



[Amt für Lebensmittelkontrolle] der Kantone Appenzell Ausserrhoden,
Appenzell Innerrhoden, Glarus und Schaffhauser
und Umweltschutz] des Kantons Schaffhausen



Bewertung der Schaffhauser Gewässergüte mittels Diatomeenkartierung

April 2005

Bewertung der Schaffhauser Gewässergüte mittels Diatomeenkartierung

Zusammenfassung der Daten der Probenerhebung 2003/2004



Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz Schaffhausen
Hauptabteilung Umweltschutz
Postfach
8201 Schaffhausen

Verfasser: Frank Lang
Leiter Fachbereich chemische Wasseranalytik, Störfallvorsorge

Bezug: Amt für Lebensmittelkontrolle und Umweltschutz
Mühlentalstr. 186
Postfach
8201 Schaffhausen
www.umweltschutz-sh.ch

Telefon: 052 632 78 41 Fax: 052 624 72 35 frank.lang@ktsh.ch

Inhaltsverzeichnis

1.0 Gesetzlicher Auftrag:

2.0 Kieselalgen - Diatomeen

2.1 Vorkommen

2.2 Probennahme und Probenpräparation

2.3 Bewertung gemäss BUWAL-Methode

2.3.1 Grundlage des Schweizer Kieselalgenindex

2.3.2 Verwendete Bewertungsschemata

3.0 Bewertung gemäss BUWAL Modul Kieselalgen F

3.1 Schleithemer Bach

3.2 Klettgau

3.3 Durach/Fulach

3.4 Biber

3.5 Rhein

4.0 Zusammenfassung

5.0 Literatur

ANHANG I Überblick über die chemischen Nährstoffparameter

ANHANG II BUWAL Modul Chemie - Klassierung auf Stufe F

ANHANG III Chemische Gewässerklassifikation in Deutschland

ANHANG IV Kieselalgenindex (DI-CH)

ANHANG V Gesetzestexte

1.0 Gesetzlicher Auftrag:

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer vom 24. Januar 1991 (Gewässerschutzgesetz, GSchG) sieht vor die direkte Umwelt von ober- und unterirdischer natürlicher Wasservorkommen zu schützen sowie deren Nutzung zu regeln (siehe Art. 1 GSchG). Nach Artikel 58 GSchG ist es die Aufgabe der Kantone, die für den Vollzug des GSchG erforderlichen Erhebungen durchzuführen. Gestützt auf Artikel 50 GSchG haben Bund und Kantone die Auswirkungen der Gewässerschutzmassnahmen zu prüfen und die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz und den Zustand der Gewässer zu informieren. Art. 47 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) definiert das Vorgehen der Vollzugsbehörde bei Gewässer, welche die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung nicht erfüllen oder bei Gewässern bei denen die besondere Nutzung nicht gewährleistet ist.

Das ALU als zuständige Amtsstelle

- ermittelt und bewertet die Art und das Ausmass der Verunreinigung;
- ermittelt die Ursachen der Verunreinigung;
- beurteilt die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen;
- sorgt dafür, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

Art. 1 Zweck(GschG)

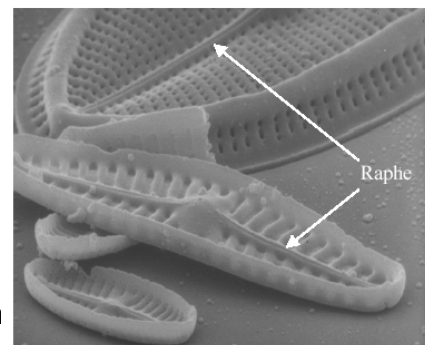
Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere:

- der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;*
- der Sicherstellung und häuslicher Nutzung des Trink- und Brauchwassers;*
- der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;*
- der Erhaltung von Fischgewässern;*
- der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;*
- der landwirtschaftlichen Bewässerung;*
- der Benützung zur Erholung;*
- der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.*

2.0 Kieselalgen - Diatomeen

2.1 Vorkommen

Kieselalgen sind einzellige, unbegeißelte Algen mit einem feinen Zellskelett aus Kieselsäure. Die Kieselalgenzelle ist aufgebaut wie ein Schachtel mit Boden (Hypotheka) und Deckel (Eptheke). (Siehe dazu nebenstehende Rasterelektronen-mikroskopaufnahme [1] der filigranen Kieselalgenschalenstruktur - übliche Grösse der Algen ca. 10 bis 100 μm .) 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. Für Deutschland werden über 3'000 Taxa vermutet, von denen ca. 1500 genauer bestimmt und ermittelt wurden. Diese Artenvielfalt, welche an die unterschiedlichsten Lebensräumen und -bedingungen angepasst sind, werden verwendet, um die Güte eines bestehenden Oberflächengewässers zu bestimmen. Die Beurteilung einer Verteilung von Kieselalgenpopulationen spiegelt die Lebensbedingungen wider, welche in den letzten ca. 2- 4 Wochen von den Mikroorganismen vorgefunden wurden. Im Gegensatz dazu stellt die chemische Analytik "nur" eine Momentaufnahme zur Zeit der Probennahme dar. Mögliche Schwankungen vor und nach der Probennahme werden nicht erfasst.



2.2 Probennahme und Probenpräparation

Die Probennahme erfolgt zweimal jährlich vorzugsweise im Frühling nach den ersten Hochwassern sowie im Herbst. Die Kieselalgen werden von ihrem natürlichen Untergrund mechanisch mit einer Bürste entfernt. (*Probennahme in der Biber bei Buch.*) Anschliessend werden die von mehreren Steinen gewonnen Kieselalgen vor Ort abgetötet, um so den Originalzustand der Population bei der Probenerhebung "konservieren" zu können. Im Labor werden störende anorganische Komponenten entfernt und das Kieselalgenskelett zum Erstellen der Dauerpräparate von organischen Bestandteilen befreit. Die Auszählung von bis zu 500 Kieselalgeschalen pro Probe erfolgt durch einen Experten.



2.3 Bewertung gemäss BUWAL-Methode [1]

2.3.1 Grundlage des Schweizer Kieselalgenindex

Obwohl in den angrenzenden Ländern Deutschland, Österreich, Italien und Frankreich wie auch in anderen Ländern bereits publizierte Verfahren zur biologischen Beurteilung der Wasserqualität mittels Kieselalgen vorliegen (Saprobie- und Trophieindizes) und diese auch angewandt werden können, war eine Eichung an die für die Fliessgewässer der Schweiz zur Zeit herrschenden chemischen Verhältnisse notwendig. Das Bedürfnis nach einer spezifisch für die Schweiz gültigen Eichung hat mehrere Beweggründe [1]:

- 1.) Die bereits bestehenden, auf der Angabe des Saprobiegrades beruhenden, biologischen Beurteilungsverfahren differenzieren aus heutiger Sicht ungenügend, da heute ein Grossteil der Schweizer Fliessgewässer eine mässige bis höchstens kritische organische Belastung (Gewässergüte II bis II-III) aufweist.
Im weiteren decken sich die Grenzen der Gewässergüteklassen nicht mit den in der schweizerischen Gesetzgebung (Gewässerschutzverordnung, GSchV) festgelegten Kriterien bezüglich der Qualitätsanforderungen. So wird die Gewässergüteklasse II als organisch mässig belastet bezeichnet, während die schweizerische Gesetzgebung fordert, dass die Organismenzusammensetzung je nach Gewässertyp charakteristisch sein soll für nicht oder nur schwach belastete Gewässer (Anhang 1 Art. 1 GSchV).
- 2.) Dank der grossen Erfolge in der Klärtechnologie sind die organischen Belastungen sehr stark und die Gehalte an Phosphor und Stickstoff deutlich zurückgegangen. Diese Nährstoffbelastung kann grundsätzlich mit einem Trophieindex erkannt werden. Die Vielzahl der heute vorhandenen organischen und anorganischen Belastungen in Schweizer Fliessgewässern verdeutlichen aber, dass eine biologische Gewässerbeurteilung, die auf einem System basiert, welches nur an einem Leitparameter wie z.B. Phosphor geeicht wurde, die vielen möglichen Belastungsmuster nicht erfasst und damit zu einseitig ausfällt. Dies gilt insbesondere dann, wenn der biologische Gewässerzustand von Fliessgewässern auch unterhalb von Kläranlagen mit Phosphorfällung (3. Stufe) beurteilt werden soll. Hier können die Phosphorbelastungen durchaus tief, die Wasserqualität hinsichtlich anderer Parameter wie DOC, Nitrat, Nitrit, Ammonium oder Chlorid aber ungenügend sein.
- 3.) Eine Eichung für Schweizer Verhältnisse ist auch insofern angebracht, weil nur so ein Bezug zwischen dem Kieselalgenindex und den in Schweizer Fliessgewässern vorkommenden Stoffkonzentrationen hergestellt werden kann.

Um europaweit kieselalgenbasierende Untersuchungsergebnisse vergleichen zu können, besteht weiterhin die Möglichkeit der Berechnung anderer Indizes (siehe ANHANG IV).

2.3.2 Verwendete Bewertungsschemata

Die Bewertung des Kieselalgenindex und die Einteilung der Farbgebung beruht auf den unten aufgeführten vier Zustandsklassen (Stand Januar 2002 [1]).

Kieselalgenindex	1	2	3	4	5	6	7	8
Klassengrenzen	1.0 - 1.49	1.5 - 2.49	2.5 - 3.49	3.5 - 4.49	4.5 - 5.49	5.5 - 6.49	6.5 - 7.49	7.5 - 8.0
Zustandsklassen gemäss Modul-Stufen- Konzept	unbelastet bis gering belastet			schwach belastet	deutlich belastet	stark bis sehr stark belastet		
Farbe für Abbildungen	blau			grün	gelb	rot		

unbelastet bis gering belastet: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) sind hinsichtlich Kieselalgen erreicht; dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) eingehalten sind.

schwach belastet: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) hinsichtlich Kieselalgen sind erfüllt; dies ist ein Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) wahrscheinlich eingehalten sind.

deutlich belastet: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) können teilweise nicht eingehalten werden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) vermutlich ebenfalls nicht eingehalten sind.

stark bis sehr stark belastet: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) können meist nicht eingehalten werden. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) wahrscheinlich ebenfalls nicht eingehalten sind.

Gewässer der Zustandsklassen blau und grün erfüllen demnach das ökologische Ziel der Gewässerschutzverordnung (GSchV, Anhang 1) hinsichtlich Kieselalgen. Gewässer der Zustandsklassen gelb und rot können unabhängig vom Gewässertyp aufgrund der Kieselalgenlebensgemeinschaft nicht mehr als schwach belastet beurteilt werden und erreichen die ökologischen Ziele gemäss Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung nicht mehr.

Um ein gesamthafteres Bild bezüglich der Schaffhauser Gewässerqualität zu geben, wurden in der sich anschliessenden Diskussion der Daten, die ermittelten Kieselalgenklassierungen mit Resultaten der chemischen Nährstoffanalytik verglichen. Der besseren Übersicht halber, wurde die ursprünglich auf vier Abstufungen beruhende Klassierung der Nährstoffparameter beibehalten. (Eine kurze Erläuterung dieser Parameter findet sich im Anhang I und II)

Der aktuelle Stand bezüglich der Fertigstellung des Moduls Chemie per Ende 2004 ist, dass die 3. Verabschiedung durch Projektausschuss resp. 4. Offizielle Konsultation der Kantone bezüglich des Chemie Moduls noch aussteht. In der endgültigen Version ist in Anlehnung an die bestehende EU-Notierung eine Klassierung in 5 Klassen vorgesehen.

Interessehalber mag angemerkt sein, dass die Güteklassifikation im EU-Raum in vier Hauptklassen I, II, III und IV und zwei Zwischenklassen I – II und II – III erfolgt (siehe auch Anhang III). Generell kann gesagt werden, dass die Beurteilungskriterien für die höchste Schweizer Klasse 4 (stark belastet) strenger ausfallen als für die höchste deutsche Güteklasse IV (sehr hohe Belastung).

3.0 Bewertung gemäss BUWAL Modul Kieselalgen F

3.1 Schleithemer Bach

Bezüglich der Situation der Kieselalgen ist im Einzugsgebiet des Schleithemer Bachs keine starke Belastung (rot) festgestellt worden. Lediglich im Herbst 2003 wurde bei einer Drainageleitung, welche in den Chrebsbach mündet, als deutlich belastet beurteilt. Die Ursache hierfür wurde erkannt und entsprechende Gegenmassnahmen (Bau einer Kleinkläranlage in einem landwirtschaftlichen Betrieb) wurden eingeleitet.

Schleitheim:	Ammonium	Nitrat	Nitrit	ortho-Phosphat	Gesamt-Phosphat	DOC	Diatomeen Herbst'03	Diatomeen Frühling'04
Eingang Beggingen							3.54	3.14
Ausgang Beggingen				⊗			4.12	3.77
Grenze Beggingen/Schleitheim							4.32	3.71
Ausgang Schleitheim			⊗	⊗			4.14	3.92
Chrebsbach	⊗			⊗			4.56	3.90
Zwärenbach					⊗		4.42	3.70
Oberwiesen Rank								
Wutach Wunderklingen			⊗				4.21	3.78

Bewertung der Schleithemer Fliessgewässer gemäss BUWAL-Modul für das Jahr 2004:

Farbcode: blau = unbelastet bis gering belastet ; grün schwach belastet;

gelb = deutlich belastet; rot = stark bis sehr stark belastet

Verbesserung der Klassenanzahl im Vergleich zum Vorjahr = ⊕ ; Verschlechterung = ⊗

3.2 Klettgau

Hohe Phosphat- und Nitratwerte, welche hauptsächlich auf die Einleitung der ARA zurückzuführen sind, können ab der Probennahmestelle "Halbbach nach ARA" beobachtet werden. Der Eintrag dieser Nährstoffe spiegelt sich auch in der Beurteilung als "rot = stark belastetes Gewässer" durch den Kieselalgenindex wider. Die Problematik der ARA ist dem ALU bekannt. Es muss jedoch erwähnt werden, dass wegen dem sehr kleinen Vorfluter bereits enorme Anstrengungen seitens der ARA Betreiber unternommen werden, um den Eintrag im Bereich der Nährstoffparameter zu reduzieren. Hierzu gehören die Nitrifizierung, die Denitrifizierung sowie die Phosphatfällung.

Das Einzugsgebiet des Mühlbachs erstreckt sich in dem vor allem landwirtschaftlich genutzten Gebiet des Klettgaus (Neunkirch, Gächlingen, Siblingen) und weist im Vergleich zum Halbbach nach der ARA Hallau eine bessere Beurteilung ("grün = schwach belastetes Gewässer") auf. Das heisst, dass hier in erster Näherung der Einfluss der ARA in Bezug auf die Beeinträchtigung des Kieselalgenwachstums massgebender ist als die Landwirtschaft

Beim Seegraben handelt es sich Dank der darin lebenden seltenen Bachmuschel (der Familie Unio crassus cytherea) um ein besonderes Gewässer im Kanton Schaffhausen. Da zur Zeit geplant ist, die ARA Osterfingen aufzuheben und direkt an die ARA Hallau anzuschliessen, gilt es die Auswirkung dieser Änderung genau zu beobachten.

Klettgau:	Ammonium	Nitrat	Nitrit	ortho-Phosphat	Gesamt-Phosphat	DOC	Diatomeen Herbst'03	Diatomeen Frühling'04
Wisengraben	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		2.15	3.59
Seltenbach							5.41	2.03
Mühlbach		⊗		⊗		⊗	4.23	2.35
Halbbach vor ARA			⊗⊗	⊗			4.82	3.58
Halbbach nach ARA		⊗					5.05	6.36
Klingengraben Grenze		⊗					5.02	5.51
Klingengraben Ende	⊗					⊗	5.07	6.05
Seegraben im Boden	⊗						XXXXX	5.53
Seegraben Grenze	⊗	⊗					5.05	XXXXX
Schwarzbach Ende	⊗					⊗	4.70	4.60

Bewertung der Oberflächengewässer im Klettgau gemäss BUWAL-Modul für das Jahr 2004:

Farbcode: blau = unbelastet bis gering belastet ; grün schwach belastet;

gelb = deutlich belastet; rot = stark bis sehr stark belastet

Verbesserung der Klassenanzahl im Vergleich zum Vorjahr = ⊕ ; Verschlechterung = ⊗

XXXXX = Es konnte auf Grund der angetroffenen Verhältnis keine repräsentative Probe erhoben werden.

3.3 Durach/Fulach

Die Durach konnte im Abströmbereich der Wurzelkläranlage auf der Höhe zwischen Merishausen und Barga im Frühling 2004 mittels des Kieselalgenindex als "gering belastetes" Gewässer eingestuft werden. Weitere Beprobungen an tiefer gelegenen Stellen waren wegen der Beschaffenheit des Fliessgewässers nicht möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass in Hinblick auf die bekannten chemischen Parameter und dem Fehlen eines relevanten Schmutzwassereintrages, man eher mit besserer Beurteilung in diesem Bereich rechnen kann.

Durach/Fulach:	Ammonium	Nitrat	Nitrit	ortho-Phosphat	Gesamt-Phosphat	DOC	Diatomeen Herbst'03	Diatomeen Frühling'04
Grenze Merish./Barga			☹		☹			3.55
Einlauf Weiher								
Mühlental vor Eindöhlung								
Fulach beim Feuerwehrzentrum				☺	☺	☺		

Bewertung der Durach/Fulach gemäss BUWAL-Modul für das Jahr 2004:

Farbcode: blau = unbelastet bis gering belastet ; grün schwach belastet;

gelb = deutlich belastet; rot = stark bis sehr stark belastet

Verbesserung der Klassenanzahl im Vergleich zum Vorjahr = ☺ ; Verschlechterung = ☹

3.4 Biber

In Hinblick auf den Kieselalgenindex treten deutliche Belastungen (=gelb) erst ab der Probennahmestelle Thayngen auf. Ebenfalls können ab dieser Probennahmestelle erhöhte Phosphatkonzentrationen festgestellt werden. Im Rahmen eines Projektes wird zur Zeit am ALU für den ganzen Kanton Schaffhausen evaluiert, wo Potentiale bestehen Phosphateinträge wie sie z.B. durch Kläranlagen, landwirtschaftliche Bewirtschaftung, etc. vorliegen können, durch geeignete Massnahmen wirkungsvoll zu reduzieren.

Biber:	Ammonium	Nitrat	Nitrit	ortho-Phosphat	Gesamt-Phosphat	DOC	Diatomeen Herbst'03	Diatomeen Frühling'04
Hofen					☹		3.86	3.26
Thayngen							4.81	5.35
Gottmädinger Dorfbach								
Buch	☺						4.98	5.15
Karollhof	☺		☹		☹		4.56	4.58

Bewertung der Biber gemäss BUWAL-Modul für das Jahr 2004:

Farbcode: blau = unbelastet bis gering belastet ; grün schwach belastet;

gelb = deutlich belastet; rot = stark bis sehr stark belastet

Verbesserung der Klassenanzahl im Vergleich zum Vorjahr = ☺ ; Verschlechterung = ☹

3.5 Rhein

Im Rhein wurden keine Kieselalgenbeprobungen vorgenommen, da man an Hand der bestehenden Datenlage davon ausgehen kann, dass man es mit einem unbelasteten resp. gering belasteten Gewässer zu tun hat.

4.0 Zusammenfassung

Es konnte eine mehrheitlich gute Übereinstimmung des Kieselalgenindex mit den erhobenen chemischen Parametern festgestellt werden. Des Weiteren sind die massgebenden belastenden Einflüsse welche zu einer Beurteilung mittels des Kieselalgenindex als deutlich oder stark bis sehr stark belastet führten, für die Fliessgewässer bereits bekannt oder wurden als solche erkannt. Des Weiteren konnten einzelne Massnahmen zur Wasserqualitätsverbesserung vorgeschlagen werden, welche zur Zeit umgesetzt werden (Drainageleitung-Deponiebach), respektive sich im Projekt-Stadium (Phosphat-Projekt) befinden.

Um nicht den Eindruck zu erwecken, man habe es bezüglich den festgestellten Belastungen mit "untragbaren Zuständen" zu tun, sei darauf hingewiesen, dass

- 1.) in den letzten 30 Jahren ein dokumentierbarer Rückgang der allgemeinen Nährstoffparameter (Ammonium, Nitrat, Phosphat, etc.) in sämtlichen Fliessgewässern des Kantons stattgefunden hat

und dass

- 2.) bezüglich der Klassierung der Gewässerqualität mittels Kieselalgen - wie bereits dargelegt - in der Schweiz im Vergleich zu den Nachbarländer bewusst strengere Klassierungsvorgaben gelten.

5.0 Literatur

- [1] BUWAL Modul Kieselalgen - Klassierung auf Stufe F (Stand Jan. 2002)
[2] BUWAL Modul Chemie - Klassierung auf Stufe F (Stand 13.08.2001)
[3] <http://www.modul-stufen-konzept.ch/seiten-d/download.htm>

ANHANG I

Überblick über die chemischen Nährstoffparameter

Ammonium

In einem Fliessgewässer treten vor allem bei der Einleitung von Siedlungsabwasser sowie Düngerabschwemmungen (Gülle) erhöhte Ammoniumwerte auf. Das Ammonium liegt mit dem für Fische giftigen Ammoniak in einem Gleichgewicht, das von der Temperatur und dem pH-Wert abhängig ist. Steigt z.B. an einem warmen Sommertag in einem veralgten Bach die Wassertemperatur sowie der pH Wert über 8 an, nimmt der Ammoniakanteil stark zu. Durch die Selbstreinigung der Gewässer wird Ammonium über Nitrit zu Nitrat umgewandelt. Für das Gleichgewicht der beiden Stickstoffverbindungen Ammonium und Ammoniak beträgt das Qualitätsziel für Fliessgewässer maximal 0.5 mg Stickstoff pro Liter.

Nitrat

Nitrat ist ein wichtiger Bestandteil in vielen Pflanzendüngern und ein Folgeprodukt natürlicher Abbauprozesse. Da Nitrat nur gering an Bodenpartikel gebunden ist, kann es durch Niederschlagseintrag leicht ausgewaschen werden und in Grund- sowie Oberflächengewässern gelangen. Hohe Nitratwerte im Trinkwasser sind für den Menschen unerwünscht und ein Zeichen für den unsachgemässen Umgang mit Düngestoffen, Abfällen und Abwässern. Das Qualitätsziel für Fliessgewässer beträgt max. 25 mg Nitrat pro Liter.

Nitrit

Beim Ammoniak- sowie beim Nitratabbau kommt Nitrit als Zwischenprodukt vor. Nitrit ist vor allem wegen seiner hohen Giftigkeit für die Gewässerlebewesen von Bedeutung. Das Qualitätsziel für Fliessgewässer ist so festgelegt worden, dass mit Sicherheit keine Vergiftungserscheinungen von Lebewesen auftreten.

Phosphate

In den natürlichen Oberflächengewässern kommen Phosphate nur in Spuren vor. Eine wichtige Rolle spielen Phosphate bei dem vermehrten Wachstum von Wasserpflanzen. Nachdem heute auf Kläranlagen die Phosphorelimination zum Standard gehört, und die Verwendung von Phosphat in Waschmitteln 1986 verboten wurde, tritt die Phosphatbelastung aus der Landwirtschaft zunehmend in den Vordergrund. Gemäss den BUWAL Richtlinien betrachtet man einen gelösten Phosphatgehalt von weniger als 0.06 mg pro Liter als nicht belastend.

Gelöster Organischer Kohlenstoff (DOC)

Der gelöste organische Kohlenstoff erfasst die Umweltbelastung eines Gewässers mit organischen Substanzen (z.B. Abwasser, Gülle, Chemie, etc.). Ebenfalls werden organische Materialien aus natürlichen Quellen erfasst z.B. Zersetzungsprodukte von Laub, Holz sowie Bodenauswaschungen. Ein erhöhter organischer Kohlenstoffanteil kann in einem Gewässer umweltbelastende Fäulnisprozesse begünstigen. Gemäss den BUWAL Richtlinien betrachtet man einen Anteil von weniger als 2.0 mg Kohlenstoff pro Liter als nicht belastend.

ANHANG II

BUWAL Modul Chemie - Klassierung auf Stufe F

Skala zur Einteilung der Messwerte in vier Zustandsklassen (Stand 13.08.2001)

Anhand der gemessenen Werte wird eine Einteilung in eine der vier folgenden Qualitäts- oder Zustandsklassen vorgenommen:

unbelastet / schwach belastet // deutlich belastet / stark belastet

Für die Beurteilung werden mindestens fünf (bei geringer Streuung ev. nur vier) gemessene Werte beigezogen. In der Regel gilt die Zielvorgabe der entsprechenden Klasse als eingehalten, falls mindestens 80% (75%) aller gemessenen Werte die Vorgaben gemäss Tabelle 2a und 2b nicht überschreiten und die Überschreitungen unter der zweifachen Tabellenwert liegen. Die Anzahl möglicher Überschreitungen (Abweichungen) ist somit abhängig von der Anzahl der Messwerte, die zur Beurteilung beigezogen werden:

Tabelle 1) Zulässige Abweichungen

Anzahl verglichener Messwerte	Anzahl der zulässigen Abweichungen < 2•A ¹
4 – 7	1
8 – 16	2
17 – 28	3

Stufe F ist eine Grobbeurteilung; falls die Klassierung „**deutlich belastet**“ oder „**stark belastet**“ ergibt, müssen gemäss Stufe S oder Stufe A ergänzende Erhebungen mit einer erneuten Beurteilung durchgeführt werden, bevor Massnahmen angeordnet werden können.

Tabelle 2a) Klassierung auf Stufe F

Beurteilung	Ortho-P mg/l P	Ges.P. mg/l P	Nitrit ² mg/l N	Nitrat ³ mg/l N
unbelastet	unter 0.02	unter 0.04	unter 0.02	unter 1.5
schwach belastet	0.02 bis 0.04	0.04 bis 0.07	0.02 bis 0.05	1.5 bis 5.6
deutlich belastet	0.04 bis 0.08	0.07 bis 0.15	0.05 bis 0.1	5.6 bis 11.0
stark belastet	über 0.08	über 0.15	über 0.1	über 11.0

¹ d.h. die Überschreitungen müssen unter der zweifachen Zielvorgabe (Anforderung) liegen; zu berücksichtigen sind dabei Ausnahmen gemäss Anhang 2, Ziffer 12, Absatz 5 GSchV

² Die angegebenen Klassengrenzen für Nitrit gelten bei Chloridgehalten von 10 bis 20 mg/l Cl⁻ oder falls Chlorid nicht bestimmt worden ist. Bei Chloridgehalten <10 mg/l Cl⁻ wird eine Klasse strenger bewertet und bei Chloridgehalten >20 mg/l Cl⁻ eine Klasse weniger streng, d.h. als Übergang von „**schwach belastet**“ zu „**deutlich belastet**“ gelten jeweils die Werte aus Tabelle 10 im Anhang.

³ Der Wert für „stark belastet“ müsste gemäss der auch in Kapitel 5.4.3 (BUWAL Modul Chemie) eingehaltene Philosophie grösser als der doppelte obere Wert der Klasse „schwach belastet“ sein, d.h. > 12.6 mg/l N. Erfahrungsgemäss wäre dieser Wert aber zu hoch. Analog liegt die Grenze zwischen unbelastet und schwach belastet bei 1.5 und nicht bei 2.8 mg/l N.

Tabelle 2b) Klassierung auf Stufe F

Beurteilung	Ammonium ⁴ mg/l N (> 10° C oder pH > 9)	Ammonium mg/l N (< 10° C)	DOC ⁵ mg/l C
unbelastet	unter 0.04 ??	unter 0.08 ??	unter 2.0
schwach belastet	0.04 bis 0.2	0.08 bis 0.4	2.0 bis 4.0
deutlich belastet	0.2 bis 0.4	0.4 bis 0.8	4.0 bis 6.0
stark belastet	über 0.4	über 0.8	über 6.0

Weil mit wenigen Messungen die statistische Unsicherheit gross wird, ist eine Beurteilung in die ersten drei Klassen nur zulässig, falls die Randbedingungen diese Bewertung unterstützen, beispielsweise:

- ◆ Eine geringe Nutzung in den Einzugsgebieten,
- ◆ keine Abwasserreinigungsanlagen mit ungenügender Kapazität, ungenügendem Anschlussgrad oder ungenügender Verdünnung (< 1:10) im Vorfluter,
- ◆ nicht mehr als 3'000 Einwohner pro m³/s im Abfluss bei Mittelwasser,
- ◆ keine intensive landwirtschaftliche Nutzung (Mastbetriebe) und
- ◆ keine grösseren Industrie- und Gewerbebetriebe.

⁴ Ammonium umfasst die Summe von NH₄⁺-N und NH₃-N. Bei Temperaturen über 10°C oder pH-Werten über 9 werden wegen der Protolyse von NH₄⁺-N und der Erhöhung des Ammoniakanteiles deshalb verschärfte Kriterien angewendet. Längerfristige Ammoniak-Konzentrationen ab 0.008 mg/l N können für Eier und Brut von Edelfischen toxisch sein; 0.02 mg/l N sollten nicht überschritten werden.

⁵ In Abflüssen von Mooren und Seen finden sich erhöhte DOC-Konzentrationen natürlichen Ursprungs. Im Herbst kann der DOC-Gehalt auch durch den Abbau des in die Gewässer gelangten Laubes erhöht sein. Die Gewässerschutzverordnung trägt dem durch einen Anforderungsbereich von 1 bis 4 mg/l DOC Rechnung. Bei günstigen Randbedingungen sind deshalb entsprechend kleinere Werte einzusetzen!

Der Wert für „stark belastet“ müsste gemäss der auch in Kapitel 5.4.3 (BUWAL Modul Chemie) eingehaltenen Philosophie grösser als der doppelte obere Wert der Klasse „schwach belastet“ sein, d.h. 8 mg/l C. Erfahrungsgemäss wäre dieser Wert aber deutlich zu hoch.

ANHANG III

Chemische Gewässerklassifikation in Deutschland

(http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/ow_s3_3.htm)

Auf der Grundlage des Zielvorgabenkonzeptes wurde von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt eine [chemische Gewässergüteklassifikation](#) für [Industriechemikalien](#), [Schwermetalle](#) und [Nährstoffe, Salze und Summenparameter](#) erarbeitet. In der chemischen Gewässergüteklassifikation charakterisiert die Güteklasse I einen Zustand ohne anthropogene Beeinträchtigung. Für gefährliche Stoffe bildet die Zielvorgabe die obere Grenze der Güteklasse II (Stufe 3), für alle anderen Kenngrößen (z.B. Nährstoffe) ein aus anderen Bewertungsansätzen resultierender Wert. Die nachfolgenden Klassenobergrenzen ergeben sich aus der Multiplikation des Zielvorgabewertes mit dem Faktor 2. Die Güteklasse I-II weist i.d.R. den halben Wert der Zielvorgabe auf. Die chemische Gewässergüteklassifikation hat folgende Klassen:

- Güteklasse I** (dunkelblau): anthropogen unbelastet
Geogener Hintergrundwert (bei Naturstoffen) bzw. "Null" (bei Xenobiotika)
- Güteklasse I-II** (hellblau): sehr geringe Belastung
i.d.R. bis halber Wert der Zielvorgabe
- Güteklasse II** (grün): mäßige Belastung
Einhaltung der Zielvorgabe
- Güteklasse II-III** (hellgrün): deutliche Belastung
bis zweifacher Wert der Zielvorgabe
- Güteklasse III** (gelb): erhöhte Belastung
bis vierfacher Wert der Zielvorgabe
- Güteklasse III-IV** (orange): hohe Belastung
bis achtfacher Wert der Zielvorgabe
- Güteklasse IV** (rot): sehr hohe Belastung
größer achtfacher Wert der Zielvorgabe

Güteklassifikation der Nährstoffe, Salze und Summenkenngrößen

Stoffname	Einheit	Stoffbezogene chemische Gewässergüteklasse						
		I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Gesamtstickstoff	mg/l	<= 1	<= 1,5	<= 3	<= 6	<= 12	<= 24	> 24
Nitrat-N	mg/l	<= 1	<= 1,5	<= 2,5	<= 5	<= 10	<= 20	> 20
Nitrit-N	mg/l	<= 0,01	<= 0,05	<= 0,1	<= 0,2	<= 0,4	<= 0,8	> 0,8
Ammonium-N	mg/l	<= 0,04	<= 0,1	<= 0,3	<= 0,6	<= 1,2	<= 2,4	> 2,4
Gesamtphosphor	mg/l	<= 0,05	<= 0,08	<= 0,15	<= 0,3	<= 0,6	<= 1,2	> 1,2
Ortho-Phosphat-P	mg/l	<= 0,02	<= 0,04	<= 0,1	<= 0,2	<= 0,4	<= 0,8	> 0,8
Sauerstoffgehalt*	mg/l	> 8	> 8	> 6	> 5	> 4	> 2	<= 2
Chlorid	mg/l	<= 25	<= 50	<= 100	<= 200	<= 400	<= 800	> 800
Sulfat	mg/l	<= 25	<= 50	<= 100	<= 200	<= 400	<= 800	> 800
TOC	mg/l	<= 2	<= 3	<= 5	<= 10	<= 20	<= 40	> 40
AOX	µg/l	"0"	<= 10	<= 25	<= 50	<= 100	<= 200	> 200

* Überwachungswert: 10-Perzentil ersatzweise Minimum

Quelle: Umweltbundesamt, Daten der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser ([LAWA](#))

ANHANG IV Kieselalgenindex (DI-CH)

Trophieindex

Schmedtje & Bauer, 1998

Trophiestufen	I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Klassengrenzen	1.0-1.24	1.25-1.74	1.75-2.24	2.25-2.74	2.75-3.24	3.25-3.74	3.75-4.0
Grad der Primärproduktion	oligo-troph	meso-troph	eutroph	eutroph-polytroph	polytroph	poly- bis hypertroph	hyper-troph
trophische Belastung	gering	mässig	erheblich	kritisch	stark	sehr stark	über-mässig
prozentualer Anteil der Klasse*	0.7	12.9	42.4	36.9	4.0	3.1	0.0

Kieselalgenindex

BUWAL-Modul

Klassen	1	2	3	4	5	6	7	8
Klassengrenzen	1.0 - 1.49	1.5 - 2.49	2.5 - 3.49	3.5 - 4.49	4.5 - 5.49	5.5 - 6.49	6.5 - 7.49	7.5 - 8.0
Zustandsklassen gemäss Modul-Stufen-Konzept	unbelastet bis gering belastet			schwach belastet	deutlich belastet	stark bis sehr stark belastet		
prozentualer Anteil der Klasse*	2.3	12.1	17.7	41.9	15.7	5.7	3.1	1.5

Saprobienindex

Rott et al. 1997

Güteklassen	I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
Klassengrenzen	1.0-1.34	1.35-1.74	1.75-2.14	2.15-2.54	2.55-3.04	3.05-3.44	3.45-4.0
Saprobienstufe	oligo-saprob	o. bis β -mesosap.	β -meso-saprob	β - α -mesosap.	α -meso-saprob	α -meso-poly-s.	poly-saprob
Verunreinigung	keine	sehr gering	mässig	mässig bis stark	stark	stark bis sehr stark	sehr stark
prozentualer Anteil der Klasse*	1.9	26.2	57.3	9.5	3.7	2.4	0.0

* Total 1678 Proben

Zusammenhang zwischen der Beurteilungsskala für den Schweizer Kieselalgenindex (DI-CH) und jenen des Trophieindex respektive des Saprobienindexes.

ANHANG V

Gesetzestexte

Art. 1 Zweck(GschG)

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Es dient insbesondere:

- a. der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;*
- b. der Sicherstellung und haushälterischen Nutzung des Trink- und Brauchwassers;*
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;*
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;*
- e. der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;*
- f. der landwirtschaftlichen Bewässerung;*
- g. der Benützung zur Erholung;*
- h. der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.*

Art. 50 Information und Beratung (GSchG)

¹ *Bund und Kantone prüfen die Auswirkungen der Massnahmen dieses Gesetzes und informieren die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz und den Zustand der Gewässer.*

² *Die Gewässerschutzfachstellen beraten Behörden und Private.*

³ *Sie empfehlen Massnahmen zur Verhinderung und zur Verminderung nachteiliger Einwirkungen auf die Gewässer.*

Art. 58 Aufgaben der Kantone (GSchG)

¹ *Die Kantone führen die weiteren Erhebungen durch, die für den Vollzug dieses Gesetzes erforderlich sind. Sie teilen die Ergebnisse den Bundesstellen mit.*

Art. 4 Regionale Entwässerungsplanung (GSchV)

¹ *Die Kantone sorgen für die Erstellung eines regionalen Entwässerungsplanes (REP), wenn zur Gewährleistung eines sachgemässen Gewässerschutzes in einem begrenzten, hydrologisch zusammenhängenden Gebiet die Gewässerschutzmassnahmen der Gemeinden aufeinander abgestimmt werden müssen.*

² *Der REP legt insbesondere fest:*

- a. die Standorte der zentralen Abwasserreinigungsanlagen und die Gebiete, die daran anzuschliessen sind;*
- b. welche oberirdischen Gewässer in welchem Ausmass für die Einleitung von Abwasser, insbesondere bei Niederschlägen, geeignet sind;*
- c. die zentralen Abwasserreinigungsanlagen, bei denen die Anforderungen an die Einleitung verschärft oder ergänzt werden müssen.*

³ *Die Behörde berücksichtigt bei der Erstellung des REP den Raumbedarf der Gewässer, den Hochwasserschutz und andere Massnahmen zum Schutz der Gewässer als die Abwasserbehandlung.*

⁴ *Der REP ist für die Planung und Festlegung der Gewässerschutzmassnahmen in den Gemeinden verbindlich.*

⁵ *Er ist öffentlich zugänglich.*

Art. 47 Vorgehen bei verunreinigten Gewässern (GschV)

¹ *Stellt die Behörde fest, dass ein Gewässer die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 nicht erfüllt oder dass die besondere Nutzung des Gewässers nicht gewährleistet ist, so:*

- a. ermittelt und bewertet sie die Art und das Ausmass der Verunreinigung;*
- b. ermittelt sie die Ursachen der Verunreinigung;*
- c. beurteilt sie die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen;*
- d. sorgt sie dafür, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.*

² *Sind mehrere Quellen an der Verunreinigung beteiligt, so sind die bei den Verursachern erforderlichen Massnahmen aufeinander abzustimmen.*