

Wasser im Kanton Schaffhausen : woher kommt es und wie gut ist es?

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **60 (2008)**

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

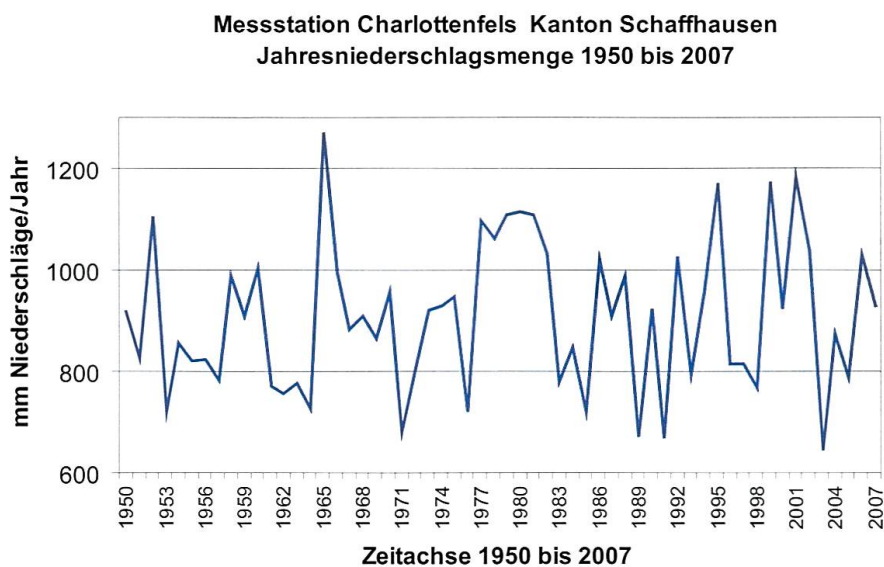
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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

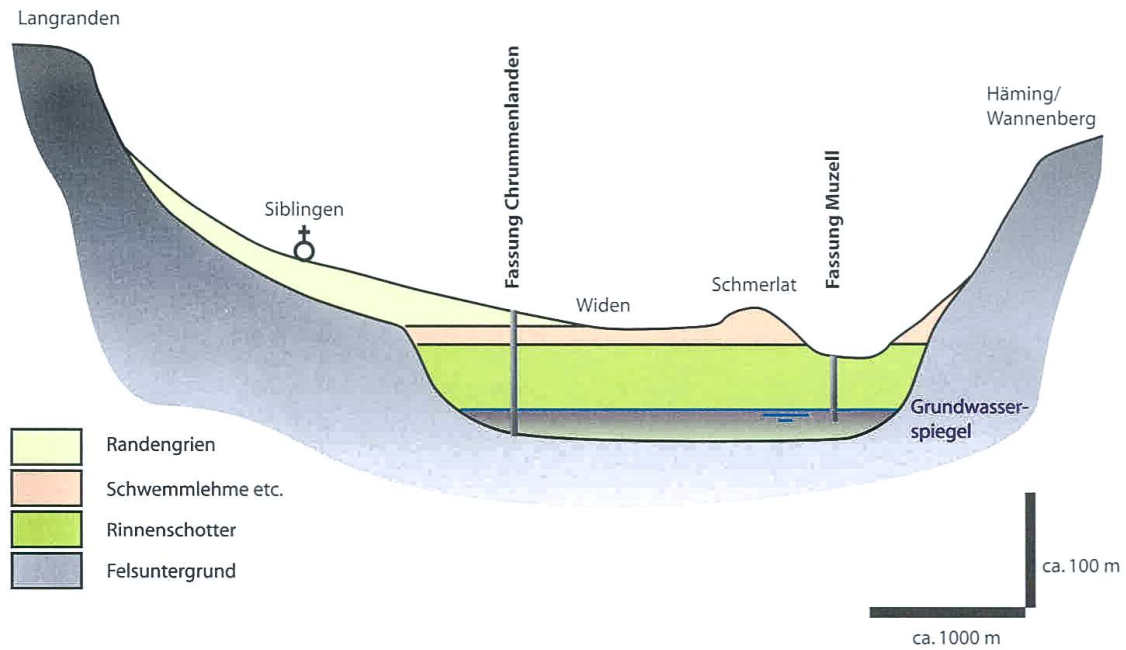
Im Kanton Schaffhausen fallen in trockenen Jahren 650 l, in nassen Jahren bis zu 1300 l Wasser pro Quadratmeter in Form verschiedener Niederschläge. Was nicht evapotranspiriert (sinngemäss verdunstet), fliesst oberflächlich ab und gelangt in Bäche und Flüsse, oder es versickert in den Oberboden und wird 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 Trasdingen 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 Trasdingen, 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 Etwilen im Kanton Thurgau, im Bibertal, in der Laag bei Dörflingen, im Merishausertal, im Wangental, in Oberhallau (gestautes Hanggrundwasser Weiherwiesen), im Wutachtal sowie im Rafzerfeld.

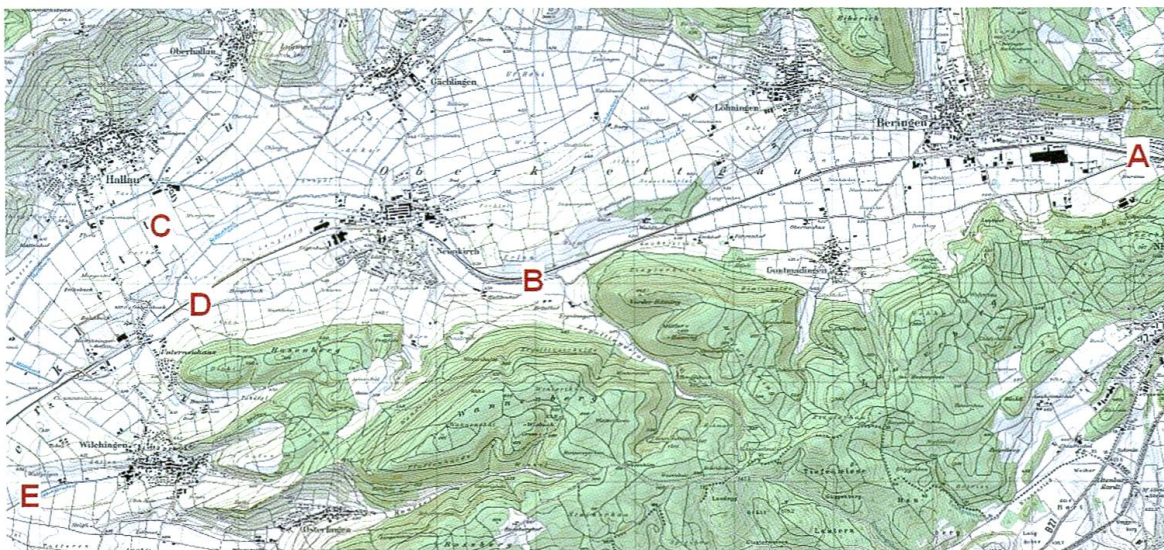
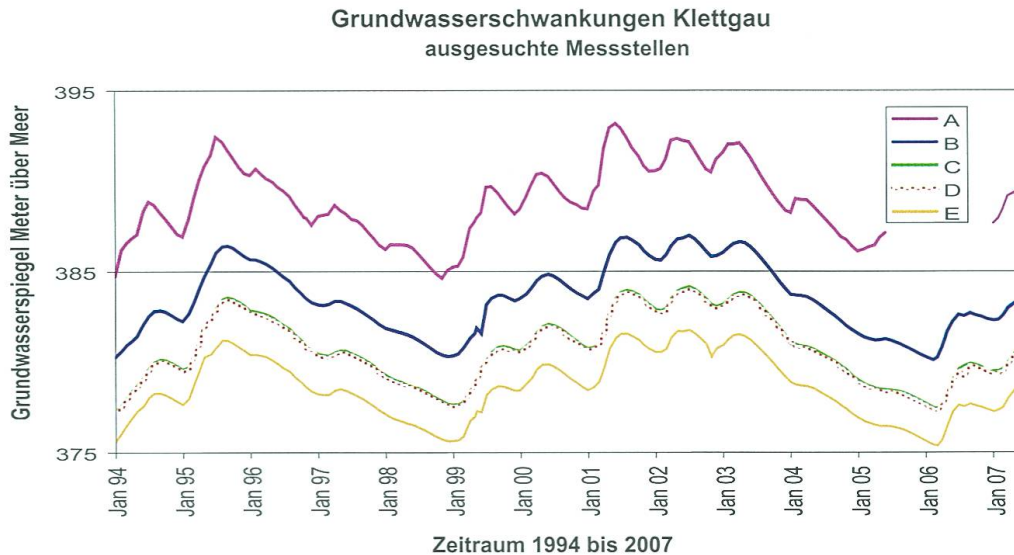
Zwei zurzeit nicht genutzte Grundwasser sind das Grundwasserpumpwerk Ifang in Trasadingen und ein gespanntes (selbständig an die Oberfläche tretendes) Grundwasser in Oberhallau (auf dem Rohr). Beide stammen aus tiefen, unterhalb der Schottergesteinsrinne des Klettgaus liegenden Muschelkalk-Formationen.

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 Schwemmlerme 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 AMPA¹⁾ 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 genutzte 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. Grossalgenteppe 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 Altweiher, 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 Gewässerslängen 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 hydro-morphologischen 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.

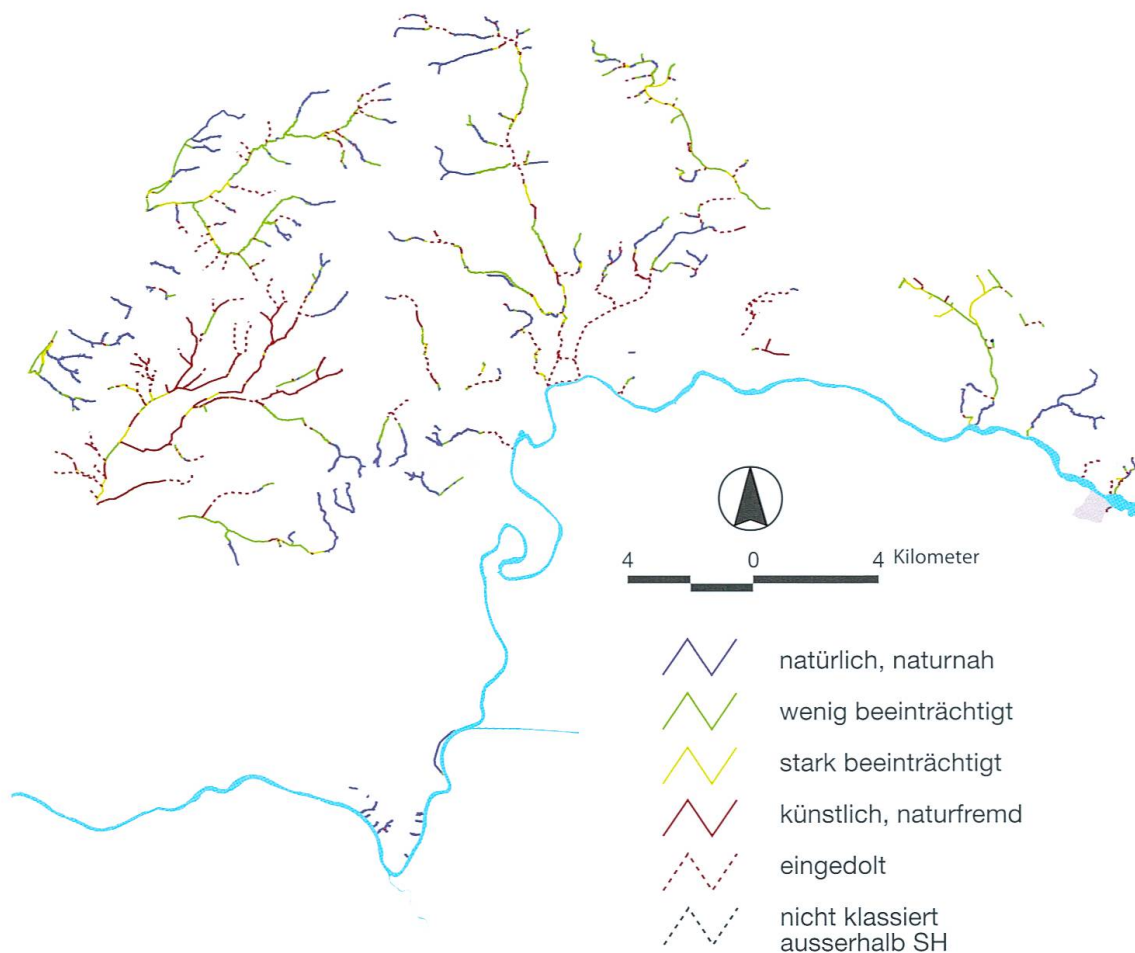
Gewässerschutzgesetz und Gewässerschutzverordnung streben daher neben einer guten Wasserqualität eine naturnahe Morphologie der Gewässer an. Es wird versucht, die Ökomorphologie, also die strukturelle Ausprägung des Gewässers und seines Uferbereiches, wieder aufzuwerten.

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).

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 m² 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.

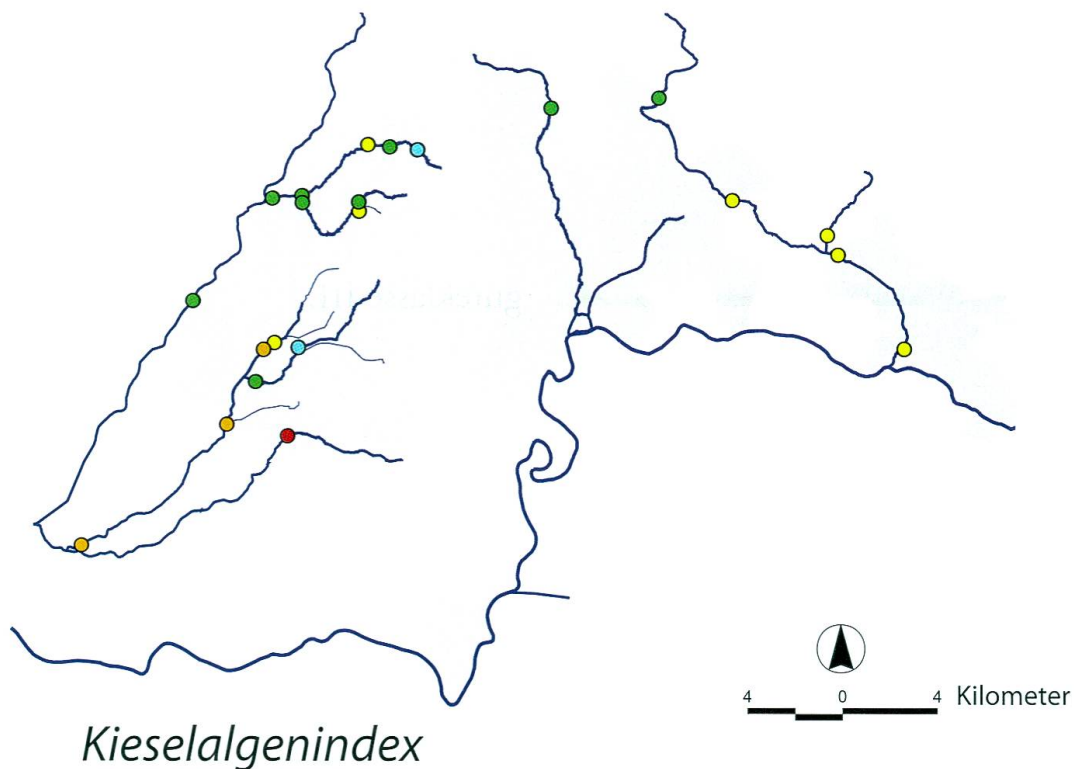


20 Köcherfliegenlarven. Foto: ALU

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 Kieselalgenindex (Fig. 21, 22).



21 Kieselalge. Foto: M. Koster, AfU Thurgau



22 Biologischer Zustand der Oberflächengewässer, beurteilt anhand des Kieselalgenindex (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).

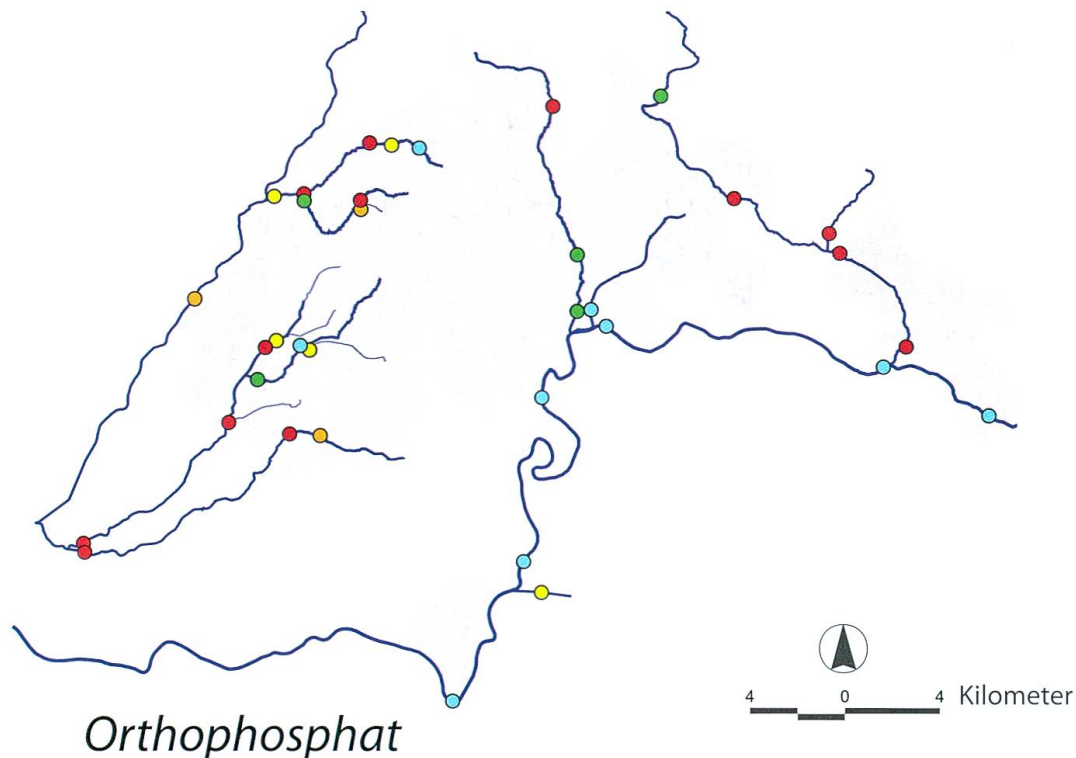
Gelöster organischer Kohlenstoff: Der DOC (= dissolved organic compound, gelöster organischer Kohlenstoff) ist ein Parameter, der die organische Belastung eines Gewässers anzeigt. Zwischen der DOC-Konzentration

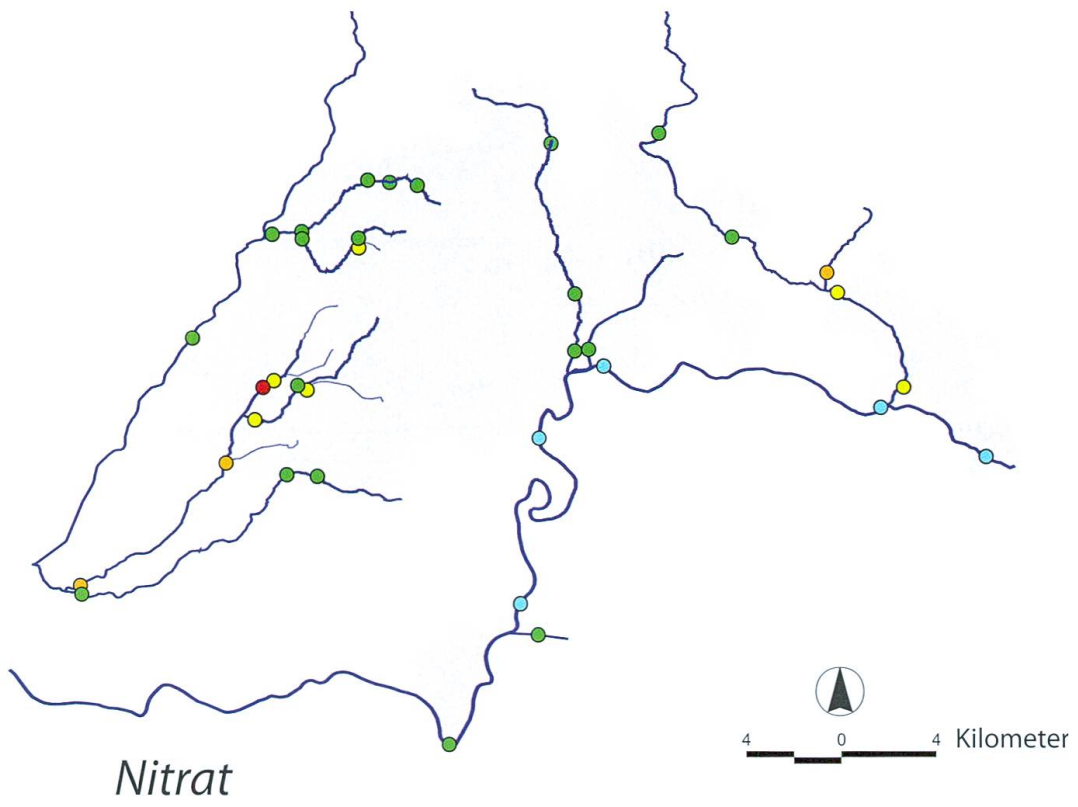
und der Zusammensetzung sowie der Zahl der im Lebensraum Gewässer vorkommenden Arten besteht häufig ein Zusammenhang. Der DOC setzt sich aus einem natürlicherweise vorhandenen und einem durch Menschen bedingten Anteil (z. B. Gülle) zusammen.

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

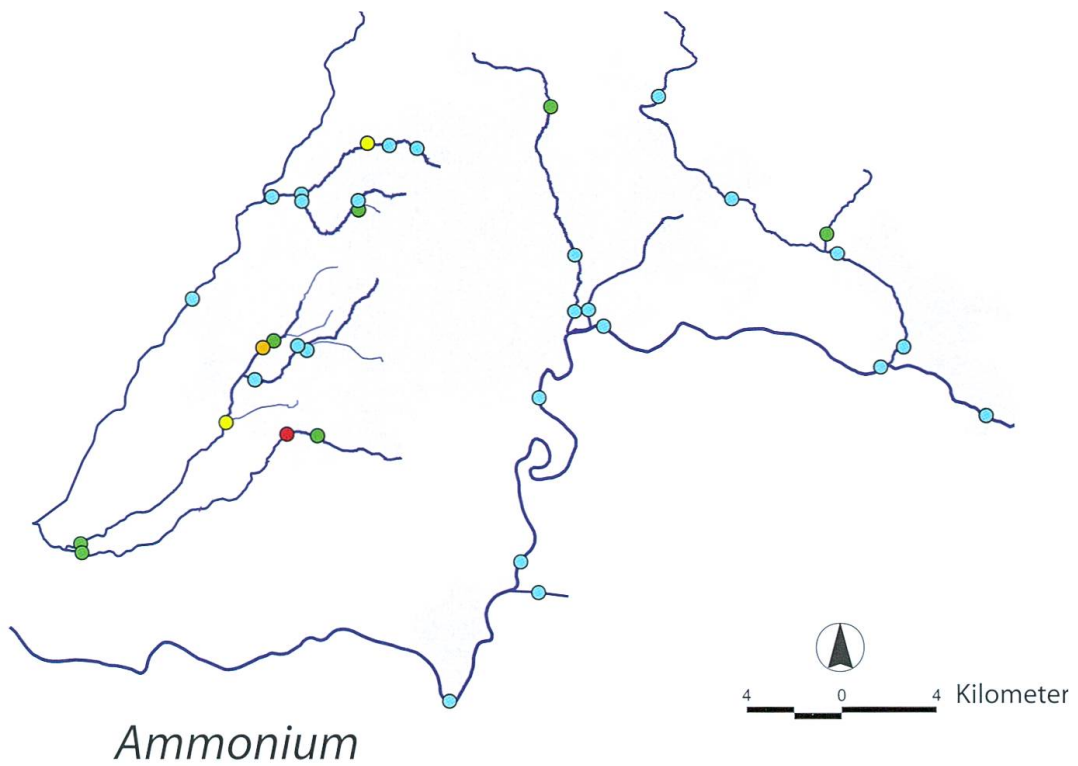
Für die Beurteilung und die anschliessende Einteilung in eine der fünf Qualitätsklassen werden normalerweise mindestens fünf gemessene Werte beigezogen. Falls mindestens 80% aller gemessenen Werte die Vorgaben erfüllen, gilt die Zielvorgabe der entsprechenden Klasse als eingehalten (Fig. 26).

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.





24 Beurteilung der Qualität anhand von Nitrat. Grafik: ALU



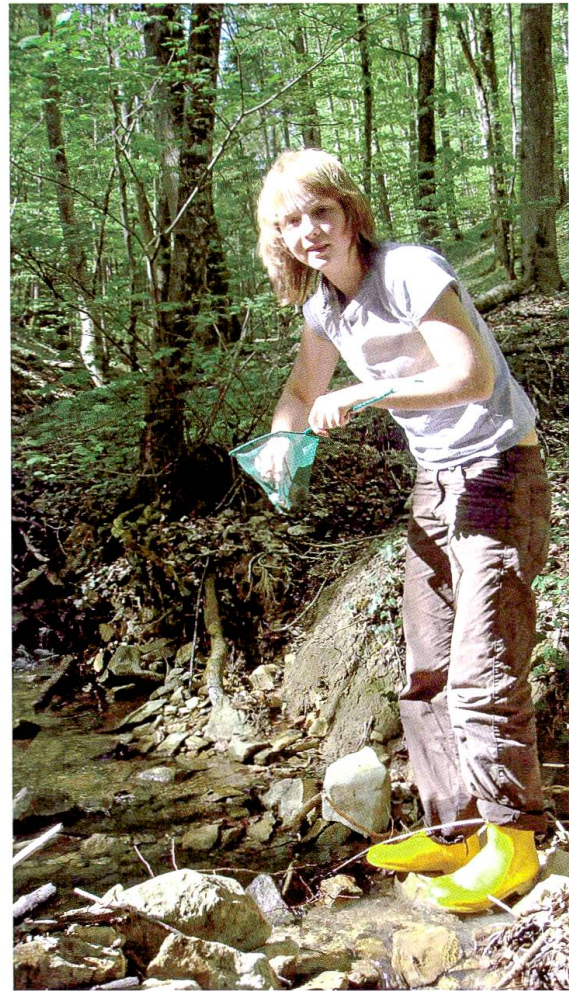
25 Beurteilung der Qualität anhand von Ammonium. Grafik: ALU

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.

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. Beach-

tung 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.



26 Probenahme von Oberflächenwasser.
Foto: Sibylle Wohlgemuth

2.2.6 Artenvielfalt der Gewässer

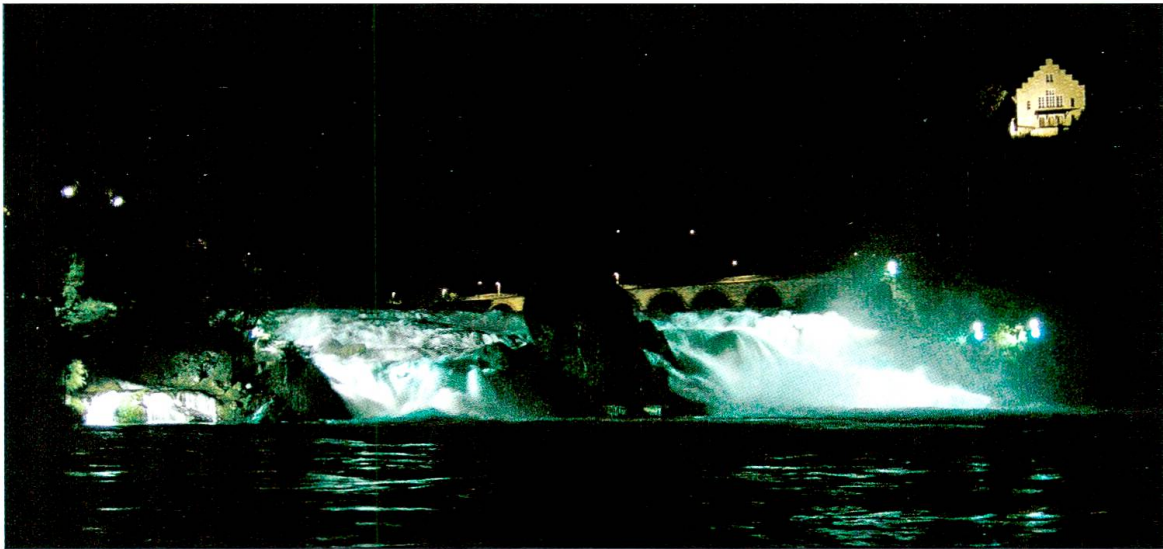
Infolge der Wasserdurchlässigkeit des Randenkalkes und der Niederschlagsarmut finden sich im Kanton Schaffhausen, abgesehen vom Rheinlauf, nur wenige Oberflächengewässer und Feuchtgebiete. Trotzdem ist eine Fülle unterschiedlicher Wasserlebensräume zu finden. Der Artenreichtum hängt direkt von der Strukturvielfalt der Gewässer ab. Daneben sind auch weitere Faktoren wie Sauerkeit, 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 Bibernmühle als Wasser- und Zugvogelreservat von internationaler Bedeutung ausgedehnt. Herausragend ist die Bedeutung als Winterinstandsbereich 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 Thuraue auf Zürcher Seite. Biber haben sich an mehreren Stellen ausgebreitet und Höhlen gegraben, wo sie regelmässig ihre Jungen aufziehen. Überall sieht man gefällt 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.

Neben der landschaftlichen und naturschützerischen Bedeutung des Rheines ist er auch für



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

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). Als die Flüsse und Bäche noch frei mäandrierten, brachen immer wieder Uferböschungen ein, und es entstanden neue Kies-



30 Geburtshelferkröte. Foto: B. Egli

ufer 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 Abbaugruben 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 Amphibien Weihern 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 Laubfroschgequacke. 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, Wasserläufer, 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.



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

Man findet Matten von Märzenglökchen, 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 Wutachtals ist die äusserst seltene Mopsfledermaus (Fig. 34).



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

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 Müllital mit dem Naturschutzgebiet Galliwies bei Barga 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

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). Wassermolch, 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



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 Kalkfelsenwänden 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 Tagbergbauggebiet des 17. bis 19. Jahrhunderts, in einem der ausgedehntesten Wälder des Schweizer Mittellandes. Die Bohnerzabbaufächen mit charakteristischen Erzgruben oder Fuxlöchern (Abbaulöcher der nur wenig unter dem Boden liegenden Erzschieht) 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 Bohnerzabbauggebiet 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.