



Flachwasserzonen wirken als Schutzgürtel

Sie gelten als die «Lungen des Sees»: Im Nahrungs- und Stoffhaushalt erfüllen Ufer- und Flachwasserzonen eine wichtige Funktion: Mit ihrem erhöhten Stoffumsatz wirken die flach auslaufenden Ufer sozusagen als biologischer Filter. Begünstigt durch die Organismenvielfalt finden hier intensive Abbauvorgänge statt.

Erosion und Verbauungen, aber auch zunehmender Druck durch Freizeitsport greifen diese Lungen an und schmälern deren wertvolle Pufferfunktion. Biologisch sind die Flachwasserzonen die vielfältigsten Bereiche eines Sees. Auf die Gesamtqualität haben sie einen erheblichen Einfluss. Sie bilden einen Schutzgürtel um den See.

Effektvolle Selbstreinigung

Flachwasserzonen - unberührte natürliche Uferbereiche, mit geringen Was-



Flachwasserzonen kommt eine wichtige ökologische Pufferfunktion zu: Sie wirken als natürlicher «Filter», wo organische Stoffe abgebaut werden. (Bild: ISF)



Von der gesamten Seefläche von 539 Quadratkilometer sind knapp 14 Prozent (75 km²) Flachwasserzonen. Die Grafik zeigt die Anteile der Länder und Kantone.

sertiefen - entwickeln eine effektvolle Selbstreinigungskraft. Sie wirken als natürlicher «Filter», in dem organische Stoffe abgebaut werden. Schadstoffe werden dort, begünstigt durch Temperatur-, Strömungs- und Wellenverhältnisse, rascher abgebaut als im freien Wasser. Pestizide und chlorierte Kohlenwasserstoffe etwa, die sich im Freiwasser und besonders in den tiefen, kalten Seebereichen nur schwer und zudem über eine viel längere Zeitspanne hinweg zersetzen, werden in den Flachwasserbiotopen besser mineralisiert.

Im Beschlag der Schifffahrt
Diese wichtige Schutzfunktion - und ausserdem die Tatsache, dass die ge-

genüber äusseren Einflüssen sensiblen Flachwassergebiete bevorzugte Laich- und Fischeaufwuchsgewässer sind - gebietet ihren Schutz vor Eingriffen und unverträglichen Belastungen. So sind Aufschüttungen aus Sicht des Gewässerschutzes ebenso problematisch wie Ausbaggerungen und der Bau von Hafengebäudeanlagen.

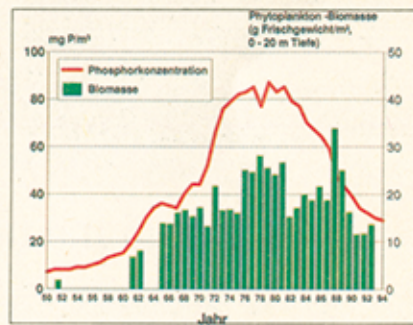
Die Schifffahrt belastet die Flachwasserzonen massgeblich. Das Problem ist nicht nur der Schadstoffeintrag, sondern ihm ebenbürtig auch die Beanspruchung von See-Naturflächen. 60 Prozent der Ufernutzflächen, sind im Beschlag der Schifffahrt und daher funktionell entwertet.

Ufer renaturieren

Die Hüter eines sauberen Sees plädieren dafür, Uferzonen primär vor solchem Nutzungsdruck zu schützen und zu renaturieren, wo dies nur möglich ist. Naturnahe Ufergestaltungen mit ihrer typischen Besiedelung tragen zu einem wirksamen Schutzgürtel des Bodensees bei. Die Praxis hat gezeigt, dass Renaturierungsmodelle tauglich und zukunftsweisende Lösungen sind.

Die wichtige ökologische Pufferfunktion von Flachwasserzonen muss sich indessen noch vermehrt im Bewusstsein der Anwohner und Nutzer wie auch in den Köpfen der politischen Handlungsträger festsetzen.

Seezustand



Die Phosphorkonzentration im See nimmt erfreulicherweise stetig ab; derzeit liegt die Nährstoffkonzentration bei 24 Milligramm je Kubikmeter. Wie aus obenstehender Grafik ersichtlich ist, hält mit dieser Entwicklung der Rückgang der Algenproduktion aber nicht Schritt: die Algenbiomasse nimmt verzögert ab. Um das Wachstumspotential der Algen nachhaltig einzudämmen, wird ein Wert von unter 20 Milligramm/m³ angestrebt.



Inzwischen schreiten Ausbau und Nachrüstung von Kläranlagen weiter voran: dies mit dem Ziel, durch weitergehende Reinigung der Abwässer eben diesen Phosphorgehalt im Bodensee zu reduzieren. Dies wird mit der Flockungsfiltration als zusätzliche, vierte Reinigungsstufe erreicht. Im September 1995 ist nach vierjähriger Bauzeit die Erweiterung der Kläranlage Kressbronn-Langenargen (Bild) abgeschlossen worden.

Arbeitsgemeinschaft

Die Wasserwerke am Bodensee und Rhein haben sich 1972 zu einer Arbeitsgemeinschaft (AWBR) zusammengeschlossen. In den Satzungen verpflichten sie sich auf gemeinsame Anstrengungen, den Versorgungsauftrag sicherzustellen. Ebenso trägt die AWBR Forschungsaufgaben mit: So leistet sie mit ihren Untersuchungsprogrammen einen wesentlichen Beitrag dazu, den Zustand des Sees zu überwachen und Ursachen von Gewässerverunreinigungen nachzuspüren. Am Bodensee gibt es 18 Trinkwasser-Entnahmestellen. Via Sipplingen und St.Gallen (Goldach) werden grossräumige Gebiete zum Teil ausserhalb des Einzugsgebietes versorgt.



Dem Bodensee wird an 18 Stellen Wasser entnommen und zu Trinkwasser aufbereitet; jährlich sind das rund 175 Millionen Kubikmeter.

Bodensee grösster Trinkwasserspeicher Europas

Zapfstelle für 4 Millionen Menschen

Seit hundert Jahren wird dem Bodensee Trinkwasser entnommen. Den Anfang machten die Städte St.Gallen und Romanshorn; damals wurde reines Seewasser noch ohne spezielle Aufbereitung direkt in die Versorgungsnetze gepumpt. Heute gibt es 18 Entnahmestellen am See. In diesen Wasserwerken, die jährlich 175 Millionen Kubikmeter fördern, wird das Wasser aufbereitet.

Wasser ist ein kostbares Gut: der Mensch braucht einwandfreies Trinkwasser zum Leben. Zudem ist die Aufbereitung teuer. Zu teuer eigentlich, um es als Brauchwasser zur Klosettspülung oder zum Autowaschen zu verwenden.

Vier Millionen Verbraucher

Vier Millionen Menschen beziehen ihr Trinkwasser aus dem Bodensee. Damit ist das «Schwäbische Meer» der grösste Trinkwasserspeicher in Eu-

ropa. Der Verbrauch ist seit dem Ende des Zweiten Weltkrieges markant angestiegen. Rekordzuwachsraten wurden immer auch in konjunkturell hitzigen Phasen verzeichnet.

Halbe Million Kubik

Wurde früher der Bedarf hauptsächlich über die Grundwasserquellen geschöpft, so liefert heute der See den grössten Anteil. Eine halbe Million Kubikmeter werden täglich in den Spitzenzeiten dem See entnommen und von den Fassungen den Aufbereitungswerken zugeführt. Das ist soviel, wie dem See vom Rhein in gut einer halben Stunde zufliesst.

Sipplingen: grösste Zapfstelle

Die grösste Anzapfstelle befindet sich vor Sipplingen im Überlingersee. Von dort werden grosse Teile Baden-Württembergs bis in den Grossraum Stuttgart versorgt. 4200 Liter in der Sekunde werden durchschnittlich vom Seepumpwerk über zwei Druck-

leitungen hoch auf den Sipplinger Berg gefördert. Vom Quellbecken geht der Weg des Wassers über Mikrosiebe in die Ozonwaschkammern. Der Zweck dieser Ozonbehandlung ist in erster Linie der Abbau organischer Stoffe durch Oxidation und eine Entkeimung des Wassers. Dabei wird es auch mit Sauerstoff angereichert. Rund um die Uhr wird es auf seine Qualität hin untersucht.

Mikrobiologisch einwandfrei

Das Bodensee-Rohwasser ist mikrobiologisch einwandfrei. Dank des hohen Standes der Aufbereitungstechnik gibt es an der Qualität und dem Reinheitsgrad des Trinkwassers schon gar nichts zu beanstanden. Beim Nitrat zum Beispiel liegt der Grenzwert bei 50 Milligramm pro Liter, der um mehr als das Zehnfache unterschritten wird. Auch bei den übrigen Parametern können die Grenzwerte problemlos eingehalten werden.

Der See im Blick

Der «Wasserschöpfer»

Herr Müller*, wie geht man vor, wenn aus bestimmten Tiefen des Bodensees Wasserproben entnommen werden?

Das ist in der Tat nicht so einfach. Denn mit einem Eimer lassen sich allenfalls Oberflächenproben schöpfen. Für grössere Tiefen verwendet man einen besonderen «Wasserschöpfer». Wie muss man sich diesen Wasserschöpfer vorstellen?

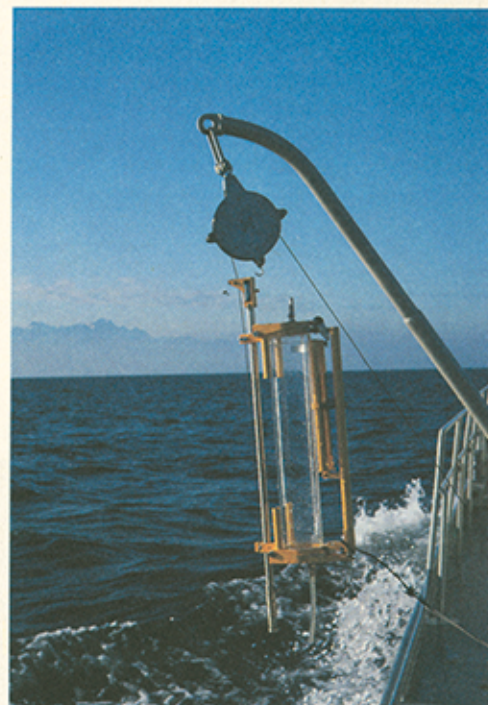
Er besteht meist aus einem zylindrischen Rohr, dessen Boden und Deckel beim Hinablassen an einem Trageseil aufgeklappt sind. So wird er vom Wasser durchströmt und enthält immer das Wasser der jeweiligen Tiefenzone.

Wie wird es nun an die Oberfläche befördert?

Am Seil wird ein Fallgewicht hinabgelassen, das einen Schliessmechanismus auslöst: Deckel und Boden des Schöpfers werden umgeklappt. Das «eingesperrte» Wasser kann hochgehoben und in Probeflaschen abgefüllt werden.

Wie oft werden solche Proben auf diese Weise entnommen und wofür dienen sie?

Sie sind Grundlage für die laufende Überwachung der Wasserbeschaffenheit des Bodensees. Monatlich werden Entnahmen an fünf Stellen des Sees durchgeführt, und zwar in



bis zu zwölf Tiefenstufen von der Oberfläche bis zum Grund.

*) Herr Dr. Helmut Müller ist Leiter des Seenforschungsinstitutes Langenargen

Frasnacht: Warten auf grünes Licht

Mit dem hundert Jahre alten Seewasserwerk Rietli in Goldach sieht die Regionale Wasserversorgung AG St.Gallen (AWSG) die Trinkwasser-Versorgungssicherheit für eine Agglomeration von 120 000 Einwohnern nicht mehr gewährleistet. Deshalb will die AWSG in Frasnacht (bei Arbon/Thurgau) ein neues Werk errichten. Rekurse aber verzögern den Bau des neuen Seewasserwerkes, dem Herzstück des 170 Millionen-Franken-Projektes. An zwei Stellen wird unbesehen davon aber bereits gearbeitet.



Aufstiegshindernisse beseitigen

Nicht nur im Besatz sind Anstrengungen erforderlich, um den rapide geschwundenen Seeforellen-Bestand im Bodensee wieder aufzubauen: Beseitigt werden müssten zudem Aufstiegshindernisse in den Zuflüssen. Sie verbauen dem «Königsfisch» den Weg zu den Laichgewässern.

Eine Frage beschäftigt die Fischer seit Jahren: Wo ist der «Königsfisch» geblieben: die Seeforelle? - Ein umfangreiches Forschungsprojekt war gestar-

hat die Untersuchung des Fischereibiologen Uwe Schulz erhärtet. Alpenrhein und Goldach sind die Hauptlaichgewässer. In den deutschen Zuflüssen hat sich «kein anständiger Bestand» aufgebaut. Hier sind die Forellen auch weniger gross. In kleineren Fließgewässern gibt es aber, was man nicht unbedingt erwartet hatte, durchaus noch laichende Forellen. Erschwert wird ihnen der Weg zu ihren Heimatgewässern insbesondere durch bauliche Aufstiegshindernisse: Die Flüsse «durchgängig» zu machen,



Weg zu den Laichgewässern verbaut: «Königsfisch» Seeforelle

tet worden, nachdem die Bestände und damit auch die Fänge rapide abgenommen haben. Mitschuldig an der Misere, das belegt die Studie, sind die technokratischen Eingriffe und Verbauungen der Zuflüsse.

Zu den Aufzuchtgewässern

Wie der Lachs sucht die Seeforelle zum Laichen die Aufzuchtgewässer auf. Diesen biologischen Hintergrund

ist eine (umwelt-)politische Forderung, die sich aus dem Untersuchungsbericht des Fischereibiologen ableitet. Auf deutscher Seite, wo sich dieses Problem offenkundiger zeigte, sind erste Investitionsschübe ausgelöst worden. Den Bemühungen laufen aber Pläne zuwider, Flusskraftwerke zu reaktivieren. Dies, ohne für die Fische Hilfen vorzusehen, damit diese die «Barrieren» überwinden können.



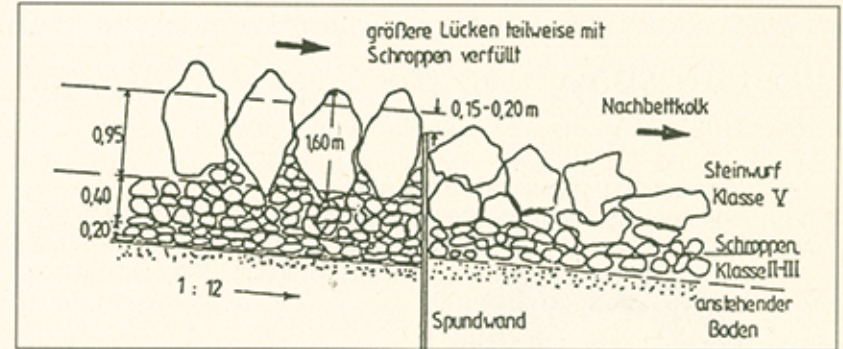
Die Argen-Schwellen «25» (links, während der Bauphase) und «28» (rechts, nach Fertigstellung) wurden mit dem Einbau von Blocksteinrampen restauriert. (Bilder: Sieger)

Ein «Wanderweg» für die Forelle

Wild gebärdete sich die Argen früher: der Fluss bescherte seinen Anwohnern manche Überflutung. Im vorigen Jahrhundert ist er begradigt worden. Dämme wurden errichtet, um die Gefahr von Hochwassern zu bannen. Das gelang zwar. Doch führten die Eingriffe dazu, dass die Fließgeschwindigkeit zunahm. Damit verstärkte sich die Erosionskraft des Flusses. Die Argen kam aus ihrem «hydraulischen» Gleichgewicht. Holzschwellen wurden immer wieder zerstört, bis man mit Beton radikal zur Sache ging, um die Vertiefung der Fluss-Sohle zu stoppen. Die Schwellen behinderten aber den Fischaufstieg erheblich. Beschädigungen bei den Bauwerken waren der unmittelbare Auslöser, neue Rampen aus Blocksteinen zu erstellen.

Durch diese naturnahe Wasserbaumaßnahme wird der Lebensraum sowohl am Fluss wie auch im Wasser mittelfristig vielgestaltiger. Und den Fischen dienen die Blocksteine auf einer Länge von gut vierzig Metern als Treppe, die damit entstehenden Hohlräume und Buchten

am Fuss der Uferböschung als Unterstand. So wird mit der «Renaturierung» der technokratischen Bauwerke nicht zuletzt den wandernden Fischen ein Dienst erwiesen. Zudem tragen die Blocksteinrampen mit zur biologischen Selbstreinigungskraft des Gewässers bei.



Fuss der Blocksteinrampe; schematische Darstellung.

Facts, Zitate, Meinungen

■ **75 Jahre ISF** - Das Seenforschungsinstitut Langenargen hat im Oktober sein 75jähriges Bestehen gefeiert. Die Anfänge gehen auf einen Verein zurück, der 1920 als eine Art Bürgerinitiative gegründet wurde. Die Ausstattung des Institutes war

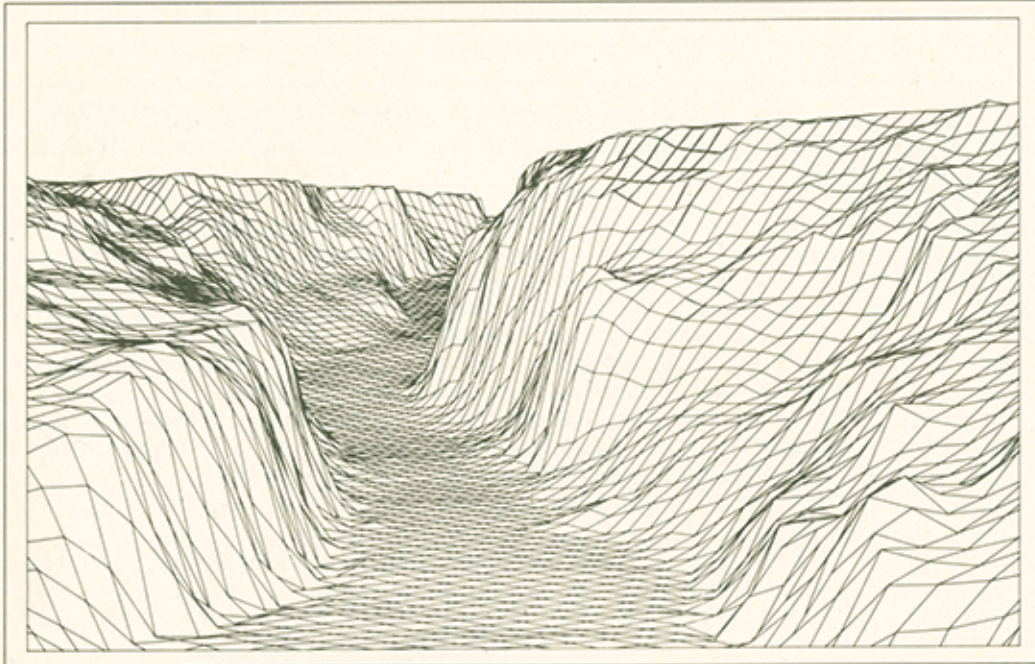
damals noch reichlich dürftig. Heute sind mit modernen Geräte genaue Analysen möglich: es können kleinste Konzentrationen von Stoffen nachgewiesen werden. Spätestens seit Beginn der Hochkonjunktur der sechziger Jahre geriet der Bodensee in die

«Mühle» zwischen Ökonomie und Ökologie: Siedlungen wucherten im Umfeld seiner Ufer, die Industrie verzeichnete grosse Wachstumsraten, der Freizeitdruck nahm gewaltig zu. In diesem Spannungsfeld liess sich das ISF als Warner vernehmen: als Anwalt

des Bodensees und unbestechlicher Datenlieferant. Festangestellt beim ISF sind 47 Personen. Darüber hinaus werden zwischen 10 bis 15 Diplomanden, Doktoranden und Praktikanten beschäftigt. Institutsleiter Dr. Helmut Müller: «Res-sortübergreifend tut ei-

ne intensivere Zusammenarbeit über wasserwirtschaftliche Belange hinaus mit anderen Gremien not. Der See ist mit der Umwelt stark vernetzt. Denken wir nur an Belastungen durch den Siedlungsdruck, den Tourismus, die Landwirtschaft.»

Keine gleichförmige Wanne



Digitales Höhenmodell, überhöht: Blickrichtung West-Nordwest; Standort leicht unter dem Seespiegel.

Der Bodensee ist keine gleichmässige Wanne: vielmehr ist das Wasserbecken uneinheitlich und das Bodenrelief sehr vielgestaltig. Hundert Jahre lang stützte man sich auf die Daten ab, die Graf Zeppelin mit vorsintflutlicher Methode erhoben hatte. Durch eine neue Tiefenvermessung ist die limnologische Forschung in jüngerer Zeit neu belebt worden.

Fazit der aufwendigen Arbeiten: Der Bodensee ist an seiner tiefsten Stelle zwischen Uttwil und Fischbach zwar immer noch etwa so tief, wie Graf Zeppelin 1893 mit damals noch steinzeitlicher Methode herausgefunden hat, nämlich 254 Meter. Die gewonnenen Erkenntnisse bei der Tiefenvermessung bilden aber für die weitere Forschungsarbeit am Wasserkörper Bodensee eine wertvolle Grundlage.

Röntgenbild des Seegrundes

Unter Federführung des Landesvermessungsamtes Baden-Württemberg und im Auftrag der internationalen Gewässerschutzkommission war zwischen 1986 und 1990 der See in seinen Tiefen ausgelotet worden. Bestätigt hat sich, dass der See in seinen untersten Gründen immer noch so tief ist, wie dies seit Zeppelin verbürgt ist, insofern hat die Vermessung zwar keine Sensation hervorgebracht. Der Forschung konnte aber ein differenziertes «Röntgenbild» der vielschichtigen Grundstrukturen vermittelt werden.

Halbe Million Messpunkte

Mit aufwendigen hydrographischen und photogrammetrischen Verfahren über ein Netz von nicht weniger als einer halben Million Messpunkten gewann man bisher bei weitem nicht in

dieser Dichte verfügbare Informationen über die Beschaffenheit des Bodenreliefs. Danach ist der Bodensee keine regelmässige Wanne, sondern ein vielgestaltiges Gebilde. Das Tiefenbild des Sees lässt sich digital per Computer in jeder beliebigen Perspektive abrufen.

Dieses digitale Geländebild ist denn auch das Hauptergebnis der Vermessung. Daran beteiligt waren 24 Ämter und Institute. Zum einen wurde mit dem Echolot ein Raster gezogen. In Kombination mit Luftaufnahmen erlangte man systematisch genau

en Aufschluss über die Grundstrukturen. So lässt sich über den Computer simulieren, wie die «Landschaft» zwischen Konstanz und Bregenz, zwischen Romanshorn und Friedrichshafen aussähe, wenn der Bodensee völlig entleert wäre.

Forschung profitiert

Verschiedene Forschungsbereiche ziehen von den Vermessungsergebnissen direkten Nutzen: So dienen sie als verfeinerte Grundlage für die Berechnung der Strömungsverhältnisse. Zudem lässt sich die Dynamik des Geröll- und Frachteintrages aufgrund der Daten genauer feststellen. Neue Ansatzpunkte werden sich in den limnologischen Forschungsgebieten ergeben. Das Computermodell erleichtert zum Beispiel das Studium der Flachwasserzonen und hat dazu wertvolle Basisdaten geliefert.

Das Seelexikon

Das Seebecken im Querschnitt

■ Litoral:

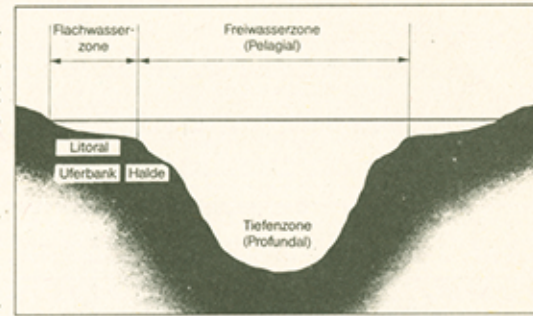
die Uferregion der Gewässer entspricht in etwa der Flachwasserzone. Als Faustwert gilt für die Begrenzung eine Tiefenlinie von 10 Metern

■ Pelagial:

Region des uferfernen, freien Wassers

■ Profundal:

Tiefenregion der Gewässer unterhalb der lichtbedingten Grenze des Pflanzenwachstums



Schematischer Querschnitt durch das Bodenseebecken, cirka 43 mal überhöht, mit den entsprechenden Begriffen.

Zerkarien: ein biologisches und kein Gewässerschutzproblem

Wie der Floh auf den Menschen kam

Nach dem kühlenden Bad im See Rötungen der Haut und ein paar Tage während ausgesprochen lästiger Juckreiz: Hatte da diesen Sommer verunreinigtes Wasser den Badeplausch getrübt? Mitnichten: es waren «Entenflöhe», die sich auf Menschen verirrt und dabei für einigen Aufruhr gesorgt hatten.

Anhaltende Hitzeperioden können, wie diesen Sommer gehäuft beobachtet, Fälle von Zerkarien-Dermatitis hervorrufen: Badende sind dabei das zufällige Opfer der Larven von Leberegel. Zerkarien benutzen Süßwasserschnecken als Zwischenwirte, bevor sie sich auf die Suche begeben nach dem eigentlichen Wirtstier: das sind Wasservögel, vorab Enten. Von daher stammt denn auch der im Volksmund gebräuchliche Begriff «Entenflöhe».

Plagegeister

In dem warmen Sommer haben es die Plagegeister auf die Menschen ab-

gesehen. Als falschen Wirt befallen die Würmer im Zerkarienstadium die menschliche Haut: sie bohren sich ein und verursachen Hautreizungen. Das lästige Jucken dauert gewöhnlich einige Tage und klingt dann wieder spontan ab, wenn die ungebetenen Entenflöhe in der Haut, wo sie sich eingeknistet haben, absterben.



Kein Gesundheitsrisiko

Juckende Pusteln und Hautrötungen, ähnlich wie bei den Windpocken, sind das äussere Erscheinungsbild bei Betroffenen. Für sie besteht in der Regel aber kein Gesundheitsrisiko durch die Parasiten.

In Uferzonen

Der Lebensraum der Süßwasserschnecken ist beschränkt auf die Zonen, wo die für sie überlebenswichtigen Wasserpflanzen vorkommen: Entenflöhe sind also nur in bewachsenen Uferregionen aktiv. Auf die Wassergüte hat deren Vorkommen keinen beeinträchtigenden Einfluss.

Bezugsadressen:

Deutschland: – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Institut für Seenforschung
Untere Seestrasse 81
D-88081 Langenargen

– Bayerische Landesanstalt für Wasserwirtschaft
Lazarettstrasse 67
D-80636 München

Schweiz: – Amt für Umweltschutz
des Kantons St. Gallen
Linsebühlstrasse 91
CH-9001 St. Gallen

– Amt für Umweltschutz und
Wasserwirtschaft des Kantons Thurgau
CH-8500 Frauenfeld

Österreich: – Amt der Vorarlberger
Landesregierung
Römerstrasse 15
A-6901 Bregenz

Herausgegeben von der
Internationalen Gewässerschutzkommission
für den Bodensee



Bodensee-Daten

Seebecken:	gliedert sich in den
Meereshöhe über Normal-Null:	– Obersee und den Untersee
Oberfläche gesamt:	– 395 Meter
– Obersee:	– 571 Quadratkilometer
– Untersee:	– 500 Quadratkilometer
grösste Tiefe:	– 71 Quadratkilometer
Rauminhalt:	– 254 Meter
Uferlänge:	– 48,5 Kubikkilometer
grösste Länge:	– 273 Kilometer
grösste Breite:	– 63 Kilometer
Zuflüsse:	– 14 Kilometer
– Einzugsgebiet des Bodensees:	11'500 Quadratkilometer
– mittlere jährliche Wasserführung:	ca. 370 Kubikmeter/Sekunde

Impressum

Text: Max Eichenberger
Pressebüro
Postfach
CH-9320 Arbon

Koordination: Marco Sacchetti
Departementssekretär
Departement für Bau und Umwelt
des Kantons Thurgau
CH-8500 Frauenfeld
054 24 24 34

Bruno Blattner
Umweltministerium Baden-Württemberg
D-70182 Stuttgart
0711 126 26 81

Druckerei: Bodan AG · 8280 Kreuzlingen

ISSN 1025-5044