. Klasse gehören zehn zumeist grössere Bäche, nämlich:
- Hemishoferbach/Schienerbach ab Landesgrenze;
- Altdorferbach ab Zusammenfluss in der Dorfmitte;
- Fulach ab Auslauf Alteweiher, Thayngen;
- Durach ab Quelltopf, Oberbargen;
- Hemmentaler Bach ab Zusammenfluss in der Dorfmitte;
- Begginger/Schleitheimer Bach ab Zusammenfluss in Beggingen;
- Zwärenbach ab Durchlass Hohbrugg;
- Halbbach/Landgraben ab Zusammenfluss in Oberhallau;
- Seltenbach/Mülibach ab Zusammenfluss in Siblingen;
- Seegraben ab Durchlass beim Zollamt Osterfingen.

Sie sind in der Obhut der Gemeinden.

Zur 3. Klasse gehören alle übrigen Gewässer. Für diese hat im Prinzip der Grundeigentümer oder die Grundeigentümerin zu sorgen.

In den ausgewiesenen Gewässerlängen eingeschlossen sind auch die nur zeitweise wasserführenden Bäche, welche in den Karstgebieten des Randens und des Reiats, aber auch in der Klettgau-Ebene recht zahlreich sind.

Schaffhauser Fliessgewässer	**Länge [km]**	**Länge [%]**
1. Klasse	45	14
2. Klasse	63	20
3. Klasse	212	66
Total:	**320**	**100**

2.2.2 Wie ist der Zustand der Fliessgewässer?

Der Zustand der Schaffhauser Fliessgewässer ist vergleichbar demjenigen anderer Mittellandkantone. Nach wie vor gibt es viele Fliessgewässer, die in viel zu engen Betten fliessen oder die gar gänzlich eingedolt sind. Renaturierungen und Aufweitungen sind notwendig, um weitere Zustandsverbesserung zu erzielen. Auch der chemisch-biologische Zustand der Oberflächengewässer muss über weitere Massnahmen gezielt verbessert werden.

Die ökologischen Ziele für Gewässer sind in der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) geregelt. In den 1990er Jahren haben Bund und Kantone das so genannte Modulstufenkonzept (modulartig aufgebautes Konzept mit Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer) als Vollzugshilfe entwickelt, das die vorgeschriebenen ökologischen Ziele berücksichtigt und verschiedene Rechtsbegriffe konkretisiert. Es legt Verfahren für die Untersuchung und Bewertung der Fliessgewässer fest und erlaubt eine ganzheitliche Betrachtung der Wasserchemie, der Lebensgemeinschaften von Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen sowie von hydromorphologischen Gegebenheiten. Die Untersuchungen sind in drei Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität unterteilt. Untersuchungen der Stufe F (flächendeckend) sollen einen Überblick über den Zustand der Fliessgewässer der Region liefern. Die Methode auf Stufe S (systembezogen) ermöglicht eine vertiefte Analyse eines ausgewählten Gewässersystems. Für Untersuchungen auf Stufe A (abschnittbezogene Problemanalyse spezifischer Fragestellungen) sind keine Methoden festgelegt.
Der Zustand der Gewässer wird in fünf Klassen, die mit fünf verschiedenen Farben gekennzeichnet werden, eingeteilt (Fig. 16).

2.2.3 Ökomorphologie und Raumbedarf

Mit dem Bau von Siedlungen und Verkehrswegen sowie der Intensivierung der Landwirtschaft wurde der Raum der Fliessgewässer in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend eingeengt. Umfangreiche bauliche Massnahmen veränderten den natürlichen Lauf der Bäche, um Infrastruktur und landwirtschaftliche Kulturen vor Schäden durch Hochwasser zu schützen.

Diese Verbauungen beeinträchtigen vielerorts die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer. Damit ein Gewässer seine Funktion als Lebensraum erfüllen kann, braucht es morphologisch und hydrologisch naturnahe

sehr gut		Die ökologischen Ziele klar erreicht; Wasserqualität eingehalten (bzw. natürlich / naturnah).
gut		Die ökologischen Ziele sind erfüllt; Wasserqualität wahrscheinlich eingehalten (bzw. wenig beeinträchtigt).
mässig		Die ökologischen Ziele teilweise nicht eingehalten; Wasserqualität vermutlich nicht eingehalten (bzw. stark beeinträchtigt).
unbefriedigend		Die ökologischen Ziele meist nicht eingehalten; Wasserqualität wahrscheinlich auch nicht eingehalten (bzw. baulich: künstlich / naturfremd).
schlecht		Die ökologischen Ziele nicht eingehalten; Wasserqualität ebenfalls nicht eingehalten (bzw. baulich: eingedolt).

16 Klasseneinteilung Gewässerzustand (inkl. Ökomorphologie). Grafik: ALU

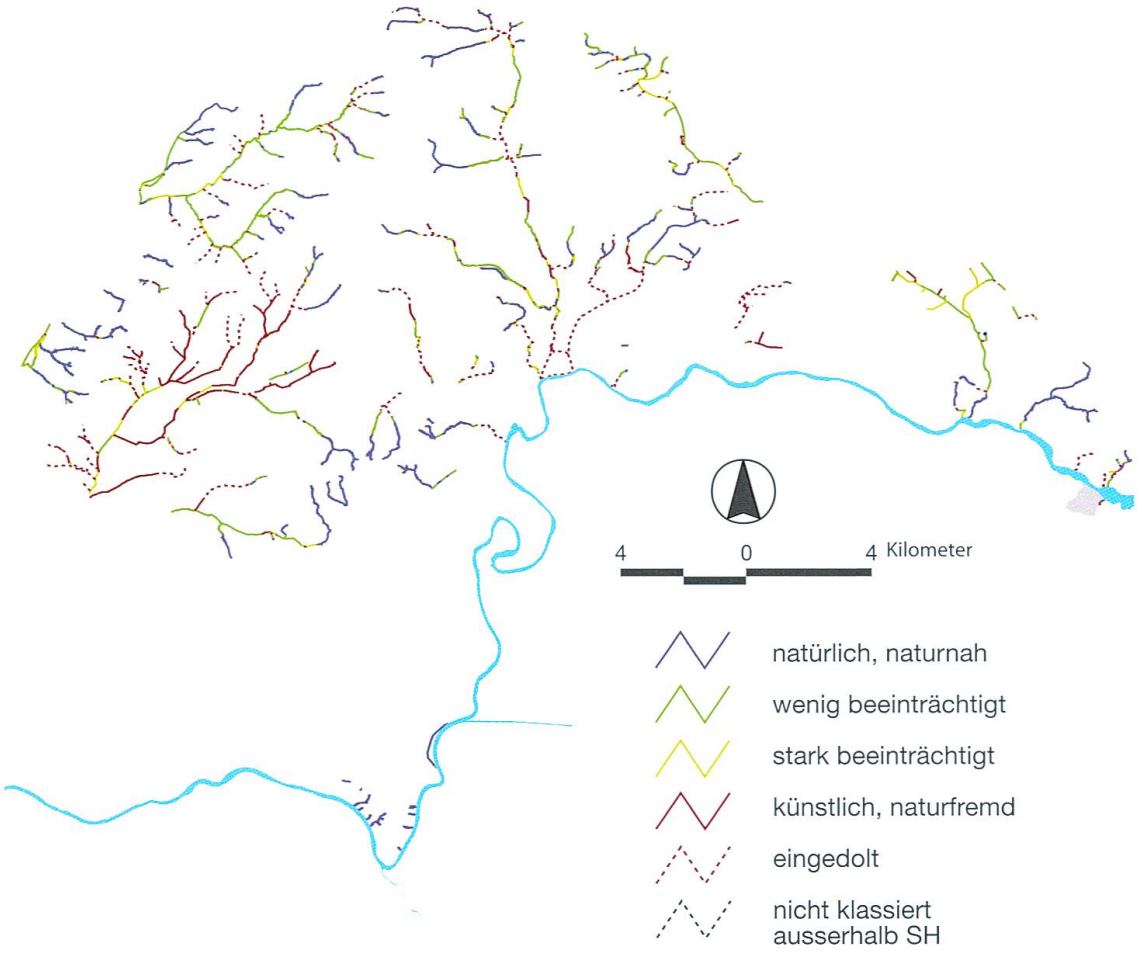
Bedingungen. Eine gute Wasserqualität ist nicht nur Voraussetzung für, sondern auch Resultat von ökologisch intakten Gewässern. Zudem zeigt die Erfahrung, dass der Schutz vor Hochwasser durch Gewässerregulierung oft nicht nachhaltig gewährleistet werden konnte, sondern lediglich eine zeitliche und räumliche Verschiebung der Schadensbilder bewirkt hat.

Gewässerschutzgesetz und Gewässerschutzverordnung streben daher neben einer guten Wasserqualität eine naturnahe Morphologie der Gewässer an. Es wird versucht, die Ökomorphologie, also die strukturelle Ausprägung des Gewässers und seines Uferbereiches, wieder aufzuwerten.
Folgendes ist für ein Fliessgewässer notwendig:

a) Der Bach muss über genügend Platz verfügen, um seinen eigenen Weg durch die Landschaft zu finden und so ein landschaftsprägendes Element zu bleiben. Auch Überschwemmungszonen sollten erhalten bleiben, da sie wertvolle Nassstandorte bilden.
b) Der Bach muss die Möglichkeit haben, seine Geschwindigkeit zu verändern, sei es durch Steine oder durch natürliche Gefällsschwankungen. Besonders Steine stellen wichtige Elemente für Wasserorganismen dar, weil sich dahinter Totwasserzonen sowie Verwirbelungen bilden und sie auch die Fliessgeschwindigkeit regulieren. Wichtig sind auch Bachquerschnittsänderungen und natürliche Staustufen, gebildet durch Steine, Sandbänke, Pflanzen, Ast- und Laubhaufen.
c) Unterspülungen sind für Tiere wichtige Verstecke. Besonders grössere Tiere wie Fische und Amphibien verstecken sich gerne an solchen Stellen.

In solch gut strukturierten Wasserläufen können sich viele verschiedene Tierarten ansiedeln.

Im ersten Halbjahr 2002 wurden alle 320 km Schaffhauser Fliessgewässer durch das Tiefbauamt bezüglich Ökomorphologie und Raumbedarf beurteilt (Beurteilung der Bachstruktur unter ökologischen Gesichtspunkten). Als Vergleichsgrösse diente jeweils eine natürliche Morphologie und Gewässergrösse. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind vergleichbar mit denjenigen anderer Mittellandkantone: Etwa 30 % aller Fliessgewässer sind natürlich, gut 50 % sind wenigstens naturnah, und der Rest ist eingedolt. Je nach Umfeld ist jedoch die Verteilung ganz unterschiedlich: Während im Wald über 85 % natürlich sind, sind im Siedlungsraum 70 % der Gewässer eingedolt. In der Flur sind knapp 50 % naturnah, 25 % aber ist eingedolt. Die Resultate dieser Untersuchungen sollten nachdenklich machen und zur Verbesserung der Situation anregen (Fig. 17).



17 **Ökomorphologische Einteilung der Fliessgewässer im Kanton Schaffhausen.** Grafik: ALU

18 **Kanalisierter Bach Neunkirch, Fochtelgraben.** Foto: ALU

19 **Renaturierter Bach in der unteren Egg Hallau, Scherrersgraben.** Foto: ALU

Im Rahmen von Renaturierungen und Aufweitungen wird eine schrittweise Zustandsverbesserung angestrebt (Fig. 18, 19). Je naturnaher ein Bach ist, desto ausgewogener sind seine Vegetation, seine Fauna, seine Mikroorganismen. Das kantonale Wasserwirtschaftsgesetz schafft gewisse Grundlagen zur Renaturierung, indem Grundwasser, in Drainageleitungen abgeleitetes Grundwasser sowie offene und eingedolte Oberflächengewässer öffentlich sind, soweit an ihnen nicht Privateigentum nachgewiesen wird. Eingedolte Gewässer sind, wenn möglich wieder offen zu legen und naturnah zu gestalten. Auch ist bei anstehenden Unterhaltsarbeiten die Aufhebung der Eindolung zu prüfen. Das Gesetz regelt die finanzielle Unterstützung durch den Kanton, indem an die zusätzlichen Kosten Beiträge bis zu 80 % geleistet werden. Damit sind ausreichende finanzielle Anreize vorhanden.

2.2.4 *Biologische Indikatoren*

Biologische Indikatoren sind Arten oder Artengruppen, welche nach Möglichkeit exakte Aussagen über die Qualität von Gewässern machen. Man kann neben oder anstelle von chemischen und biochemischen Wassermessungen auch die Kleinlebewesen eines Gewässers erfassen, quantifizieren sowie kartieren und, je nach Vorkommen, dem Gewässer eine Gewässergüte zuordnen.

Beispiele wichtiger Bioindikatorarten:

Steinfliegenlarven (Plecoptera) sind Reinwasserzeiger. Sie sind fast ausschliesslich an sauerstoffreiches Wasser gebunden. Deshalb stellen sie die zuverlässigsten Anzeiger für die höchste Gewässergüteklasse (Gewässergüteklasse I) dar.

Köcherfliegenlarven (z.B. Gattung *Potamophylax*) bauen zum Schutz ihres Hinterleibes einen Köcher, arttypisch aus Steinchen, Blättern oder anderen Materialien. Sie zeigen gering bis mässig belastete Gewässer an, nämlich die Gewässergüteklassen I–II (Fig. 20).

20 **Köcherfliegenlarven.** Foto: ALU

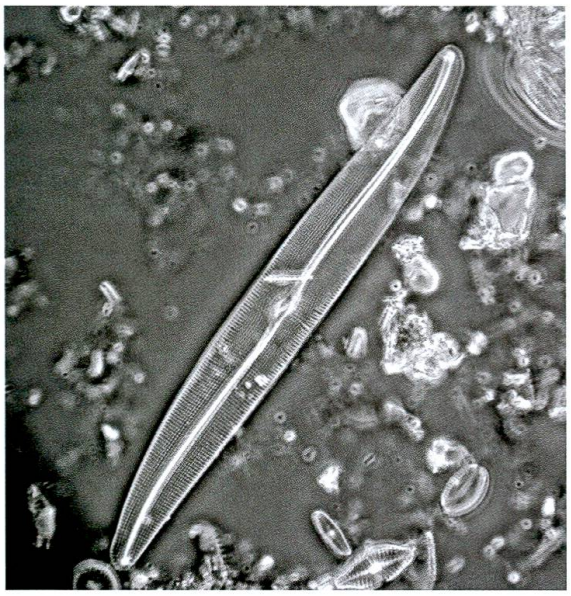
Strudelwürmer (Turbellaria) finden sich meist in mässig belasteten Gewässern der Gewässergüteklasse II.

Zuckmücken (Chironomus) gelten als Zeiger für belastete, langsam fliessende Gewässer der Gewässergüteklasse III.

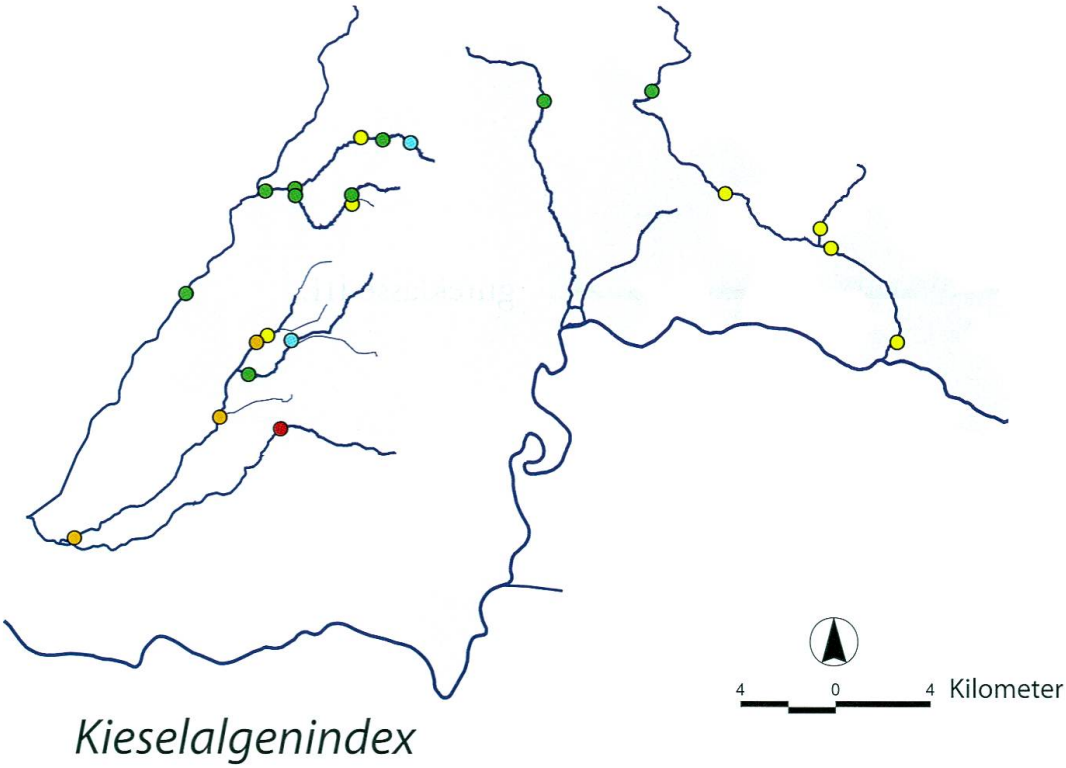
Schlammröhrenwürmer (Tubifex) stehen, wie die meisten Vertreter der Wenigborster (Oligochaeta), für stark belastete Gewässer. Bei einer Dichte von mehreren hunderttausend Individuen pro m^2 können sie den Boden rot erscheinen lassen. Sie sind Exponenten für die Gewässergüteklassen III–IV.

Kieselalgen sind einzellige, unbegeisselte Algen mit einem feinen Zellskelett aus Kieselsäure. Die Kieselalgenzelle ist aufgebaut wie eine Schachtel mit Boden (Hypotheka) und Deckel (Eptheka). Kieselalgen leben sowohl im Süss- als auch im Salzwasser, im oberen Bereich des Bodens und selbst an trockenen Standorten. Die Klasse der Kieselalgen ist sehr artenreich. Weltweit werden weit über 10 000 Arten vermutet. Die Artenvielfalt dient als Indikator für die Güte eines bestehenden Oberflächengewässers.

Die Verteilung von Kieselalgenpopulationen spiegelt die Lebensbedingungen wider, welche in den letzten ca. 2 bis 4 Wochen von den Mikroorganismen vorgefunden wurden. Aufgrund der Artenzusammensetzung und der Menge der mikroskopisch kleinen Kieselalgen kann der so genannte «Kieselalgenindex» (Diatomeen-Index Schweiz) bestimmt werden. Im Gegensatz dazu widerspiegelt die chemische Analyse «nur» eine Momentaufnahme zur Zeit der Probenahme. 2004 erfasste das ALU den biologischen Zustand der Schaffhauser Fliessgewässer anhand des Kieselalgenindexes (Fig. 21, 22).



21 Kieselalge. Foto: M. Koster, AfU Thurgau



22 Biologischer Zustand der Oberflächengewässer, beurteilt anhand des Kieselalgenindexes (Zustand Herbst 2004). Grafik: ALU

2.2.5 Chemisch-physikalische Aspekte

Das Modul «Chemie – chemisch-physikalische Erhebungen» (vgl. 2.2.2 Modulstufenkonzept) liegt momentan erst in der Entwurfsfassung vor. Das Modul beschränkt sich auf die wichtigsten Messgrössen, die als Indikatoren für anthropogene Belastungen dienen und mit geringem Aufwand erfasst werden können.

Orthophosphat ist eine Phosphorverbindung. Pflanzen und Tiere brauchen Phosphorverbindungen für den Aufbau und für ihre Lebensfunktionen. Sie stammen natürlicherweise aus dem biochemischen Abbau von organischem Material, heute jedoch zunehmend auch aus der Abwasserreinigung, aus Entlastungen der Kanalisation, aus Abschwemmungen und Auswaschungen landwirtschaftlich genutzter Flächen. Zu viel Phosphor im Gewässer bewirkt eine Überdüngung und somit ein zu starkes Pflanzenwachstum mit allen negativen Folgen. Gemessen wird das so genannte Orthophosphat (Fig. 23).

Nitrat: Erhöhte Nitratwerte im Wasser sind ein Hinweis auf eine intensive landwirtschaftliche Bewirtschaftung, auf einen unsachgemässen Einsatz von Düngemitteln oder auf einen grösseren Abwasseranteil. Die Anforderung von maximal 25 mg/l gemäss Gewässerschutzverordnung orientiert sich an der Trinkwassernutzung (Fig 24).

Nitrit ist ein Übergangsprodukt bei der Nitrifizierung, d.h. der oxidativen biologischen Umwandlung von Ammonium in Nitrat. In sauerstoffarmen Gewässern kann Nitrit auch als Folge einer unvollständigen Denitrifikation (biologische Umwandlung von Nitrat in Lachgas oder Stickstoff) auftreten.

Ammoniak: Durch Protolyse von Ammonium kann sich das für Fische toxische Ammoniak bilden. Die Ammoniakkonzentration ist eine Funktion des Gehaltes an Ammonium, der Temperatur und des pH-Wertes. Im Abfluss von stehenden Gewässern mit erhöhter Bioproduktion und bei Verkrautungen an besonnten Stellen ist deshalb ausser der Temperatur auch der pH-Wert zu bestimmen (Fig 25).

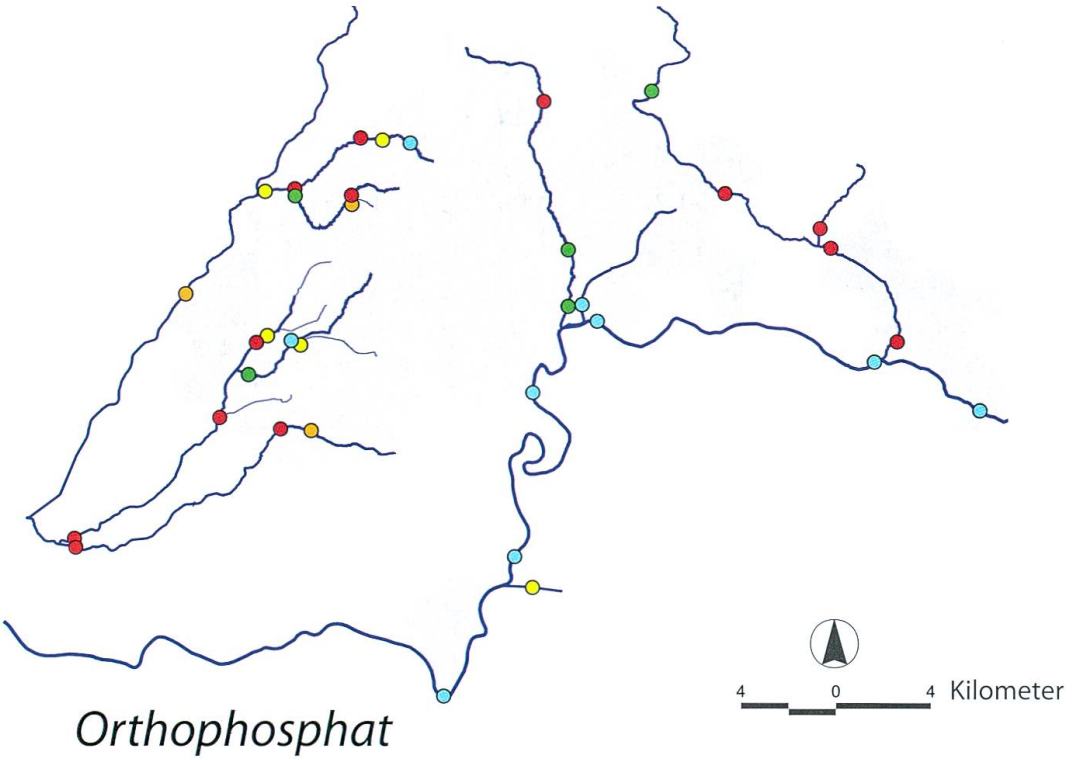
Gelöster organischer Kohlenstoff: Der DOC (= dissolved organic compound, gelöster organischer Kohlenstoff) ist ein Parameter, der die organische Belastung eines Gewässers anzeigt. Zwischen der DOC-Konzentration

und der Zusammensetzung sowie der Zahl der im Lebensraum Gewässer vorkommenden Arten besteht häufig ein Zusammenhang. Der DOC setzt sich aus einem natürlicherweise vorhandenen und einem durch Menschen bedingten Anteil (z. B. Gülle) zusammen.

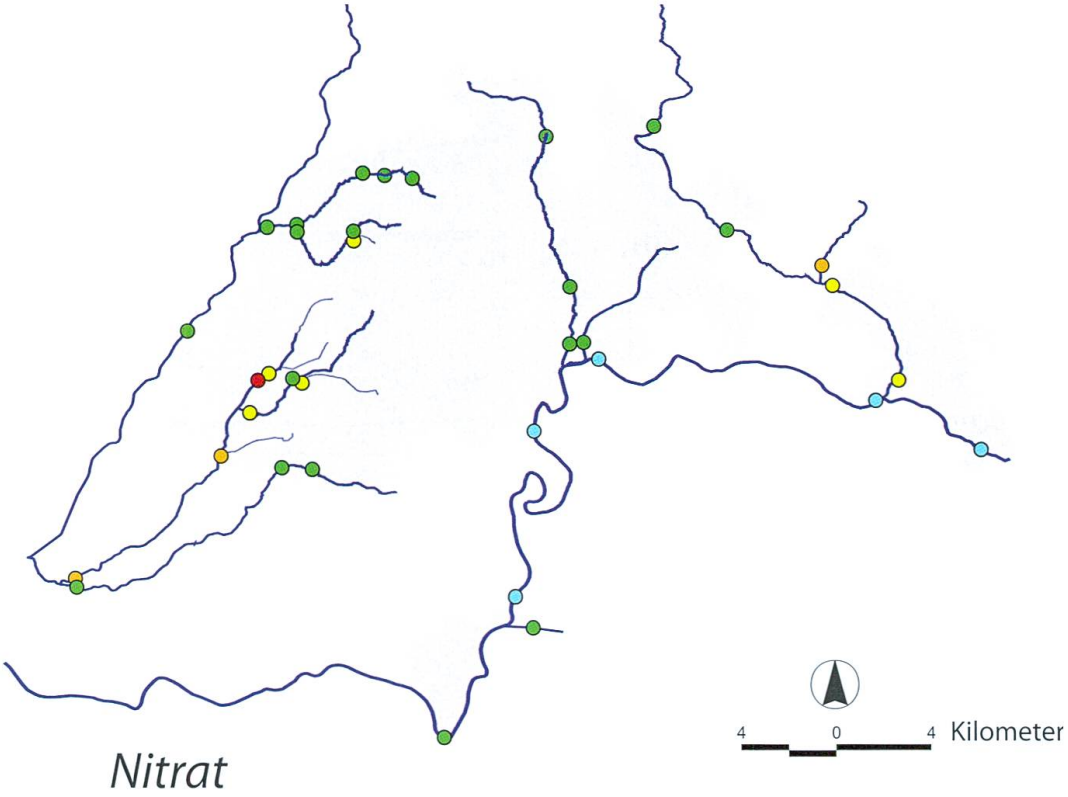
In den Jahren 2005 und 2006 wurden die in den nachstehenden Grafiken aufgeführten Bäche gemäss dem Modulstufenkonzept beurteilt.

Für die Beurteilung und die anschliessende Einteilung in eine der fünf Qualitätsklassen werden normalerweise mindestens fünf gemessene Werte beigezogen. Falls mindestens 80% aller gemessenen Werte die Vorgaben erfüllen, gilt die Zielvorgabe der entsprechenden Klasse als eingehalten (Fig. 26).

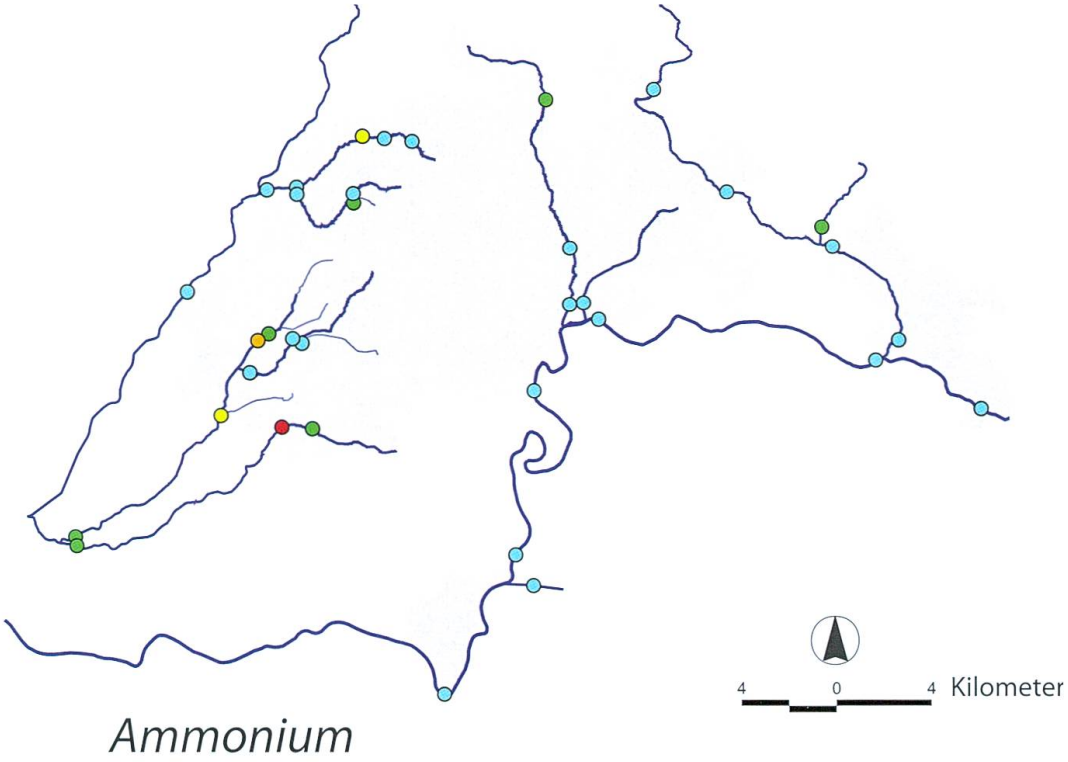
Dank 30-jähriger Erfassung von Stickstoffverbindungen und Phosphor verfügt das ALU über eine lückenlose Datenreihe. Schleichende oder plötzliche Verschlechterungen durch problematische Einleitungen in die Schaffhauser Fliessgewässer können dadurch sofort erkannt und gezielt angegangen werden.



23 **Beurteilung der Qualität anhand von Orthophopsphat.** Grafik: ALU

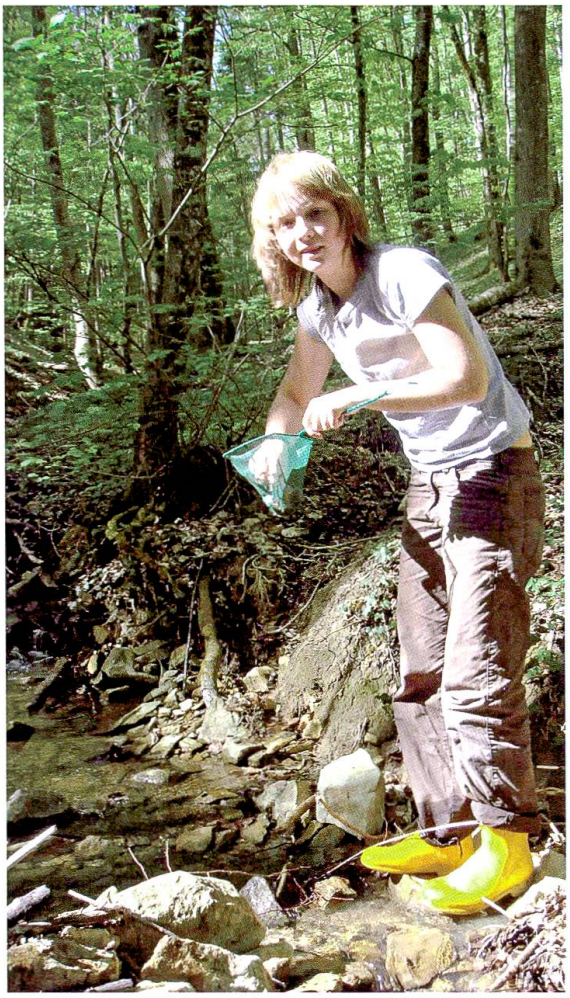


24 **Beurteilung der Qualität anhand von Nitrat.** Grafik: ALU



25 **Beurteilung der Qualität anhand von Ammonium.** Grafik: ALU

Die Einleitungen von dem durch Kläranlagen gereinigten Abwasser führen im Abströmbereich zu einer ganzjährigen Nährstoffbelastung im Fliessgewässer. Das grösste Fliessgewässer im Kanton, der Rhein, vermag Einleitungen stark zu verdünnen und ist daher bezüglich seiner Phosphor- und Nitratfracht vor allem durch die Prozesse im Bodensee geprägt.



26 Probenahme von Oberflächenwasser.
Foto: Sibylle Wohlgemuth

Abschätzungen und Berechnungen belegen, dass Phosphoreinträge aus landwirtschaftlichen (diffusen) Quellen gesamthaft gesehen etwas grösser sind als Einträge aus Punktquellen (Abwasserreinigungsanlagen etc.). Jedoch fallen ca. 80 % der landwirtschaftlichen erosions- und abschwemmungsbedingten Phosphorfrachten nur bei wenigen Hochwasserereignissen an und sind dadurch messtechnisch nur mit grossem Aufwand zugänglich. Deshalb kommen sie in den Untersuchungen weniger stark zum Ausdruck. Beachtung ist vor allem auch der zunehmenden Bodenverdichtung im Landwirtschaftsgebiet zu schenken, die unter anderem zu verstärkter Erosion und damit wiederum zu Phosphorabschwemmungen führt.

Bestehende Defizite in der Gewässergüte liessen sich mit einem Kanalisationsanschluss an eine Abwasserreinigungsanlage (ARA) mit Phosphatfällung abbauen. Der Gesetzgeber verlangt aber eine Phosphatfällung erst ab 10 000 Einwohnergleichwerten. Aus diesem Grund gibt es im Kanton Schaffhausen noch einige Gemeinden, deren Abwasserreinigungsanlagen keine Phosphatfällung haben. Ein Anschluss an ARAs mit Phosphatfällung würde einen grossen Kosten/Nutzen-Effekt erzielen.

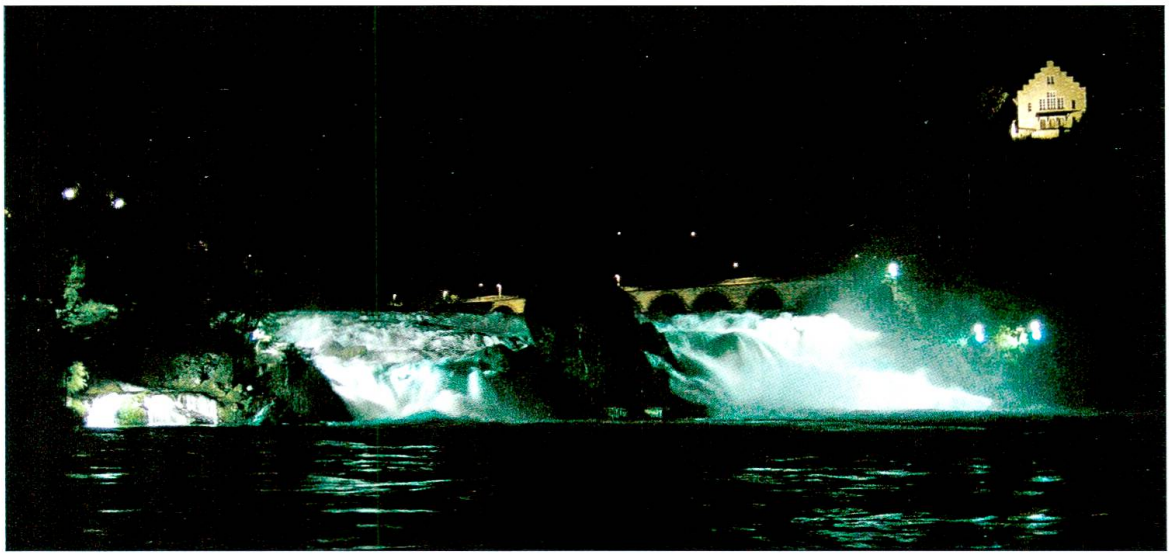
2.2.6 Artenvielfalt der Gewässer

Infolge der Wasserdurchlässigkeit des Randenkalkes und der Niederschlagsarmut finden sich im Kanton Schaffhausen, abgesehen vom Rheinlauf, nur wenige Oberflächengewässer und Feuchtgebiete. Trotzdem ist eine Fülle unterschiedlicher Wasserlebensräume zu finden. Der Artenreichtum hängt direkt von der Strukturvielfalt der Gewässer ab. Daneben sind auch weitere Faktoren wie Sauberkeit, Belichtung und Wassermenge wichtig.

Der Rhein: Die einzigartige *Flusslandschaft von Rhein und Rheinfall* ist eine Landschaft von nationaler Bedeutung. Sie bildet das Haupterholungsgebiet der Schaffhauser Bevölkerung und die touristische Hauptattraktion des Kantons Schaffhausen (Fig. 27, 28). Aufgrund der herausragenden Bedeutung für die Vogelwelt wurde das Rheingebiet von Eschenz/Insel Werd über Stein am Rhein bis Bibermühle als Wasser- und Zugvogelreservat von internationaler Bedeutung ausgeschieden. Herausragend ist die Bedeutung als Wintereinstandsgebiet für Schellente, Tafelente, Reiherente und Zwergtaucher.

Einzigartig ist die Rheinlandschaft von der Thur- bis zur Tössmündung mit dem Alten Rhein bei Rüdlingen und den ausgedehnten, in Revitalisierung begriffenen Thurauen auf Zürcher Seite. Biber haben sich an mehreren Stellen ausgebreitet und Höhlen gegraben, wo sie regelmässig ihre Jungen aufziehen. Überall sieht man gefällte oder angenagte Bäume

27 **Rheinufer bei Hemishofen.** Foto: B. Egli



28 **Rheinfall bei Nacht.** Foto: ALU

(Fig. 29). Graureiher brüten auf der Insel zwischen dem alten und dem neuen Lauf des Rheins, und auf dem Damm finden sich sonnende Ringelnattern.

Die Wasserflächen mit ihrem Insektenreichtum dienen Schwalben und Fledermäusen als Jagdgebiet. Zum Beispiel fliegen Wasserfledermäuse aus dem Buchthaler Wald zum Rhein und jagen nachts über der Wasserfläche.

29 **Spuren des Bibers an der Thuraue.** Foto: B. Egli

Neben der landschaftlichen und naturschützerischen Bedeutung des Rheines ist er auch für die Fischerei von Bedeutung. Folgende Fischarten kommen im Rhein vor (* = im Kanton Schaffhausen nur im Rhein): Aal*, Alet, Äsche, Bachforelle, Barbe*, Bartgrundel (= Bachschmerle), Blicke*, Brachsmen*, Egli* (= Chretzer, Flussbarsch), Groppe, Hasel*, Hecht*, Karpfen*, Laube*, Nase*, Regenbogenforelle (stammt aus Nordamerika), Rotauge*, Rotfeder*, Schleie*, Schneider*, Stichling*, Trüsche*, Zander. Verschwunden sind im letzten Jahrhundert Bachneunauge und Bitterling und natürlich der Lachs (Salm), der in früheren Jahrhunderten im Rheinfall-

becken so häufig war, dass man davon spricht, dass es am Rheinlauf Vorschriften gegeben haben soll, die regelten, wie oft man den Hausangestellten Lachs zum Essen vorsetzen durfte (nicht mehr als dreimal pro Woche). Dabei handelt es sich aber mit grösster Wahrscheinlichkeit um eine so genannte Wandergeschichte, die vielleicht von irgendeiner am Meer gelegenen Stadt fälschlicherweise auf den Rheinlauf übertragen worden ist. Diese Wandersage ist anscheinend auch in Hamburg und im Burgund bekannt, allerdings mit anderen Fischarten (siehe Neujahrsblatt Nr. 48/1996).

30 **Geburtshelferkröte.** Foto: B. Egli

Als die Flüsse und Bäche noch frei mäandrierten, brachen immer wieder Uferböschungen ein, und es entstanden neue Kiesufer mit Altläufen. Dort war die ursprüngliche Heimat zahlreicher Amphibien-Pionierarten wie Geburtshelferkröte (Fig. 30), Gelbbauchunke und Laubfrosch. Die Flussuferschwalbe ist die typische Vogelart solcher Pionier-Fliessgewässer. Heute kommen diese Arten fast nur noch in künstlich geschaffenen und unterhaltenen Biotopen oder Abbaugebieten wie Kiesgruben vor.

Flachmoore und Hangmoore: Das ehemals ausgedehnte Riedgebiet z'Hose unterhalb von Stein am Rhein war infolge Verbuschung und Verwaldung als Biotop stark verarmt (Fig. 32). Mittels Durchforstung, der Schaffung verschiedener neuer Kleingewässer und intensivierter Pflege konnte die Riedvegetation wieder

31 **Springfrosch.** Foto: B. Egli

32 **Das Gebiet Hose bei Stein am Rhein.** Foto: B. Egli

gestärkt werden. Verschiedene Riedpflanzen wie die Gelbe Wiesenraute, der Wohlriechende Lauch und Besonderheiten wie der Schmalblättrige Froschlöffel und das Gewöhnliche Pfeilkraut können wieder gefunden werden und breiten sich nun aus. Ringelnattern, Laubfrösche und Springfrösche (Fig. 31) entwickeln starke Populationen. Als Wintergast taucht jeweils die seltene Grosse Rohrdommel auf.

33 **Wohlriechender Lauch.** Foto: B. Egli

Das *Ramser Moos* ist als Hangried eine Besonderheit im Kanton mit einer ganz speziellen Riedvegetation mit Arten, welche nur hier vorkommen: Gemeines Fettblatt, Natterzunge, Spargelerbse, Sumpfdreizack sowie Mehlprimel und Wohlriechender Lauch (Fig. 33). Zahlreich sind die Wald- oder Mooreidechsen.

Das *Riedgebiet Schaarenwis* gilt als Flachmoor von nationaler Bedeutung. Es ist berühmt für seinen ausgedehnten Bestand an Sibirischer Schwertlilie. In frisch angelegten Amphibienweihern breiten

sich Laubfrösche aus. Ringelnattern sind häufig. Im angrenzenden Schaarenwald wurden verschiedene Wassergräben aufgestaut und Weiher ausgehoben. Der ganze Wald schallt in lauen Sommernächten vom Laubfroschgequake. Auch der seltene Springfrosch ist im ganzen feuchten Wald zu Hause. Selten findet man die Gelbbauchunke und wenn, dann praktisch nur an frisch angelegten Weihern und offenen Bodenstellen.

Das ausgedehnte Schilfgebiet *Weierwisen (Fulach)* sieht eintönig aus. Wegen des hohen Fischbesatzes kommen nur wenige Amphibien vor. Entlang des Bahndammes finden sich jedoch regelmässig Ringelnattern und Schlingnattern. Eine grosse Seltenheit der Schilfbestände ist die Zwergmaus. An Vogelarten können beobachtet werden: Feldschwirl, Wasserralle, Teichhuhn, Sumpfrohrsänger, Teichrohrsänger, Rohrammer und weitere.

Auenwald und Wutachschlucht: Im Wutachtal an der Seldenhalde liegt ein Auenwaldreservat von nationaler Bedeutung. Der Auenwald beherbergt ganz spezielle Pflanzen. Schachtelhalme sind mit diversen Arten vertreten. Man findet Matten von Märzenglöckchen, seltene Wilde Mondviolen, den Pyramideneisenhut, die Haselwurz oder den wunderschön gefärbten Pilz Zinnoberroter Kelchbecher auf faulendem Holz. Bekannt sind gegen 1200 Farn- und Blütenpflanzen im Bereich der Wutachschlucht. An Fischarten kommen vor: Bachforelle, Regenbogenforelle, Schmerle, Groppe, Elritze und das seltene Bachneunauge. Entlang der Wutach sind ganze Flächen von Pestwurz oder Rohrglanzgras bedeckt. Auch ein bedrohlicher Neophyt, das aus dem Himalajagebiet stammende und eingeschleppte Indische Springkraut, fühlt sich seit einigen Jahrzehnten heimisch. Eine Besonderheit des Wutachtales ist die äusserst seltene Mopsfledermaus (Fig. 34).

34 Die Mopsfledermaus: Eine seltene Fledermausart, die im Wutachtal noch vorkommt.
Foto: Bruno Schelbert

35 **Larve des Feuersalamanders beim Verzehr eines Regenwurms.** Foto: ALU

Bäche: Bäche sind generell landschaftlich bedeutungsvoll, da sie wichtige Vernetzungselemente bilden. Eine typische Bachfischart ist die Elritze, bei den Amphibien ist es der Feuersalamander, welcher für seine Larvenentwicklung aber sauberes und kühles Wasser braucht (Fig. 35). Wasseramsel, Eisvogel und Bachstelze leben entlang der Bäche; Gebänderte Prachtlibelle und Blauflügel-Prachtlibelle sind typisch für bestockte Bachläufe. Viele Insektenlarven, so die von Steinfliegen, Eintagsfliegen und Köcherfliegen, haben sich in Körperbau und Verhalten an das schnell fliessende Wasser angepasst: Zum Beispiel haben sie extrem flache und stromlinienförmige Gestalt, Saugnäpfe und Haftplatten oder mit Steinchen beschwerte Gehäuse entwickelt.

Die *Bachtäler des Randens* weisen aufgrund ihrer kleinräumigen mikroklimatischen Unterschiede spezielle Lebensräume mit besonderer Artenvielfalt auf. Als Beispiel sei auf das versteckte Mülital mit dem Naturschutzgebiet Galliwies bei Bargen verwiesen, mit 25 Blütenpflanzenarten, darunter Trollblumen, Sumpfdotterblumen und Herbstzeitlosen. Besonders vielfältig ist die Schmetterlingsfauna mit 57 Arten, darunter der Blauschwarze Eisvogel, der in der Schweiz vom Aussterben bedroht ist. Auch 15 Heuschreckenarten wurden gefunden, darunter die Wanstschrecke, die schweizweit stark gefährdet ist. Insbesondere in sauberen und kühlen Quellbächen wachsen die Larven des

36 **Feuchtbiotop im Wangental.** Foto: B. Egli

37 **Neu angelegtes Feuchtbiotop, Schaffhausen.** Foto: B. Egli

Feuersalamanders und spezieller Libellenarten wie der Gestreiften Quelljungfer auf (siehe Neujahrsblätter Nr. 35/1983, Nr. 41/1989 und Nr. 49/1997).

Der *Südranden mit seinen Bohnerzgruben* (siehe Neujahrsblatt Nr. 38/1986) bietet ganz spezielle Verhältnisse: Durch das Wangental (Fig. 36) verläuft der Seegraben mit der seltenen Bachmuschel. In den zufliessenden Bächlein findet man den Feuersalamander. Auf den angrenzenden steilen Kalkschutt- und Kalkfelswänden ist eine spezielle Trockenflora und -fauna heimisch, die hier thematisch nicht behandelt wird. Wegen dieser und weiterer Naturbesonderheiten ist das Wangen- und Osterfingertal ins Bundesinventar schützenswerter Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung aufgenommen worden.

38 **Das Biotop Färberwiesli, ein ehemaliger und aufgewerteter Abbaustandort von Boluston.** Foto: ALU

Daran angrenzend liegt der eigentliche Südranden, mit dem wohl grössten mitteleuropäischen Tagbergbaugebiet des 17. bis 19. Jahrhunderts, in einem der ausgedehntesten Wälder des Schweizer Mittellandes. Die Bohnerzabbauflächen mit charakteristischen Erzgruben oder Fuxlöchern (Abbaulöcher der nur wenig unter dem Boden liegenden Erzschicht) und Auswurfhügeln geben Zeugnis ab für eine Epoche der Schaffhauser Frühindustrialisierung. In den Bohnerzgruben haben sich Kleinbiotope entwickelt mit typischen Amphibienarten wie Gelbbauchunke und Teichmolch.

Besonders wertvoll, aber nicht im Südranden, sondern an der Überfahrt von der Schaffhauser Breite nach Beringen («Chistenpass») liegend, ist auch das ehemalige und revitalisierte Bohnerzabbaugebiet Färberwiesli (Fig. 38), ein Amphibienbiotop von nationaler Bedeutung mit Spring-, Laub-, Gras- und Wasserfrosch, Gelbbauchunke, Geburtshelfer- und Erdkröte, Berg-, Teich- und Kammmolch. Auch auf Stadtgebiet werden immer wieder neue Feuchtbiotope angelegt (Fig. 37). Schon nach wenigen Jahren kann man z. B. Blaugrüne Mosaikjungfern beim Schlüpfen beobachten (Fig. 39).

39 Frisch geschlüpfte Blaugrüne Mosaikjungfer. Foto: ALU

Besondere *Geotope* bilden die ehemaligen Gletscherabflussrinnen entlang dem Fulachtal. Von der grossen topografischen Stufe der Bibertalverwerfung bei Thayngen zieht ein Einschnitt über Churzloch-Langloch in südwestlicher Richtung nach Herblingen. In diesem märchenhaften Tal finden sich neben wertvollen Waldgesellschaften Riedgebiete mit Amphibienweihern von nationaler Bedeutung. In diesen Zusammenhang sind auch einige Weiher östlich der Fulach wie der Morgetshofsee, das Chirchenfeld, der Egelsee, der Bruedersee, der Weiher im Holzacker (Gennersbrunn) und das Fulachtal selbst zu nennen.

3. Wassernutzung

Hierzulande stellt die Verwendung von Wasser als Trinkwasser oder zu Löschzwecken nach wie vor die wichtigste Nutzung dar. Zunehmend werden die vorhandenen Grundwasservorkommen allerdings auch noch anders genutzt. Auch im Bereich der Oberflächengewässer werden die Nutzungsansprüche vielfältiger und umfangreicher. Um all diese Aspekte aufeinander abzustimmen und um eine nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser zu gewährleisten, ist eine alles – auch die Planung – umfassende Wasserbewirtschaftung unabdingbar.

3.1 Nutzung von Wasser als Trink-, Brauch- und Löschwasser

Trinkwasser ist Wasser, das natürlich belassen oder nach Aufbereitung bestimmt ist zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen sowie zur Reinigung von Gegenständen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen. Es muss in mikrobiologischer, chemischer und physikalischer Hinsicht genusstauglich sowie bezüglich Geschmack, Geruch und Aussehen einwandfrei sein.

In der Schweiz sind die Wasserversorgungen seit alters her im Besitz von Gemeinden und Korporationen, also im Besitz der öffentlichen Hand. Im Zusammenhang mit den GATS-Verhandlungen (Allgemeine Abkommen über den Handel mit Dienstleistungen, engl. General Agreement on Trade in Services; GATS) wird immer wieder die Forderung laut, dass die Schweiz ihre Wasserversorgungen dem Privatsektor öffnen solle. Grosse internationale Firmen wie «Vivendi Universal», mit im Wassersektor über 110 Millionen Kunden in mehr als 100 Ländern, oder die «Suez/Lyonnaise des Eaux» und andere würden sich bestimmt gerne ein gutes Stück vom Schweizer Trinkwasserkuchen abschneiden. Diese Multis geraten aber immer wieder durch Misswirtschaft, Bestechung, unbegründete Gebührenerhöhungen etc. in die Schlagzeilen. Auch die Privatisierungen im Wassersektor in Grossbritannien unter Margaret Thatcher lassen grüssen. Dort brachte die Privatisierung höhere Preise, im Gegenzug dafür schlechtere Dienstleistungen. Die Wasserversorgungen in der Schweiz sind weitestgehend in der Hand der Gemeinden, und die Öffentlichkeit ist im Allgemeinen gegen Privatisierungen. Problematisch für Übernahmen könnte es werden, wenn Wasserversorgungen allzu sehr «verlotterten» und die Besitzer (die Gemeinden) plötzlich in kurzer Zeit viel Geld aufbringen müssten. Um zu verhindern, dass Multis in die Trinkwasserversorgung der Schweiz eindringen können,

ist es wichtig, dass mit der Wasserwirtschaftsplanung vernünftige Rahmenbedingungen und Strukturen geschaffen werden, damit die öffentlichen Wasserversorgungen ihre Aufgaben zur Zufriedenheit der Öffentlichkeit umsetzen können. Trinkwasserversorgungen sollen finanziell selbsttragend sein, jedoch keinen Gewinn abwerfen. Dieses Neujahrsblatt soll dazu beitragen, die Menschen im Kanton Schaffhausen bezüglich Wasser und insbesondere auch Trinkwasserqualität zu sensibilisieren, damit wir auch in Zukunft über gut geführte Wasserversorgungen mit gut unterhaltenen Strukturen verfügen, die der gesellschaftlichen und auch demokratischen Kontrolle unterstehen.

3.1.1 Gibt es genügend Wasser?

Im Kanton Schaffhausen gibt es mittel- bis langfristig, je nach Niederschlägen und Nachfrage, genug Wasser. Es stellt sich allenfalls die Frage der Verteilung. Sollte es über das Jahr gesehen wider Erwarten viel trockener werden, wird die Mächtigkeit der Grundwasserkörper, die nicht von Oberflächenwasser gespeist werden, zurückgehen, und es wird insgesamt weniger Wasser zur Verfügung stehen. Im Kanton Schaffhausen dürften dann insbesondere die Regionen betroffen sein, die nicht zusätzlich vom Rhein alimentiert werden.

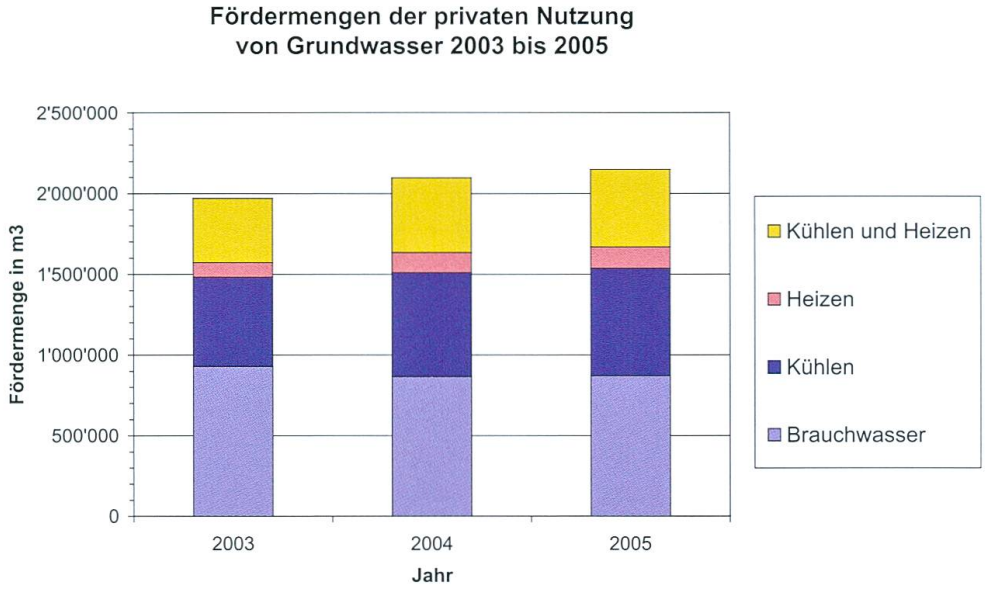
Wasser wird im Kanton Schaffhausen ausschliesslich aus Grund- und Quellwasser gewonnen. Bei der Mehrheit der Quellen handelt es sich um Karstquellen. Diese sind in der Regel ungünstig, da der Untergrund in Karstgebieten aufgrund einer oft schwachen Humusabdeckung und wegen Klüften und Spalten im Gestein eine schlechte Speicher- und Filterwirkung aufweist (Fig. 40). Durch Rissbildung in der Erdkrume nach längeren Trockenperioden wird die Verweilzeit des Wassers im Boden weiter verkürzt und somit die Filterwirkung noch mehr verschlechtert.

40 Aufschluss Hemmentalertal Summerhalde, wenig Erd- bzw. Humusüberdeckung, viele Spalten und Klüfte, wenig Reinigungswirkung. Foto: ALU

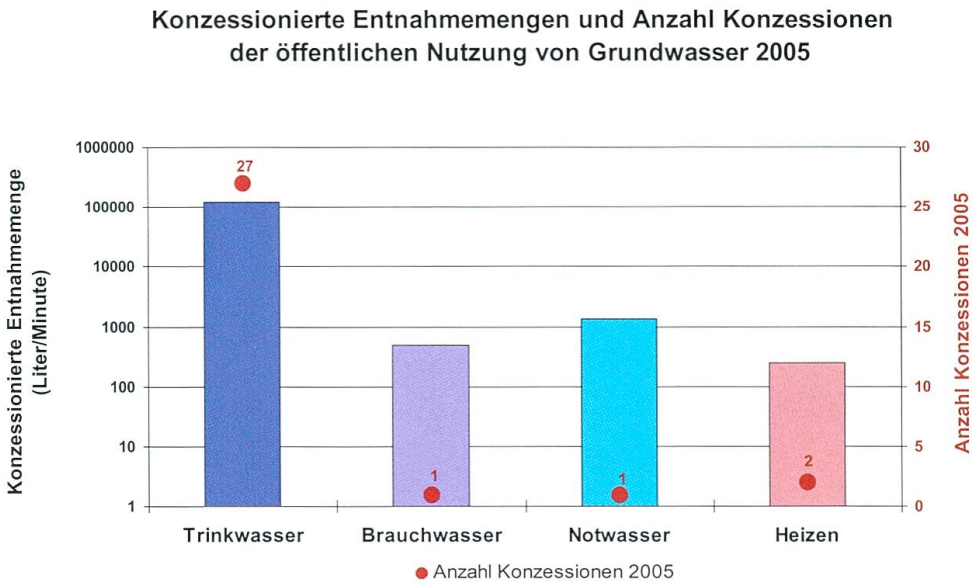
Die Schüttung von Karstquellen zeigt meist starke saisonale Schwankungen. Das Schüttungsverhältnis (max. Schüttung / min. Schüttung) der im Kanton genutzten Quellen beträgt teilweise 14 und mehr. Eine mikrobiologisch sichere Quelle sollte ein Verhältnis von 1 bis 5 aufweisen. Praktisch das gesamte Quellwasser im Kanton Schaffhausen wird deshalb zur Sicherstellung und Gewährleistung einer allzeit guten Qualität mit UV-, allenfalls mit Javel-Anlagen hygienisiert. Grundwasser kann im Kanton Schaffhausen bis auf einzelne Ausnahmen unbehandelt ins Trinkwassernetz abgegeben werden.

In den letzten Jahren hat die private Nutzung von Grundwasser, insbesondere zu Kühlzwecken, kontinuierlich zugenommen (Fig. 41). Eine weitere Zunahme in diesem Segment ist zu erwarten.

Bei den öffentlichen Versorgungen ist seit 1999 die Anzahl der Konzessionen (wie auch die geförderte Menge) in etwa gleich geblieben. Bei der Erteilung neuer Konzessionen, resp. bei der Erweiterung bestehender Konzessionen, muss sichergestellt sein, dass das Grundwasser längerfristig nicht übernutzt wird. Dazu werden mit der Einreichung der Gesuchsunterlagen entsprechende hydrogeologische Untersuchungen eingefordert. Die Figur 42 zeigt, dass die konzessionierten Entnahmemengen aus dem Grundwasser zur Hauptsache als Trinkwasser genutzt werden.



41 **Fördermengen der privaten Nutzung von Grundwasser.** Daten: TBA; Grafik: ALU



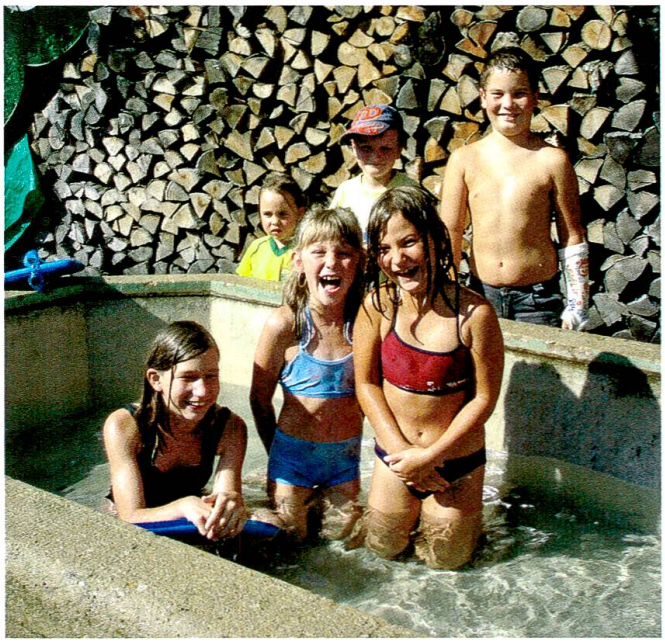
42 **Konzessionierte Entnahmemenge von Grundwasser.** Daten: TBA; Grafik: ALU

3.1.2 Die Wasserversorgungen im Kanton

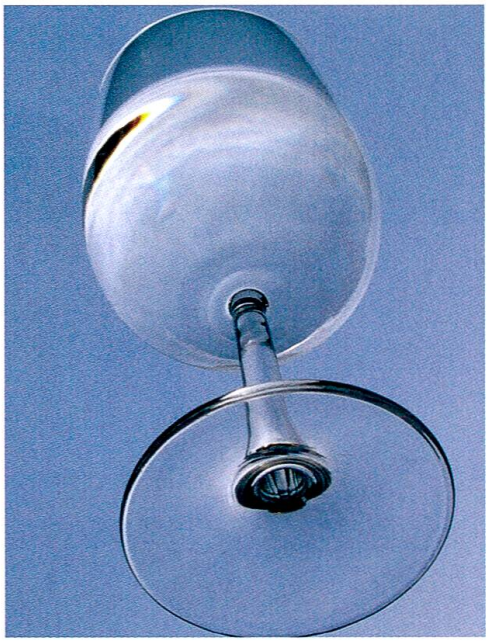
Eine moderne Wasserversorgung verfügt heute über zwei voneinander unabhängige Standbeine, von denen jedes den mittleren Wasserbedarf des Versorgungsgebietes abdecken kann. Im Kanton Schaffhausen ist dies noch nicht überall der Fall. Nur durch eine engere Zusammenarbeit zwischen den Gemeinden ist dieses Ziel erreichbar.

Seit alters her waren die Gemeinden für die Versorgung ihrer Bevölkerung mit Trink-, Brauch- und Löschwasser zuständig (Fig. 43, 45). Waren es zu Beginn Stadt- bzw. Dorfbrunnen (Fig. 44), wo jeder sich mit Wasser bedienen konnte bzw. musste, wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die ersten Hochdruckwasserversorgungen mit Hausanschlüssen gebaut. Es wurden sogar erste – nicht verwirklichte – Visionen zur Zusammenarbeit der Gemeinden entwickelt. Mit der Elektrizität war es dann auch möglich, grössere Wassermengen über Höhenzüge zu pumpen. Hallau war die erste Gemeinde im Kanton Schaffhausen mit elektrischer Strassenbeleuchtung (6. Januar 1896). Dies war aber «nur» ein Nebenprodukt des eigentlichen Zweckes, nämlich Wasser zu pumpen. Im März 1895 beschloss die Gemeindeversammlung den Bau einer wasserbetriebenen Kraftwerkanlage zur

43 **Bekämpfung eines Brandes: Auch die Versorgung durch Löschwasser muss sichergestellt sein.** Foto: Max Baumann

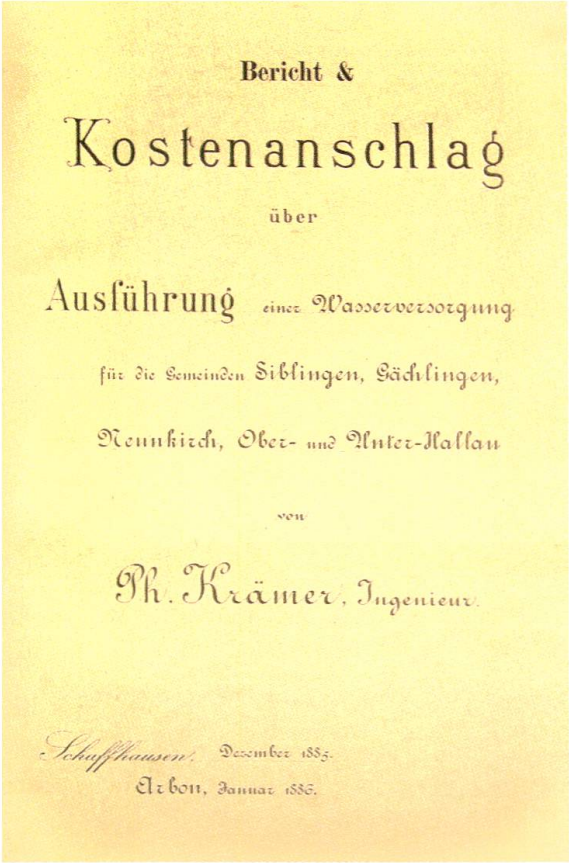


44 **Brunnen mit badenden Kindern.** Foto: Ines Brändli



45 **Glas mit Trinkwasser.** Foto: ALU

Stromerzeugung in Wunderklingen. Die damals noch in den Kinderschuhen steckende Elektrizität sollte dem Betrieb einer Kolbenpumpe mit einer Leistung von 300 Litern/Minute dienen. Mit dieser Pumpe wurde das Wasser der Weiher-Quellen über den Berg in das ebenfalls neu erstellte Hochreservoir gefördert.



Bericht &

Kostenanschlag

über

Ausführung einer Wasserversorgung

für die Gemeinden Siblingen, Gächlingen,

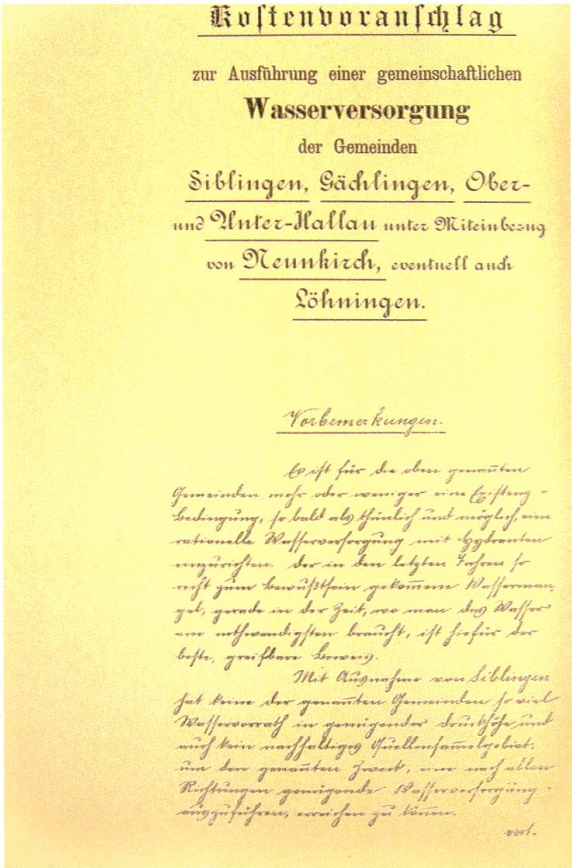
Neunkirch, Ober- und Unter-Hallau

von

Ph. Krämer, Ingenieur.

Schaffhausen, December 1885.

Arbon, Januar 1886.



Kostenvoranschlag

zur Ausführung einer gemeinschaftlichen

Wasserversorgung

der Gemeinden

Siblingen, Gächlingen, Ober-

und Unter-Hallau unter Miteinbezug

von Neunkirch, eventuell auch

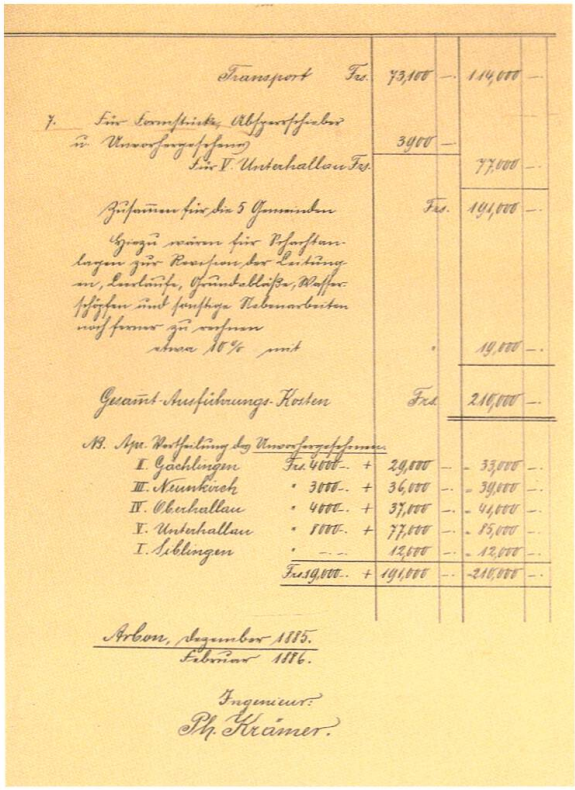
Löhningen.

Vorbemerkungen.

Es ist für die oben genannten Gemeinden mehr oder weniger eine Existenz-Bedingung, so bald als thunlich und möglich eine rationelle Wasserversorgung mit Hydranten anzustreben. Der in den letzten Jahren so rasch zum Bewußtsein gekommene Wassermangel, gerade in der Zeit, wo man das Wasser am nothwendigsten braucht, ist hierfür der beste, greifbare Beweis.

Mit Ausnahme von Siblingen hat keine der genannten Gemeinden so viel Wasserertrag in genügender Tiefe und auch kein nothfähiges Quellensammelgebiet, um der genannten Zwecke, eine nach allen Richtungen genügende Wasserversorgung anzustreben, erreichen zu können.

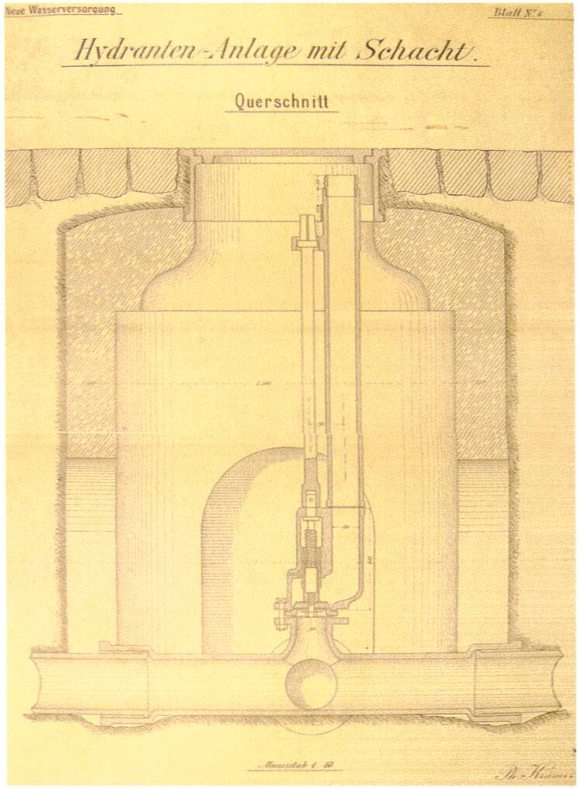
vorl.



Transport	Frs.	73,100	114,000	
7. Für Construction, Abschreiben u. Unvorhergesehenes		3900		
Für V. Unterhallau	Frs.		77,000	
Zusammen für die 5 Gemeinden		Frs.	191,000	
Dazu wären für Vorstudien zur Revision der Leitung, Quellen, Grundablässe, Wasserstöcke und sonstige Nebenarbeiten noch ferner zu rechnen etwa 10% und			19,100	
Gesamt-Ausführungs-Kosten		Frs.	210,000	
NB. Spez. Vertheilung der Unvorhergesehenen				
I. Gächlingen	Frs. 4000	+ 29,000	33,000	
III. Neunkirch	" 3000	+ 36,000	39,000	
IV. Oberhallau	" 4000	+ 37,000	41,000	
V. Unterhallau	" 1000	+ 77,000	15,000	
I. Siblingen	" —	12,000	12,000	
	Frs. 19,000	+ 191,000	210,000	

Arbon, September 1885.
Februar 1886.

Ingenieur:
Ph. Krämer.



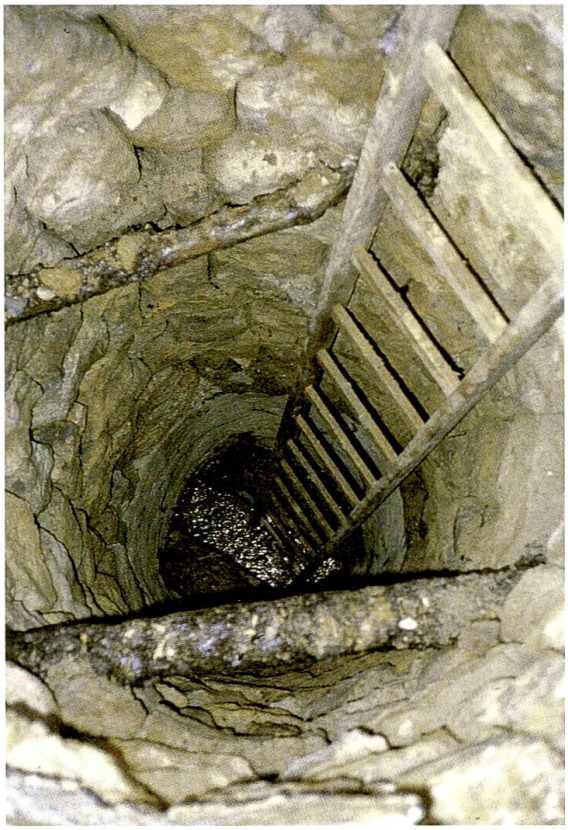
46–49 Auszüge aus dem Kostenvoranschlag 1885/1886. Archiv Oberhallau

Schon Ende des 19. Jahrhunderts gab es weitsichtige Ingenieure, die Pläne entwarfen für eine gemeinsame Brunnenwasserversorgung der Gemeinden Siblingen, Gächlingen, Ober- und Unterhallau sowie von Neunkirch und eventuell auch von Löhningen, mit Hochdruckreservoiren in Siblingen und Unterhallau. Weshalb dieses Projekt nicht realisiert wurde, wissen wir nicht. Trotzdem wollen wir Ihnen einige Einblicke in den damaligen Kostenvoranschlag (1885/1886) nicht vorenthalten (Fig. 46–49).

An den Hängen des Randens entspringen zahlreiche Quellen, die für verschiedene Gemeinden ein wichtiges Standbein ihrer Trinkwasserversorgung waren und zum Teil auch noch sind. Die Quellen werden häufig von lokal versickerndem Niederschlagswasser alimentiert. Nachstehend ein paar Fotos alter Quellfassungen, die heute zum Teil nicht mehr genutzt werden, saniert sind oder allenfalls zur Versorgung von Dorfbrunnen dienen (Fig. 50–54).

Nach wie vor arbeiten nur einige wenige Gemeinden bei der Versorgung der Einwohner mit Trinkwasser eng zusammen. Dazu gehören die Gemeinden Neunkirch und Gächlingen, Löhningen und Guntmadingen, in der «Reiat-Wasserversorgung» Stetten, Lohn und Büttenhardt sowie die Was-

50 Alte Fassung Nord der Brunnenwasserversorgung Lohn. Foto: ALU



51 Sanierung Röhrenhalde, Beringen: Der mittlere Schacht ist ca. 6 m tief. Foto: ALU

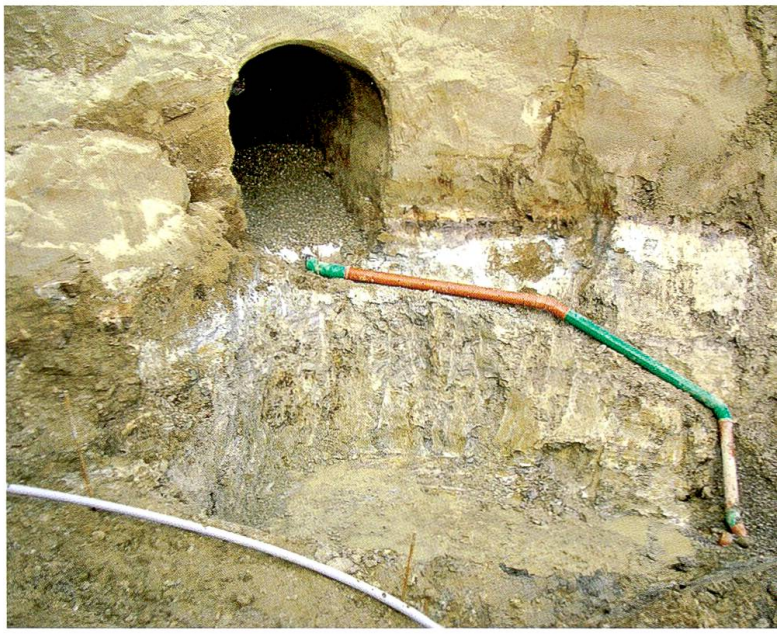
52 Alte Dorfbrunnen-Quellfassung Buebenhalde, Wilchingen. Foto: ALU

serwerke Schaffhausen und Neuhausen am Rheinfall, die auch die Betriebsführung der Wasserversorgung Beringen innehaben.

Die meisten Gemeinden sind aber auf sich selbst gestellt oder aus heutiger Sicht nur ungenügend vernetzt bzw. miteinander verbunden wie beispielsweise Oberhallau, Siblingen und Beggingen, die von Schleitheim wenigstens zum Teil versorgt werden könn(t)en.

In den letzten Jahren und Jahrzehnten sind einige Trinkwasseranlagen zum Teil in die Jahre gekommen. Dies sollen ein paar Fotos aufzeigen (Fig. 55–62).

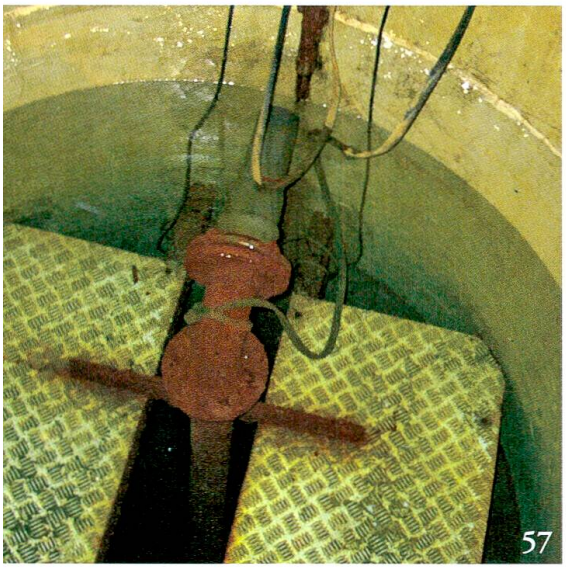
53 Horizontalschacht mit Quelleinlauf links, Holdertobelquelle, Beringen. Foto: ALU

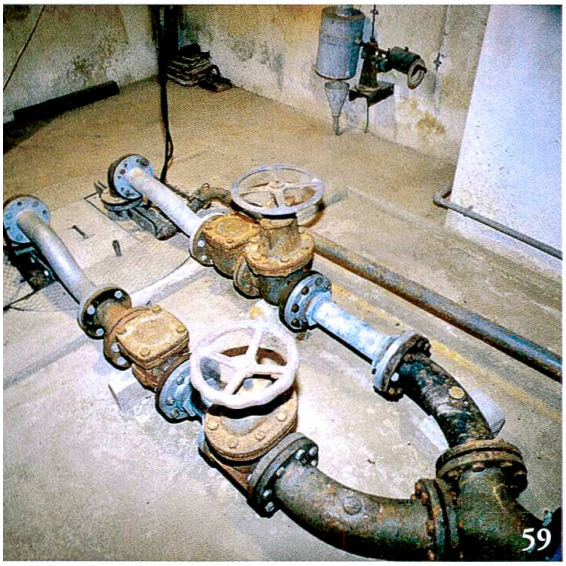


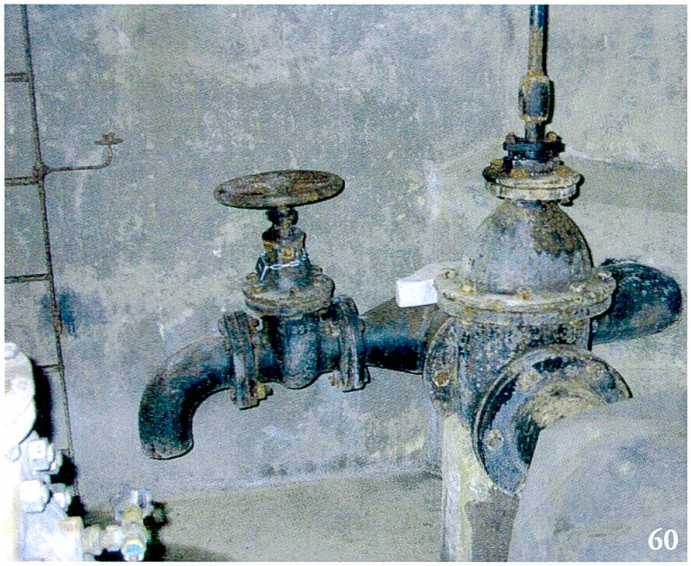
54 Quellsanierung Erlen, Stein am Rhein: Der Stollen ist ca. 80-jährig, wurde damals in Handarbeit erstellt; heute ist er u.a. mit neuen Rohren ausgestattet. Grüne und orange Rohre dienen der provisorischen Ableitung, um den neuen Sammelschacht (Aushub im Vordergrund) im Trockenen versetzen zu können. Foto: ALU

55

56


57


59


60

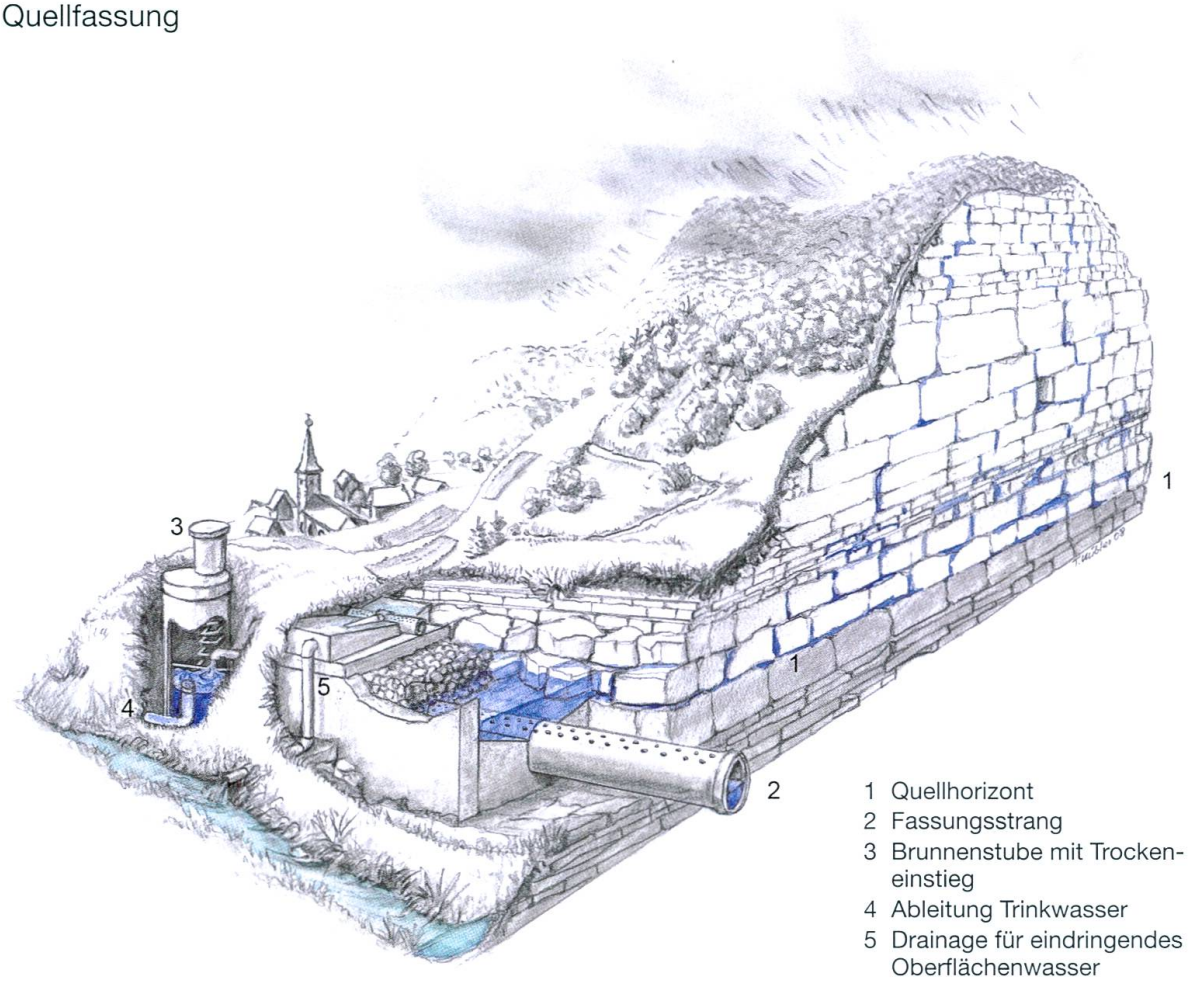
Unabhängig davon, ob in Zukunft die Gemeinden enger zusammenarbeiten oder nicht, müssen Sanierungen vorgenommen werden, und es wurde natürlich auch schon saniert.

Anhand einer schematischen Zeichnung (Fig. 63) sowie von Fotos (Fig. 64–74) möchten wir den unterirdischen Aufbau einer Quellfassung aufzeigen.

55 **Alter, schlecht schliessender, bodenebener Trinkwasserschachtdeckel mit Tierkot (inzwischen saniert).** Foto: ALU
56 **Alte Quellwasserfassung ohne Trockeneinstieg.** Foto: QSW
57 **Alter Grundwasserbrunnen mit rostigen Einrichtungen.** Foto: QSW
58 **Reservoir mit alten Lüftungshüten, provisorisch mit Gittern geschützt.** Foto: ALU
59 **Rohrkeller eines Trinkwasserreservoirs mit alten, rostigen Einrichtungen.** Foto: QSW
60 **Rohrkeller mit alten, rostigen Einrichtungen.** Foto: QSW
61 **Trinkwasserreservoir mit alter, unhygienischer Unterflurdrucktüre.** Foto: QSW
62 **Grundwasserpumpwerk mit alten, rostigen Einrichtungen.** Foto: QSW

Um dem gesetzlichen Auftrag zur Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen und einer wirksamen Schutzzonen-Ausscheidung nachzukommen, nahm die Stadt Schaffhausen im Jahr 2000, im Gebiet Warthau (Buchthalerwald), einen nach modernsten Methoden erstellten, über 70 Meter tiefen Horizontalfilterbrunnen in Betrieb.

Die Zeichnung in Figur 75 zeigt den schematischen Aufbau eines Grundwasserbrunnens (Grundwasserpumpwerk) am Beispiel Warthau.



63 **Zeichnung einer Quellfassung.** Grafik: Theo Kübler

Im Gegensatz zu einem Vertikalfilterbrunnen, der «nur» aus einer senkrechten, im unteren Teil gelochten Röhre besteht (z. B. die vier Brunnen an der Rheinhalde, ursprünglicher Brunnen Rheinhalde l, Fig. 76), sind bei einem Horizontalfilterbrunnen die Filterrohre, die das Grundwasser aufnehmen, horizontal in den Grundwasserleiter gebohrt. Horizontalfilterbrunnen eignen sich vor allem bei nicht allzu grosser Grundwassermächtigkeit und für grosse Entnahmemengen.

Die weiteren Fotos zeigen Trinkwasseranlagen bzw. Trinkwasserbauten aus dem Kanton Schaffhausen, die den heutigen Anforderungen genügen (Fig. 77–85).

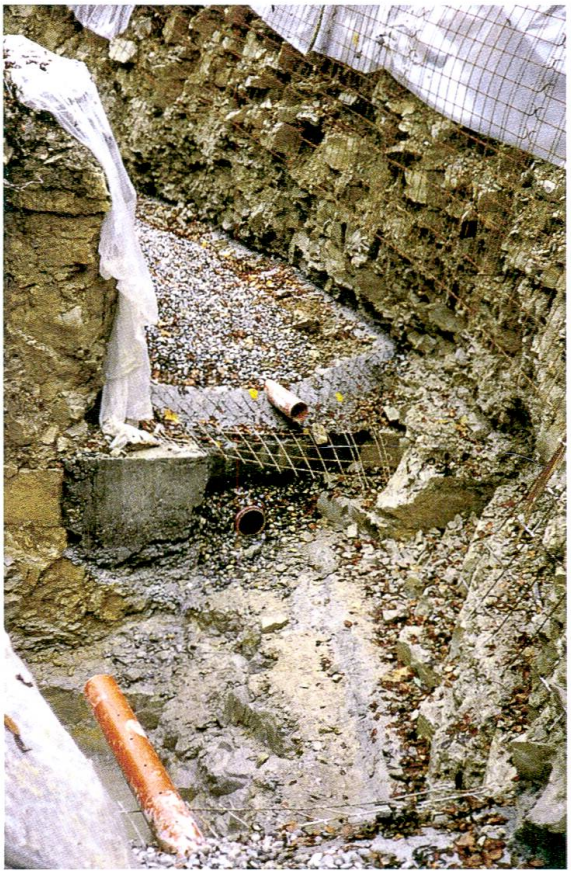
Die letzten Jahre haben aber gezeigt, dass es für einzelne kleine Gemeinden oft schwierig ist, ihre Trinkwasseranlagen in einem Zustand zu halten, der den heutigen lebensmittelrechtlichen und feuerpolizeilichen Vorgaben entspricht. Zudem wurden früher – unterstützt durch eine nicht mehr zeitgemässe Subventionspolitik – die finanziellen Mittel nicht immer effizient

64 Alter Quelleinlauf (Fassungsstrang vor 1989). Foto: ALU

65 Alter Quelleinlauf (Fassungsstrang), Abriss Herbst 1989. Foto: ALU

66 Quellhorizont, Herbst 1989. Foto: ALU

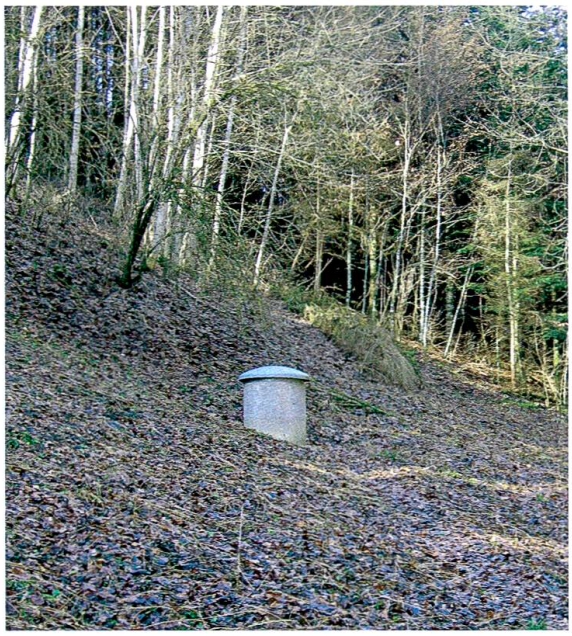
67 Quellhorizont rechts, mit Fassungsstrang und Rückstaumauer links, Herbst 1989. Foto: ALU



68 Drainageröhre (oben) und Trinkwasserfassungsstrang (unten), 1989. Foto: ALU

69 Quellfassung, Trockeneinstiegsröhre, Herbst 1989. Foto: ALU

70 Abdecken der Quellfassung, Herbst 1989. Foto: ALU

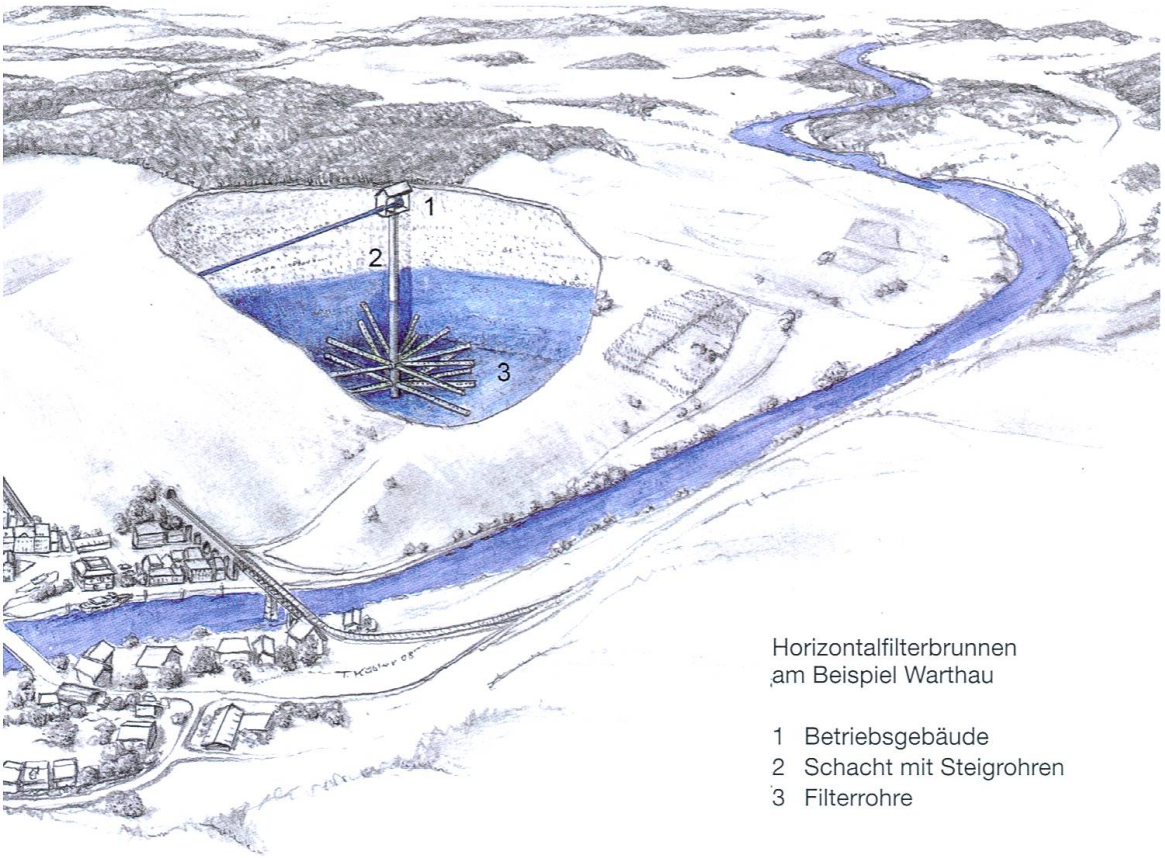


71 Trockeneinstieg Brunnenstube (nicht direkt über dem Trinkwasser), Januar 2008. Foto: ALU

72 Trockeneinstieg Brunnenstube, geöffnet, mit Filterdeckel, 2008. Foto: ALU

73 Trockeneinstieg Brunnenstube, Sicht auf den «trockenen» Boden, Januar 2008. Foto: ALU

74 Brunnenstube mit Quelleinläufen, Beruhigungsbecken, Überlaufstutzen, Trinkwasserseiher und Trockeneinstieg (Vordergrund), Januar 2008. Foto: ALU



75 **Schematische Zeichnung des Aufbaus des Grundwasserpumpwerkes Warthau.**
Grafik: Theo Kübler

eingesetzt. So bauten beispielsweise zwei kleine Gemeinden in unmittelbarer Nähe je ein eigenes neues Reservoir, oder es wurde nach Grundwasser gebohrt ohne vorherige ernsthafte Zusammenarbeitsgespräche zwischen den benachbarten Gemeinden.

Um solche Entwicklungen künftig zu vermeiden und weil die Anforderungen an die Trinkwasserversorger immer komplexer werden (Schutzzonen, Anlagenunterhalt, Selbstkontrolle, Fachpersonal, Produktehaftung, finanzieller Aufwand etc.), haben das ALU, die Gebäudeversicherung/Feuerpolizei sowie das kantonale Tiefbauamt zusammen mit den Gemeinden im Jahr 2002 ein Pilotprojekt gestartet, um die aktuelle Situation im Detail zu erfassen und um regionale Lösungsansätze zu erarbeiten. Gleichzeitig sollten die damit verbundenen Kostenvorteile aufgezeigt werden.

Die Erhebung des Ist-Zustandes bei den Wasserversorgungen zeigte – wie oben erwähnt und auch die Fotos illustrieren – insbesondere bei kleineren Wasserversorgungen zum Teil grosse Defizite auf:

76 Schematische Darstellung des Vertikalfilterbrunnens des Grundwasserpumpwerkes Rheinhalde I (Grundwasserfassung der Stadt Schaffhausen, erstellt 1906 nach Projekten und Plänen von H. Käser Ing., in Betrieb genommen 1907). Foto: ALU

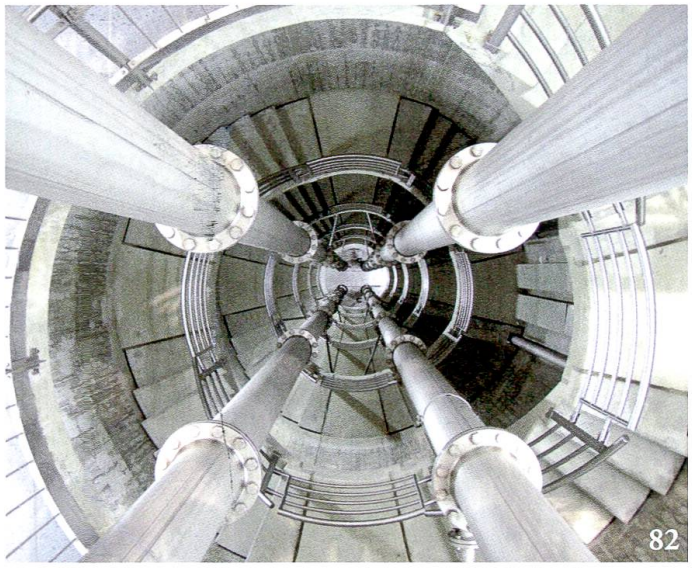
77

78

79

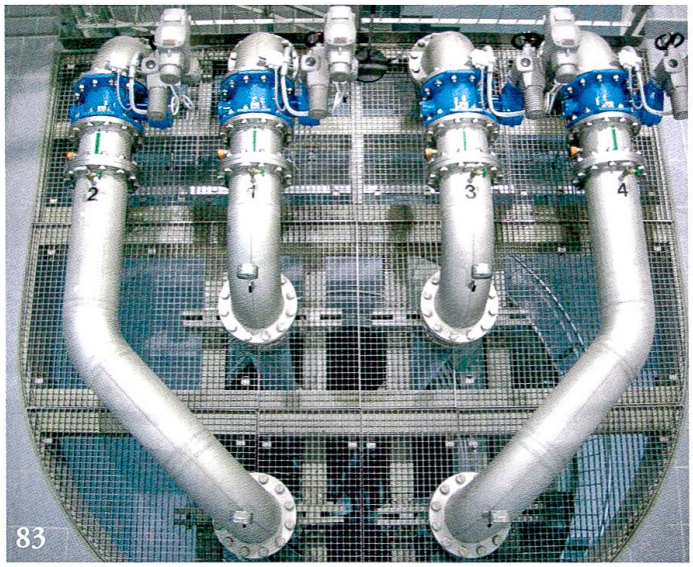
80

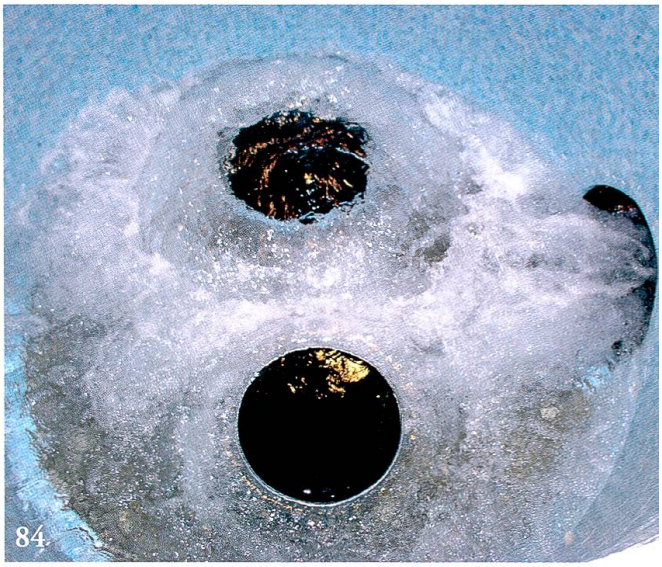
81


82

1. Der Unterhalt der Anlagen wurde über die Jahre zum Teil stark vernachlässigt.
2. Es fehlen grundlegende finanzielle Führungssysteme (z. B. Kostenrechnung mit Anlagenbuchhaltung, Planrechnung und eine transparente Ausgestaltung der Gebührenerhebung).
3. Für die Versorgung der Bevölkerung in Notlagen (Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen, VTN) bestehen oftmals keine Konzepte.
4. Das Personal ist nicht überall ausreichend ausgebildet.

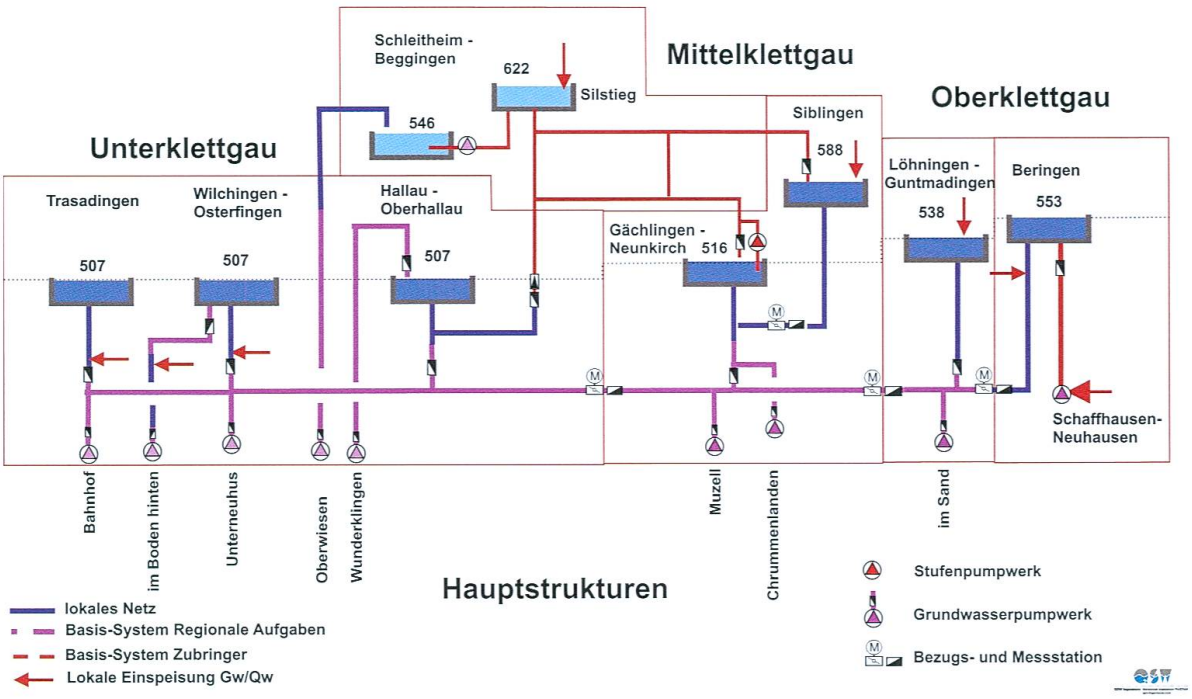
Im Anschluss an diese detaillierte Ist-Analyse wurde aufgezeigt, wie die Wasserversorgungen konzeptionell, organisatorisch und finanziell tragbar





77 **Moderne Trinkwasserschachtabdeckung (Brunnenstube, Kontrollschacht; Merishausen).** Foto: ALU
78 **Altes Reservoir nach Renovation (Mülital, Bargen).** Foto: ALU
79 **Modernes Reservoir, Rohrkeller mit Unterflurdrucktüren und Löschbogen (Schorenbuck, Hallau).** Foto: ALU
80 **Rohrkeller (GWPW Rheinhalde, Schaffhausen).** Foto: ALU
81 **Blick auf den «unsichtbaren» Wasserspiegel (GWPW Warthau, Schaffhausen).** Foto: ALU
82 **Steigrohre (GWPW Warthau, Schaffhausen).** Foto: ALU
83 **Steigrohre (GWPW Warthau, Schaffhausen).** Foto: ALU
84 **Einlaufpilz ins Trinkwasserreservoir (Geissberg, Schaffhausen).** Foto: Eugen Waldvogel, Wasserversorgung der Stadt Schaffhausen
85 **Trinkwasserreservoir Geissberg; 2 x 6000 m³, Schaffhausen.** Foto: ALU

86 Übersicht über die wichtigsten geplanten Verbindungsleitungen der Wasserversorgungen des Klettgaus. Grafik: ALU



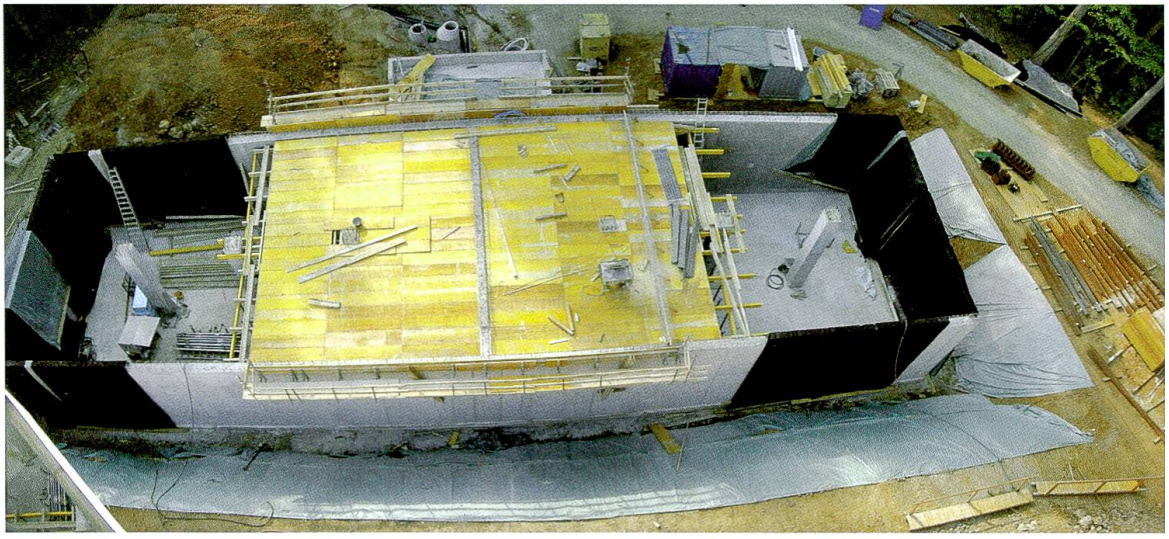
87 Übersicht über die wichtigsten geplanten Verbindungsleitungen der Wasserversorgungen des Klettgaus. Grafik: QSW

mit einem Zeithorizont bis 2020 entwickelt werden könnten. Dazu wurde der Kanton in vier Regionen eingeteilt und für jede Region ein Konzept respektive eine «Vision» entwickelt. Über einen Verbund von Trinkwasserversorgungen wird einerseits eine höhere Versorgungssicherheit ermöglicht (jede Gemeinde verfügt über zwei unabhängige Standbeine der Wasserbeschaffung), und andererseits können dadurch die Kosten gesenkt werden. Als Beispiel einer etwas grösseren Verbundlösung ist in den Figuren 86 und 87 der Vorschlag für das Klettgau grafisch dargestellt.

3.1.3 Wasserversorgung: Eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe

Eine Wasserversorgung ist ein Lebensmittelproduktionsbetrieb, der vielfältigste Ansprüche erfüllen muss.

Die steigenden Anforderungen an die Versorgungssicherheit und die zu erwartenden saisonalen Engpässe im Wasserangebot machen Anpassungen der Strukturen nötig. Zudem sind nur wenige Gemeinden in der Lage, die Wasserversorgung in Notlagen im Alleingang sicherzustellen. Ein zukünftiges gutes Kosten/Leistungs-Verhältnis kann nur über Verbundlösungen erreicht werden. Wie im Bereich der Abwasserbehandlung müssen die Gemeinden also auch auf dem Gebiet der Wasserbereitstellung zusammenarbeiten. Nur so können die Herausforderungen bezüglich Betriebssicherheit, Qualität, Menge und Finanzen gemeistert werden.



88 Wilchingen, Reservoir Schinderwase im Bau (1. Juli 2008). Foto: ALU

Die oben erwähnten Studien waren ein erster Schritt in diese Richtung. Weitere Schritte müssen die Gemeinden unternehmen, und einige sind auch schon unternommen worden. Kurz vor Abschluss der Umsetzung der «Vision» ist die Region unterer Kantonsteil mit den Gemeinden Buchberg und Rüdlingen. Im November 2004 wurde die «Vision» vorgestellt. Das Projekt mit neuen Verbindungsleitungen, dem Stufenpumpwerk Zoll, dem Reservoir Löölihalde sowie dem Reservoir und Stufenpumpwerk Förlibuck, neuen Steuerungen etc. wurde von initiativen Gemeindebehörden als Investition in die Zukunft vorangetrieben, so dass die Anlagen kurz vor der Vollendung stehen und im Herbst 2008 in Betrieb genommen werden können.

Auch in der Gemeinde Wilchingen mit dem Ortsteil Osterfingen erfolgte im März 2008 der Spatenstich zur Umsetzung des die Gemeinde betreffenden Teiles der Vision «Wasserversorgung im Klettgau». Bis Ende 2008 sollen das Reservoir «Schinderwase» (Fig. 88), das Quellwasserpumpwerk «Haslach» sowie die gemeindeinternen Transport- und Verbindungsleitungen realisiert sein, so dass im Frühjahr 2009 die Anlagen in Betrieb genommen werden können. Das sichere Zur-Verfügung-Stellen von Trink-, Lösch- und Brauchwasser ist dadurch für die nächsten 70 bis 100 Jahre sichergestellt. Bravo!

In einem späteren Schritt und in Zusammenarbeit mit den involvierten Klettgauer Gemeinden sind dann noch Verbindungsleitungen zu Trasadingen, Hallau und Neunkirch zu erstellen. Zurzeit versuchen die Wasserreferenten des Klettgaus von Beringen über Beggingen bis Trasadingen und Wilchingen, gemeinsam einen Verband aufzubauen, um die Vision «Wasserversorgung im Klettgau» umsetzen zu können. Wir hoffen, dass das gemeinsame Unterfangen Erfolg hat.

Im Speziellen fallen den *Gemeinden* die folgenden Aufgaben zu:

- Formulierung eines Versorgungsauftrages an die Wasserversorgung, an Zweckverbände, an Korporationen, Genossenschaften usw.;
- Erlass eines Wasserversorgungsreglementes, welches das Rechtsverhältnisse zwischen Gemeinde, Wasserversorgung und Wasserbezügern regelt;
- Ausbau der Wasserversorgung nach Vorgabe der genehmigten Generellen Wasserversorgungsprojekte (GWP);
- Ausscheidung von Schutzzonen, Ausarbeitung von Schutzzonenreglementen und Umsetzung dieser Vorgaben in der Zonen- und Nutzungsplanung;
- Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen für das ganze Gemeindegebiet (gemäss Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen, VTN).

Die *Wasserversorgungen* selbst haben zur Versorgung der Bevölkerung mit einwandfreiem Trink-, Lösch- und Brauchwasser folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Professioneller Betrieb durch ausgebildetes Fachpersonal mit Werterhalt der Anlagen durch systematischen Unterhalt und Erneuerung;
- Umsetzung der vom Lebensmittelrecht und Produktehaftpflichtgesetz verlangten Qualitätskontrolle;
- Mikrobiologische, chemische und physikalische Untersuchung des Trinkwassers nach einem zeitlich festgelegten Kontrollraster (Feststellung von Gesundheitsgefährdungen und der Veränderung der Zusammensetzung des Wassers über längere Zeiträume);
- Jährliche, umfassende Information der Wasserbezüger über die Qualität und die Zusammensetzung des Trinkwassers.

Um die oben genannten Aufgaben umzusetzen, müssen die Wasserversorgungen finanziell selbsttragend sein, sollen jedoch keinen Gewinn abwerfen. Die von den Wasserversorgungen erhobenen Gebühren sollen die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Verzinsung und Abschreibung der Anlagen decken. Zweckgebundene Rückstellungen für Projekte und Erneuerungen von Anlagen innerhalb der kurz- und mittelfristigen Planung zur Abfederung von Gebührenspitzen sind nötig. Empfohlen wird ein mehrgliedriger Tarif aus einer Anschlussgebühr, einer verbrauchsunabhängigen Grundgebühr und einer verbrauchsabhängigen Mengengebühr. Das Finanzierungsmodell sollte als Spezialfinanzierung innerhalb der Gemeinderechnung aus einer Betriebsrechnung und einer Investitionsrechnung bestehen.

3.1.4 Überwachungs- und Vollzugsbehörde der Wasserversorgungen

Als zuständige Vollzugsbehörde ist das ALU verpflichtet, im Bereich der Schutzzonen für die Einhaltung der Belange des Gewässerschutzes und im Bereich der Wasserqualität für die Einhaltung der lebensmittelrechtlich-hygienischen Vorgaben zu sorgen. Dies schliesst auch das Verfügen baulicher Massnahmen mit ein. Als Untersuchungslabor leistet das ALU zudem einen wichtigen Beitrag an die Qualitätskontrolle der einzelnen Wasserversorgungen:

- *Mikrobiologische bzw. bakteriologische Untersuchungen:* Mit bakteriologischen Untersuchungen wird der Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit erbracht. Aus Gründen des Zeitaufwandes, der Kosten und

89 Mikrobiologische Untersuchung. Foto: ALU

90 Vorbereitung Rückstandsuntersuchung auf flüchtige organische Verbindungen (VOC). Foto: ALU

methodischer Schwierigkeiten ist eine routinemässige Prüfung auf alle möglichen infektiösen Organismen nicht durchführbar. Zur hygienischen Beurteilung von Wasser werden deshalb so

91 Ionenchromatografie. Foto: Selwyn Hoffmann

genannte Indikatororganismen (Stellvertreter) herangezogen. Diese Indikatorkeime signalisieren allfällige Hygienerisiken (Fig. 89).

- *Chromatografische Untersuchungen:* Chromatografische Untersuchungen gehören zu den ältesten in der Literatur beschriebenen chemischen Trennprozessen. Dabei wird die zu untersuchende Probe in ihre einzelnen Bestandteile aufgetrennt, bevor die gesuchten Komponenten quantifiziert werden. Dieses Verfahren wurde stetig weiterentwickelt und ermöglicht heute sinngemäss das Suchen der berühmten Nadel im Heuhaufen (Fig. 90, 91).

- *Weitere chemische und physikalische Untersuchungen:* Mit weiteren chemisch-physikalischen Methoden werden Härte, Trübung, pH-Wert, Leitfähigkeit etc. gemessen.

3.2 Materialabbau: Nur dort, wo das Grundwasser nicht beeinflusst wird!

Materialabbaustellen (d. h. beispielsweise Kiesgruben, Fig. 92) sind Störzonen im Filter- und Schutzbereich der über dem Grundwasserhorizont liegenden Deckschicht. Solange sie offen sind, vermindern sie den Schutz. Ein weiteres Gefahrenpotenzial für die Grundwasserqualität ist das Auffüllen von Kiesgruben in Grundwassergebieten. An die Qualität des Auffüllmaterials werden daher hohe Ansprüche gestellt. Es darf keine Verunreinigungen enthalten, die Auswirkungen auf die Grundwasserqualität haben können. Zudem sollte es durchlässig sein, um die Grundwasserneubildung nicht zu erschweren. Aus diesen Gründen ist Kiesabbau gemäss eidgenössischer Gewässerschutzgesetzgebung nur ausserhalb von Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen zulässig. Für den Materialabbau ist immer eine kantonale Bewilligung notwendig.

Grundlage für den Materialabbau im Kanton Schaffhausen bildet das Materialabbaukonzept aus dem Jahre 1997. Das Materialabbaukonzept ist ein Lenkungs- und Planungsinstrument. Es regelt die Abläufe und Zuständigkeiten der kantonalen und kommunalen Behörden im Rahmen dieser raumwirksamen Tätigkeit. Grundsätzlich stellen die Behörden die Abwägung der Interessen mit den Instrumenten der Raumplanung (Richtplan und Nutzungsplan) sicher. Nach Art. 6 des Raumplanungsgesetzes (RPG) vom 22. Juni 1979 bestimmt der Kanton in den Grundzügen, wie sich ein Gebiet

92 **Kiesabbau Enge.** Foto: Max Baumann

räumlich entwickeln soll. Der Kanton bringt im Sinne einer Negativ-Planung die übergeordneten Interessen ein, die einen Abbau einschränken. Die Gemeinden sind für die Einteilung ihres Gebietes in verschiedene Zonen zuständig und können, sofern die Kriterien der kantonalen Richtplanung und des Materialabbaukonzeptes erfüllt sind, in der kommunalen Nutzungsplanung Materialabbauzonen ausscheiden und die entsprechenden Vorschriften in der Bauordnung erlassen. Kleinere Abbaustellen, insbesondere kommunale Griengruben, die den Eigenbedarf einer Gemeinde decken, können gemäss Art. 24 RPG in Ausnahmefällen auch ohne die Ausscheidung einer Materialabbauzone bewilligt werden.

Das Materialabbaukonzept legt die Ziele fest, die im Rahmen von Kies-, Ton- und Grienabbaubewilligungen verfolgt werden sollen:

1. Langfristige Sicherstellung der regionalen Kiesversorgung;
2. Schonung der Rohstoffreserven (sparsamer Verbrauch);
3. Beschränkung auf wenige Stellen (Konzentration);
4. Wahrung übergeordneter Interessen in allen Phasen.

Im Kanton Schaffhausen muss bei Kiesvorkommen die Abbausohle mindestens 5.00 m über dem höchsten festgestellten Grundwasserhorizont liegen.

Bezüglich der Wiederauffüllung wurde im Materialabbaukonzept 1997 folgender Grundsatz festgelegt: Primär sind kleine und tiefe Abbaustellen aufzufüllen. Grosse Gruben sollen ohne Auffüllung so gut wie möglich in die Landschaft eingegliedert werden. Als kleinflächig gelten Abbaustellen mit einer Abbaufläche von weniger als 4 Hektaren mit eingeschränkter Erweiterungsmöglichkeit. Diese Gruben sind im Materialabbaukonzept namentlich bezeichnet.

Im Rahmen einer Langfristplanung muss das Materialabbaukonzept insgesamt überarbeitet werden. Es müssen zukünftige Kiesabbauareale bezeichnet und ausgeschieden werden.

3.3 Thermische Nutzung aus dem trockenen Untergrund

Die Wärmenutzung aus dem Untergrund hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Insbesondere die Wärmenutzung zu Heizzwecken für Wohnbauten mittels Wärmesonden bis 200 m Tiefe in trockenem Gestein hat zugenommen. Obwohl die Bedeutung der Erdwärmenutzung aus umweltpoli-

tischer Sicht unbestritten ist, müssen beim Bau und Betrieb solcher Anlagen auch andere öffentliche Interessen wie beispielsweise die Anliegen des Grundwasserschutzes und im Speziellen der Trinkwassernutzung berücksichtigt werden. Bohrungen können eine Gefährdung für die Umwelt im Allgemeinen und für das Grundwasser im Besonderen darstellen.

Die häufigste Art der Erdwärmenutzung erfolgt im Kanton Schaffhausen durch Erdsonden. Bis heute sind rund 450 Erdsonden in Betrieb. Es handelt sich dabei um Bohrungen bis 200 Meter Tiefe. Ganz vereinzelt sind Erdsondenbohrungen in Tiefen bis 300 m ausgeführt worden.

Neben Erdsonden gibt es noch weitere Möglichkeiten der Erdwärmenutzung: zum Beispiel mittels Wärmerohren, erdberührter Betonbauteile (zum Beispiel so genannte Energiepfähle, das sind Betonpfähle, die gleichzeitig zur Fundamentierung gebraucht werden) oder thermoaktiver Bauteile (TAB, Gebäudemassen zur Temperaturregulierung), Erdregister und so genannter Wärmekörbe (Erdregister in Korbform).

Die Nutzung der Erdwärme ist mit der Gefahr einer Verschmutzung des Grundwassers verbunden. Im Fall von Nutzungskonflikten hat die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser Vorrang vor der Erdwärmenutzung. Grundsatz ist, dass durch die Nutzung der Erdwärme keine Gefährdung des Grundwassers entstehen darf. Dies wird durch Einschränkungen in der Standortwahl, der Tiefe der Erdsonden und der angewendeten Bohr- und Wärmetauschverfahren erreicht. Erdwärmesonden werden grundsätzlich nur dort zugelassen, wo sie nicht mit Grundwasser in Berührung kommen. Im Rahmen des Wasserwirtschaftsplanes wurde auf der Basis dieser Kriterien eine separate Nutzungsplanung für Erdwärmesonden-Anlagen bis 200 Meter erstellt. Es wurden Gebiete bezeichnet, in welchen Erdsonden zugelassen, bedingt zugelassen (mit Auflagen) bzw. nicht zugelassen sind. Diese Nutzungsplanung ist Bestandteil des Wasserwirtschaftsplanes und wird von den Behörden verbindlich umgesetzt.

3.4 Thermische Nutzung von Wasser

Bei der thermischen Nutzung von Gewässern muss unterschieden werden zwischen der Nutzung von Oberflächen-, Grund- und Abwasser. Eine thermische Nutzung kann durch Wärmeentzug (führt zu einer Abkühlung des Wassers) oder durch Zufuhr von Wärme erfolgen. Die thermische Nutzung kann direkt im jeweiligen Wasser stattfinden (direkte Nutzung), oder es kann Wasser entnommen und andernorts genutzt werden (indirekte Nutzung).

3.4.1 Oberflächenwasser

Thermische Nutzungen werden im Kanton Schaffhausen nur in Gewässern 1. Klasse zugelassen. Für die thermische Nutzung wird Wasser aus Gewässern entnommen und entweder zum Heizen oder zum Kühlen verwendet. Nach der Nutzung wird das Wasser (kühler oder wärmer) wieder in das Gewässer zurückgeleitet.

Grundlage zur Erteilung einer Bewilligung für eine thermische Nutzung von Oberflächengewässern ist die Gewässerschutzgesetzgebung. Zugelassen sind die direkte und die indirekte Nutzung. In jedem Fall muss das genutzte Wasser wieder in das gleiche Oberflächengewässer zurückgeführt werden.

3.4.2 Grundwasser

Die Nachfrage nach thermischer Grundwassernutzung hat stark zugenommen. Als Folge davon wurde eine Analyse im Kanton durchgeführt. Es wurde das Wärmenutzungspotenzial ermittelt und aufgezeigt, in welchen Gebieten thermische Grundwassernutzungen zugelassen, bedingt zugelassen (mit Auflagen) bzw. nicht zugelassen sind. Die Nutzungsplanung ist analog zur thermischen Nutzung in trockenem Untergrund Bestandteil des Wasserwirtschaftsplanes und wird von den Behörden verbindlich umgesetzt. Bei der Bewilligungserteilung werden die Anliegen des Grundwasserschutzes und im Speziellen der Trinkwassernutzung gegenüber den Interessen der Energienutzung höher gewichtet.

Eine Zusammenstellung der thermischen Grundwassernutzung im Kanton Schaffhausen zeigen die Figuren 41 und 42.

Die Grundlage für Bewilligungen von Grundwasser-Wärmenutzungsanlagen bildet die Karte der kantonalen Nutzungsplanung. Die wichtigsten Bewilligungskriterien sind:

In ergiebigen Grundwasservorkommen sollen grössere Anlagen, beispielsweise mit einer Kälteleistung von mindestens 150 kW (entspricht ca. 700 l/min bei einer Temperaturdifferenz von 3 °C), gegenüber kleineren Anlagen bevorzugt werden.

Es sind nur Anlagen ausserhalb von Grundwasserschutzzonen und Grundwasserschutzarealen zulässig. Die Temperaturänderung des Grundwassers darf ausserhalb eines Radius von 100 m um die Anlage maximal +/- 3 °C betragen. Zudem dürfen andere Nutzungen nicht beeinträchtigt werden. Die Auswirkungen der Wärmenutzung, insbesondere die Verände-

rung der Temperaturverhältnisse sind in jedem Fall mittels hydrogeologischer Gutachten zu dokumentieren. Dies gilt insbesondere für Anlagen im möglichen Anströmbereich von Trinkwasserfassungen.

Das genutzte Wasser ist in der Regel in der näheren Umgebung des Entnahmeortes wieder versickern zu lassen. Es muss dem gleichen Grundwasserträger zugeführt werden, aus dem es entnommen worden ist.

Das im Rahmen der öffentlichen Trinkwassergewinnung nicht genutzte Grundwasser (z. B. von artesisch gespanntem Grundwasser) kann mit Bewilligung der Kantonsbehörden in Ausnahmefällen zur Wärmeentnahme genutzt werden. Im Falle einer Rückversickerung gelten die gleichen Bedingungen wie für übliche Grundwasser-Wärmepumpenanlagen.

Anlagen, die Wärme sowohl entziehen als auch zuführen, werden zugelassen, wenn die Temperaturdifferenz über das Betriebsjahr gerechnet zugunsten einer Abkühlung des entnommenen Grundwassers ausfällt. Fallweise kann auch eine geringfügige Erwärmung zugelassen werden.

Anlagen, welche dem Grundwasser nur Wärme zuführen, werden nicht zugelassen.

3.4.3 Abwasser

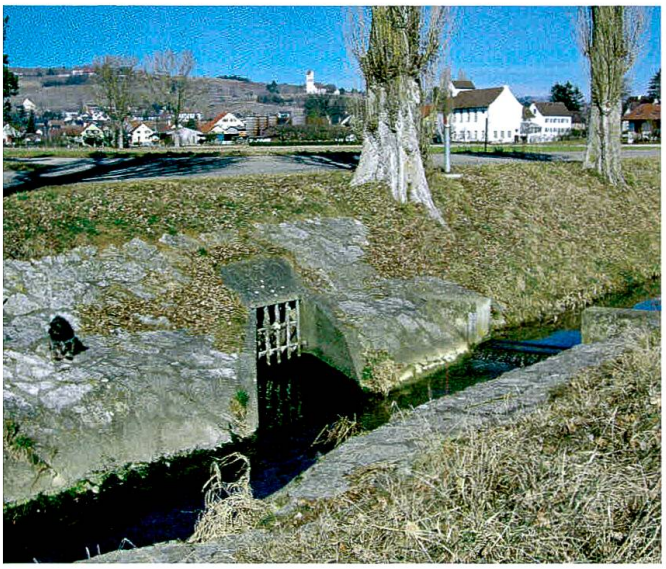
Die thermische Nutzung von Abwasser ist vor allem für die Wärmenutzung in Gebäuden von Interesse, die nahe an einem grösseren Abwasserkanal liegen. Um Übertragungsverluste zu minimieren, sollte die Distanz zwischen Kanal und Ort der Wärmenutzung nicht zu gross sein.

Aus abwassertechnologischer Sicht ist es nicht sinnvoll, die Wärme im Zulauf zur Kläranlage zu entziehen, da bei Abwassertemperaturen unter 12 °C die Aktivität der Bakterien in den biologischen Reinigungsstufen stark beeinträchtigt wird.

Um das ungenutzte Wärmepotenzial von Abwasserkläranlagen etwas zu verdeutlichen, möchten wir an dieser Stelle für die ARA Röti (Fig. 93) und die ARA Hallau (Fig. 94, 95) kurz deren Wärmepotenzial berechnen:

Die Temperatur eines Fliessgewässers darf durch Wärmeeintrag bzw. -entzug um höchstens 3 °C verändert werden (Gewässerschutz-Verordnung). Die Röti durchlaufen im Tag ca. 25 000 m^3 Abwasser. Der Eintrag in den Rhein beträgt somit ca. 0.290 m^3/Sekunde. Der durchschnittliche Abfluss des Rheins im Winterhalbjahr liegt um 250 m^3/Sekunde, ist also ca. 850-mal grösser, so dass die Rheintemperatur durch die Temperatur des geklärten Röti-Abwassers kaum beeinflusst wird. Die Durchschnittstempe-

93 ARA Röti, Auslauf. Foto: ALU



94 ARA Hallau, Auslauf in Halbbach. Foto: ALU

95 ARA Hallau, Gasfackel. Foto: ALU

ratur des geklärten Rötiabwassers beträgt im Winterhalbjahr ca. 11 °C. Entziehen wir dem geklärten Rötiabwasser mittels einer Wärmepumpe 6 °C, entspricht das in etwa einer Heizleistung von 7500 kW. Dies würde reichen, um 1000 bis 1250 kleinere, gut isolierte Einfamilienhäuser zu beheizen.

Bei der ARA Hallau sieht das etwas anders aus. Der Vorfluter der ARA, der Halbbach, hat im Winterhalbjahr einen mittleren Abfluss von ca. 100 l pro Sekunde. Die ARA durchlaufen pro Tag ca. 6000 m^3, in der Sekunde also ca. 70 Liter. Diese 70 Liter beeinflussen selbstverständlich die Tempe-

ratur des Halbbachs. Im Winterhalbjahr beträgt die Temperatur des Halbbachs vor der ARA ca. 3–5 °C, nach der ARA ca. 6–10 °C. Dem Halbbach wird also durch die geklärten Abwässer der ARA Wärme zugeführt. Es wäre demzufolge nicht nur wärmetechnisch, sondern auch ökologisch sinnvoll, dem geklärten ARA-Abwasser Wärme zu entziehen. Die durchschnittliche Temperatur des geklärten ARA-Abwassers in Hallau beträgt ca. 8 °C. Würden dem Abwasser, bevor es in den Halbbach geleitet wird, mittels Wärmepumpe 3 °C entzogen, entspräche das in etwa einer Heizleistung von 900 kW, was reichen würde, um 120 bis 150 kleinere, gut isolierte Einfamilienhäuser zu beheizen.

3.5 Jede Wassernutzung braucht eine kantonale Bewilligung

Jede ausserordentliche Nutzung der öffentlichen Gewässer (Grundwasser und Oberflächenwasser) bedarf einer kantonalen Bewilligung oder Konzession. Diese wird nur erteilt, wenn dadurch öffentliche Interessen nicht wesentlich beeinträchtigt werden. Jede Gewässernutzung, so auch die Grundwasserförderung für die Trinkwassernutzung durch Gemeinden, ist zudem gebührenpflichtig. Konzessionen oder Bewilligungen für Wassernutzungen werden nur erteilt, solange nachgewiesen wird, dass die jeweilige Wassernutzung nachhaltig erfolgt. Es muss sichergestellt sein, dass keine Übernutzung stattfindet. Deshalb wird in jeder Konzession die bewilligte Entnahmemenge begrenzt und zeitbezogen definiert.

Wasservorkommen müssen haushälterisch genutzt und mengenmässig geschont werden. Gemäss Wasserwirtschaftsgesetz vom 18. Mai 1998 hat die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser Vorrang gegenüber anderen Nutzungen.

Die Entnahme von Grundwasser zu Bewässerungszwecken wird nur in Ausnahmefällen und unter Einhaltung von strengen Auflagen bewilligt (Fig. 96).

Bei Wasserentnahmen aus Fliessgewässern wird unterschieden zwischen Entnahmen ohne und Entnahme mit Rückleitung des entnommenen Wassers. Im ersten Fall wird das Wasser zur Bewässerung von landwirtschaftlichen Kulturen oder von Pflanzen in Gärtnereien verwendet. Im zweiten Fall handelt es sich im Allgemeinen um Brauchwasser für energetische oder thermische Nutzung.

Gemäss dem eidgenössischen Gewässerschutzgesetz muss bei ständig wasserführenden Fliessgewässern nach einer Wasserentnahme eine bestimmte minimale Restwassermenge (Q_{347} [l/min]) verbleiben. Bei einem

Gewässer	Anzahl Wasserentnahmen	konzessionierte Wasserent-nahmen [l/min]	Q_{347} [l/min]
Biber			
Thayngen	1 Gärtnerei	60	8'160[2]
Buch	3 Bewässerungen	2'100	15'060[2]
Ramsen/Hemishofen	9 Bewässerungen	7'450	16'860[2]
Ramsen	2 Frostbewässerungen[1]	2'800	16'860[2]
Total		**9'610**	
Wutach			
Wunderklingen	1 Bewässerung	500	111'000[4]
Wunderklingen	1 Grundwasseranreicherung	3'000	111'000[4]
Total		**3'500**	
Rhein			
Stein am Rhein	1 Gärtnerei	180	10'920'000[3]
Stein am Rhein	3 Bewässerungen	1'500	10'920'000[3]
Hemishofen	4 Bewässerungen	3'500	10'920'000[3]
Dörflingen	1 Bewässerung	600	10'920'000[3]
Rüdlingen	4 Bewässerungen	4'580	10'920'000[3]
Total		**10'360**	

1 Frostbewässerungen werden nicht zur gleichen Zeit ausgeführt wie die normalen Trockenheitsbewässerungen, folglich können sie nicht zum Total dazugezählt werden.
2 Q_{347} gemäss Wasserwirtschaftsplan 1986.
3 Q_{347} Pegel Flurlinger Brücke.
4 Entspricht nicht Q_{347}, sondern ist der minimal gemessene Abfluss (Tagesmittelwert August 2003). Dieser Wert ist kleiner als der Wert Q_{347}.

96 Bewilligte Wasserentnahmen im Kanton Schaffhausen (Stand 2006). Grafik: TBA

Gerinne mit einer ständigen Wasserführung wurde eine Mindestrestwassermenge von 50 l/s festgelegt. Aufgrund dieser minimalen Restwassermengen ist im Kanton Schaffhausen die Wasserentnahme nur aus Gewässern der Klasse 1 möglich, d. h. aus Rhein, Wutach und Biber. Aus allen anderen Schaffhauser Gewässern ist eine Wasserentnahme generell nicht erlaubt.

Mit Q_{347} wird der Abfluss eines Gewässers an einer bestimmten Stelle bezeichnet, welcher an 347 Tagen im Jahr erreicht oder überschritten wird, gemittelt über 10 Jahre.

3.6 Stromgewinnung aus Wasser

Im Kanton Schaffhausen sind Nutzungen zur Stromgewinnung heutzutage im Gegensatz zu früher nur noch in Gewässern der 1. Klasse möglich. Alle früher praktizierten Nutzungen in 2.-Klasse-Gewässern sind heute nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben und wurden deshalb aufgegeben. Deshalb beschränkt sich im Moment die Nutzung zur Stromgewinnung von Oberflächengewässern auf die 1.-Klasse-Gewässer Rhein und Wutach. Da beide Gewässer internationale Gewässer sind, ist für die Bewilligungserteilung der Bund zuständig.

Im Kanton Schaffhausen gibt es verschiedene Nutzungen zur Stromgewinnung. Im Hoheitsgebiet des Kantons liegen folgende Kraftwerke:

- Kraftwerk Schaffhausen (Laufkraftwerk ohne Ausleitstrecke; Fig. 97);
- Engeweiher (Pumpspeicherwerk, bildet eine betriebliche Einheit zusammen mit dem Kraftwerk Schaffhausen);
- Rheinkraftwerk Neuhausen am Rheinfall (Laufkraftwerk ohne Ausleitstrecke);
- Kraftwerk Hallau-Wunderklingen (Laufkraftwerk mit Ausleitstrecke).

97 **Kraftwerk Schaffhausen bei Hochwasser.** Foto: Max Baumann

Auf dem Hoheitsgebiet anderer Kantone, jedoch mit Anteilen der Konzessionsstrecke im Kanton Schaffhausen, liegen die nachstehend genannten Kraftwerke:

- Kraftwerk Eglisau (Laufkraftwerk ohne Ausleitstrecke);
- Kraftwerk Rheinau (Laufkraftwerk mit Ausleitstrecke).

3.6.1 Wie viel Restwasser muss in einem genutzten Gewässer verbleiben?

Wird einem (Fliess-)Gewässer mit ständiger Wasserführung Wasser zum Beispiel zur Stromerzeugung entnommen, muss eine bestimmte Abflussmenge unterhalb der Entnahmestelle(n) im Gewässer verbleiben. Die Abflussmengen, so genannte Restwassermengen, wurden im Gewässerschutzgesetz festgelegt. Bilden die Restwassermengen aus ökologischer Sicht eine Minimalgrenze, sozusagen das «Existenzminimum», spricht man von Mindestrestwassermengen.

Wassernutzungen haben eine lange Konzessionsdauer (in der Regel 80 Jahre). Wurden sie zu früheren Zeiten bewilligt und entsprechen den heutigen gesetzlichen Bestimmungen betreffend Mindestrestwassermengen nicht mehr, sind sie diesbezüglich anzupassen (Fig. 98). Das nennt man Restwassersanierung. Zu sanieren sind – sofern dies ohne entschädigungsbegründende Eingriffe in bestehende Wassernutzungsrechte möglich ist – Fliessgewässer, die durch Wasserentnahmen wesentlich beeinflusst sind.

98 Restwasser Wutach. Mit dieser Restwassermenge ist die Wasserökologie natürlich nicht mehr gewährleistet. Foto: Max Baumann

Restwassersanierungen müssen bis spätestens 2012 abgeschlossen sein. Von den Kraftwerken mit Standorten bzw. Konzessionsstrecken innerhalb des Kantons sind die Kraftwerke Hallau-Wunderklingen und Rheinau sanierungspflichtig. Bei beiden handelt es sich um Grenzkraftwerke. Deshalb ist der Bund Konzessionsgeber, somit auch federführend und in Sachen Restwassersanierung verfügungsberechtigt. Er wird entsprechende Verfügungen zur Erhöhung der Restwassermengen erlassen, falls dies für die Kraftwerke wirtschaftlich tragbar ist. Im Rahmen dieser beiden Verfahren hat der Kanton Schaffhausen nur eine Begleitfunktion.

4. Gewässerschutz

Die wirtschaftliche Entwicklung seit der Mitte des letzten Jahrhunderts führte zu einer rapiden Verschlechterung der Wasserqualität. Heute sind die rechtlichen Rahmenbedingungen geschaffen, um die Gewässer nachhaltig zu schützen.

Die Gewässer litten unter der Produktion von Chemikalien im grossen Massstab, unter der Intensivierung der Landwirtschaft und unter der unkontrollierten Ablagerung von Abfällen (siehe Neujahrsblatt Nr. 24/ 1972; vgl. Fig. 99). Mit dem Bundesgesetz zum Schutz der Gewässer gegen Verunreinigungen reagierte die Politik im Jahre 1956 auf diese umweltzerstörerische Entwicklung. Dank dem Bau von Kanalisationen und Abwasserreinigungsanlagen, dank stofforientierten Massnahmen (z.B. Phosphatverbot in Waschmitteln im Jahre 1986), dank dem Erlass von Schutzzonen um Grundwasserfassungen und dank Vorschriften im Bereiche der Abfalldeponien konnte die sichtbare Gewässerverschmutzung bewältigt werden. Mit der Zeit zeigte sich aber, dass diese Massnahmen nicht ausreichten. Es war zu wenig beachtet worden, dass Gewässer auch als Lebensraum für Tiere und Pflanzen dienen und dafür ausreichend Platz benötigen. Auch dem Gewässer als Erholungsraum für die Bevölkerung war noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. In den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts

1965

Ueber dem Grundwasser eignen sich die Kiesgruben für die Lagerung von Abfällen, sogar ein totes Schwein haben wir gefunden; das Schwein war unschuldig!

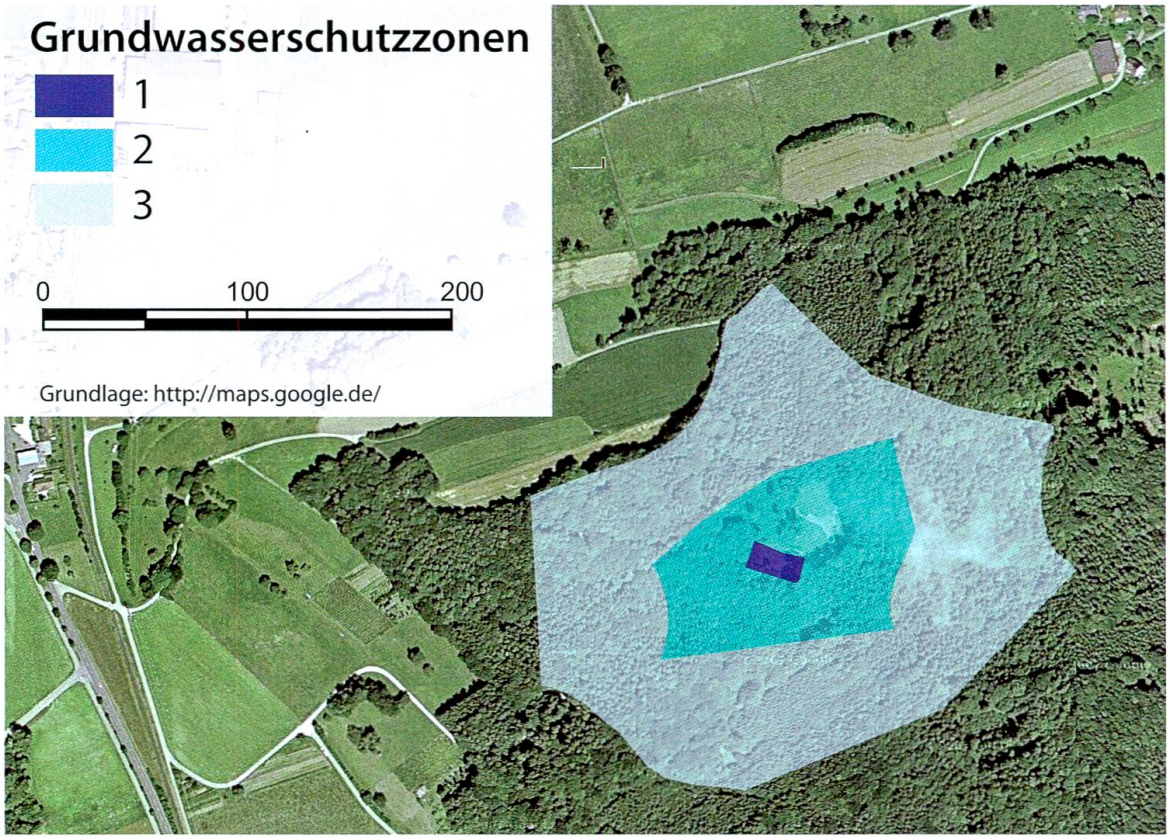
99 Mülldeponie im Gebiet Widen, 1965. Foto und Text: Walter Vogelsanger, damaliger Lebensmittel- und Trinkwasserinspektor

nahm man daher Abschied vom geometrischen Verbau und von der Eindolung von Gewässern.

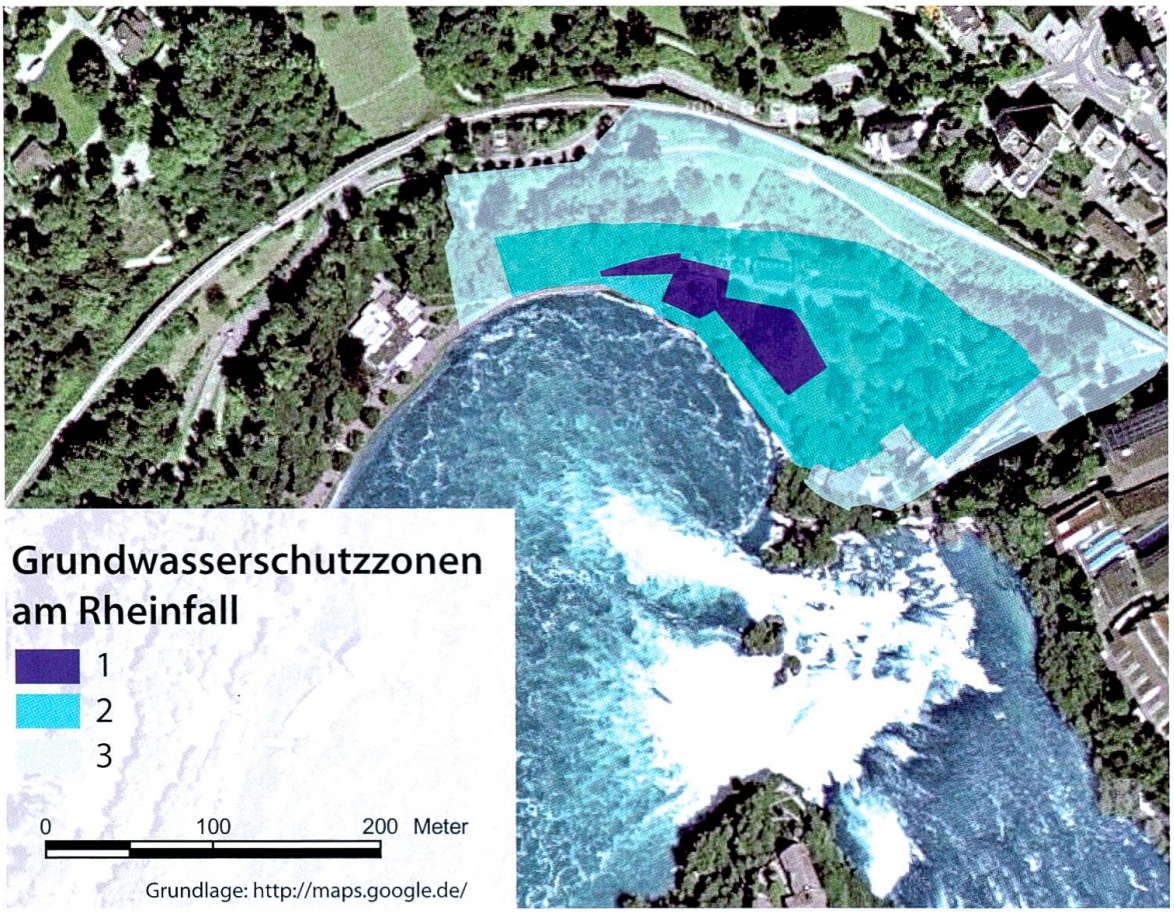
Je nach Eintragungspfad beginnt der Schutz eines Gewässers bereits «vor dem eigentlichen Oberflächengewässer». Bei Punktquellen werden Schutzmassnahmen bereits in der Phase eines Baubewilligungsverfahrens formuliert. Zu den Punktquellen zählen kommunale und industrielle Einleiter, dezentrale Abwasserbehandlungsanlagen, Sickerwasser von Deponien und kontaminierte Standorte sowie urbane Flächen.

4.1. Schutz des Grundwassers

In der Schweiz werden mehr als 80 % des Trinkwassers aus Grundwasser gewonnen. Das Gewässerschutzrecht sieht weitreichende Schutzmassnahmen vor, damit die Ressource Grundwasser nicht irreversibel geschädigt wird. So dürfen beispielsweise unerwünschte Stoffe auf keinen Fall versickern, oder einem Grundwasservorkommen darf langfristig nicht mehr Wasser entnommen werden, als ihm zufliesst.



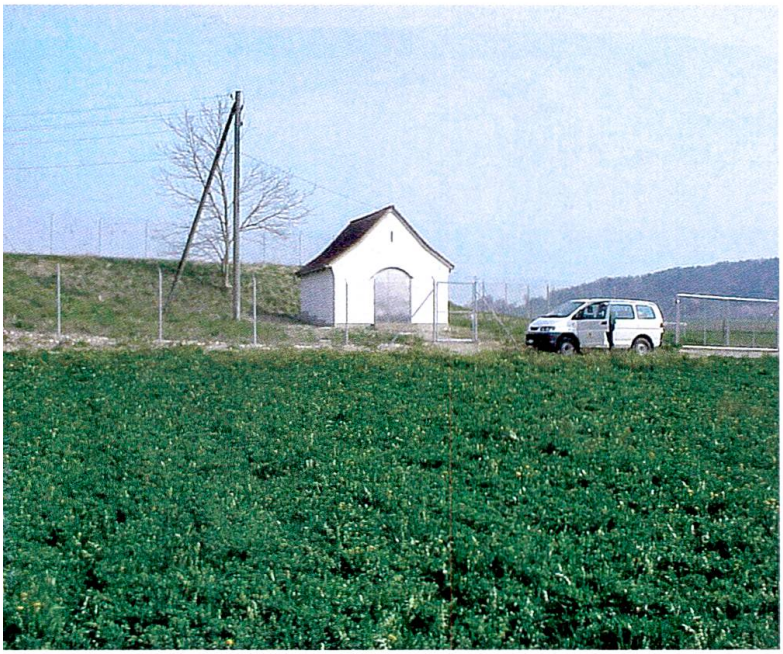
100 Ramsen, Grundwasserpumpwerk Ruhergetenbuck, Ausschnitt aus Gewässerschutzkarte mit S1, S2 und S3. Grafik: Google und ALU



101 Neuhausen am Rheinfall: Schutzzonen Grundwasserpumpwerke im Laufenareal.
Grafik: Google und ALU

Für den Erhalt der Ressource Trinkwasser haben die Kantone gemäss der eidgenössischen Gesetzgebung Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen sowie Grundwasserschutzareale auszuscheiden.

Die Gewässerschutzbereiche bezeichnen Gebiete nach der Gefährdung der ober- und unterirdischen Gewässer. Grundwasserschutzzonen dienen dazu, Trinkwasser-Gewinnungsanlagen und das Grundwasser unmittelbar vor seiner Nutzung als Trinkwasser vor Beeinträchtigungen zu schützen. Auf diesen vergleichsweise kleinen Flächen gelten von aussen bis hin zur Fassung zunehmend schärfere Schutzvorschriften. Wichtigste Schutzmassnahme in der äussersten Zone S3 ist das Verbot industrieller und gewerblicher Betriebe, von denen eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht (z. B. Tankstellen). In der engeren (mittleren) Schutzzone S2 sind Grabungen jeglicher Art verboten, weil damit stets eine Verletzung der schützenden Deckschicht verbunden ist. In der Zone S1 (Fassungsbereich) sind nur Tätigkeiten zulässig, die der Trinkwassernutzung dienen (Fig. 100, 101). Beim Ausbringen von flüssigem Hofdünger (Gülle) oder beim falschen Lagern von Mist

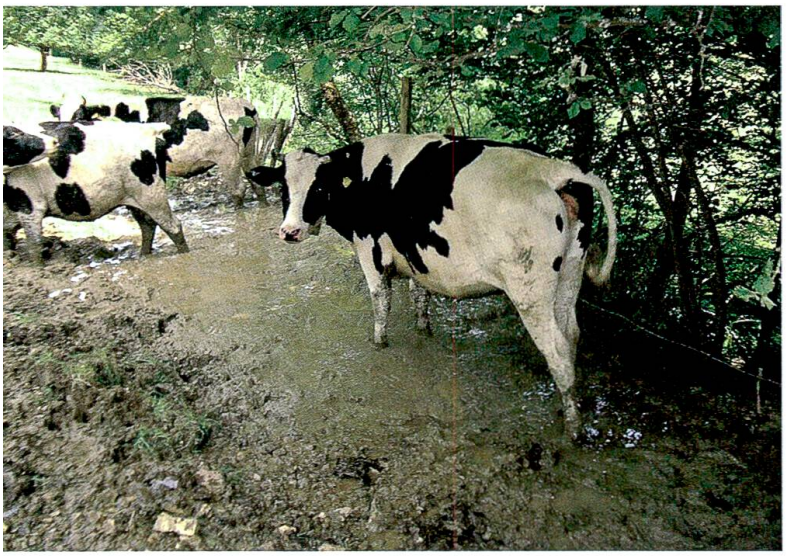


102 **Schutzzone S3 korrekt eingezäunt.**
Foto: ALU

103 **Schutzzone: Strassenbeschilderung.**
Foto: ALU

besteht die Gefahr, dass krankheitserregende Keime ins Grundwasser gelangen. Deshalb ist es beispielsweise in den Grundwasserschutzzonen S1 und S2 verboten, flüssige Hofdünger auszubringen (Fig. 102, 103 und 104).

Ein Konfliktpotenzial besteht beispielsweise auch am Rheinfall (Fig. 101). Praktisch das ganze Laufenareal liegt in den Schutzonen S1, S2 oder S3. An diesem Ort besteht ein dauernder Nutzungkonflikt zwischen Tourismus und Trinkwassernutzung bzw. zum Schutz des Trinkwassers vor Beeinträchtigung durch die touristische Nutzung.



104 **Rinder im Sumpf mit Kot in Schutzzone S2.** Foto: ALU

Grundwasserschutzareale sind speziell ausgeschiedene Gebiete, in welchen der Schutz des unterirdischen Gewässers im Hinblick auf eine künftige Grundwasserbewirtschaftung vorsorglich sichergestellt wird. Bei der Festsetzung von Grundwasserschutzarealen wird progressiv vorgegangen, denn eine nachträgliche Ausscheidung von Schutzzonen ist mit sehr vielen Problemen verbunden.

Entscheidend für den Schutz des Grundwassers ist nicht allein die Festlegung von Gewässerschutzbereichen und dergleichen, sondern auch die Umsetzung der getroffenen Schutzmassnahmen in die Praxis. Landwirtschaft, Verkehr, Industrie, Gewerbe, Haushalt und Freizeitaktivitäten können auf vielerlei Arten das Grundwasser – und somit die wichtigste Trinkwasserressource – in Menge und Qualität gefährden. Die Öffentlichkeit ist somit als Konsumentin von Trinkwasser als auch als potenzielle Verunreinigerin in die Problematik des Gewässer- respektive Grundwasserschutzes involviert. Entsprechend muss die breite Öffentlichkeit für das Thema laufend sensibilisiert werden. Die zuständigen Behörden sind gehalten, im Bereich der Grundwasserreserven keine Entscheide zu treffen, welche die Eignung von Gebieten zur Trinkwassergewinnung beeinträchtigen können. In rechtskräftig ausgeschiedenen Grundwasserschutzzonen sollen keine raumplanerischen Veränderungen vorgenommen werden, die zu einer Erhöhung des Gefährdungspotenzials führen. Gleichzeitig ist bei jeder sich bietenden Gelegenheit darauf hinzuwirken, dass bereits vorhandenes Konflikt- und Gefährdungspotenzial verringert wird.

4.2 Forst- und Landwirtschaft

Viele Grundwasservorkommen und somit auch Trinkwasserfassungen liegen in forst- und landwirtschaftlich genutzten Gebieten. Die Art der Nutzung spielt daher für den Grundwasserschutz eine wichtige Rolle.

Im Wald sorgen im Allgemeinen der hohe Humusgehalt vieler Waldböden und die damit verbundene Vielfalt an Bodenorganismen sowie die ganzjährige gute Durchwurzelung für eine gute Qualität des Trinkwassers. Zusätzlich bilden sich im Wald auch nach langer Trockenheit kaum Bodenrisse. Bewaldete Einzugsgebiete gewährleisten somit einen optimalen Schutz der Grundwasservorkommen, selbst dann, wenn sich die Trinkwasserfassung selbst nicht im Wald befindet. Dazu dürfen, von einigen Ausnahmen abgesehen, im Wald weder Dünger noch Pestizide eingesetzt werden. Mit der Wahl der Bewirtschaftungsmassnahmen können die Waldeigentümer und Forstdienste im gesamten Fassungseinzugsgebiet einen wichtigen Beitrag leisten, um die Belastung des Sickerwassers mit Nitrat und anderen unerwünschten Fremdstoffen zu verringern. Besonders relevant sind in diesem Zusammenhang die Holzernte, die Verjüngungsmethoden sowie die Wahl der Baumarten. Um den hohen Stellenwert des Waldes für die Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser zu erhalten, ist eine enge

Zusammenarbeit zwischen der Waldwirtschaft und der Wasserwirtschaft notwendig.

Die Landwirtschaft beeinflusst die Gewässer qualitativ und quantitativ. Zur Nahrungsmittelproduktion verwenden die Landwirte auf Äckern und Wiesen Dünger und Pflanzenschutzmittel, bewässern teilweise Kulturen und setzen in der Tierhaltung Arzneimittel ein. Auf Ackerflächen werden durch die Bodenbearbeitung viel häufiger als im Wald Kreisläufe unterbrochen oder beschleunigt. Dabei können Fremdstoffe in Oberflächen- und Grundwasser gelangen. Bei intensiver Bewirtschaftung, vor allem von flachgründigen Böden, können zum Beispiel Pflanzenschutzmittel oder leichtlösliche Nährstoffe das Wasser verschmutzen. Der Einsatz grosser Mengen Gülle und Handelsdünger oder Bodenbearbeitung zum falschen Zeitpunkt kann zu einer starken Nitratbelastung führen. In den zurückliegenden 40 Jahren hat sich die Bodennutzung stark verändert. Der Anteil von Dauergrünland und von Kunstwiesen (Kleegras/Luzernegras) hat abgenommen, die offene Ackerfläche dafür zugenommen. Mit dieser Entwicklung ging eine allgemeine Intensivierung der Düngung einher, und als Folge davon wurden im Grundwasser erhöhte Nitratwerte nachgewiesen. Der Tierbesatz liegt im Klettgau SH mit knapp 0,75 DGVE (Düngergrossvieheinheiten) pro ha auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau und darf daher bezüglich Düngermenge als eher unproblematisch bezeichnet werden. Stickstoff/Nitrat ist einer der ertragsbestimmenden Nährstoffe für Pflanzen. Die im Boden vorkommende Menge kann aber nicht immer vollständig von den Pflanzen aufgenommen werden. Vor allem während des Winters, bei unbedecktem Boden, kann das äusserst gut wasserlösliche Nitrat mit den versickernden Niederschlägen ins Grundwasser ausgewaschen werden. Je intensiver ein Boden bearbeitet wird, desto höher ist in der Regel die Nitratauswaschung, da dadurch organisch gebundener Stickstoff in eine leichtlösliche Form überführt wird. Im Grundwasser ist Nitrat eine der wichtigsten unerwünschten Substanzen. Mit verschiedenen Massnahmen (z. B. Projekt Nitratreduktion im Klettgau) und Vorschriften (z. B. Gewässerschutzzonen S1, S2 und S3) sollen die Gewässer vor Verschmutzung durch die Landwirtschaft geschützt werden. Mit der Suisse Bilanz, einem Planungs- und Kontrollinstrument für den Nachweis einer ausgeglichenen Stickstoff- und Phosphorbilanz, das Teil des ökologischen Leistungsnachweises für die Direktzahlungen in der Landwirtschaft ist, wird angestrebt, dass die Nährstoffzufuhr den Nährstoffbezug der Pflanzen nicht überschreitet. Zusammen mit der Ausdehnung der ökologischen Ausgleichsflächen hat sie zu einer erheblichen Verminderung des Handelsdüngereinsatzes beigetragen.

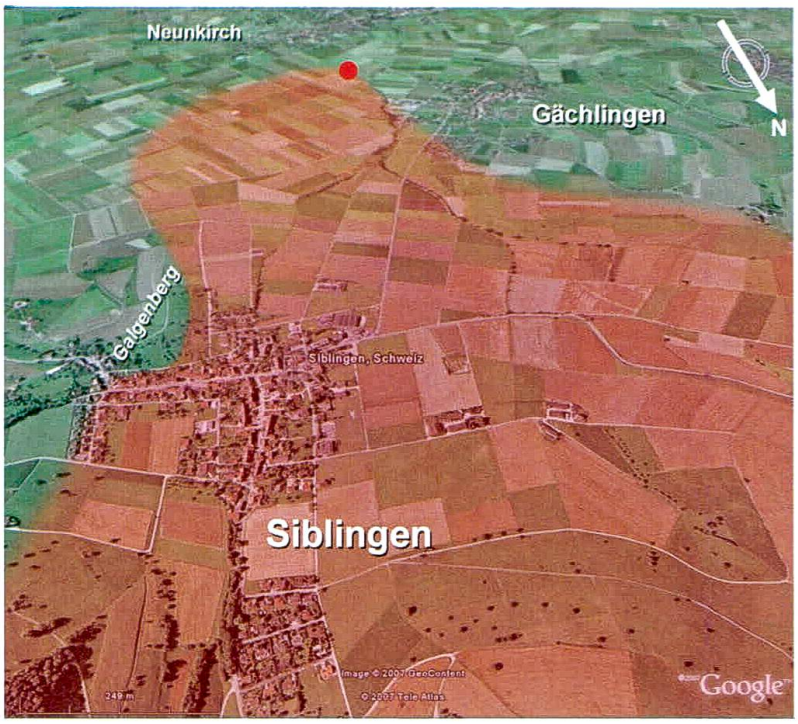
4.3 Erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Landwirtschaft im Klettgau

In den für die Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasserfassungen im Klettgau wurde mit der Intensivierung der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten ein Anstieg der Nitratkonzentrationen bis auf über 50 mg NO_3/l festgestellt. Diese hohen Nitratwerte gaben den Anstoss für die Durchführung etlicher wissenschaftlicher Studien und Projekte in der Region Klettgau.

Im Jahre 1998 wurde die grenzüberschreitende Studie «Entwicklungskonzeption Klettgaurinne» (INTERREG II)[1] abgeschlossen. Im Rahmen dieser Studie wurde das Gefährdungspotenzial für die Nitratauswaschung durch die Landwirtschaft in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungs-, Düngungs-, Bodenbearbeitungs- und Anbausystem-Varianten analysiert und bewertet. Als bedeutendster Eintragungspfad wurde dabei die Auswaschung im Ackerland identifiziert. Die Belastung der Oberflächenwässer durch Punktquellen (Ausläufe von ARAs) war vergleichsweise gering. Mit den Erkenntnissen der INTERREG-II-Studie haben die kantonalen Behörden im Juli 2000 ein Gesuch für ein «Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau» beim Bund eingereicht. Neue Bestimmungen der Gewässerschutzgesetzgebung im Kanton Schaffhausen und der Artikel 62a des eidgenössischen Gewässerschutzgesetzes (GSchG, 1991) sollten in die Praxis umgesetzt werden. Mit dem Projekt wurde im Speziellen für das im Pumpwerk Chrummenlanden (zwischen Gächlingen und Neunkirch) geförderte Grundwasser eine signifikante Reduktion der Nitratkonzentration anvisiert (Fig. 105). Das Grundwasserpumpwerk war im Jahre 1973 gebaut worden. Der anfänglich deutlich unter dem heutigen Toleranzwert (40 mg NO_3/l) liegende Nitratgehalt stieg bereits fünf Jahre nach dem Bau an. Bis 1990 und erneut ab 1994 überschritt er ständig diese Marke. Ab 1995 musste die Wasserversorgung mit dem älteren Grundwasserpumpwerk Muzzell (neben den DB-Geleisen ca. 200 m östlich vom Bahnübergang Grosser Letten in Neunkirch) sichergestellt werden. Das neuere Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden konnte nun nur noch weniger als 10 % des Bedarfs liefern.

Im «Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau» arbeiteten die Behörden von Anfang an eng mit den Landwirten zusammen. Die vorgeschlagenen Massnahmen wurden gemeinsam geprüft, weiterentwickelt und in die Praxis umgesetzt. Der Bund und der Kanton Schaffhausen zahlen jedes Jahr

[1] Seit 1990 steht INTERREG für die Integration der Regionen im europäischen Raum. INTERREG fördert und finanziert grenzübergreifende Projekte, um über die Landesgrenzen hinweg eine ausgewogene Entwicklung der Regionen zu erreichen. INTERREG ist eine Initiative der Europäischen Union unter Mitwirkung der Schweiz.



105 Einzugsgebiet des GWPW Chrummenlanden (bearbeiteter Auszug aus Google Earth).
Grafik: Google und ALU

namhafte Beiträge an jene Landwirte, die ihre Anbauflächen gemäss den im Massnahmenkatalog aufgeführten Regeln bewirtschaften. Ein Basismassnahmenpaket, das für alle am Projekt beteiligten Landwirte verbindlich ist, beinhaltet unter anderem die folgenden Bausteine:

- Durchgehender Schutz der Bodenmatrix durch eine Oberflächenvegetation im Winter;
- Beschränkung der Fruchtfolgeanteile;
- Belassen der Kartoffel- und Gemüseanbauflächen sowie der Anzahl im Freien gehaltener Schweine auf dem Status quo;
- Bedarfsgerechte Stickstoffdüngung.

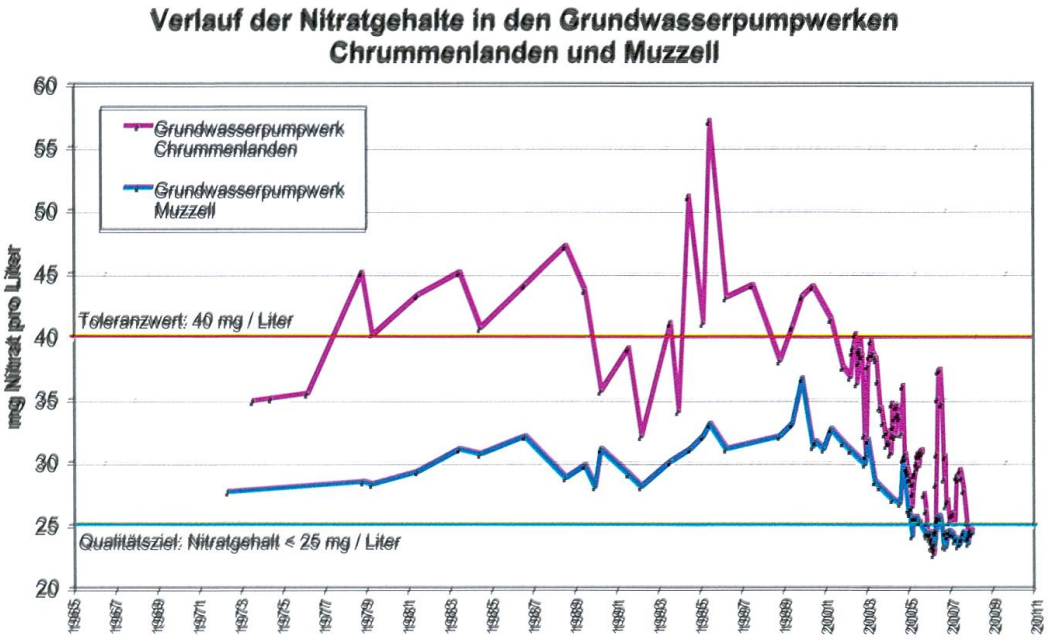
Im Weiteren wurden gegen zusätzliche Abgeltungen Einzelmassnahmen, wie das Anlegen von extensiven Wiesen, das Umwandeln von Ackerland in Bunt- oder Rotationsbrache, das Ersetzen von Wintergetreide durch Sommergetreide, das Ausbringen der Feldfrucht in Streifenfrässaaten bzw. Mulchsaaten, der Einsatz von Schleppschlauchverteilern für Gülle (Fig. 106) und das Reduzieren der Stickstoffdüngung auf 80 % der Normdüngung, durchgeführt.

Wie aus der Figur 107 hervorgeht, sinken die Nitratgehalte seit 2003 signifikant. Trotz grossen Schwankungen (im Einzugsgebiet bzw. in der Nähe der Grundwasserfassung sind noch nicht alle Landwirte ins Pilotprojekt Nitratreduktion im Klettgau integriert) liegen die Konzentrationen nun

deutlich unter dem Toleranzwert von 40 mg/l, und der Wert scheint sich gegen 25 mg/l zu bewegen. Seit September 2005 kann das vom GWPW Chrummenlanden geförderte Wasser wieder als Trinkwasser genutzt werden.

Wie anhand von detaillierten Berechnungen gezeigt werden konnte, waren die Kosten zur Nitratelimination mittels landwirtschaftlicher Massnahmen zwei- bis vierfach tiefer als für eine Elimination des Nitrates mittels technischer Aufbereitung.

106 Gülleausbringung mit einem Schleppschlauchverteiler. Foto: Vakutec, Österreich



107 Entwicklung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser des GWPW Chrummenlanden und im Grundwasser des GWPW Muzzell (der lebensmittelrechtlich festgelegte Toleranzwert liegt bei 40 mg/l und die Anforderung nach dem Gewässerschutzrecht bei 25 mg/l). Grafik: ALU

Massnahmen an der Quelle sind also nicht nur aus ökologischer Sicht sinnvoll, sondern sie sind auch aus finanzieller Sicht attraktiver als End-of-Pipe-Lösungen.

Das Pilotprojekt Klettgau hat nicht nur wichtige Erkenntnisse geliefert, sondern das Grundwasserpumpwerk Chrummenlanden auch wieder zu einer wichtigen Stütze in der Wasserversorgung des Klettgaus gemacht.

4.4 Grundstück- und Siedlungsentwässerung

108 Vorklärbecken der ARA Röti (Erneuerung im Jahre 2006). Im Hintergrund der Vorfluter Rhein. Foto: ALU

109 ARA Bibertal Hegau. Foto: ALU

Beinahe alles Abwasser (98 %) aus Haushalten und Gewerbe sowie sämtlicher Industriebetriebe im Kanton Schaffhausen wird in zentralen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) gereinigt (Fig. 108, 109). Die Kläranlagen im Kanton Schaffhausen reinigen jeden Tag ca. 100 000 m³ verschmutztes Abwasser, das nach der Aufbereitung in ein Oberflächengewässer eingeleitet wird. Im Kanton Schaffhausen sind über 460 km Kanalisationsleitungen und Sonderbauwerke mit einem Wiederbeschaffungswert von über 650 Mio. Fr. verbaut. Mittels verursacherbezogener Abwassergebühren ist für den Bau, Betrieb und Unterhalt der Abwasseranlagen gesorgt.

Das Gewässerschutzgesetz (GSchG) verlangt den quantitativen Schutz des Wassers. Ein wesentliches Element ist dabei die Trennung von nicht verschmutztem und verschmutztem Wasser. Durch das Versickernlassen von nicht verschmutztem Wasser wird versucht, dem natürlichen Wasserkreislauf wieder etwas näher zu kommen und die

Abwasserreinigungsanlagen zu entlasten (Fig. 110, 111). Damit ausreichende Mengen versickern können, sind von den Gemeinden im Rahmen der Generellen Entwässerungsplanung (GEP, siehe nachstehend) Versickerungskarten zu erstellen. Daneben gibt es aber auch Niederschlagswasser, das nicht unbehandelt versickern darf. Dazu wurde vom Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) eine umfangreiche Richtlinie erstellt.

110 Versickerungsanlage Rossfähi Beringen. Foto: ALU

Aufgrund der Lebensdauer von Kanalisationssystemen – etwa 70 Jahre – und um eine Überalterung der Anlagen zu vermeiden, ist eine generelle Planung notwendig. Ohne regelmässige Zustandsaufnahmen besteht die Gefahr schwerwiegender technischer, ökologischer und finanzieller Folgen.

111 Versickerungsanlage Beringen, Industriezone West. Foto: ALU

Deshalb sind die Gemeinden verpflichtet, für ihr Gemeindegebiet einen Generellen Entwässerungsplan (GEP) zu erstellen. Der GEP ist ein Planungsinstrument, das zu einem finanz- und umweltbewussten Unterhalt der Entwässerungsanlagen auf dem gesamten Gemeindegebiet beiträgt. Er berücksichtigt die gesamte Entwässerung und die Anforderungen der Gewässer in diesem Gebiet.

Die aus einem GEP resultierenden Massnahmen haben die Gemeinden nach Sanierungsprioritäten und finanziellen Möglichkeiten umzusetzen. Die Erstellung dieser GEP wurde mit namhaften Bundesbeiträgen subventioniert.

Das im Kantonsgebiet anfallende Regenwasser von Dächern und Vorplätzen wird zu 85 % im gleichen Kanal wie das häusliche Abwasser abgeleitet (Mischsystem). Das Kanalnetz des Mischabwassers zur Abwasserreinigungsanlage (ARA) kann aus wirtschaftlichen Gründen nicht beliebig

gross dimensioniert sein. Im Falle eines mittelstarken Niederschlages können die Regenklärbecken das mit Regenwasser verdünnte Abwasser aufnehmen und später kontrolliert sowie mechanisch vorgereinigt an die ARA abgeben. Bei sehr starken Regenereignissen leiten Hochwasserentlastungen oder Regenüberläufe das die Kapazität des Kanals zur ARA übersteigende stark verdünnte Mischwasser in ein Gewässer ein.

Im Kanton Schaffhausen sind über 35 Regenklärbecken und über 90 Hochwasserentlastungen in Betrieb.

In seiner Studie über die Qualität der Fliessgewässer im Kanton Schaffhausen hat das ALU im Jahre 2002 festgehalten, dass der allgemeine Rückgang der Nährstoffparameter Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat zum einen auf die sorgfältigere landwirtschaftliche Nutzung und zum anderen auf den optimierten Einsatz der Schmutzwasserbehandlung der Schaffhauser Kläranlagen zurückzuführen ist. Wassermessungen, welche seit 1975 regelmässig durchgeführt werden, zeigen betreffend Phosphatbelastung in den Oberflächengewässern eine deutliche Verbesserung.

4.4.1 Grundstückentwässerung

Der Zustand der öffentlichen Kanalisationen ist aufgrund der Generellen Entwässerungsplanung, die in allen Gemeinden im Kanton Schaffhausen erstellt wurde, bekannt. Den privaten Anlagen der Grundstückentwässerung wurde bis anhin zu wenig Beachtung geschenkt. Diese Anlagen dürften ebenso schadhaft sein wie Teile der öffentlichen Kanalisation. Zum Schutz der Gewässer und des Grundwassers braucht es Entwässerungssysteme, die in allen Teilen einwandfrei funktionieren. Mit einer professionalisierten Organisation im Bereich der Abwasseranlagen sind Kontrollen von Neubauten durchzuführen. Weiter sind mit einem den Verhältnissen angepassten Aufwand der Unterhalt, der Ersatz und die Sanierung der Anlagen sicherzustellen, damit künftige Fehler und Schäden vermieden werden können. Es muss das Ziel sein, die gesamte Abwasserentsorgung als eine technische Einheit aus öffentlichen und privaten Anlagen zu betrachten und die Vollzugsaufgaben dazu umfassend und seriös wahrzunehmen. Der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) empfiehlt bereits in seinem Leitfaden vom Januar 2006 die Umsetzung von effizienten und nachhaltigen Massnahmen im Bereich der Grundstückentwässerung und bietet Kurse für die Ausbildung zur «Fachperson Grundstückentwässerung» an.

4.4.2 Gebühren

Zur Deckung der aus Bau, Unterhalt, Sanierung, Ersatz, Kontrolle und Amortisation der öffentlichen Abwasseranlagen anfallenden Kosten müssen die Gemeinden verursacherbezogene und kostendeckende Gebühren erheben. Viele Gemeinden im Kanton Schaffhausen erheben – wie im Bereich der Wasserversorgung – zu tiefe Gebühren. Setzt man eine durchschnittliche Amortisationszeit von 70 Jahren für sämtliche Kanalisationsanlagen voraus und will man nicht an Substanz verlieren, müsste knapp 1.5% des Gesamtwertes dieser Anlagen pro Jahr investiert werden (ca. Fr. 9.5 Mio.). Obwohl Erfahrungen zeigen, dass die Lebensdauer gut unterhaltener Abwasseranlagen verlängert wird, zeigt die Auswertung der GEP aller Gemeinden im Kanton aber, dass im Durchschnitt pro Jahr zu wenig, nämlich nur 1.1% des gesamten Wiederbeschaffungswertes investiert wird.

4.5 Belastete Standorte, Boden

Belastete Standorte sind alte Deponien (Altablagerungen), verunreinigte Betriebsstandorte und nicht sanierte Unfallstandorte, also Bereiche räumlich klar definierter Ausdehnung. Als Altlasten werden belastete Standorte bezeichnet, die saniert werden müssen. Dies ist der Fall, wenn Schadstoff-Emissionen zu schädlichen oder lästigen Einwirkungen auf Mensch und Umwelt führen oder führen können.

Dazu kommen diffus verteilte Schadstoffe im Boden (Kupferbelastung in Rebbergen, Bleibelastung entlang von Strassen), die heute sehr weit verbreitet sind.

Dem Wasser kommt als Transportmedium vieler Schadstoffe eine zentrale Bedeutung zu. Durch Auswaschung können Schadstoffe ins Oberflächen- und Grundwasser und damit auch in den Nahrungskreislauf von Pflanze, Tier und Mensch gelangen. Solche Auswaschungen können auch Jahrzehnte oder Jahrhunderte nach der Ablagerung oder Freisetzung der Schadstoffe erfolgen. Es wird das Ziel verfolgt, einerseits keine neuen Altlasten entstehen zu lassen, andererseits die «Sünden von gestern» innerhalb einer Generation (Zeithorizont 20 bis 25 Jahre) auszuräumen. Der Kanton führt nach Vorgabe des Bundes einen Kataster der belasteten Standorte (KbS), der im Kanton Schaffhausen per Ende 2008 fertiggestellt und übers Internet zugänglich gemacht werden soll. Es ist davon auszugehen, dass der Kataster rund 250 bis 300 Einträge umfassen wird. Die Altlastensituation des Kan-

tons Schaffhausen ist grundsätzlich jener des Mittellandes vergleichbar. Eine Reihe von kleineren Altablagerungen sowie von gewerblichen und industriellen Betriebsstandorten prägen das Bild. Besondere Aufmerksamkeit verlangen aber die Standorte der ehemaligen Grossindustrie in Schaffhausen und Neuhausen am Rheinfall. Mit Schwermetallen belasteter Giessereisand wurde einerseits in Deponien gelagert, andererseits auch immer wieder für kleinere Geländeaufschüttungen und Hinterfüllungen eingesetzt.

Die meisten belasteten Standorte des Kantons Schaffhausen sind nach heutigem Stand der Erkenntnisse weder überwachungs- noch sanierungsbedürftig und sind somit keine Altlasten. Nur an wenigen Stellen konnte eine wirkliche Belastung des Grundwassers aufgrund einer Altlast gemessen werden; nirgends ist aber ein bisher nachweisbarer Einfluss auf ein genutztes Grundwasser festgestellt worden. Bei einer Reihe von Standorten kann aber mittelfristig eine Beeinflussung nicht ausgeschlossen werden. Deshalb werden diese laufend mit entsprechenden Grundwasserüberwachungsprogrammen überwacht.

Besonders intensiv wurde in den letzten Jahren auf nationaler und kantonaler Ebene die Beurteilung der Schiessanlagen vorangetrieben. Über Jahrzehnte wurden gesamtschweizerisch jährlich 400 bis 500 t Blei und rund 20 t Antimon pro Jahr eingetragen (geschätzter Anteil im Kanton Schaffhausen: rund 7 t Blei und 300 kg Antimon). Während noch vor wenigen Jahren das Hauptaugenmerk dem Blei galt, konzentriert man sich heute stärker auf Antimon, das in seiner Toxizität dem Arsen vergleichbar ist. Aufgrund der höheren Löslichkeit von Antimon kann unter bestimmten Voraussetzungen dessen Gefährdungspotenzial grösser sein als dasjenige von Blei.

Betreffend Blei hat sich die Situation entlang von Strassen seit der Einführung von bleifreiem Benzin merklich gebessert. (Anmerkung: Der Ersatz von Blei durch MTBE im Benzin hat allerdings zu einer entsprechenden Gewässerverschmutzung geführt, siehe dazu Kap. 2.1.3.)

Nebst den belasteten Standorten, die lokal begrenzt sind, gibt es diffuse Einträge ohne klar lokalisierbare Quellen. Diese stellen in erster Linie eine Belastung der Böden dar und betreffen nur selten das Grundwasser.

5. Grundsätze und Massnahmen – zusammenfassende Sicht des Kantons

5.1 Wassernutzung

5.1.1 Nutzung als Trinkwasser und zu Löschzwecken

- *Strukturen:* Kleinere Wasserversorgungen sind kaum mehr in der Lage, die heutigen und zukünftigen Anforderungen zu erfüllen. Im Prinzip würde für die Trinkwasserversorgung eine Betreiberorganisation für das ganze Kantonsgebiet ausreichen. Doch auch mit regionalen Wasserversorgungseinheiten können die genannten Ziele verwirklicht werden.
- *Betriebssicherheit:* Jede Wasserversorgung verfügt mindestens über zwei voneinander unabhängige und leistungsfähige Wasserbezugsorte. Bei einem Ausfall der grössten Ressource müssen die übrigen kurzfristig den mittleren Wasserbedarf abdecken können. Dank Verbundlösungen treten keine saisonalen Engpässe auf. Dies auch nicht während längerer Trockenperioden, die in Zukunft vermehrt auftreten können.
- *Professionelle Betreuung:* Sämtliche Wasserversorgungen im Kanton Schaffhausen werden von fachspezifisch ausgebildetem Personal geleitet bzw. betreut.
- *Selbstkontrolle:* Jede Wasserversorgung verfügt über die gesetzlich vorgeschriebene Selbstkontrolle (Qualitätssicherung).
- *Finanzielle Führung:* Die Wasserversorgungen verfügen über ein zweckmässiges, den Bedürfnissen angepasstes finanzielles Führungsinstrument (inkl. Betriebs- und Investitionsrechnung) und über eine transparente Gebührengestaltung. Dies ist die Basis für den systematischen Werterhalt der Anlagen.
- *Betriebs- und Unterhaltskosten:* Die Wasserversorgungen werden mit einem optimalen Kosten/Leistungs-Verhältnis betrieben.
- *Löschwasserversorgung:* Für den Löschwasserbedarf stehen im ganzen Kantonsgebiet ausreichende Wassermengen mit ausreichendem Druck zur Verfügung.
- *Arbeitssicherheit:* Die Wasserversorgungen sind verpflichtet, zum Schutze der Gesundheit der Arbeitnehmenden alle Massnahmen zu treffen, die nach der Erfahrung notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den Verhältnissen des Betriebes angemessen sind (Unfallversicherungs- und Arbeitsgesetz).

5.1.1.1 Was ist zu tun?

- *Bildung von grösseren Wasserversorgungseinheiten:* Die Gemeinden schliessen sich wie im Bereich der Abwasserentsorgung zusammen. Die Initiative liegt bei den Gemeinden.
- *Finanzielle Führungssysteme:* Bei der Einrichtung von Zweckverbänden sind die Empfehlungen des Schweizerischen Verbandes des Gas- und Wasserfaches (SVGW) umzusetzen (inkl. Kostenrechnung).
- *Generelle Wasserversorgungsprojekte (GWP):* Die GWP sind für die Gemeinden ein gutes Planungsinstrument, das auf einem aktuellen Stand gehalten werden soll.
- *Umsetzung der Wasserversorgungskonzepte:* Bei der Erteilung von Subventionen durch die Feuerpolizei und der Erteilung von Konzessionen durch das kantonale Tiefbauamt TBA wird die Einhaltung der für die Regionen erarbeiteten Konzepte überprüft.
- *Vollzug des Lebensmittelrechts:* Das kantonale Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz (ALU) ist Vollzugsbehörde des Lebensmittelrechts und damit verpflichtet, für die Einhaltung der lebensmittelrechtlich-hygienischen Vorgaben zu sorgen. Dies kann auch bauliche Massnahmen zur Folge haben.

5.1.2 Weitere Nutzungen von Grundwasser

- Die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser hat Vorrang gegenüber anderen Nutzungen.
- Die Grundwasservorkommen sollen haushälterisch genutzt und mengenmässig geschont werden.

5.1.2.1 Was ist zu tun?

- *Entnahme von Grundwasser:* Entnahmen von Grundwasser zu anderen Zwecken als zur Verwendung als Trinkwasser, insbesondere für landwirtschaftliche Bewässerungen, werden nur in Ausnahmefällen und mit restriktiven Nutzungsbestimmungen bewilligt. Allenfalls werden nur gezielte, dosierte Bewässerungen (z. B. Tropfbewässerungen) von nachhaltigen Kulturen bewilligt.
- *Bewilligungsreglement:* Der Kanton erlässt ein Bewilligungsreglement für die Entnahmen von Grundwasser zu Bewässerungszwecken.

5.1.3 Wasserentnahmen aus Oberflächenwasser

- Der angekündigte Klimawandel wird zu einer Verschärfung der Nutzungskonflikte um Oberflächenwasser führen.
- Eine Übernutzung der Oberflächenwasser muss vermieden werden.
- Im Kanton Schaffhausen ist eine Wasserentnahme grundsätzlich nur aus Rhein, Wutach und Biber möglich. Im Gewässerschutzgesetz sind die Grundlagen für eine Bewilligung von Wasserentnahmen festgelegt. Im Einzugsgebiet des Rheines und der Wutach dürften auch in Zukunft – in Relation zur Wasserführung – nur geringe Wassermengen beansprucht werden. Für die Biber wurde die zu verbleibende Restmenge definiert.

5.1.3.1 Was ist zu tun?

- *Bewilligungen:* Negative Folgen einer allfälligen Entnahme müssen sorgfältig abgeklärt werden. Bei einer Bewilligung werden entsprechende Auflagen gemacht.
- *Biber:* Die Biber ist mittel- bis langfristig von Wasserentnahmen zu entlasten, nach Möglichkeit sogar vollständig zu befreien. Als Alternative drängt sich eine Gemeinschaftsanlage mit Wasserentnahme aus dem Rhein auf. Das Rheinwasser könnte über eine Transportleitung nach Buch gefördert und seitlich auf die Landwirtschaftsflächen verteilt werden. Eine Machbarkeitsstudie liegt vor. Der Kanton unterstützt diese Projektidee und hilft bei der Bildung einer Genossenschaft.
- *Mengenmessungen:* Bei Wasserentnahmen aus Oberflächengewässern muss die Erfassung der gepumpten Mengen konsequent über eine Mengenmessung erfolgen. Zukünftig werden entsprechende Auflagen bei der Bewilligungserteilung gemacht. Bestehende Wasserentnahmen, welche noch nicht über eine Mengenmessung verfügen, sind innerhalb einer Übergangsfrist mit entsprechenden Messeinrichtungen umzurüsten.

5.1.4 Materialabbau

- Materialabbaustellen sind Störzonen im Filter- und Schutzbereich der über dem Grundwasserhorizont liegenden Deckschicht.
- Materialabbaustellen vermindern die Schutzstärke und bilden eine potenzielle Gefahr bei der Wiederauffüllung.

5.1.4.1 Was ist zu tun?

- *Bestehendes Materialabbaukonzept:* Das bestehende Materialabbaukonzept aus dem Jahre 1997 ist Bestandteil der kantonalen Richtplanung und soll konsequent angewendet und umgesetzt werden. Insbesondere die Pflicht zur Ausscheidung von Materialabbauzonen bei Gruben mit einem Gesamtabbauvolumen von mehr als 20'000 m^3 wird konsequent durchgesetzt.
- *Temporäre Abbau- und Auffüllstellen:* Es werden keine temporären Abbau- und Auffüllstellen im Rahmen von Bauvorhaben bewilligt. Der Bezug von Kies und anderen Materialien für Bauvorhaben sowie die Ablagerung von Aushub aus Baustellen hat über die offiziell bewilligten Abbau- und Auffüllstellen zu erfolgen.
- *Qualität des Materials:* An die Qualität des Auffüllmaterials werden auch weiterhin hohe Ansprüche gestellt. Bei der Erteilung einer kantonalen Bewilligung wird diesem Aspekt besondere Beachtung geschenkt. Die Pflicht zur Durchführung der Materialdeklaration ist bei allen Abbaustellen durchzusetzen.
- *Überarbeitung des Materialabbaukonzeptes:* Das Materialabbaukonzept soll überarbeitet werden. Mittels Positivplanung sollen zukünftige Kiesabbauareale bezeichnet und ausgeschieden werden. Es ist eine Konzentration auf weniger Standorte notwendig. Kleinere Kiesgruben mit Abbauvolumen von weniger als 20'000 m^3 sind zukünftig aus Sicht des Gewässer- und Landschaftsschutzes nicht mehr zu bewilligen.

5.1.5 Erdwärmenutzung

- Die Bedeutung der Erdwärmenutzung ist aus umweltpolitischer Sicht unbestritten. Beim Bau und Betrieb solcher Anlagen müssen die Anliegen des Grundwasserschutzes berücksichtigt werden. Erdwärmesonden werden grundsätzlich nur dort zugelassen, wo sie nicht mit Grundwasser in Berührung kommen.

5.1.5.1 Was ist zu tun?

- *Nutzungsplanung:* Im Rahmen des Wasserwirtschaftsplanes wurde eine separate Nutzungsplanung für Erdwärmesonden-Anlagen bis 200 Meter erstellt. Es wurden Gebiete bezeichnet, in welchen Erdsonden zugelassen,

bedingt zugelassen (mit Auflagen) bzw. nicht zugelassen sind. In Zukunft wird diese Nutzungsplanung umgesetzt.

5.1.6 Thermische Nutzung von Grundwasser

- Die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser hat Vorrang gegenüber anderen Nutzungen.
- Die thermische Nutzung von Grundwasser wird restriktiv gehandhabt, insbesondere ist eine Erwärmung des Grundwassers zu vermeiden. Die Rückgabe des genutzten Wassers über Versickerung ist unbedingt anzustreben.

5.1.6.1 Was ist zu tun?

- *Nutzungsplanung:* Im Rahmen des Wasserwirtschaftsplanes wurde eine separate Nutzungsplanung für thermische Grundwassernutzungen erstellt. Es wurden Gebiete bezeichnet, in welchen entsprechende Nutzungen zugelassen, bedingt zugelassen (mit Auflagen) bzw. nicht zugelassen sind. Die Nutzungsplanung wird von den Behörden verbindlich umgesetzt.
- *Vollzugshilfe:* In Zusammenarbeit mit den Ostschweizer Kantonen wird eine Vollzugshilfe für die Bewilligungspraxis ausgearbeitet. Der Kanton Schaffhausen wird sich an diese halten.
- *Einleitung ins Oberflächenwasser:* Das Einleiten von thermisch genutztem Grundwasser in ein Oberflächengewässer wird nur in begründeten Ausnahmefällen gestattet.

5.1.7 Thermische Nutzung von Oberflächenwasser und Abwasser

- Es kann davon ausgegangen werden, dass Gesuche für eine thermische Nutzung von Oberflächengewässern in Zukunft zunehmen werden. Solche Nutzungen werden im Kanton Schaffhausen nur in 1.-Klasse-Gewässern zugelassen.
- Durch eine koordinierte und zurückhaltende Erteilung von Bewilligungen für Oberflächenwasser soll eine Übernutzung der Gewässer vermieden werden. Eine stärkere thermische Nutzung von Abwasser erscheint aus ökologischer Sicht sinnvoll.

5.1.7.1 Was ist zu tun?

- *Rechtliche Aspekte:* Bei der Erteilung einer gewässerschutzrechtlichen Bewilligung für thermische Oberflächengewässernutzung (Tiefbauamt TBA) oder Abwassernutzung (ALU) gilt die Gewässerschutzgesetzgebung.

5.2 Gewässerschutz

5.2.1 Grundwasserschutz

- Die Schutzzonen sind im ganzen Kanton rechtskräftig ausgeschieden und werden überwacht.
- Die zuständigen Wasserversorgungen kontrollieren regelmässig die Einhaltung der Vorschriften in den Schutzzonen.
- Grundwasserschutzareale werden durch den Kanton rechtskräftig ausgeschieden. Damit wird eine künftige Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser sichergestellt.

5.2.1.1 Was ist zu tun?

- *Schutzzonen:* Nach Vorliegen der definitiven regionalen Wasserwirtschaftspläne sind die Schutzzonen anzupassen und durch das Departement des Innern genehmigen zu lassen. Das ALU unterstützt und berät die Gemeinden bei der Überarbeitung ihrer Schutzzonen und stellt beispielsweise ein Musterreglement zur Verfügung. Es überprüft die Einhaltung der Schutzzonenreglemente.
- *Verringerung des Gefährdungspotenzials:* Bei jeder sich bietenden Gelegenheit haben Kanton und Gemeinden darauf hinzuwirken, dass vorhandenes Gefährdungspotenzial verkleinert wird.

5.2.2 Schutz der Oberflächengewässer

- Oberflächengewässer sind vor allem auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen und müssen daher naturnahe morphologische und hydrologische Eigenschaften aufweisen.

- Es muss dafür gesorgt werden, dass die gewässerschutzrechtlichen Vorgaben für Oberflächengewässer im Kanton eingehalten werden. Wassermessungen, die seit 1975 regelmässig durchgeführt werden, zeigen in Bezug auf die Phosphatbelastung eine deutliche Verbesserung. In vielen Bereichen ist die Situation allerdings noch nicht befriedigend. Die Ergebnisse nach dem Modulstufenkonzept zeigen deutlich, wo Handlungsbedarf besteht.

5.2.2.1 Was ist zu tun?

- *Strukturelle Aspekte:* Die Fliessgewässer müssen strukturell und bezüglich Raumangebot aufgewertet werden. Dabei darf die Qualität des Grund- und Trinkwassers nicht beeinträchtigt werden.
- *Richt- und Nutzungsplanung:* In der Richt- und Nutzungsplanung müssen die Einzugsgebiete der Gewässer mehr berücksichtigt werden.
- *Siedlungsentwässerung:* In den Generellen Entwässerungsplanungen werden unter anderem Massnahmen im Bereich der Entlastung der Kanalisation von Regenwasser, Gewässereinleitungen und Abwasserreinigung festgelegt.
- *Chemische Belastung:* Nicht nur Einträge von Nährstoffen, sondern auch Einträge von Schadstoffen müssen weiter verringert werden. Die ökotoxikologische Wirkung vieler Stoffe muss noch erforscht werden. Die Entwicklung wird beobachtet.
- *Schadenereignisse:* Der Gewässerschutz- und der Pikettdienst beraten die Einsatzkräfte bei konkreten Schadenereignissen.

5.2.3 Stickstoff in den Oberflächengewässern

- Nitrat gelangt direkt oder über das Grundwasser in die Oberflächengewässer und trägt dort zur Eutrophierung (übermässiges Pflanzenwachstum) bei. Davon betroffen ist insbesondere die Nordsee, wo Stickstoff der wachstumslimitierende Faktor ist.
- Generell muss im Einzugsgebiet des Rheins gemäss «Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks» (OSPAR) die Nitratfracht ins Grund- und Oberflächenwasser reduziert werden.

5.2.3.1 Was ist zu tun?

- *Emissionen in der Landwirtschaft:* Da die mittelgrossen und grossen Kläranlagen im Kanton Schaffhausen gemäss Vorgaben des Bundes entsprechend dem Stand der Technik mit einer Nitrifikations- respektive Denitrifikationsstufe ausgerüstet sind, ist das Augenmerk auf die Emissionen in der Landwirtschaft zu richten.

5.2.4 Forst- und Landwirtschaft

- Die Suisse Bilanz als obligatorischer Teil des ökologischen Leistungsnachweises und die Ausdehnung der ökologischen Ausgleichsflächen haben zu einer erheblichen Verminderung des Handelsdüngereinsatzes beigetragen und dadurch zu einer deutlichen Nitratreduktion in den Grundwasservorkommen im Kanton Schaffhausen geführt. Die Nitratkonzentrationen liegen heute im genutzten Grundwasser unter dem lebensmittelrechtlich vorgeschriebenen Wert von 40 mg/l.
- Es sind weitere Anstrengungen nötig, damit mittelfristig die Werte unter die Anforderung von 25 mg/l sinken. In folgenden Bereichen sind weitere Verbesserungen anzustreben:
  Stickstoff: Noch heute trägt in der Schweiz die Landwirtschaft zu über 50 % zur Stickstoff- und zu über 70 % zur Nitratbelastung bei.
  Phosphor: Über 70 % des P-Einsatzes in der Schweiz stammt aus Hofdüngern. Probleme ergeben sich vor allem in Gebieten intensiver Tierhaltung.
  Fremdstoffe: Der Eintrag von Pflanzenschutz- und Tierarzneimitteln in Oberflächen- und Grundwasser aus der Landwirtschaft ist gezielt zu senken.

5.2.4.1 Was ist zu tun?

- *Ökologisierung der Landwirtschaft:* Die Ökologisierung der Landwirtschaft ist weiter voranzutreiben.
- *Punktuelle Massnahmen:* Für einzelne Grundwasserfassungen sind gezielte Massnahmen zur Nitratreduktion nach Art. 62a Gewässerschutzgesetz möglich.
- *Eintrag von Pestiziden:* Mit der Überprüfung der Zulassungsbewilligung für Pestizide durch die zuständige Behörde wird die Anzahl der Produkte laufend reduziert. Ab 2010 müssen alle Feldspritzen mit einem Frisch-

wassertank ausgerüstet sein, um die Reinigung der Gerätschaften auf dem gewachsenen Boden im Feld zu ermöglichen. Damit wird der Eintrag des Spülwassers in die Oberflächengewässer verhindert.

- *Güllebehälter:* Die Verschmutzung der Gewässer durch undichte Lagereinrichtungen für flüssige Hofdünger muss reduziert werden. Das ALU prüft zusammen mit dem Schaffhauser Bauernverband, wie mittels einer Branchenlösung die Güllebehälter einer periodischen Dichtigkeitskontrolle unterzogen werden können.

5.2.5 Siedlungsentwässerung

- *Abwasserreinigung:* Der bestehende gute Stand der Abwasserreinigung muss gehalten werden. Zudem sollen sukzessive – soweit tragbar – die aktuellsten Erkenntnisse der Abwassertechnik umgesetzt werden.
- *Verursachergerechte Gebühren:* Die Gemeinden haben mittels verursacherbezogener Abwassergebühren für den Bau, Betrieb und Unterhalt der Abwasseranlagen zu sorgen. Das bestehende Kanalnetz ist in seinem Wert zu erhalten, und Fehlinvestitionen sind zu vermeiden.
- *Trennung von nicht verschmutztem und verschmutztem Abwasser:* Durch das Versickern von nicht verschmutztem Wasser (möglichst durch die belebte Bodenschicht) muss der natürliche Wasserkreislauf erhalten bleiben (Fig. 109, 110). Dadurch werden auch die Abwasserreinigungsanlagen entlastet.
- *Grundstückentwässerung:* Die Gefährdung von Grundwasser durch austretendes Schmutzwasser aus der privaten und öffentlichen Grundstückentwässerung (undichte Schmutzwasserkanalisation) muss möglichst verhindert werden.

5.2.5.1 Was ist zu tun?

- *Abwasserreinigungsanlagen:* Der Standort von kleineren Abwasserreinigungsanlagen mit schlechten Verdünnungsverhältnissen in den Vorflutern muss überprüft werden. Bei der Erstellung und beim Betrieb von Anlagen (kommunale ARA, Kleinkläranlagen etc.) bietet das ALU Hilfestellung an. Es überprüft zudem die Einleitungswerte in Fliessgewässer. Die Entwicklung bei Mikroverunreinigungen wird aufmerksam beobachtet.
- *Verursachergerechte Gebühren:* Gemäss EG GSchG haben die Gemeinden ein kostendeckendes und verursacherbezogenes Finanzierungsmodell

einzuführen. Nach Vorliegen des genehmigten GEP durch das Departement des Innern haben die Gemeinden die Anpassung ihrer Gebührenreglemente vorzunehmen.

- *Generelle Entwässerungsplanung (GEP)*: Demnächst werden alle Gemeinden über genehmigte GEP verfügen und diese auch nach Sanierungspriorität und finanziellen Möglichkeiten umsetzen. Die GEP werden durch das ALU periodisch überprüft, und nötigenfalls wird eine Aktualisierung verlangt. Das ALU unterstützt die Gemeinden aber auch aktiv beim Auffinden und Eliminieren von Fehlanschlüssen sowie beim Abtrennen von Fremdwasser.
- *Grundstückentwässerung:* Die Grundstückentwässerung gehört in die Hand einer ausreichend ausgebildeten Fachperson.

5.2.6 Umweltbeobachtung und Weiterentwicklung

- Die Umweltbeobachtung umfasst die Erhebung des Zustandes der ober- und unterirdischen Gewässer anhand von physikalischen, chemischen und biologischen Kenngrössen. Sie ermöglicht, die zeitliche Entwicklung des Zustandes zu verfolgen. Dank der Umweltbeobachtung können negative Effekte und Trends frühzeitig entdeckt werden. Darauf basierend kann der Handlungsbedarf abgeleitet werden. Die Umweltbeobachtung dient aber auch der Erfolgskontrolle der getroffenen Massnahmen. Zudem ist die Schweiz aufgrund internationaler Übereinkommen verpflichtet, Grundlagendaten zur Umweltbeobachtung zu liefern (z. B. im Rahmen des WHO-Wasserprotokolls). Der Umweltbeobachtung kommt demnach eine zentrale Rolle zu.

5.2.6.1 Was ist zu tun?

Qualität von Grund- und Oberflächenwasser:

- Die Erfassung von traditionellen chemischen und physikalischen Parametern in Grund- und Oberflächenwasser (insbesondere N- und P-Verbindungen) soll fortgeführt werden.
- Punktuell ist Grundwasser im Abstrombereich von ehemaligen Ablagerungsstandorten (alte Gemeindedeponien) auf mögliche Einträge von Schadstoffen zu beobachten.
- Die bisherigen, stichprobenweisen Untersuchungen auf Mikroverunreinigungen zeigen keine für den Menschen gefährliche Mengen. Trotzdem

sind solche Verunreinigungen im Auge zu behalten. Wie Messungen in benachbarten Kantonen zeigen, können bestimmte Herbizide (z. B. Diuron) oder Insektizide (z. B. Diazinon) durchaus in ökotoxikologisch relevanten Konzentrationen vorkommen. Es gilt, die Entwicklung aufmerksam zu verfolgen und die Datenlage mit gezielten Messungen zu verbessern.

- Für die Beurteilung der Gewässergüte sollen nicht nur chemisch-physikalische, sondern auch biologische Untersuchungen, wie beispielsweise der Kieselalgenindex, eingesetzt werden.

Gewässernutzung:

- Im Rahmen der Überwachung der Grundwasserspiegel sind Nutzungs- resp. Übernutzungsindikatoren zu definieren.
- Im Falle der Oberflächengewässerüberwachung soll das Abflussmessnetz der 1.- und 2.-Klasse-Gewässer ausgebaut werden. Damit kann auch deren Nutzung respektive Übernutzung besser überwacht werden.

Ökomorphologie:

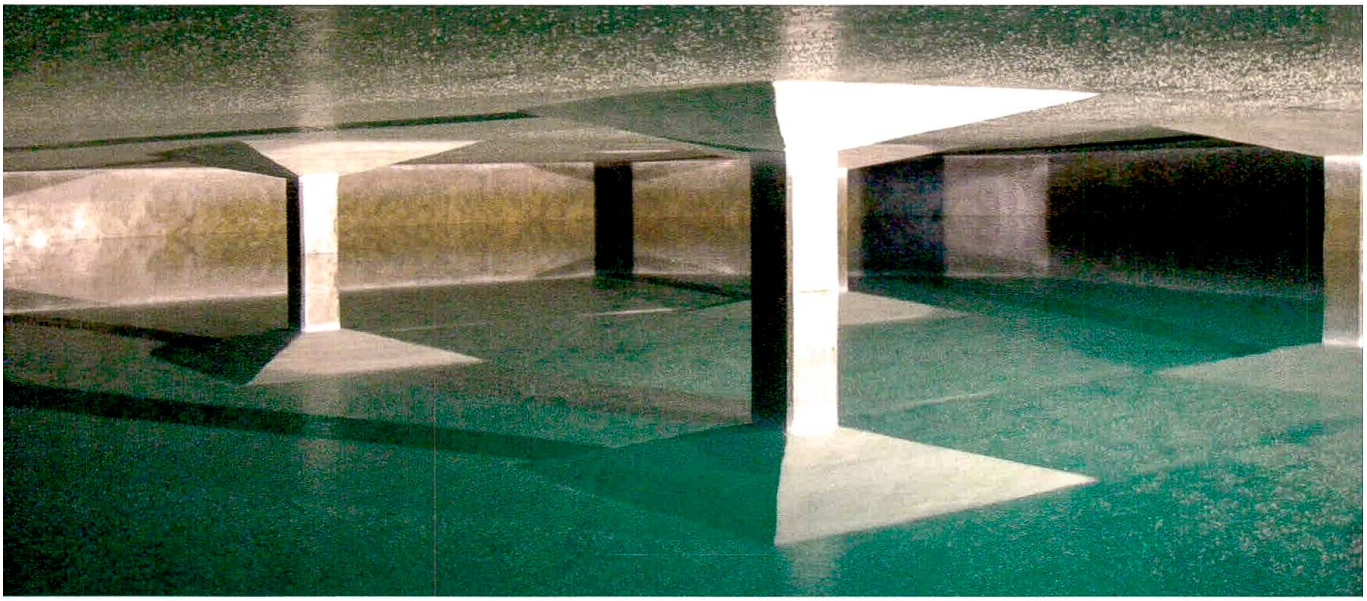
- Die Entwicklung des ökomorphologischen Zustandes der Fliessgewässer wird über die Nachführung der entsprechenden Daten (Ökomorphologie Stufe F) verfolgt.
- Mit Hilfe von ökomorphologischen Erhebungen gemäss Stufe S wurden die Defizite analysiert. Darauf basierend muss nun ein Konzept erarbeitet werden, wie diese Defizite beseitigt werden können (Massnahmenkonzept für 1.- und 2.-Klasse-Gewässer nach Prioritäten).

Daten und Berichte:

- Sämtliche Daten, inklusive Karten, sollen laufend aktualisiert werden. Die datenliefernden Ämter koordinieren untereinander, wer welche Daten aktualisiert. Damit die Daten auch auf nationaler Stufe direkt verwendbar sind (z. B. im Rahmen des Projektes «Netzwerk Umwelt Schweiz, NUS»), werden nationale Datenmodelle, sofern verfügbar, eingesetzt.
- Die Behörde ist verpflichtet, über die Umweltbeobachtung und den Fortschritt in der Wasserwirtschaft in geeigneter Form zu berichten.

6. Nachwort

Mit diesem Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft wollten wir der geneigten Leserin, dem geneigten Leser die Zusammenhänge im Wasserbereich näher bringen. Wir wollten zeigen, dass man das Wasser nicht gesondert in Einzelkompartimenten betrachten darf, sondern dass das Wasser die Welt wie ein dreidimensionales Netzwerk, das sogar tief in den Boden reicht, umspannt. Wasser ist ähnlich verletzlich wie die Luft. Alles, was wir dem Wasser «antun», bleibt zumindest für lange Zeit im Wasser. Wenn nicht bei uns, dann halt in den Weltmeeren, die die endgültigen Müllschlucker sind. Trotzdem haben die Weltmeere etwas Altruistisches an sich. Sie schlucken via Flüsse, Schiffe und zum Teil auch aus der Atmosphäre (z.B. CO_2) allen Müll und geben doch reinstes Wasser an die Atmosphäre ab. Das ist im Moment noch unser Glück. Dieses an die Atmosphäre abgegebene Wasser kommt als Gas bzw. als Wolken zu uns, ist sauber, bis es bei uns als Niederschlag auf die Erde fällt. Wenn wir zudem unserer Luft und unserem Boden Sorge tragen, kann ein Teil via – in baldiger Zukunft hoffentlich nur noch natürlichen oder naturnahen – Bächlein und Bäche den Flüssen zufliessen. Ein Teil kann «verdunsten», und ein nicht unerheblicher Teil versickert – bei intakter Umwelt –, ohne Schadstoffe aufzunehmen, und kann uns noch in einer fernen Zukunft mit Wasser, dem eigentlichen Lebenselixir, versorgen, damit unsere Trinkwasserreservoire, sinngemäss unsere Lebensversicherungen, für immer gefüllt bleiben.



112 Schaffhausen, Reservoir Säckelamtshüsli, 2 x 2000 m³. Foto: ALU