

Zeitschrift: Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Thurgauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 62 (2007)

Artikel: Kieselalgen erzählen die Qualität der Thurgauer Fliessgewässer
Autor: Koster, Margie / Ehmann, Heinz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-593741>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

Kieselalgen erzählen die Qualität der Thurgauer Fließgewässer

MARGIE KOSTER UND HEINZ EHMANN

Mitt. thurg. naturf. Ges.	62	15 Seiten	13 Abb. – Tab.	– Tafeln	Frauenfeld 2007
---------------------------	-----------	--------------	-------------------	-------------	-----------------

1 EINLEITUNG

Der Kanton Thurgau ist reich an Oberflächengewässern. Zum weit verzweigten Gewässernetz mit rund 1'600 km Fliessgewässern, ca. 220 Weihern und Seen gehören nebst dem Bodensee auch Flüsse wie Rhein, Thur, Sitter und Murg.

Die Qualität eines Fliessgewässers wird einerseits durch den Lebensraum, andererseits durch die Wasserqualität bestimmt. Die ökomorphologische Beurteilung der Thurgauer Fliessgewässer hat ergeben, dass von den 1'600 km Fliessgewässern 34% einen natürlichen sowie 30% einen wenig beeinträchtigten Lebensraum aufweisen. Weitere 14% sind stark beeinträchtigt und ganze 22% sind naturfremd oder gar eingedolt.

Wasserwirbellose Kleinlebewesen – auch als Makrozoobenthos bezeichnet – spiegeln die durchschnittlichen Lebensbedingungen ihres Lebensraumes resp. der Wasserqualität wider und können uns somit Auskunft über die Qualität eines Gewässers geben. Die Artenzusammensetzung der Wasserwirbellosen macht man sich schon seit Jahren in der Gewässerbeurteilung zu Nutze. Ein wesentlicher Vorteil für die Bestimmung der Gewässerqualität mit Hilfe dieser Organismen ist es, dass damit die ökologischen Bedingungen während ihres Lebenszyklus repräsentiert werden, in der Regel für ca. 4 bis 6 Wochen. Chemische Wasseranalysen dagegen können nur zuverlässige Aussagen zur Wasserqualität zum Zeitpunkt der Probenahme aufzeigen.

Kieselalgen, auch Diatomeen genannt, gibt es fast überall: in fliessenden und stehenden Gewässern, in Quellen und Kläranlagen, in Salzwassertümpeln und in der feuchten Erde. Ihre Artenzusammensetzung ist hauptsächlich durch die Wasserqualität bestimmt. Innerhalb dieser Artengruppe gibt es die grösste Vielfalt an Anpassungstypen, sie reichen von reinen «Sauber-Wasser-Arten», über unterschiedliche Stufen bis zu den «Abwasserverwertern». Diese Eigenschaft und der grosse Artenreichtum prädestiniert die Kieselalgen als geeignete Bioindikatoren für die Beurteilung der Wasserqualität eines Gewässers. Insbesondere liefern sie, analog zum Makrozoobenthos, Aussagen zur mittleren Wasserqualität der letzten 6 Wochen vom Zeitpunkt der Probenahme.

In den vergangenen Jahren haben sich die Eintragspfade und die wasserbelastenden Stoffe verändert. Dies hat das Amt für Umwelt Thurgau 1998 veranlasst, die Wasserqualität der Fliessgewässer nicht nur chemisch zu untersuchen, sondern auch eine biologische Methode einzusetzen. Die Zusammensetzung der Kieselalgenegesellschaft liefert wichtige ergänzende Informationen zur Wasserqualität.

2 KIESELALGEN ALS ORGANISMEN

Kieselalgen sind Mikroalgen und gehören zur Klasse der *Bacillariophyceae* (oder *Diatomophyceae*). Es sind mikroskopisch kleine Pflanzen von wenigen tausendstel Millimetern Länge, die frei im Wasser schweben (planktisch) oder auf verschiedenen Substraten wie Steinen, Pflanzen, Holz und Schlamm als Aufwuchsalgen verankert sind. Sie sind einzellige, oft koloniebildende Algen mit einer charakteristischen, braunen Färbung

(Abbildung 1). Diese beruht auf den Chloroplasten, die neben Chlorophyll a und c auch das braune Xanthophyll *Fucoxanthin* enthalten.

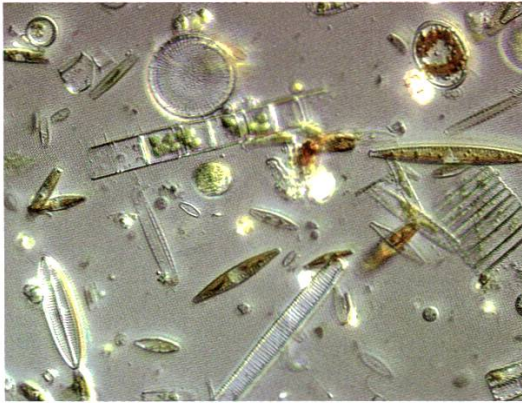


Abbildung 1: Mikroskopiebild einer Kieselalgencommunity. Foto P. Niederhauser, AWEL, ZH

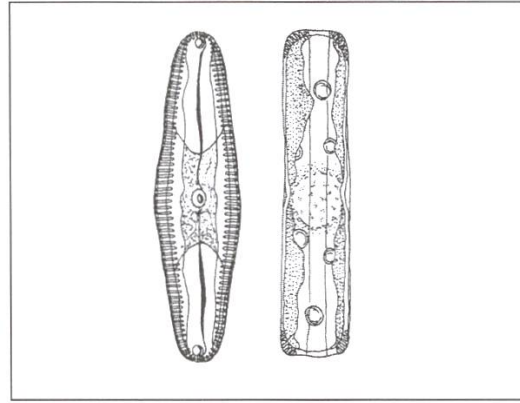


Abbildung 2: Aufbau einer Kieselalge. Zeichnung BIODIDAC

Der Name Kieselalgen verweist auf die verkieselte Zellwand. Jede Kieselalgenzelle hat eine Zellwand, die aus zwei Schalen aufgebaut ist (Abbildung 2).

Die Zelle hat die Form einer Schachtel, mit Schachtelboden (Hypotheka) und gleich grossem Schachteldeckel (Epitheka). Die Zellwand ist aus Kieselsäure (Siliziumdioxid) aufgebaut und besitzt die gleichen Eigenschaften wie Glas. Die Schalen der Kieselalgen sind daher unempfindlich gegenüber mechanischer oder chemischer Zerstörung.

Die feinen Strukturen der Schalen befinden sich oft an der Grenze der optischen Auflösung. Mit der Erfindung des Elektronenmikroskops in den 50-er Jahren hat das taxonomische Studium der Formen und Verwandtschaften einen grossen Impuls erhalten. Plötzlich waren Unterschiede in den Strukturen zu sehen, die man früher nur vermutet hatte. Diese neue Entwicklung führte zu einer kompletten Überarbeitung der Taxonomie der Diatomeen. Viele Namensänderungen und Unterteilungen von grossen Sammel-Gattungen wie z.B. *Navicula* und *Cymbella* in kleinere, logischere Einheiten waren die Folge.

3 EIN BLICK IN DIE VERGANGENHEIT

Die Kieselalgen sind erst durch die Erfindung der Lupe und den Bau besserer Mikroskope von ANTONIE VAN LEEUWENHOEK (1632–1723) am Anfang des 17. Jahrhunderts erstmalig beobachtet worden. Ursprünglich wurden sie «Animalcula» genannt, da einige Kieselalgen die Fähigkeit besitzen, sich auf Substrat fortzubewegen. Ein Bewegungsorgan, Raphe genannt, das wie eine Naht in der Schalenoberfläche eingebettet ist, ermöglicht diese Fortbewegung. Diese Kieselalgen erreichen eine Geschwindigkeit von bis zu 24 Mikrometern pro Sekunde. Eine *Nitzschia*-Art soll sogar 240 Mikrometer pro Sekunde erreicht haben (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986).

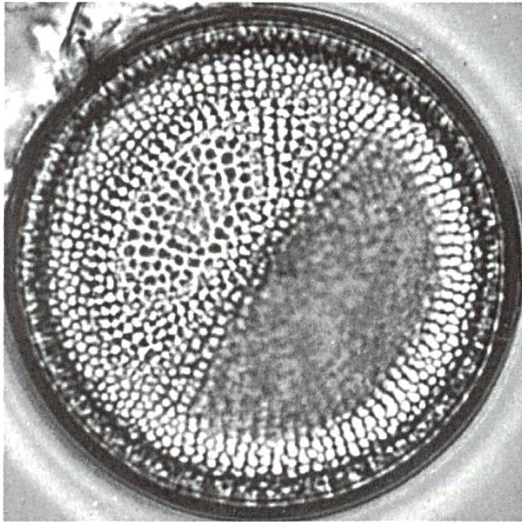


Abbildung 3: Ein Beispiel der Centrales

Im 18. Jahrhundert wurde die Klasse der *Bacillariophyceae* nach der Form in zwei Ordnungen aufgeteilt:

Die Ordnung *Centrales* (Abbildung 3), und die Ordnung *Pennales*.

Bis ins 20. Jahrhundert wurden Kieselalgen wegen ihrer schönen Formen und grossen Vielfalt häufig beobachtet und gesammelt (Abbildung 4a, 4b).

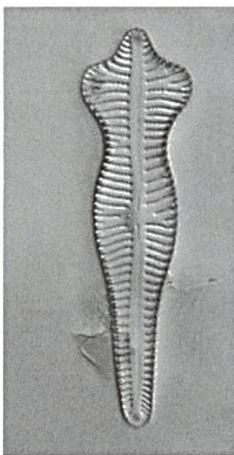


Abbildung 4a: *Gomphonema acuminatum* EHRENBERG, bei 1000 x Vergrößerung

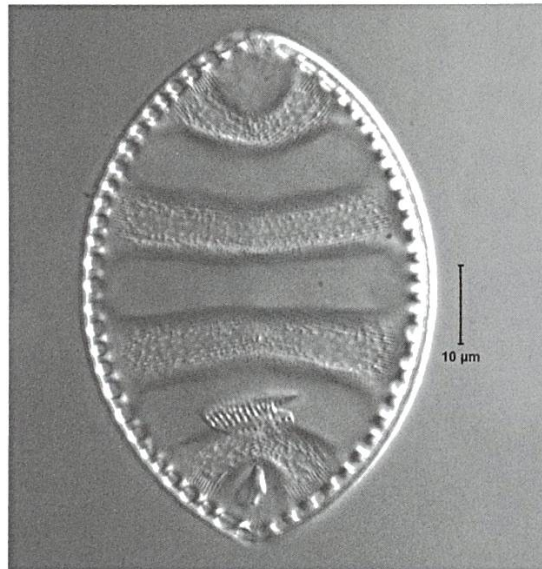
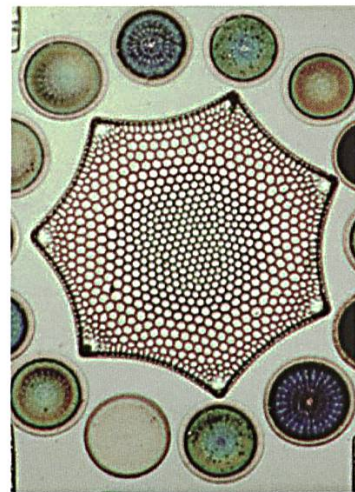
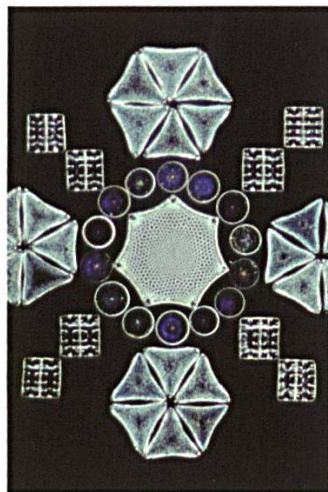


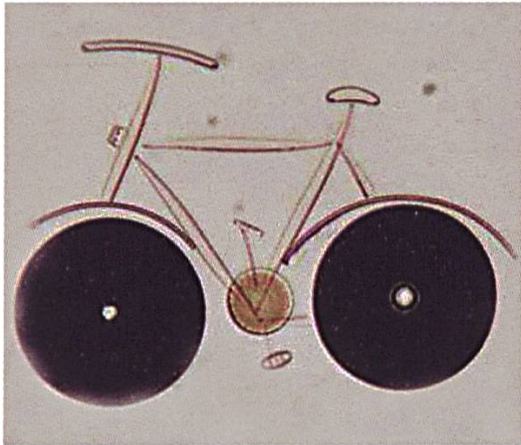
Abbildung 4b: *Cymatopleura elliptica* (BRÉBISSON) SMITH. Foto ANSP

Ihre Schönheit hat Generationen von Forschern begeistert, Hobbyforscher im gleichen Mass wie Wissenschaftler. Es gibt sogar eine eigene Kunstform: Einzelne Schalen werden auf einen Glasobjektträger so in Form gebracht, dass ein Bild von nur einigen Millimetern Grösse entsteht. Abbildungen 5a, 5b und 5c zeigen einige Beispiele dieser viktorianischen Kunstform. Solche historischen Präparate liegen noch in privaten Sammlungen und Museen vor.



Abbildungen 5a, b, c: «Kunstpräparate» nach Möller, 1869. Foto J. Rines

Diese Kunst ist noch nicht ganz verloren gegangen: Klaus Kemp aus Südengland verfertigt noch Mikrobilder als Ausstellungspräparate und bietet sie zum Verkauf an (Abbildungen 6a, 6b).



Abbildungen 6a, b: «Kunstpräparate» mit verschiedenen Kieselalgen von K. Kemp

4 KIESELALGEN ALS BIOINDIKATOREN

Ein Bioindikator muss verschiedene Eigenschaften besitzen, damit er sich für die Gewässerüberwachung eignet. Er muss:

- 1) **artenreich** sein;
- 2) in **allen Gewässertypen** mit hoher Variabilität (Anzahl Arten) und Individuenzahl vorkommen;
- 3) die Lebensgemeinschaft muss sensibel **auf Umweltveränderungen reagieren**, und nicht zuletzt
- 4) muss eine ausreichende **Dokumentation** vorhanden sein, die es ermöglicht, die verschiedenen Arten taxonomisch zu bestimmen, ökologisch einzustufen und zu bewerten.

1) Artenreichtum

Kieselalgen sind die artenreichste Klasse aller Algen. Wie viel Arten es genau gibt, ist nicht bekannt. Immer wieder werden neue Kieselalgen entdeckt und alte Gruppen in neue Arten differenziert.

Schätzungen über die weltweite Artenzahl belaufen sich von ca. 10'000 bis 10'000'000 Arten. In der Schweiz sind rund 3'000 Arten zu finden (DR. J. HÜRLIMANN, pers. Mitteilung). Im Thurgau werden über 150 Arten für die Beurteilung der Wasserqualität von Fließgewässern herangezogen.

2) Vorkommen

Generell sind Kieselalgen sehr anspruchslose Pflanzen. Sie wachsen überall, wo genügend Licht und Nährstoffe zur Verfügung stehen. Während der Sommermonate sieht man selbst mit bloßem Auge die grün-braunen Kieselalgenbeläge auf der Bachsohle.

3) Arten und Formen

Das grosse Spektrum der Arten und Formen von Kieselalgen ist unabhängig vom Bachsubstrat oder der physikalischen Eigenschaften der Gewässer (wie Strömung oder Tiefe). Im Rhein konnte gezeigt werden, dass es keinen Besiedlungsunterschied gibt zwischen Uferproben und Proben aus der Flussmitte, trotz unterschiedlicher Materialzusammensetzung der Flusssohle. Die Artenzusammensetzung der Kieselalgen wird durch die chemische Beschaffenheit des Wassers bestimmt. Änderungen der Wasserinhaltsstoffe durch beispielsweise zivilisatorisch verursachte Einträge führen zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung.

4) Dokumentation

Das historische Interesse an Kieselalgen hat nicht nur grosse Sammlungen hervorgebracht, sondern auch zu einer ausführlichen Dokumentation geführt. Eine aktuelle Überarbeitung der Kieselalgenarten finden wir in dem sehr umfangreichen, vierbändigen Werk von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1996) als Teil der Reihe «Süsswasserflora von Mitteleuropa». Dennoch ist die Bestimmung von Kieselalgen nicht einfach und bedarf einiger Erfahrung. Für die Bestimmungsarbeit benötigt man ein gutes Lichtmikroskop mit einem Phasenkontrast für die 1000-fache Vergrösserung.

Kieselalgen eignen sich auch gut für langfristige oder historische Untersuchungen zur Wasserqualität. Kieselalgeschalen zeichnen sich durch eine hohe Beständigkeit aus. Gut gereinigt und getrocknet kann man eine Kieselalgenprobe nach über hundert Jahren noch verwenden, um neue Präparate herzustellen. Alte Sammlungen sind als Referenzmaterial zur Beurteilung der früher vorherrschenden Wasserqualität von grossem Wert.

5 KIESELALGEN UNTERSUCHEN IST SPURENSUCHE

Kieselalgen treten seit 120 Millionen Jahren im Meereswasser auf. Am Anfang waren es Formen aus der Ordnung der *Centrales*, vor 70 Millionen Jahren kamen *Pennales*-Formen dazu. Zehn Millionen Jahre später besiedelten die *Pennales* auch das Süsswasser. Ihre Dominanz verglichen mit anderen Lebensformen hat sich vor rund 24 Millionen Jahren durchgesetzt.

Weil die siliziumhaltigen Schalen unempfindlich sind, können die Überreste planktischer und benthischer Kieselalgen leicht fossilisieren. Grosse Mengen abgestorbener Kieselalgen können fossile Ablagerungen bilden, auch bekannt als Kieselgur oder Diatomit. Die Untersuchung dieser fossilen Reste lässt Rückschlüsse über die damaligen Umweltbedingungen und ihre erdgeschichtliche Entwicklung zu.

Verschiedene Anwendungen der Kieselalgen-Untersuchungen

A Gewässerschutz, Renaturierung von Gewässern

Nicht nur die Bestimmung der Wasserqualität ist mit Kieselalgen möglich, auch Änderungen über die Zeit können verfolgt werden, z.B. Nährstoffeintrag (Eu-

trophierung) und Gewässerversauerung. Dank der alten Sammlungen verfügt man heute über historische Proben verschiedenster Gewässertypen der ganzen Schweiz. Diese Proben dienen als Referenz für neue Untersuchungen und helfen mit, bei Renaturierungen von Gewässern die Zielkriterien zu bestimmen.

1996 wurden vier Seen im Kanton Zürich auf Kieselalgen untersucht. Die Befunde aus dem Uferbereich wurden mit historischen Kieselalgenproben aus dem beginnenden 20. Jahrhundert verglichen. Von den aufgefundenen Proben waren 8 nutzbar und zeigten interessante Änderungen der Lebensgemeinschaften. Auffällig ist der Artenschwund in den heutigen Uferpartien der Gewässer gegenüber früher. Wurden bei den Untersuchungen vor knapp 100 Jahren noch 70 Arten gefunden, die heute als gefährdet eingestuft sind, waren 1996 davon gerade noch 33 zu finden. Diese machen nur noch einen sehr kleinen Anteil an der Gesamtpopulation aus. Sollen unsere Gewässer in einen natürlichen Zustand zurückgeführt werden, dürfen nicht nur die chemisch messbaren Parameter Phosphatgehalt, Sauerstoffgehalt oder Nitratgehalt verwendet werden. Eine Gewässersanierung sollte neben chemischen auch biologische Kriterien erfüllen. Eine gewässergerechte Flora und Fauna gehört dazu (HÜRLIMANN 1997).

B Archäologie und Paläoökologie

Die Untersuchung alter Sedimente ermöglicht eine Rekonstruktion von Umweltfaktoren. Diese Kenntnisse geben Auskunft über globale Klimaänderungen wie z.B. die Bandbreite natürlicher Temperaturschwankungen. Es lässt sich aber auch die Herkunft alter Tonscherben oder jene von Kleiderfragmenten bestimmen.

C Kriminalistik

Es ist bei rechtsmedizinischen Untersuchungen nicht immer möglich, den Tod durch Ertrinken eindeutig festzustellen, v.a. wenn die Leiche längere Zeit im Wasser gelegen hat oder nur noch Skeletteile vorhanden sind. Ein Vergleich der Kieselalgen am Fundort und im Körpergewebe liefert viele Informationen über die Todesumstände. Beim Versinken eines Körpers gelangt das Wasser in die Lungen. Wenn das Herz noch schlägt, werden die Kieselalgen durch den Kreislauf über die Lungen in andere Gewebe (Gehirn, innere Organe, Knochenmark, Skelettmuskeln) transportiert. Die Anwesenheit von Kieselalgen im Knochenmark ist somit ein sicherer Beweis für den Ertrinkungstod (SINGH et al. 2004). War die Person bereits tot, als sie ins Wasser geworfen wurde, finden sich keine Kieselalgen im Knochenmark.

Auch bei der Spurensuche sind Kieselalgen wichtige Informationsträger. Da zwei Standorte nie die genau gleiche Kieselalgengemeinschaft zeigen, können Kieselalgen für die Tatort- resp. Täterverifizierung verwendet werden.

6 KIESELALGEN-UNTERSUCHUNG SCHWEIZ

Seit Jahrzehnten werden Kieselalgen in verschiedenen Ländern Europas zur Untersuchung von Umweltbelastungen in Fliessgewässern verwendet. Das Prinzip der Wasserqualitätsbeurteilung basiert auf den unterschiedlichen Ansprüchen der Kieselalgen an die Wasserqualität. Einzelne Kieselalgenarten haben eine unterschiedliche Toleranz gegenüber dem Angebot an Nährstoffen. Sehr sensible Arten treten nur in sehr sauberen Gewässern auf, während sehr tolerante Arten auch noch in sehr belasteten Gewässern vorkommen. Die in Europa entwickelten Systeme für die Differenzierung der verschiedenen Wasserqualitätsstufen sind aber für Schweizer Verhältnisse nicht immer aussagekräftig. Aufgrund des hohen Ausbaustandards der Kläranlagen und der meist guten Verdünnung der aus anthropogenen Quellen stammenden Stoffe sind die vorhandenen Methoden zu wenig differenziert. Es war daher nötig, eine für Schweizer Verhältnisse angepasste Methode zu entwickeln.

Basierend auf artspezifischen Daten wurden für jede in der Schweiz vorkommende Kieselalge die optimalen Umweltbedingungen definiert, d.h. für jede Art wurde überprüft, bei welcher Wasserqualität sie am häufigsten vorkommt. Die Korrelation mit der chemischen Beschaffenheit des Wassers hat zu einer Eichung der Kieselalgenart in Bezug auf die Wasserqualität geführt. Anhand dieser Informationen zu den einzelnen Kieselalgenarten und der Artenzusammensetzung der Kieselalgen in einem Gewässer lässt sich ein sogenannter Diatomeenindex-Schweiz (DI-CH) berechnen. Dieser gibt Auskunft über die durchschnittliche Wasserqualität. Die Methode ist in der Schriftenreihe: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer «Kieselalgen Stufe F» (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2006) veröffentlicht.

7 UND WIE SIND DIE FLIESSGEWÄSSER IM THURGAU?

Vor drei, vier Jahrzehnten war es üblich, Abwässer ungereinigt oder nur mit einfachen mechanischen Methoden gereinigt in unsere Bäche und Flüsse einzuleiten. Es kam deshalb vor, dass die Gewässer durch die Abwässer rot, gelb oder auch braun eingefärbt wurden. Mit dem Bau von Kläranlagen, dem Ausbau der Siedlungsentwässerung, dem 1986 eingeführten Phosphatverbot für Waschmittel sowie der Ökologisierung der Landwirtschaft, hat sich die Wasserqualität bezüglich der Belastung mit Nährstoffen (Phosphor und Stickstoff) und organisch abbaubaren Stoffen deutlich verbessert. Zudem haben sich die Eintragspfade von wasserbelastenden Stoffen geändert. Waren es früher bekannte, lokalisierbare Belastungsquellen (wie z.B. das Abwasser eines Gewerbebetriebes oder häusliche Abwässer) sind es heute neben den Einleitungen von gereinigtem Abwasser aus Kläranlagen vor allem diffuse Hintergrundbelastungen. Darunter versteht man kleine, häufig nicht genau lokalisierbare Quellen wie z.B. Meteorwasserleitungen aus dem Siedlungsgebiet, Drainageleitungen aus der Landwirtschaft, Hochwasserentlastungen oder Strassenentwässerungen, aus denen Schadstoffe in die Gewässer gelangen können. Der Eintrag aus diffusen Quellen hat als Folge der zunehmenden Siedlungsdichte und der intensiven Nutzung unserer Böden an Bedeutung zugenommen.

Dies hat das Amt für Umwelt Thurgau im Jahr 1998 veranlasst, die Wasserqualität künftig auch anhand der Kieselalgenzusammensetzung zu beurteilen. Sie ist eine ideale Ergänzung zu den chemischen Untersuchungen. Die chemischen Stichproben geben Auskunft über den aktuellen Zustand der fließenden Wasserwelle. Die Zusammensetzung der Kieselalgenegesellschaft charakterisiert hingegen die Wasserqualität der 4 bis 6 Wochen, die der Probenahme vorausgehen. Sie liefert somit wertvolle zusätzliche Informationen über die generelle Belastung eines Gewässers, insbesondere, wenn der Schadstoffeintrag zeitlich begrenzt war.

8 RESULTATE

Gemäss der ökologischen Zielsetzung der schweizerischen Gewässerschutzverordnung (GSchV SR, 814.201) sollen Gewässer nicht oder nur schwach belastet sein. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn der Diatomeenindex-Schweiz in der Zustandsklasse «sehr gut» oder «gut» liegt. Von den insgesamt 270 Kieselalgenproben, die in den Jahren 1998 bis 2005 ausgezählt wurden, haben 79% das gesetzliche Qualitätsziel erreicht (KOSTER 2006). Die Verteilung in die einzelnen Beurteilungsklassen ist in *Abbildung 7* ersichtlich.

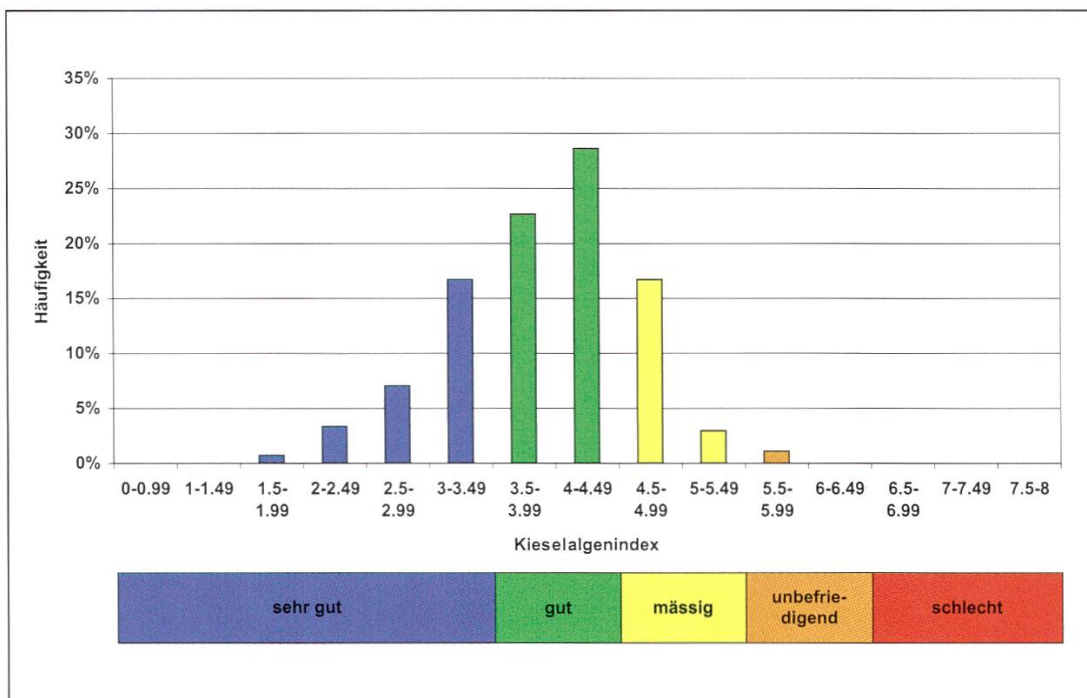


Abbildung 7: Resultate aller zwischen 1998 und 2005 untersuchten Kieselalgenproben

Die Wasserqualität kann von Jahr zu Jahr deutliche Schwankungen aufweisen, wie *Abbildung 8* zeigt. Der Anteil der Stellen, welche das Qualitätsziel gemäss Gewässerschutzgesetzgebung erfüllen, schwankte im Untersuchungszeitraum von 1998 bis 2005 zwischen 68% und 90%. Diese Spannweite lässt sich damit erklären, dass die Wasserqualität unserer Bäche und Flüsse auch durch die Witterung beeinflusst wird. Bei einer gleichbleibenden Belastung, sei es nun durch gereinigtes Abwasser oder durch eine Hintergrundbelastung, sind beispielsweise in trockenen Sommern die Fließgewässer höher belastet, da aufgrund der tieferen Abflussmengen eine schlech-

tere Verdünnung herrscht. Verschärft wird diese Situation noch durch den Umstand, dass rund 45% aller Proben einen Diatomeenindex zwischen 4 und 4.99 aufwiesen und somit im Grenzbereich der Zustandsklassen «gut», d.h. das Qualitätsziel ist erfüllt und «mässig», d.h. das Qualitätsziel ist nicht erfüllt, liegen. Kleine Witterungsschwankungen, wie sie von Jahr zu Jahr natürlicherweise auftreten, können somit eine deutliche Veränderung der Wasserqualität auslösen.

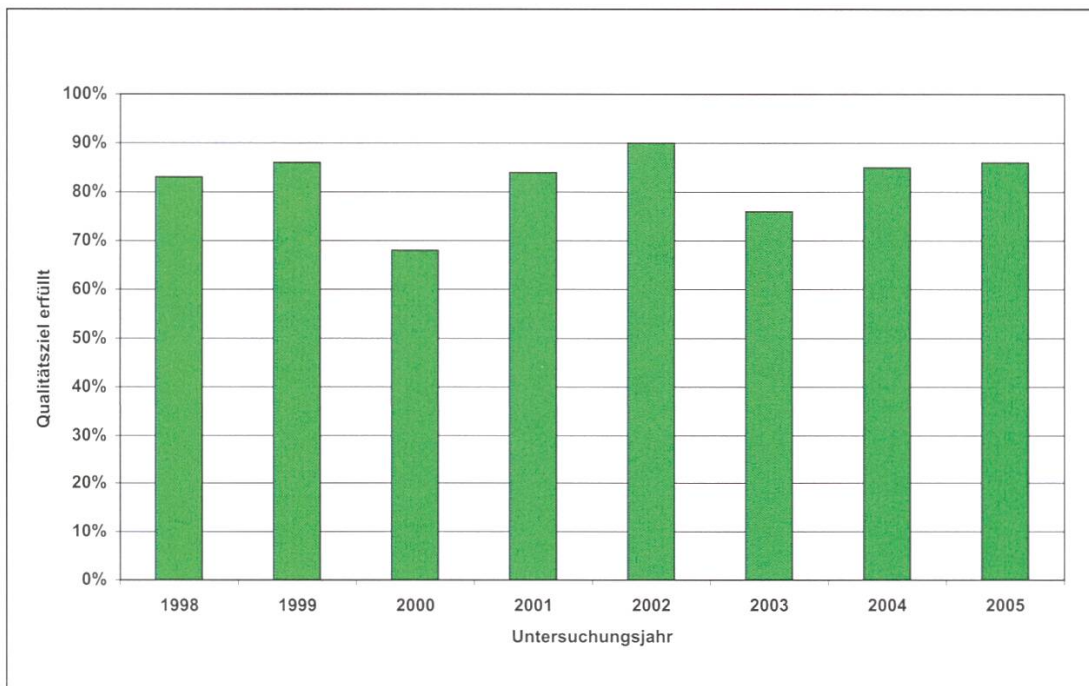


Abbildung 8: Prozentanteil der untersuchten Proben, die das Qualitätsziel erfüllt haben

Flusseinzugsgebiet Thur

Die Thur und ihre grösseren Zuflüsse (Murg, Sitter, Kemmenbach) werden sehr stark durch die Abwasserreinigung dominiert. Nicht weniger als 16 Kläranlagen nutzen im Kanton Thurgau die Thur direkt oder indirekt als Vorfluter. Daneben gelangen noch die Abwässer aus den beiden Appenzeller Kantonen und aus Teilen des Kantons St. Gallen in die Thur. Bei Niederwasserabflüssen kann der Anteil an gereinigtem Abwasser bis 30% betragen.

Die Thur mit ihrem Grundwasserstrom ist ein wichtiger Pfeiler der Wasserversorgungen im Thurgau. Rund ein Drittel unseres Trink- und Brauchwassers wird dem Thurgrundwasser entnommen. Eine gute Gewässerqualität ist der beste Garant für einwandfreies Trinkwasser.

Die Thur weist allgemein eine gute Wasserqualität auf. Das Qualitätsziel (Abbildung 9) wird in der Regel erfüllt. Während der Herbstmonate bei generell geringerem Abfluss, ist die Wasserqualität deutlich schlechter als im Frühjahr bei höherer Wasserführung. Im Herbst treten regelmässig geringfügige Überschreitungen auf. Ein langfristiger Trend lässt sich nicht ableiten. Im Hinblick auf die nachhaltige Sicherung der Trinkwasserqualität ist allerdings die Belastungssituation weiter zu verringern. Ziel muss es sein, selbst bei ungünstiger Witterung eine gute Wasserqualität sicherstellen zu können.

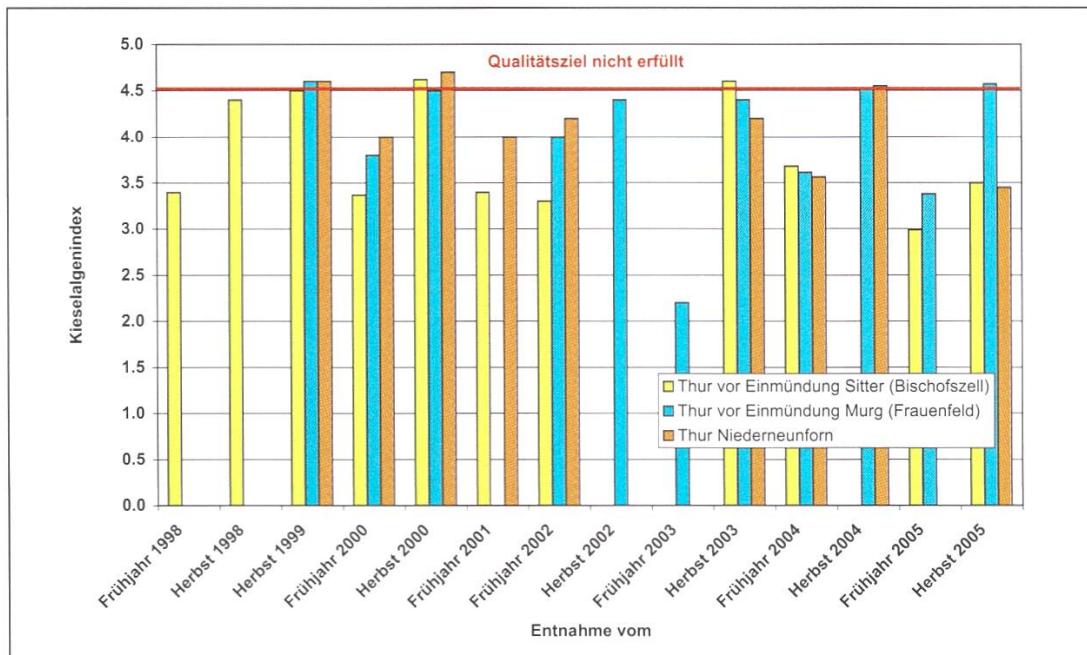


Abbildung 9: Wasserqualität der Thur basierend auf dem Kieselalgenindex

Zwischen 1998 und 2005 wurden an 16 Thurzufüssen insgesamt 83 Proben erhoben und ausgezählt (die Resultate der Murg sind in einem eigenen Abschnitt dargestellt).

Bei 80% der untersuchten Stellen zeigten die Kieselalgen eine gute oder sehr gute Wasserqualität (Abbildung 10). Von den 11 Bächen, die kein gereinigtes Abwasser aus einer Kläranlage aufnehmen, muss gesamthaft gesehen einzig beim Giessen oberhalb Weinfelden die Wasserqualität als mässig beurteilt werden. Hier werden zurzeit detaillierte Felduntersuchungen durchgeführt, um die Ursache der Belastung abzuklären.

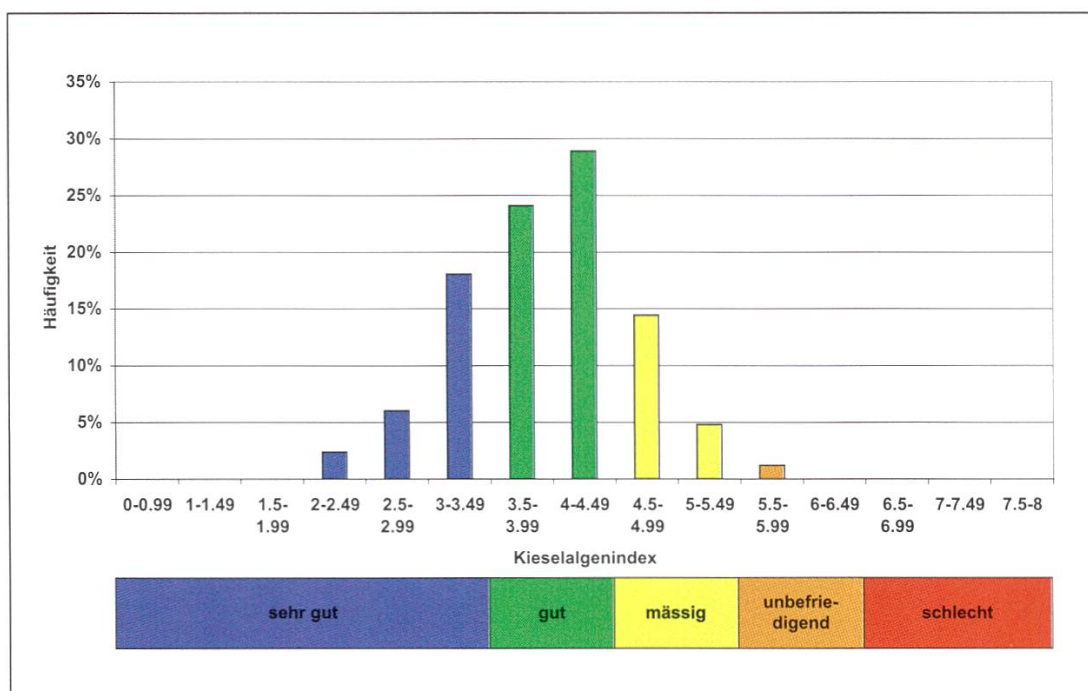


Abbildung 10: Resultate aller zwischen 1998 und 2005 untersuchten Kieselalgenproben der Thurzuflüsse

Flusseinzugsgebiet Murg

In diesem Einzugsgebiet wurden neben der Murg noch fünf Zuflüsse untersucht. Von den insgesamt 83 Untersuchungen haben 87% das Qualitätsziel erfüllt (*Abbildung 12*). Im Oberlauf, bei Fischingen, ist das Wasser der Murg nicht oder nur wenig belastet. Dies erstaunt wenig, liegt das Einzugsgebiet doch mehrheitlich in einem bewaldeten und dünn besiedelten Gebiet. Durch gereinigtes Abwasser aus drei Kläranlagen, der zunehmenden Besiedlung sowie der landwirtschaftlichen Tätigkeit nimmt die Belastung in Richtung Frauenfeld zu. Die Anforderungen an die Wasserqualität werden im Allgemeinen jedoch eingehalten.

Ähnlich wie bei der Thur lässt sich für die Murg keine klare Tendenz über die langfristige Entwicklung der Schadstoffbelastung erkennen. Im Chräbsbach wurde in den vergangenen Jahren immer wieder eine mässige Wasserqualität festgestellt. Dies obwohl einige Belastungsquellen beseitigt wurden. Die Sanierungsbemühungen gestalten sich schwierig. Einerseits ist der gesamte Bachoberlauf eingedolt, was die Abklärungsarbeiten erschwert, andererseits dürfte es sich um mehrere kleine, nur temporär auftretende Schadstoffeinträge handeln. Ein Beispiel ist in *Abbildung 11* dargestellt. Im Jahr 2001 wurde im Chräbsbach während zwei Wochen eine Online-Sauerstoffmessung durchgeführt.

Am 10.04.2001 abends um halb neun fiel der Sauerstoffgehalt plötzlich ab und pendelte sich auf einem tieferen Niveau von 6 bis 6,5 mg/l ein. Ein zweiter Rückgang trat am 13.04.2001 um 16.30 Uhr ein, der Sauerstoffgehalt fiel auf unter 4 mg/l. Am 15.04.2001 abends um halb fünf normalisierte sich die Situation wieder, d.h. die Sauerstoffgehalte lagen ab dann wieder in einem für Fließgewässer üblichen Bereich. Ein Abfall des Sauerstoffgehaltes unter 4 mg/l stellt für Fische ein ernsthaftes Problem dar. Die Ursachen der tiefen Sauerstoffgehalte konnten leider nicht ermittelt werden.

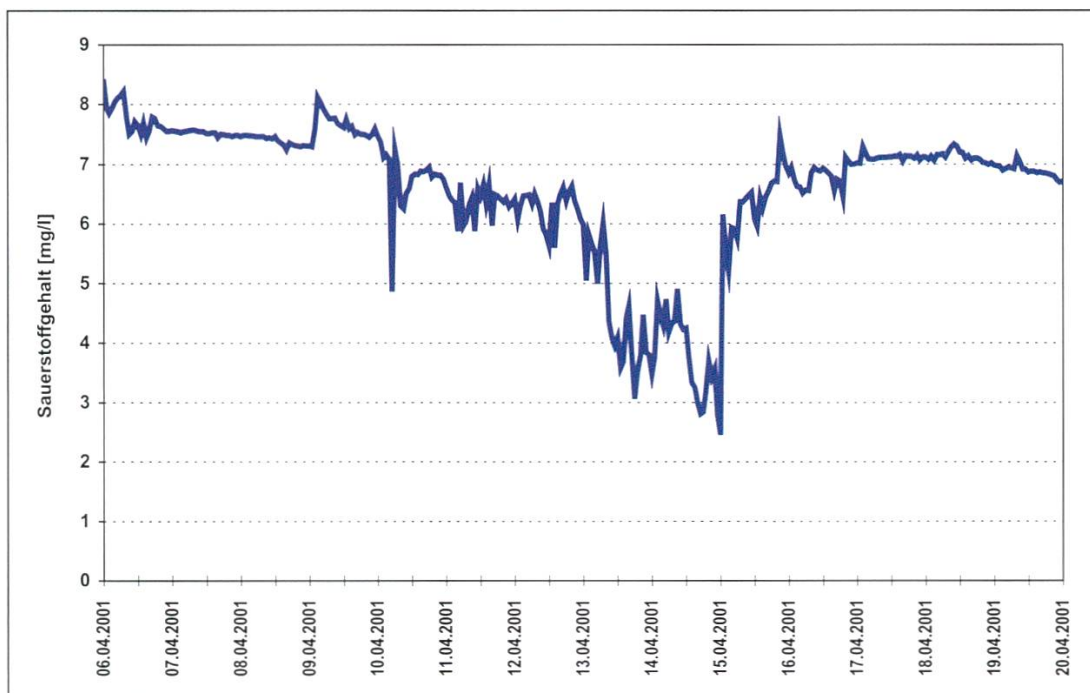


Abbildung 11: Online-Sauerstoffmessungen im Chräbsbach im April 2001

Erfreulich zeigt sich der Zustand der Lauche. Die Wasserqualität konnte durchwegs als gut eingestuft werden. Dies bestätigen auch die chemischen Untersuchungen.

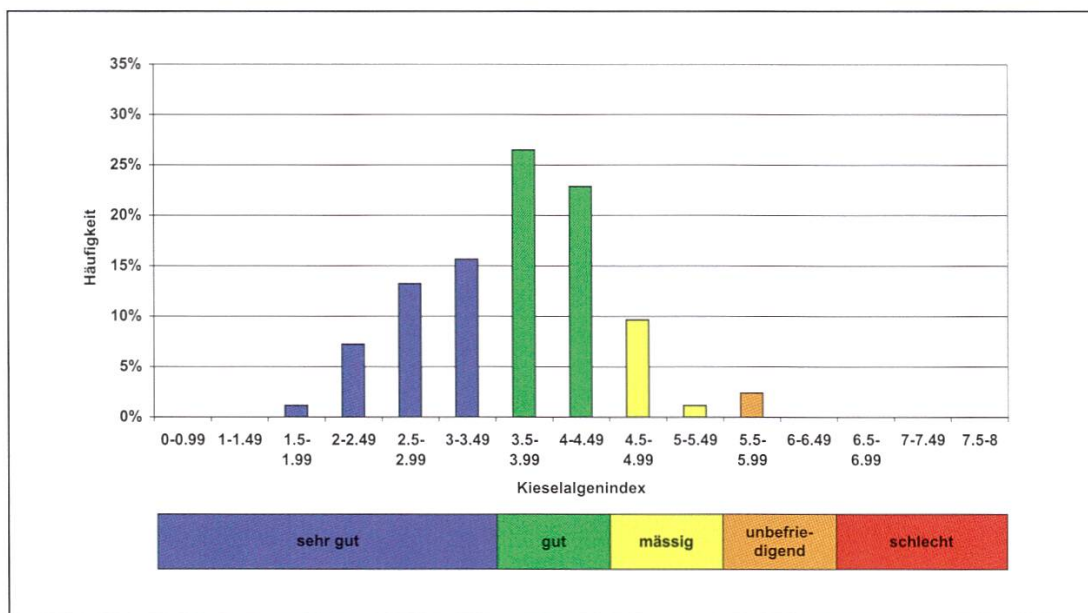


Abbildung 12: Resultate aller zwischen 1998 und 2005 untersuchten Kieselalgenproben der Murg und deren Zuflüsse

Einzugsgebiet des Bodensee-Obersees

Das Einzugsgebiet des Obersees wird durch eine intensive landwirtschaftliche Tätigkeit geprägt: Von den 44 Proben zeigten lediglich 72% eine gute Wasserqualität (Abbildung 13). Die Salmsacher Ach dient als Vorfluter für zwei Kläranlagen, die zeitweilig in Folge unzureichender Verdünnungsverhältnisse für eine Überschreitung der Qualitätsanforderungen verantwortlich sind. Im Feilenbach sind die festgestellten Belastungen auf landwirtschaftliche Einträge und auf die Schadstoffeinträge aus einer Altteponie zurückzuführen.

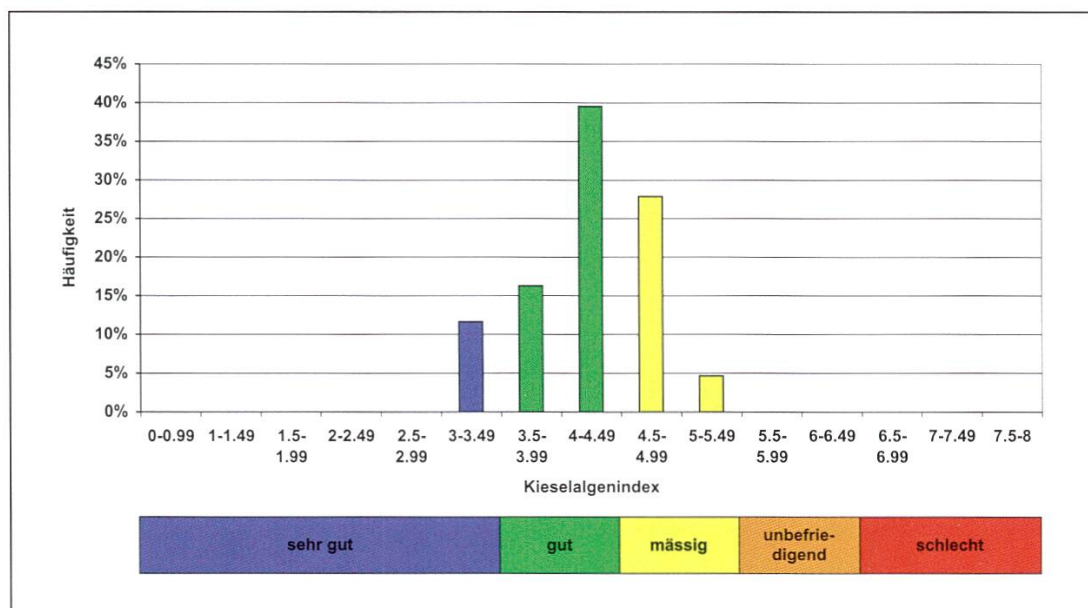


Abbildung 13: Resultate aller zwischen 1998 und 2005 untersuchten Kieselalgenproben im Einzugsgebiet des Bodensee-Obersees

9 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Beurteilung der Wasserqualität anhand der Kieselalgenmethode hat gezeigt, dass die untersuchten Flüsse und Bäche im Untersuchungszeitraum 1998 bis 2005 zu rund 80% in Ordnung waren, d.h. eine gute bis sehr gute Wasserqualität aufwiesen. Bei Fliessgewässern, die das gereinigte Abwasser von Kläranlagen aufnehmen, wurde hingegen festgestellt, dass die Qualitätsziele zeitweise nicht eingehalten werden. Ursache waren die, je nach Witterung, ungenügenden Verdünnungsverhältnisse des gereinigten Abwassers im Bachwasser. Dies führte teilweise zu einer mässigen bis unbefriedigenden Wasserqualität, obwohl die Kläranlagen einen guten Ausbaustandard aufweisen und zum fraglichen Zeitpunkt auch gut funktionierten. Handlungsbedarf besteht hauptsächlich bei Kleingewässern, die durch diffuse Quellen belastet werden. Die bisherigen Untersuchungen zeigen, dass sich Sanierungsbemühungen schwierig gestalten, denn die Belastungsquellen sind schwer zu ermitteln. Geeignete Massnahmen müssen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Stellen erarbeitet werden, um diese diffusen Belastungsquellen weiter zu reduzieren.

10 ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1998 werden zur Bestimmung der Wasserqualität der Fliessgewässer im Kanton Thurgau Kieselalgen (Diatomeen) verwendet. Die Artenzusammensetzung in einem Gewässer gibt zuverlässige Auskunft über die Belastung mit Nährstoffen (Phosphor und Stickstoff) 4–6 Wochen vor der Probenahme. Der Anwendungsbereich der Kieselalgenuntersuchung reicht vom Gewässerschutz und Archäologie bis zur Kriminalistik. Für den Schweizer Gewässerschutz ist eine eigene Methode ausgearbeitet worden, die durch chemische Untersuchungen von Schweizer Gewässern geeicht wurde. Mit dieser Standardmethode lässt sich ein Diatomeen-Index (DI-CH) berechnen, womit man schweizweit alle Daten vergleichen kann. In Thurgau haben die Kieselalgenuntersuchungen bis 2005 gezeigt, dass 79% der Fliessgewässerproben nicht oder schwach belastet sind. Die Thur hat im Allgemeinen eine gute Wasserqualität, obwohl 16 Kläranlagen die Thur oder ihre Zuflüsse als Vorfluter nutzen. Faktoren wie Gewitter oder Niedrigwasser im Spätsommer haben einen schlechten Einfluss auf die Wasserqualität. Wo ein hoher DI-CH herrscht und immer wieder die Qualitätsziele nicht erfüllt werden, sind detailliertere Gewässeruntersuchungen im Gange.

11 LITERATUR

- ANSP Algae Image Database, Phycology Section, Patrick Center for Environmental Research, The Academy of Natural Sciences. Retrieved 16 May 2007 from <http://diatom.acnatsci.org/AlgaeImage/Image/IM002878,IM002519>.
- BIODIDAC. Bank of digital images for teaching Biology. University of Ottawa. Image submitted by Livingstone. Retrieved 16 May 2007 from <http://biodidac.bio.uottawa.ca>.
- BAFU Bundesamt für Umwelt, November 2006: Schriftenreihe: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer «Kieselalgen Stufe F».
- HÜRLIMANN, J., 1997: Kieselalgen geben Auskunft über Wasserqualität. NZZ Forschung und Technik, 28. Mai 1997. Nr. 120, p 79.

- KEMP, K. Retrieved 16 May 2007 from www.diatoms.co.uk.
- KOSTER, M., 2006: Beurteilung der Thurgauer Wasserqualität mit Kieselalgen 1998–2005. Interner Bericht, Amt für Umwelt, Kt. Thurgau. 1–21 pp.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. 1986: Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae. In: Ettl, H., et al. (Hrsg.), Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- SINGH, M., KULSHRESTHA, P., & SATPATHY, D. K., 2004: Synchronous use of maggots and diatoms in decomposed bodies. *Journal of IAFM*, 26 (3), 121–124.
- RINES, J. Collection of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Retrieved 16 May 2007, from www.microscopy-uk.net.

Adresse der Autoren:

Margie Koster, Amt für Umwelt Kanton Thurgau
Bahnhofstrasse 55
CH-8510 Frauenfeld

Heinz Ehmann, Amt für Umwelt Kanton Thurgau
Bahnhofstrasse 55
CH-8510 Frauenfeld

