



UMWELT INFO 2/04



Amt für Natur und Umwelt
Ufficio per la natura e l'ambiente
Uffizi per la natira e l'ambient

GEWÄSSER ALS INDIKATOREN FÜR UMWELTEINFLÜSSE

Als Anfang der 80er Jahre der "saure Regen" für Schlagzeilen sorgte, wurde offensichtlich, dass die Luftverschmutzung auch vor entlegenen, emissionsfernen Gebieten nicht Halt macht. Meldungen über versauerte Seen im hohen Norden oder in alpinen Gebieten führten dies drastisch vor Augen.

Im UNO-Jahr des Wassers 2003 bot sich die Gelegenheit, ausgewählte Bündner Bergseen zu untersuchen. Neben anderen Faktoren wurde der pH-Wert, als Mass für den Säuregrad im Wasser bestimmt und mit früheren Messdaten verglichen. Die Resultate sind erfreulich ausgefallen. Keiner der untersuchten Seen musste als versauert eingestuft werden.

In einem weiteren Projekt wurden Fische aus verschiedenen Bergseen auf Spuren von Umweltchemikalien analysiert. Hier zeigte sich, dass auch unsere Gebirgsregionen nicht vor Einträgen von sogenannten POP (Persistent Organic Pollutants), also schwer abbaubaren organischen Schadstoffen, durch weiträumige Luftverfrachtungen verschont geblieben sind.

In verschiedenen Fliessgewässern wurde der Kieselalgenbewuchs untersucht, um Rückschlüsse auf die Wasserqualität zu gewinnen. Die Auswertungen ergaben, dass die Bündner Fliessgewässer grundsätzlich eine gute bis sehr gute Wasserqualität aufweisen. Rund zwei Drittel aller Proben zeigen aber Anzeichen einer Abwasserbelastung.

Diese Resultate verpflichten zu verstärkter Vorsorge in der Chemikalienpolitik, zu höherer Sensibilität im vorsorgenden Umweltschutz und zur Weiterführung und Optimierung der getroffenen Anstrengungen im Gewässerschutz und in der Luftreinhaltung.

Peter Baumgartner, Amtsleiter

I CORSI D'ACQUA QUALI INDICATORI PER INFLUSSI AMBIENTALI

Quando all'inizio degli anni Ottanta le "piogge acide" facevano notizia, è diventato evidente che l'inquinamento dell'aria interessava anche le regioni periferiche, lontane dalle zone di emissione. Notizie su laghi acidi nell'estremo Nord o nelle regioni alpine lo hanno drasticamente illustrato.

Nell'Anno internazionale dell'acqua proclamato dell'ONU 2003 si è avuta l'opportunità di analizzare laghi di montagna grigionesi selezionati. Oltre ad altri fattori è stato determinato il valore pH quale unità di misura per il grado di acidità nell'acqua e confrontato con dati precedenti. I risultati sono stati positivi. Nessuno dei laghi esaminati ha dovuto essere classificato come acido. In un altro progetto sono stati analizzati pesci di diversi laghi di montagna riguardo alla presenza di tracce di prodotti chimici nell'ambiente. A questo proposito si è visto che, a seguito di grandi spostamenti di masse d'aria, neanche le nostre regioni di montagna sono state risparmiate dai cosiddetti POP (Persistent Organic Pollutants), vale a dire sostanze nocive organiche difficilmente biodegradabili.

In diversi corsi d'acqua è stata esaminata la presenza di diatomee al fine di trarne conclusioni sulla qualità dell'acqua. Dalle analisi risulta che in sostanza i corsi d'acqua grigionesi presentano una qualità dell'acqua da buona a ottima. Circa due terzi di tutti i campioni mostrano tuttavia indizi di un inquinamento causato dalle acque di scarico.

Questi risultati obbligano ad una maggiore cautela nella politica dei prodotti chimici, ad una maggiore sensibilità nei confronti della protezione preventiva dell'ambiente ed alla continuazione e all'ottimizzazione degli sforzi intrapresi nella protezione delle acque e dell'aria.

Peter Baumgartner, capoufficio

LAS AUAS SCO INDICATORS PER INFLUENZAS SIN L'AMBIENT

Il cumenzament dals onns 80, cur che la "plievgia ascha" era in tema actual, èsi vegnì evident che l'impestaziun da l'aria na sa fermia er betg davant territoris perifers senza emissiuns. Novitads davart lais aschentads en il nord arctic u en territoris alpins han mussà quai en moda drastica.

Durant l'onn internaziunal da l'aua 2003 proclamà da l'ONU è sa dada la chaschun d'intercurir ina schelta da lais alpins dal Grischun. Sper auters facturs è vegnida eruida la valur pH sco mesira per il grad d'acid en l'aua e cumparegliada cun datas da mesiraziun da pli baud. Ils resultat èn stads legraivels. Betg in sulet dals lais intercurids ha stuì vegnir taxa sco aschentà.

En in ulteriur project èn vegnids analisads ils peschs da differents lais alpins areguard fastizs da chemicalias en l'ambient. Qua è sa mussà che - tras transports d'aria da gronda dimensiun - er noss territoris muntagnards n'èn betg vegnids schanegiads d'immissiuns dad uschenumnads POP (persistent organic pollutants), pia da substanzas nuschaivlas ch'èn mo grevamain decumponiblas.

En differentas auas currentas è vegnida intercurida la vegetaziun da las diatomeas per pudair trair conclusiuns davart la qualitat da l'aua. Las evaluaziuns han mussà che la qualitat da las auas currentas grischunas è da princip buna fin fitg buna. Var dus terzs da tut las emprovas mussan dentant indizis d'ina grevezza da las auas persas.

Quests resultat obligheschan a dapli prevenziun en la politica da chemicalias, a pli gronda sensibilitad en la protecziun preventiva da l'ambient sco er da manar vinavant ed optimar las stentas prendidas per la protecziun da las auas e per il mantegniment da l'aria pura.

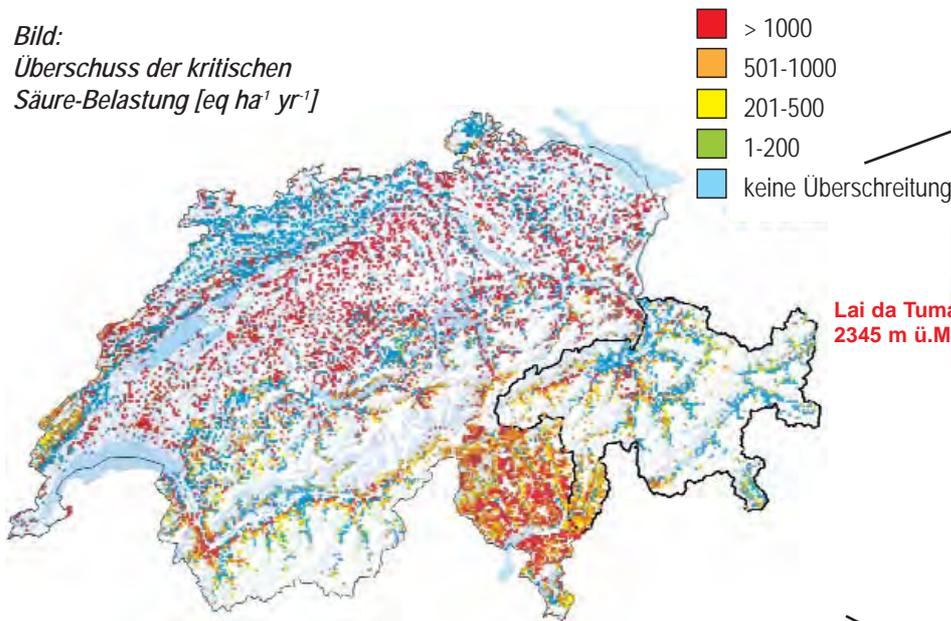
Peter Baumgartner, manader da l'uffizi

LUFTVERSCHMUTZUNG - SAURER REGEN - SAURE BERGSEEN?

Durch atmosphärenchemische Prozesse können aus Abgasbestandteilen wie Stickoxiden oder Schwefeloxiden unter Einfluss der Luftfeuchtigkeit Säuren gebildet werden. Je nach Ausbreitungsbedingungen und Witterungsverhältnissen können diese Säuren als saure Niederschläge in Form von Regen, Schnee, Nebel oder auch als Partikel (trockene Deposition), unter Umständen weit entfernt vom Entstehungsort der Luftschadstoffe, auf den Boden gelangen. Saure Niederschläge beeinträchtigen nicht nur die Fruchtbarkeit des Bodens sondern auch die Qualität von Gewässern. Die sauren Niederschläge wirken sich jedoch nicht überall gleich aus, da je nach Eigenschaften des Bodens, z.B. beim Vorhandensein von Kalk, die Säuren abgepuffert oder neutralisiert werden können. Besonders versauerungsgefährdet sind daher Bergseen auf schlecht puffernden, kalkarmen oder kalkfreien Urgesteinsböden (z.B. Granit), welche durch grosse Mengen säureangereicherte Niederschläge gespeist werden.

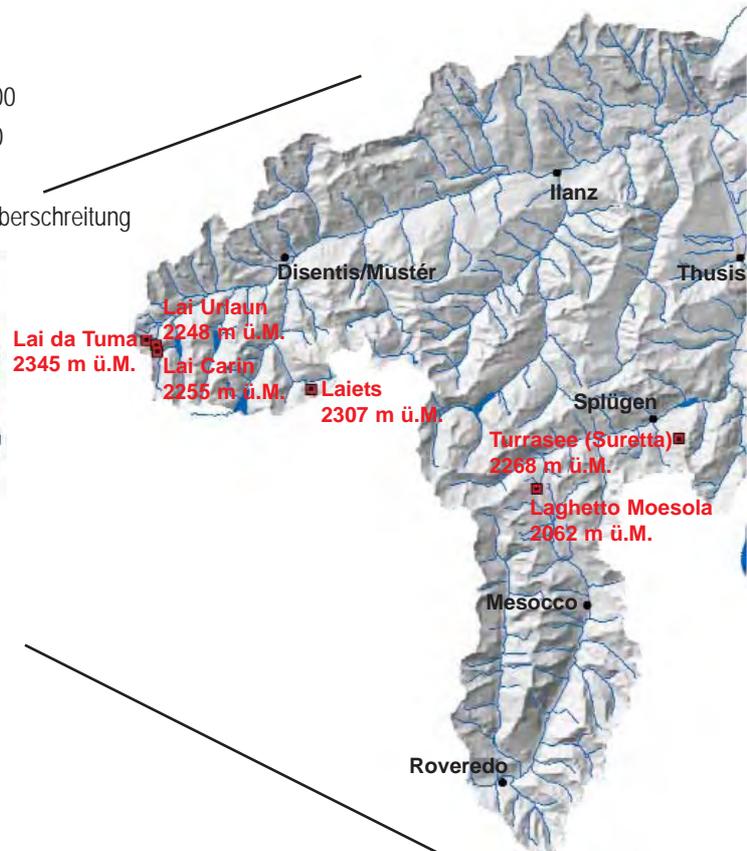
In einer Studie des BUWAL (1994) wurde mit Hilfe von Luftschadstoffdaten, Niederschlagsmengen und den Puffereigenschaften der Geologie die Versauerungsgefährdung von Waldböden und Bergseen berechnet. Die Ergebnisse der Modellrechnung sind auf der Schweizerkarte als Überschuss der kritischen Säurebelastung dargestellt. Darauf ist erkennbar, dass im Nachbaranton Tessin sehr viele Gebiete gefährdet sind, während in Graubünden die Lage weniger kritisch aussieht.

Bild:
Überschuss der kritischen
Säure-Belastung [eq ha⁻¹ yr⁻¹]



Kartengrundlage Relief © 1994 swisstopo;
Kartenherstellung 1994 BUWAL und Meteotest
(aus BUWAL, Environmental Series No. 234, Critical Loads of Acidity for
Forest Soils and Alpine Lakes, 1994)

Bild:
Ausgewählte Bergseen für die pH-Untersuchung



Kartengrundlage Relief © 2004 swisstopo;
Kartenherstellung 2004 ANU

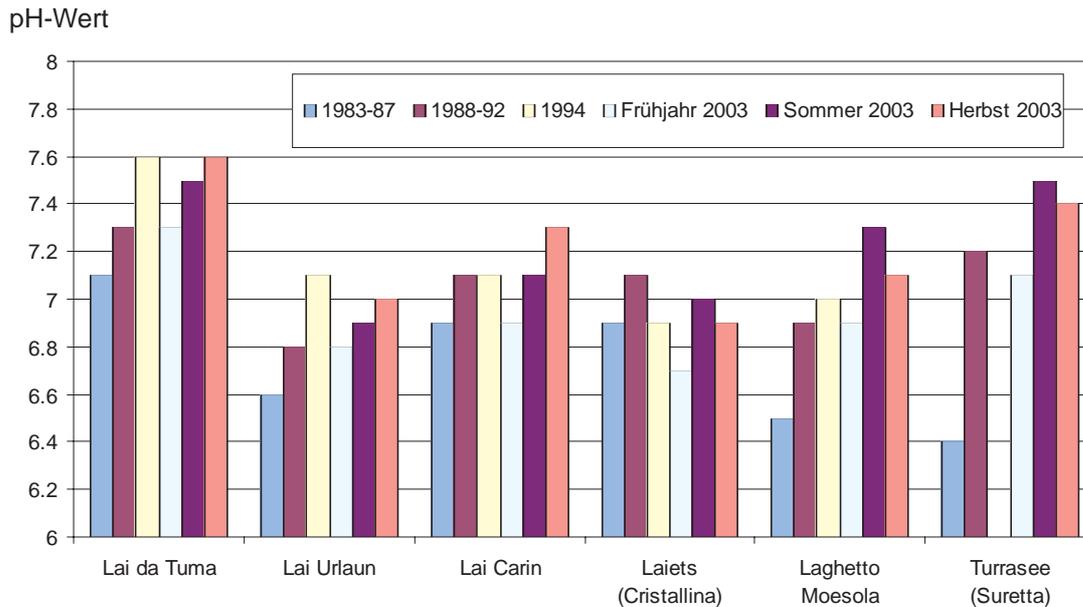
ENTWICKLUNG DER PH-WERTE IN AUSGEWÄHLTEN BERGSEEN IN GRAUBÜNDEN VON 1983 BIS 2003

Dank tatkräftiger Unterstützung durch die Bergfreundinnen und Bergfreunde der Sektion Rätia des SAC, welche die Probenahmen durchführten (vergleiche Fotos oberhalb Impressum), konnten im UNO-Jahr des Wassers verschiedene Bergseen auf ihren Säurewert (pH; je tiefer desto saurer) untersucht werden. Die ausgewählten Seen liegen im eher kritischen Gefährdungsbereich auf Urgesteinsböden (vgl. Kartenausschnitt Graubünden).

Die Resultate sind erfreulich ausgefallen. Der pH-Wert liegt bei keinem der untersuchten Bergseen unter 6.5. Sie gelten somit selbst im Frühjahr, wenn der Säureeintrag vom schmelzenden Schnee nicht durch eine intensive Bodenpassage gepuffert wird, nicht als versauert. Obwohl die Seen im heiklen Bereich liegen, hat sich die Situation auch gegenüber früheren Untersuchungen nicht verschlechtert (vgl. nebenstehende Grafik).

Das positive Resultat soll jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es auch in Graubünden kritische Gebiete gibt (oftmals Waldböden, vgl. Schweizerkarte) und dass vereinzelt in früheren Forschungsarbeiten auch Seen (auf Macun) mit tieferem pH und Versauerungsrisiken gefunden wurden. Auch die hier untersuchten Seen haben aus chemischer Sicht nur geringe Pufferreserven, so dass der Weiterführung der Massnahmen zur Verringerung der Luftbelastung hohe Bedeutung zukommt.

Bild:
Entwicklung der pH-Werte in ausgewählten Bündner Bergseen von 1983 bis 2003



UMWELTCHEMIKALIEN - WAS SIND POP?

Schwer abbaubare organische Schadstoffe (englische Abkürzung POP für Persistent Organic Pollutants) sind nicht nur gesundheitsgefährdend sondern sie verhalten sich auch in der Umwelt heimtückisch und reichern sich im Fettgewebe von Lebewesen an. Je nach ihren chemisch-physikalischen Eigenschaften können sie sich um die ganze Erde verteilen. So findet man sie nicht nur in Ballungsgebieten und Industriezonen, sondern sie tauchen auch in entlegenen emissionsfernen Regionen auf und gefährden dort die Umwelt. Da sie schwer abbaubar sind, findet man auch heute noch Stoffe die schon lange, nachdem man ihre Gefährlichkeit erkannt hatte, nicht mehr hergestellt werden.

Schon seit längerer Zeit bekannt ist das Vorkommen solcher Stoffe in Tieren und Menschen in den Polargebieten. Man erklärt sich das so, dass solche Stoffe je nach ihrer Flüchtigkeit verdampfen und sich entfernt von ihrem Ursprungsort in kühleren Regionen wieder niederschlagen. Das bedeutet aber auch, dass solche Umweltchemikalien auch die kühleren Regionen der mittleren Breiten, sprich Gebirgsregionen, erreichen könnten. Jüngste Forschungsergebnisse, insbesondere an Fischen aus Bergseen, scheinen dies zu bestätigen.

Unter dem Titel "Dauergifte - Bedrohung für das Leben in den Alpen" veröffentlichte die Umweltorganisation Greenpeace im Oktober 2002 einen Bericht zur Belastung von Fischen und Bergseen der Alpen mit neuen schwer abbaubaren und hormonell wirksam wirksamen organischen Stoffen. Darin wurden nicht nur die klassischen Umweltchemikalien wie Dioxine, DDT oder PCB, sondern auch neue und immer noch hergestellte Substanzen wie bromierte Flammschutzmittel untersucht und auch gefunden.

UMWELTCHEMIKALIEN IN FISCHEN AUS BÜNDNER BERGSEEN

In Zusammenarbeit mit dem Amt für Jagd und Fischerei wurden im Jahre 2003 Fische aus ausgewählten Bündner Bergseen (Nr. 1-7, vgl. Karte) auf solche Umweltchemikalien untersucht. Die Resultate für eine Auswahl der Stoffe sind in den Grafiken 1-5 dargestellt und mit den Resultaten der Greenpeace-Studie an Fischen aus dem 2799 Meter hoch gelegenen Schwarzsee ob Sölden (Nr. 8) in den Öztaler Alpen verglichen.

Bilder:

Probenahme für die Fischuntersuchung durch das Amt für Jagd und Fischerei



Seenplatte von Macun

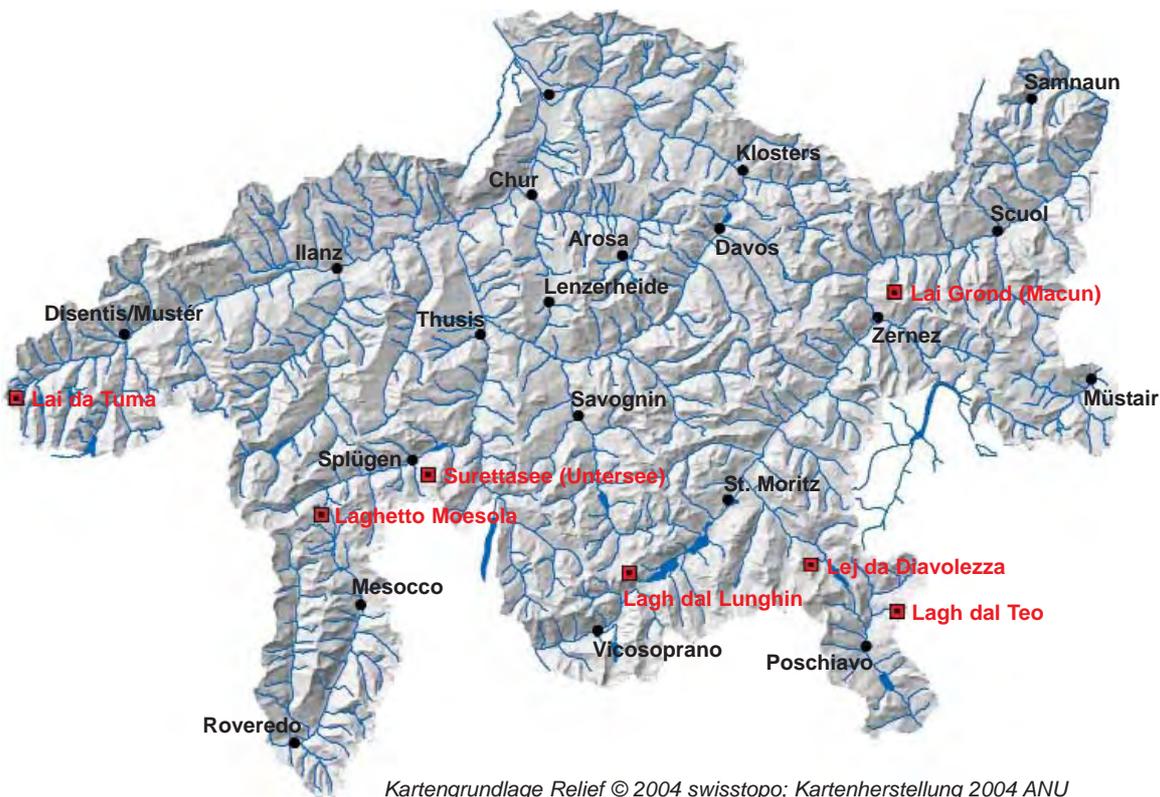


Probenahme durch Netzfischen



Bachforellen als Bergseebewohnerinnen
 Fotos: Hydra Konstanz

Bild:
Auf Umweltchemikalien untersuchte Bergseen

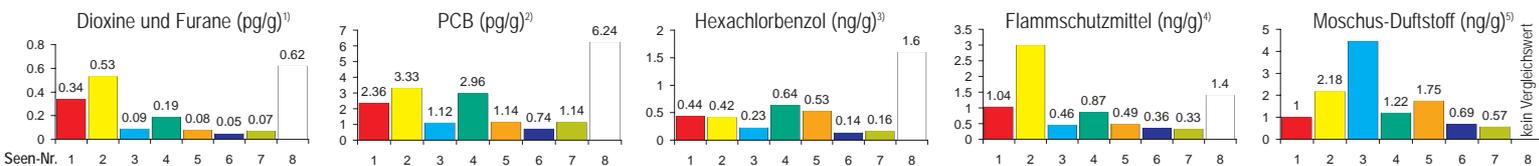


Legende Seen

- 1 Lai da Tuma
2345 m ü.M.
- 2 Laghetto Moesola
2062 m ü.M.
- 3 Surettasee (Untersee)
2193 m ü.M.
- 4 Lagh dal Lunghin
2484 m ü.M.
- 5 Lej da Diavolezza
2573 m ü.M.
- 6 Lagh dal Teo
2353 m ü.M.
- 7 Lai Grond (Macun)
2637 m ü.M.
- 8 Schwarzsee in den
Öztaler Alpen
2799 m ü.M.

Kartengrundlage Relief © 2004 swisstopo; Kartenherstellung 2004 ANU

Schadstoffwerte in Fischen (bezogen auf das Frischgewicht des essbaren Anteils)



Auch in den Bündner Fischen tauchen die verschiedenen Umweltchemikalien auf, wenn auch meist in geringerer Konzentration als bei den Vergleichsfischen aus dem Schwarzsee ob Sölden. Die Grenzwerte der Lebensmittelgesetzgebung für PCB und Hexachlorbenzol, sowie der vorgesehene Grenzwert für Dioxine und Furane (für Flammschutzmittel und den Moschusduftstoff gibt es zurzeit keine Grenzwerte) werden bei allen Proben eingehalten, doch geht es bei solchen ökotoxikologisch kritischen Stoffen vor allem um die vorsorgliche Minimierung der Belastung. Deshalb verpflichtet allein die Tatsache, dass man überhaupt solche unerwünschten Stoffe findet, zu verstärkter Vorsorge in der Chemikalienpolitik und zu höherer Sensibilität im vorsorgenden Umweltschutz.

Erläuterungen zur Analyse

Die Gemeinsamkeit der hier untersuchten Schadstoffe (POP) ist ihre Fettlöslichkeit. Für die Analyse wurde das Fett des essbaren Anteils der Fische extrahiert und darin die Schadstoffe bestimmt. Die Resultate werden als Pikogramm (pg) oder Nanogramm (ng) Schadstoff pro Gramm Fett angegeben und können dann mit Hilfe des ebenfalls bestimmten Fettanteils im Fisch auf das Frischgewicht umgerechnet werden.

Die von den Fischen aufgenommene Dosis an Schadstoffen wird im Fettgewebe angereichert. Betrachtet man die Konzentrationen rein bezogen auf den Fettgehalt, so liegen mehrere Analysenwerte, z.B. für die Dioxine und Furane oder die PCB, über den Vergleichswerten der Fische aus dem Schwarzsee. Weil die Fische aus den Bündner Bergseen jedoch deutlich weniger Fett enthalten, ändern sich die Verhältnisse beim Umrechnen auf das Frischgewicht.

Untersuchung auf Mineralölbestandteile

Die Bündner Fische wurden auch auf eine Verunreinigung mit aliphatischen Kohlenwasserstoffen (Mineralölbestandteile) untersucht. In den Bergseen könnten diese Stoffe neben weiträumig verfrachteten Luftdepositionen z.B. auch aus abgelassenem Flugzeugtreibstoff in die Fische gelangen. Die Analysenwerte lagen aber alle unter der Nachweisgrenze.

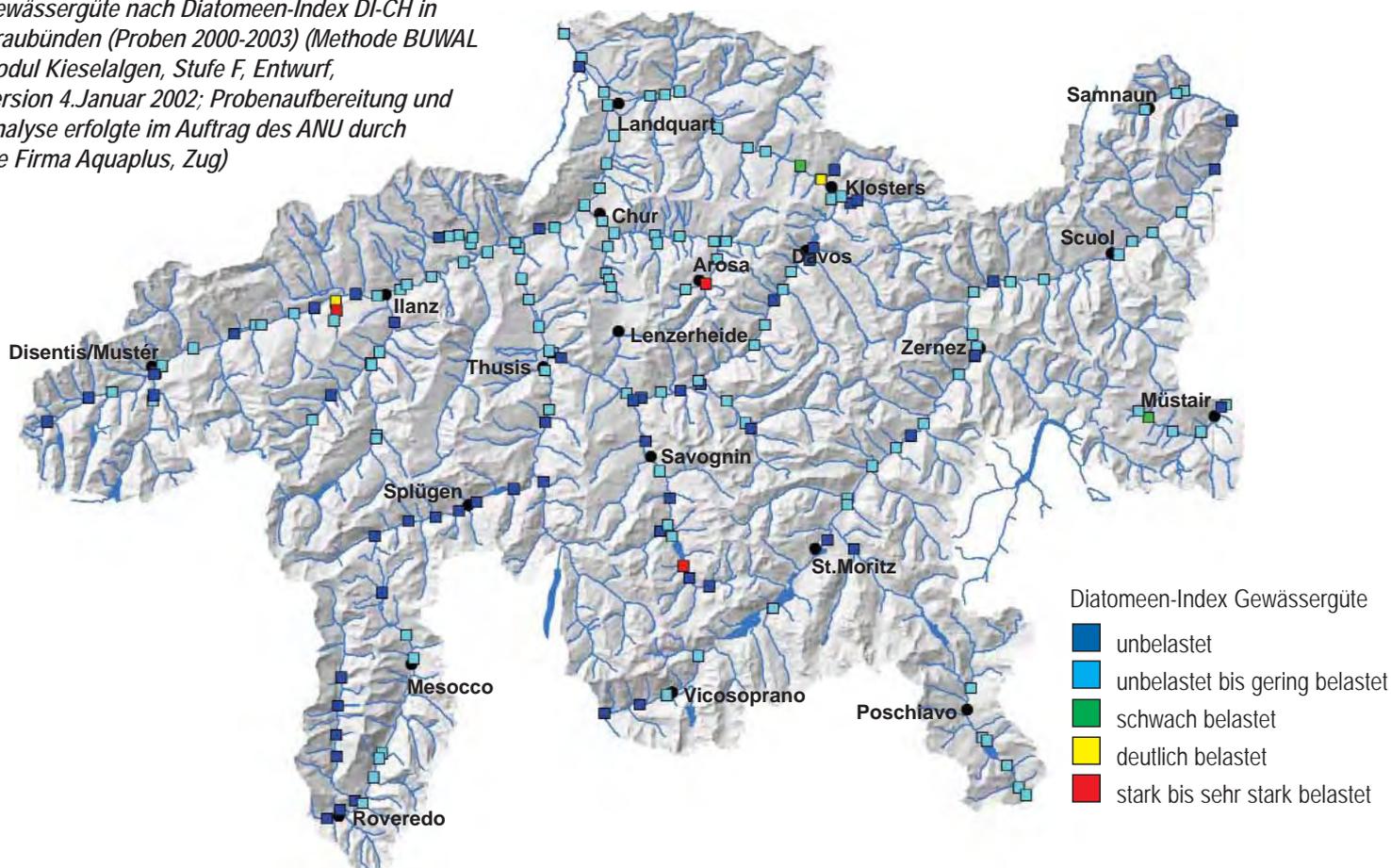
Erläuterungen zu den Stoffen

- 1) Dioxine und Furane sind sehr giftige Stoffe, die unbeabsichtigt bei chemischen Reaktionen und Verbrennungsprozessen, insbesondere bei unsachgemässer Abfallverbrennung, entstehen können. (Werte angegeben als Summenwerte WHO-TEQ PCDD/PCDF)
- 2) PCB sind früher häufig eingesetzte, heute verbotene Industriechemikalien mit chronischer Umweltgefährdung. (Werte angegeben als Summenwerte WHO-TEQ PCB)
- 3) Hexachlorbenzol ist wie z.B. DDT ein heute verbotenes Pestizid.
- 4) Bromierte Flammschutzmittel werden heute noch weit verbreitet z.B. in Textilien oder Kunststoffen eingesetzt. (Werte angegeben als Summenwerte PBDE)
- 5) Künstliche Moschus-Duftstoffe stammen aus Kosmetika und Waschmitteln. Der hauptsächliche Umwelteintrag erfolgt vermutlich direkt über (Ab-)Wasser. (Angegebener Wert: Polyzyklische Moschusverbindung Galaxolid)

WASSERQUALITÄT IN FLIESSGEWÄSSERN

In den Jahren 2000-2003 untersuchte das ANU den Kieselalgenbewuchs in den von der Abwasserbelastung am stärksten betroffenen Flüssen und Bächen in Graubünden. Kieselalgen (Diatomeen) gelten als Bioindikatoren für die Wasserqualität (s. unten). Oberhalb und unterhalb diverser Abwasserreinigungsanlagen wurden jeweils im Winterhalbjahr insgesamt 210 Kieselalgenproben analysiert.

*Bild:
Gewässergüte nach Diatomeen-Index DI-CH in
Graubünden (Proben 2000-2003) (Methode BUWAL
Modul Kieselalgen, Stufe F, Entwurf,
Version 4. Januar 2002; Probenaufbereitung und
Analyse erfolgte im Auftrag des ANU durch
die Firma Aquaplus, Zug)*



Kartengrundlage Relief © 2004 swisstopo; Kartenherstellung 2004 ANU

BELASTUNG SICHTBAR, ABER AUF RELATIV TIEFEM NIVEAU

Über 90% der untersuchten Proben sind gemäss der angewendeten Methode unbelastet oder gering belastet. Daher kann in den Fliessgewässern von Graubünden grundsätzlich von einer guten bis sehr guten Wasserqualität gesprochen werden.

Rund zwei Drittel aller Proben zeigen aber Anzeichen einer Abwasserbelastung auf, jedoch meist auf sehr tiefem Niveau (hellblaue Quadrate). Bei den ausgewiesenen Belastungen (gelbe und rote Quadrate) handelt es sich um punktuelle Probleme, wo die Verbesserung der Situation zurzeit in Arbeit ist.

Neben dem Diatomeen-Index (DI-CH) wurde auch die Standortgerechtigkeit des Kieselalgenbewuchses untersucht. Hier wurde nur bei ca. einem Viertel aller Proben eine zweifelsfreie standortgerechte Zusammensetzung festgestellt. Auch dies ist als Indiz einer organischen oder anorganischen Belastung zu werten, welche zwar gemäss DI-CH noch toleriert wird, aber für die gesetzliche Forderung einer standortgerechten Tier- und Pflanzenwelt in den alpinen Fliessgewässern eigentlich schon zu hoch ist.

Die Methode des Kieselalgen-Index gibt Auskunft über die durchschnittliche Belastungssituation der Fliessgewässer mit den klassischen Abwasser-Schadstoffen (Stickstoff-, Phosphor-, Kohlenstoffverbindungen etc.). Sie gibt keine Auskunft über die kurzzeitig schwankenden Höchstbelastungen oder über die Belastung der Gewässer mit Umweltchemikalien (siehe vorangegangener Abschnitt).

WAS SIND KIESELALGEN?



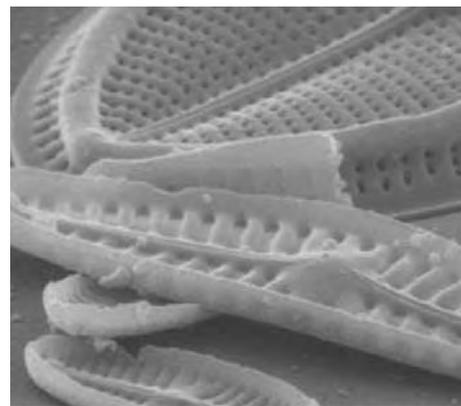
Kieselalgen sind faszinierende Lebewesen. Die einzelligen Algen weisen lediglich eine Grösse von einigen µm (Tausendstel mm) auf. Als eines der wichtigsten Erkennungsmerkmale gilt die kieselsäurehaltige Zellwand (Siliziumdioxid), welche in verschiedensten, wunderschönen Formen ausgebildet ist.



Da sie überall und schon seit Jahrmillionen auf der Erde vorkommen, gelten Kieselalgen als Informationsträger für verschiedene Anwendungsbereiche (Gewässerschutz, Archäologie, Paläoökologie, Kriminalistik, Forschung).

Im Gewässerschutz werden Kieselalgen als Bioindikatoren für die Wasserqualität eingesetzt. Bioindikatoren sind Organismen welche Rückschlüsse auf Umweltverhältnisse zulassen.

KIESELALGEN



Kieselalgen in Fließgewässern: Auf dem bräunlichen Belag der im Wasser befindlichen Steine erkennt man den Kieselalgenbewuchs (Fotos links und Mitte). Rechts Kieselalgen im Rasterelektronenmikroskop. Zu erkennen sind die feingliedrigen kieselsäurehaltigen Zellwände (Größenverhältnisse Bildausschnitt 12 µm). Fotos: Aquaplus, Zug

BERGSEEBEPROBUNG DURCH DIE SAC-SEKTION RÄTIA



Lai Carin
Foto: Sabine Rudolf/Ivan Degiacomi



Seenlandschaft Suretta
Foto: Werner Schär



Probenahme für die pH-Bestimmung
Foto: Werner Schär

IMPRESSUM

Herausgeber:	Amt für Natur und Umwelt
Projektleitung:	Marco Lanfranchi, ANU; Jakob Grünenfelder, ANU
Projektbeteiligte:	pH in Bergseen: SAC-Sektion Rätia Umweltchemikalien: Amt für Jagd und Fischerei; Analytik: EMPA Dübendorf; Kantonales Labor Zürich Diatomeen: Aquaplus, Zug; CaNatura, Domat/Ems
Gestaltung:	Karin Brandstetter, ANU
Papier:	Cyclus Offset Recycling weiss 140 gm ²
Druck:	Casutt AG, Chur
Bezugsadressen:	Amt für Natur und Umwelt, Gürtelstrasse 89, 7001 Chur www.umwelt-gr.ch info@anu.gr.ch

Das Umwelt-Info erscheint künftig in unregelmässigen Abständen. Falls Sie es direkt erhalten möchten, können Sie es beim Amt für Natur und Umwelt, Telefon 081 257 29 46 oder info@anu.gr.ch kostenlos bestellen.

In futuro il Umwelt-Info apparirà ad intervalli irregolari. Qualora desiderasse riceverlo direttamente, può ordinarlo gratuitamente presso l'Ufficio per la natura e l'ambiente, telefono 081 257 29 46 oppure info@anu.gr.ch.

L'informaziun dal UNA cumpara en l'avegnir en intervals irregulars. Sche Vus la vulessas retschaiver directamain, pudais Vus l'empustar gratuitamain tar l'uffizi per la natira e l'ambient, telefon 081 257 29 46 u info@anu.gr.ch.