

**PILOTPROJEKT SULZKARALM**  
Nationalpark Gesäuse

Teilprojekt

**Gewässerökologische Bestandsaufnahme  
Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse)**



**Christian D. Jersabek  
Robert Schabetsberger  
Erich Weigand**

**Dezember 2004**

### **Projektleitung Nationalpark Gesäuse**

*Mag. Daniel Kreiner*, Leiter Fachbereich Naturschutz/Naturraum, Nationalpark Gesäuse GmbH, A-8913 Weng im Gesäuse 2

### **Projektkoordination, Redaktion**

*Dr. Erich Weigand*

### **Adressen der Autoren**

*Dr. Christian D. Jersabek*, Universität Salzburg, Fachbereich Organismische Biologie, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg

*Doz. Dr. Robert Schabetsberger*, Universität Salzburg, Fachbereich Organismische Biologie, Hellbrunnerstr. 34, A-5020 Salzburg

*Dr. Erich Weigand*, Reibenstein-Str. 29, A-4591 Molln

### **Zitiervorschlag**

JERSABEK, C. D., R. SCHABETSBERGER & E. WEIGAND (2004): Gewässerökologische Bestandsaufnahme Sulzkarsee (Nationalpark Gesäuse). – Unveröff. Bericht der Nationalpark Gesäuse GmbH, 42 Seiten.

## INHALT

1.	Kurzfassung	4
2.	Einleitung, Zielsetzung	7
3.	Untersuchungsgebiet, Material und Methoden	7
4.	Ergebnisse	11
4.1.	Hydrochemische Bedingungen	11
4.2.	Phytoplankton	12
4.3.	Zooplankton	14
4.4.	Fische	18
4.5.	Uferzone	22
5.	Vorgeschlagene Maßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Sulzkarsees	27
5.1.	Entfernung der Fische	27
5.2.	Rückbau der künstlichen Zuleitung von Quellwasser	28
5.3.	Schutz vor Vertritt und Überdüngung durch das Weidevieh	29
5.4.	Dokumentation	30
6.	Schlussfolgerungen	30
7.	Literatur	31
8.	Anhang	33

## **Gewässerökologische Bestandsaufnahme Sulzkarsee**

Ein Teilprojekt des Pilotprojekts Sulzkaralm im Nationalpark Gesäuse

C. D. Jersabek, R. Schabetsberger & E. Weigand, Dez. 2004



## **Kurzfassung**

Als einziger See im Nationalpark Gesäuse liegt der Sulzkarsee idyllisch eingebettet in die Moränenlandschaft der Sulzkaralm auf 1450 m Seehöhe (Steirische Kalkalpen, Ennstal, Steiermark). Der subalpine Kleinsee entstand durch die abdichtende Wirkung stauender, toniger Lagen im Moränenmaterial eines eiszeitlichen Gletschers. Die tiefste Stelle des Sees beträgt 8,5 m.

Um einen ersten fundierten Einblick in den gewässerökologischen Zustand und Naturschutzwert des durch Weidevieh und fischereiliche Nutzung sichtlich beeinträchtigten Stillgewässers zu erhalten, hat die Nationalparkverwaltung Gesäuse unter der Projektleitung von Mag. Daniel Kreiner im Jahre 2003 vorliegende Studie in Auftrag gegeben. Sie ist Teil des interdisziplinären Projekts „Pilotstudie Sulzkaralm“, in welchem mit der Bearbeitung von bedeutenden Quellgewässern eine weitere hydrobiologische Erhebung verbunden ist.

Der aktuelle ökologische Zustand des Sulzkarsees ist kritisch, mit Tendenz zur weiteren Verschlechterung. Der Grad an Naturentfremdung ist hoch, demgemäss weit entfernt befindet sich das Gewässer von den definierten Zielen des Nationalparks Gesäuse.

Das Gewässer liegt im mesotrophen Bereich mit Tendenz zur Eutrophie. Im Uferbereich wurden anaerobe Sedimente festgestellt. Sauerstoffzehrende Bedingungen könnten in den kritischen Wintermonaten der Eisbedeckung auch große Teile der Freiwasserzone betreffen. Die qualitative Zusammensetzung des Planktons (Algen und Tiere der Freiwasserzone) und des Zoobenthos (Gewässerbodenfauna) weicht stark vom Leitbild eines subalpinen Kleinsees ab. Einige wenige Arten dominieren und sind eigentlich typische Vertreter verschlammter Kleingewässer mit teils sauerstoffzehrenden Bedingungen. Die dem Gewässerleitbild entsprechende Biozönose ist stark dezimiert.

Eine massive Beeinflussung durch Almweidewirtschaft und Fischbesatz ist gegeben. Die Uferzone des Sees wird mit einer mächtigen Feinsedimentschicht überzogen (Schlamm). Es ist davon auszugehen, dass diese Feinsedimentanreicherung vorwiegend die Folge jahrzehntelanger Weidewirtschaft ist (Nährstoffeintrag durch Fäkalien und Vertritt des Ufers, verstärkte Ablagerung reduzierter Sedimente). Die angeführten Begleiterscheinungen sind deutlich sichtbar und machen das Seeufer für den Nationalparkbesucher zu keinem Ort naturgenießerischen Verweilens.

Während die Weidewirtschaft bereits über mehrere Jahrhunderte eingewirkt hat, erfolgte der Fischbesatz erst vor wenigen Jahrzehnten, vermutlich nach Fertigstellung der Forststraße. Durch die Anwesenheit der Fische, im besonderen der Elritzen, wird die natürliche Artengemeinschaft des Sees, insbesondere jene der Freiwasserzone, nachhaltig gestört. Die installierte Frischwasserzuleitung, angespeist vom oberhalb verlaufenden Hüttenkarbach, machte die Degradierung des einstigen Kleinods zu einem "Fischteich" perfekt! Diese Einleitung stört den natürlichen Wasserhaushalt des Sees und damit die Dynamik der Seespiegelschwankungen, die thermischen Bedingungen sowie vor allem während der Wintermonate auch den Sauerstoffhaushalt des Gewässers. Weiters driften mit dem Wasser Fließgewässer-Organismen in den See, darunter auch großwüchsige Insekten die sich teils überraschend gut entwickeln. Aufgrund des erst vor rund 25 Jahren erfolgten Fischbesatzes kann angenommen werden, dass sich zumindest noch Teilbestände einer naturnahen Biozönose erhalten haben. Hinsichtlich des Planktons wäre dies in Form von am Seeboden ruhenden Dauerstadien gegeben. Dies ist umso bedeutender, als es sich beim Sulzkarsee um das einzige große Stillgewässer im Nationalpark handelt, und Seen in den Kalkalpen generell selten sind. Auch sind dadurch günstige Bedingungen für eine sehr erfolgreiche Renaturierung des Feuchtbiotops gegeben.

Das Gewässer wäre ohne die Fische ein idealer Lebensraum für Amphibien. Die flachen Ufer des Sees wären attraktive Laichhabitate für Grasfrosch, Bergmolch und Erdkröte.

Managementmaßnahmen sind in Hinsicht auf die Erfüllung der Richtlinien für die IUCN-Nationalpark Kategorie II unerlässlich. Da der See in der Nationalpark Kernzone („Naturzone“) liegt, ist das Managementziel mit dem Gewässerleitbild - ein naturgemäßes und von Menschen unbeeinträchtigtes Gewässer - eindeutig definiert. Als dringlichstes Managementziel wird die Trendwende angesehen: Stop einer weiteren Eutrophierung und Faunenverfälschung sowie die Wiederherstellung eines naturnäheren Zustandes. Dies würde sich wahrscheinlich bereits durch die Einstellung der fischereilichen Nutzung und die Fernhaltung der Weidetiere vom See erreichen lassen. Die Umsetzung dieser beiden angeführten Maßnahmen wird demgemäß als „umgehend zu bewerkstelligen“ nachdrücklich empfohlen. Der Rückbau der bestehenden, künstlichen Wasserzuleitung sollte erst nach der Entnahme der Forellen erfolgen, da anzunehmen ist, dass diese Fischarten auf den sauerstoffreichen Zufluss angewiesen sind.

Letztendlich ist ein naturnaher Zustand nur durch die Eliminierung der Fischfauna zu erreichen. Während die Forellen leicht abgefischt werden können, ist das Abfangen der Elritzen schwierig und bedarf einer fundierten Planung. Bei der dabei möglicherweise notwendigen Vollentleerung des Sees sollte unbedingt das Abspülen des Schlammes an größeren Steinen in der Uferregion in Erwägung gezogen werden. Letzteres würde einen positiven Impuls der gewässertypischen Bodenorganismen bewirken. Auch könnte damit dem Nationalparkbesucher künftig ein deutlich ästhetischeres Bild der Uferzonen angeboten werden. Eine natürlich bedingte Wiederbesiedlung des Sees durch Elritzen ist nahezu auszuschließen, als einzig mögliche Ursache des Aufkommens kann der Besatz durch den Menschen angesehen werden.

Die Erfolge des Nationalparkmanagements lassen sich bei diesem Renaturierungsprojekt gut darstellen und dem interessierten Laien eindrucksvoll veranschaulichen. Eine gute, begleitende Dokumentation ist demnach nicht nur aus Sicht des Naturraummanagements sinnvoll.

## **2. EINLEITUNG, ZIELSETZUNG**

Um einen ersten fundierten Einblick in den gewässerökologischen Zustand und Naturschutzwert des durch Weidevieh und der fischereilichen Nutzung sichtlich beeinträchtigten Stillgewässers zu erhalten, hat die Nationalparkverwaltung Gesäuse unter der Projektleitung von Mag. Daniel Kreiner im Jahre 2003 vorliegende Studie in Auftrag gegeben. Sie ist Teil des interdisziplinären Projekts „Pilotstudie Sulzkaralm“, in welchem mit der Bearbeitung von bedeutenden Quellgewässern eine weitere hydrobiologische Erhebung auf der Sulzkaralm verbunden ist (Weigand & Graf, 2005).

Eine erste hydrogeologische Untersuchung der Umgebung des Sulzkarsees und Vermessung der Morphologie des Seeuntergrundes wurde kürzlich im Rahmen eines weiteren Teilprojekts durchgeführt (Pavuzza & Stummer, 2003).

Limnologische/hydrobiologische Daten wurden im Sulzkarsee bisher noch nicht erhoben. Der vorliegende Bericht ist eine limnologische Schwerpunktaufnahme des Gewässers vom 3. Oktober 2003 und fasst erste hydrochemische, planktologische, makrozoobenthologische und fischereiliche Ergebnisse zusammen. Neben einer ersten limnologischen Charakterisierung des Sees soll mit den erhobenen Basisdaten auch das Ausmaß der anthropogenen Beeinflussung aus hydrobiologischer Sicht abgeschätzt werden. Managementvorschläge zur langfristigen Wiederherstellung des natürlichen Gewässerzustandes sollen nach Möglichkeit bereits grob aufgezeigt werden.

Die derzeitige Situation des Sulzkarsees, mit fischereilicher Nutzung und einem ungeschützten Zugang des Weideviehs, erfüllt nicht die IUCN-Vorgaben der Nationalpark-Kategorie II. Der See liegt vollständig in der Kernzone, womit das Ziel einer vom Menschen unbeeinträchtigten natürlichen Entwicklung klar definiert ist.

### 3. UNTERSUCHUNGSGEBIET, MATERIAL UND METHODEN

#### Untersuchungsgebiet

Als einziger See im Nationalpark Gesäuse liegt der Sulzkarsee eingebettet in die Moränenlandschaft der Sulzkaralm auf ca. 1450 m Seehöhe (Steirische Kalkalpen, Ennstal, Steiermark). Die Entstehung dieses subalpinen Kleinsees ist glazialen Ursprungs und auf die abdichtende Wirkung stauender, toniger Lagen im Moränenmaterial zurückzuführen (Pavuzza & Stummer, 2003).

Der in den Jahren 2003 und 2004 mehrfach beobachtete und insbesondere zum Hauptuntersuchungszeitpunkt (3. Okt. 2003) deutlich gesunkene Wasserstand, verbunden mit großflächig trockenliegenden Seebodenarealen vor allem im Nordosten des Seebeckens, weisen auf beträchtliche Schwankungen des Seespiegels hin. Diese Schwankungen waren vermutlich vor Installation einer künstlichen Quellzuleitung vom westlichen Sulzkar in den Südwest-Bereich des Sees noch deutlicher ausgeprägt.



**Abb. 1.** Ufer des Sulzkarsees: durch starken Viehtritt und Fäkalien belasteter Flachwasserbereich im Südwesten, angrenzend zur Almweide. Foto: Weigand, 3. Okt. 2003

Der See weist keine natürlichen, oberflächlichen Zu- oder Abflüsse auf. Der unmittelbare Uferbereich und die ausgedehnten seichteren Seebereiche sind durch Viehtritt und Fäkalien erheblich belastet und der Seeboden insgesamt stark verschlammt (Abb. 1).

### **Hydrochemie, Hydrophysik und Probenahme Plankton**

Wasserproben zur Erhebung chemisch-physikalischer Parameter sowie zur Schätzung der Individuendichten pflanzlicher und tierischer Planktonorganismen wurden am 3. Oktober 2003 mit einer 4,5 Liter fassenden Schindler-Patalas Planktonfalle über der tiefsten Stelle des Sees entnommen. Dazu wurden Einzelproben in 1-Meter Stufen von der Oberfläche bis sechs Meter Tiefe entnommen. Temperatur (°C), pH-Wert, Leitfähigkeit (25°C) und Sauerstoff (mg/l, % Sättigung) wurden sofort gemessen, zur Analyse von Nährstoffgehalt (Phosphor-, Stickstoffkomponenten), Alkalinität und weiterer Ionenzusammensetzung sowie der Phyto- und Zooplanktondichten wurde jeweils eine summierende Probe (Tiefenstufen 1, 3, 6 m) abgefüllt. Zur Konzentrierung des Zooplanktons wurden die Einzelproben durch ein 30 µm Nylon-Gaze-Netz filtriert. Neben Lugol- (Phytoplankton) und Formalin-fixiertem Material wurden lebende Planktonorganismen gut gekühlt zur Artbestimmung und Vermessung der Biovolumina ins Labor transportiert. Als einfaches Mass zur Abschätzung der Strahlungsverhältnisse im See wurde ausserdem die Sichttiefe mit einer 30 cm Secchi-Scheibe gemessen.

### **Fische**

Am selben Tag (3. Okt. 2003) wurde der See mit einem Multimaschennetz (50 m Länge, 1,5 m Blattbreite, 14 Blätter, 6,5 bis 70 mm Maschenweite) befishet. Das Netz wurde quer über die Breitseite des Sees und direkt über Grund gesetzt und war insgesamt ca. 3 Stunden exponiert (12:00-15:00).

### **Hydrochemische Analysen**

Die Messung der oben genannten Parameter am See erfolgte mit WTW-Elektroden, die Analyse weiterer ionenspezifischer Parameter nach den Standardarbeitsanweisungen (SOPs) zur Analyse von Oberflächengewässern am 6. Oktober im Labor des Amtes der Salzburger Landesregierung, Abteilung 16, Umweltschutz.

## **Auswertung von Phyto- und Zooplankton**

Die Abundanzbestimmung der Arten erfolgte nach der Methode von Utermöhl (Utermöhl, 1958; Lund, 1958) unter Verwendung von Plankton-Röhrenkammern und einem inversen Mikroskop.

Empfindliche Arten wurden an Hand von Lebendmaterial determiniert und zur Berechnung der individuellen Biovolumina vermessen. Die Berechnung der Biovolumina erfolgte beim Algen- und Rädertierplankton durch annäherungsweise Betrachtung der Organismen als geometrische Körper (Ruttner-Kolisko, 1977) und wurde mit dem Frischgewicht gleichgesetzt (Annahme spezifisches Gewicht = 1;  $1 \mu\text{g} = 10^6 \mu\text{m}^3$ ). Für das Crustaceenplankton wurde die Trockenmasse durch Verwendung von Längen-Gewichtsregressionen ermittelt (McCauley, 1984; Culver *et al.*, 1985), die Konversion in Frischgewicht erfolgte durch Multiplikation mit dem Faktor 10 (Annahme 10 % Frischmasse = Trockenmasse).

Die Angaben der Biomassen beziehen sich als mittlere  $\text{m}^3$ -Werte auf die Wassersäule im tiefsten Beckenbereich.

## **Uferzone**

Mit Hilfe eines Corers (56 mm Durchmesser) sind am 3. Okt. 2003 entlang des langen und seichten Westufers 4 Proben aus dem schlammigen Gewässerboden gezogen worden. Vor Ort erfolgte noch die Auftrennung mittels eines  $100 \mu\text{m}$ -Netzes und einer Fixierung mit Isopropanol-Alkohol. Begleitend wurde die adulte Insektenfauna in der terrestrischen Uferzone mittels Kescher erfasst. Im Labor wurden die Bodenproben unter dem Mikroskop analysiert, wobei hinsichtlich der Quantifizierung eine grobe Abschätzung der Besiedlungsdichte und die Verteilung einzelner Großgruppen mit besonderer Berücksichtigung von Schlammformen mit hoher Sauerstofftoleranz (Indikatorarten) als Ziel festgelegt wurde. Die Determination der Adultinsekten bewerkstelligte Dr. Wolfram Graf (Univ. f. Bodenkultur).

Vor Ort wurde auch die Substratbeschaffenheit, etwaige sauerstoffzehrende Bedingungen im Sediment, Bewuchs und sichtbare Beeinträchtigungen der Uferzone in deskriptiver Form aufgenommen und mit einer detaillierten Fotodokumentation unterstützt (siehe Anhang).

## 4. ERGEBNISSE

### 4.1. Hydrochemische Bedingungen

Die chemisch-physikalischen Bedingungen im Pelagial des Sulzkarsees sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengefasst.

**Tabelle 1:** Chemisch-physikalisches Vertikalprofil über tiefstem Seebereich am 3.10. 2003. -  
Legende: Temp ... Temperatur des Wassers, O2 ... Sauerstoffgehalt des Wassers

Tiefe (m)	Temp (°C)	O2 (mg/l)	O2 (% sat)	PH	EC (25°C)
0,3	10,4	12,3	127	8,3	183
1	9,6	12,5	128	8,3	183
2	9,3	12,6	127	8,4	183
3	9,2	12,0	121	8,4	183
4	9,1	12,0	121	8,4	184
5	9,0	12,0	121	8,3	184
6	9,0	11,9	120	8,3	184

**Tabelle 2:** Analyseergebnisse der summierenden Wasserprobe. - Legende: P ... Phosphor, N ... Stickstoff, DOC ... gelöster organischer Kohlenstoff

Parameter	Ergebnis	Dimension	Bemerkung	Verfahren
Calcium und Magnesium	2,1	mval/l		SOP 3/401002
Alkalinität pH 4,3	2,0	mval/l		SOP 3/501101
Calcium	1,99	mval/l		SOP 3/401002
Natrium	<0,20	mg/l	nachgewiesen	SOP 3/401002
Kalium	<0,18	mg/l	nachgewiesen	SOP 3/401002
P gesamt, filtriert	3,9	µg/l		SOP 3/101004
P gesamt	15,0	µg/l		SOP 3/101004
Nitrat-N	130,0	µg/l		SOP 3/401001
Nitrit-N	<3,0	µg/l	nicht nachgewiesen	SOP 3/401001
Ammonium-N	<2,0	µg/l	nicht nachgewiesen	SOP 3/401002
Chlorid	<0,5	mg/l	nachgewiesen	SOP 3/401001
Sulfat	1,1	mg/l		SOP 3/401001
DOC	3,11	mg/l		SOP 3/301001

Die vertikale Verteilung der gemessenen chemisch-physikalischen Parameter (Tabelle 1) zeigt den Sulzkarsee als homogen durchmischtes, annähernd isothermes Gewässer zur Zeit der herbstlichen Vollzirkulation. Die Sichttiefe war zum Untersuchungszeitpunkt mit 3,80 m im Vergleich zu ähnlichen Gewässern dieser Höhenlage (Jersabek & Schabetsberger, unpubl.) nur mässig, doch ausreichend für eine positive Photo-assimilation über die gesamte Wassertiefe ( $z_{\max} = 7$  m). Die Sauerstoffübersättigungen von bis zu 28 % können durch hohe Phytoplanktondichten einerseits und durch dichte, den Schlamm Boden überziehende Algenwatten fädiger Grün- und Zieralgen andererseits erklärt werden.

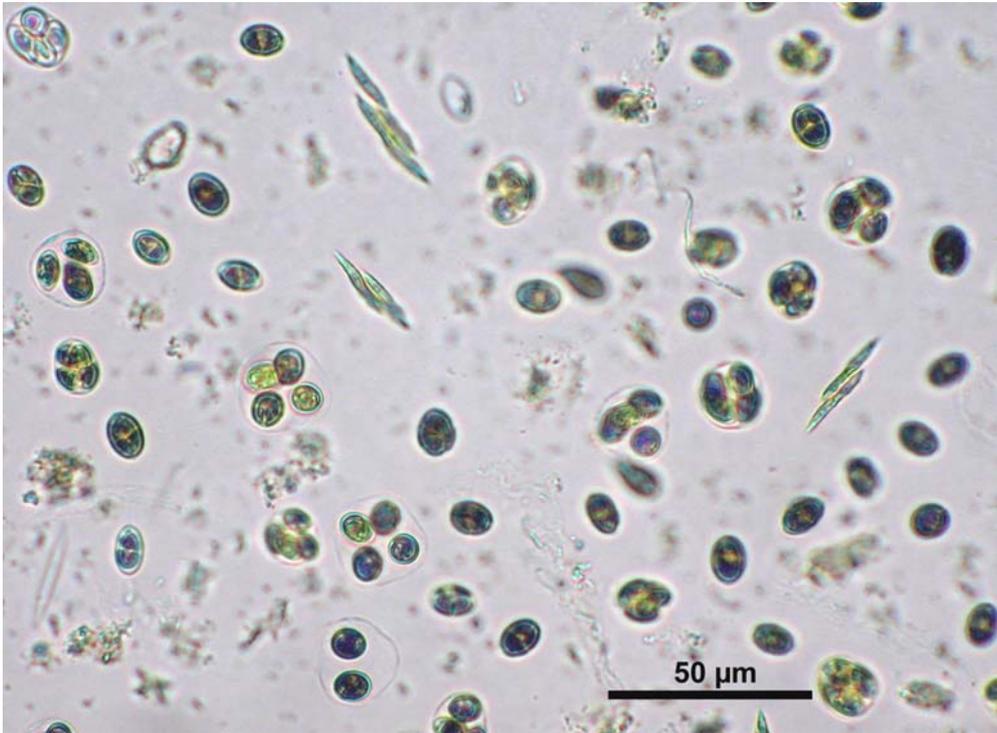
Gemessen an der Gesamtphosphor-Konzentration (15  $\mu\text{g/l}$ ) ist der See als mesotroph einzustufen (ÖNORM M 6231). Es kann jedoch angenommen werden, daß der Nährstoffeintrag zur Zeit der Almwirtschaft durch Fäkalbelastung höher ist (im Oktober war das Vieh bereits von der Hochweide abgetrieben). Weiters ist zu erwarten, dass der Nährstoffgehalt, wie der Wasserchemismus insgesamt, starke jährliche Fluktuationen aufweist und dass es vor allem während der Wintermonate zu einer internen Überdüngung des Sees durch starken Sauerstoffschwund und Rücklösungsprozesse aus der dicken, den Seeboden flächendeckend überziehenden Schlammschicht kommt („Kryoeutrophie“, „Allotrophie“).

## 4.2. Phytoplankton

Das Phytoplankton war durch eine hohe Dominanz chlorococcaler (*Oocystis* sp.) und ulotrichaler (*Elakatothrix* cf. *genevensis*) Grünalgen geprägt (Abb. 2). Diese beiden Arten machten gemeinsam 97,8 % der pelagischen Algenbiomasse aus, wobei die dabei erreichte Biomasse von fast 2,4 g Frischgewicht/ $\text{m}^3$  durchaus eutrophen Verhältnissen entspricht. Die insgesamt geringe Diversität des Algenplanktons wird weiters durch das völlige Fehlen von Blau- und Kieselalgen unterstrichen.

**Tabelle 3:** Artenzusammensetzung, Individuendichten und Biomassen des Phytoplankton in der Freiwasserzone des Sulzkarsees am 3. Okt. 2003

Arten / Taxa		Ind./Liter	mg/m <sup>3</sup>	% Anteil
<b>CHLOROPHYCEAE (Grünalgen)</b>				
<i>Elakatothrix cf. genevensis</i>		329079	102,47	4,25
<i>Oocystis sp.</i>		1313056	2254,57	93,50
<i>Pediastrum boryanum</i>				
<i>Pediastrum duplex</i>				
<i>Pediastrum integrum</i>				
<i>Pediastrum simplex</i>				
<i>Pediastrum tetras</i>				
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>				
<i>Scenedesmus obtusus</i>				
<i>Scenedesmus sp.</i>				
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>				
<i>Tetrachlorella alternans</i>				
<b>DESMIDIACEAE (Zieralgen)</b>				
<i>Pleurotaenium sp.</i>				
<i>Staurastrum cf. paradoxum</i>		623	1,53	0,06
<b>CHRYSOPHYCEAE (Goldalgen)</b>				
<i>Dinobryon divergens</i>				
<i>Mallomonas sp.</i>				
<b>CRYPTOPHYCEAE (Kryptoflag.)</b>				
<i>Cryptomonas erosa</i>		4675	11,37	0,47
<i>Cryptomonas marsonii</i>				
<i>Cryptomonas sp. S</i>		15035	10,15	0,42
<i>Rhodomonas minuta</i>		40002	6,35	0,26
<b>DINOPHYCEAE (Panzerflag.)</b>				
<i>Peridinium cf. umbonatum</i>				
<i>Peridinium sp.</i>		360	24,91	1,03
	<b>Pflanzliche Biomasse:</b>		<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>%Biomasse</b>
	CHLOROPHYCEAE:		2357,05	97,75
	DESMIDIACEAE:		1,53	0,06
	CHRYSOPHYCEAE:		0,00	0,00
	CRYPTOPHYCEAE:		27,87	1,16
	DINOPHYCEAE:		24,91	1,03
	<b>Algenfrischgewicht:</b>		<b>2411,35</b>	<b>100,00</b>



**Abb. 2:** Grünalgendominanz im Phytoplankton des Sulzkarsees, 3. Okt. 2003.  
Foto: C. D. Jersabek

### 4.3. Zooplankton

Die Artengemeinschaft des Zooplanktons entspricht in ihrer Charakteristik vielmehr jener produktiver Kleingewässer als jener subalpiner Gebirgsseen. So bevorzugt beispielsweise *Epiphanes brachionus* (Abb. 3) periodische, oft überdüngte Kleingewässer. Im Rahmen umfangreicher faunistischer Erhebungen an Gebirgsgewässern der Ostalpen (Jersabek, 1996) konnten wir diese Art erst einmal nachweisen, und zwar in einem Almtümpel der Feichtau (Sengsenengebirge). Ungewöhnlich ist auch das Vorkommen der benthischen Rädertierart *Pleurotrocha petromyzon* im offenen Wasserkörper. Diese üblicherweise necrophage Art limnosaprober Bereiche lebt im Sulzkarsee epizoisch auf Daphnien, eine u.W. bisher noch nicht beobachtete Assoziation. Zum Untersuchungszeitpunkt waren annähernd 10 % der Daphnienpopulation von *P. petromyzon* befallen und wurden auch zur aktiven Eiablage genutzt (Abb. 4).

**Tabelle 4:** Artenzusammensetzung, Individuendichten und Biomassen des Zooplanktons. \* tychoplanktisch, \*\* epizoisch auf *Daphnia*

Arten / Taxa	Ind./Liter	mg/m <sup>3</sup>	% Anteil
<b>ROTIFERA (Rädertiere)</b>			
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	19,63	7,35	0,17
<i>Epiphanes brachionus</i>	0,62	27,87	0,66
<i>Keratella cochlearis</i>	2624,90	221,62	5,22
<i>Keratella testudo</i>	13,33	4,25	0,10
** <i>Pleurotrocha petromyzon</i>	9,63	4,33	0,10
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	0,37	0,29	0,01
* <i>Proales fallaciosa</i>			
<i>Synchaeta pectinata</i>	20,74	93,18	2,19
<i>Synchaeta tremula</i>	304,74	130,71	3,08
<b>CLADOCERA (Wasserflöhe)</b>			
* <i>Acroperus harpae</i>			
* <i>Alona rectangula</i>			
<i>Daphnia longispina</i>	49,63		
Eier/Embryonen	2,22		
Männchen	17,04		
Summe	68,89	3759,29	88,48
<b>COPEPODA (Ruderfußkrebse)</b>			
<b>Cyclopoida</b>			
<i>Eucyclops serrulatus</i>			
	<b>Tierische Biomasse:</b>	<b>mg/m<sup>3</sup></b>	<b>%Biomasse</b>
	ROTIFERA:	489,58	11,52
	CLADOCERA:	3759,29	88,48
	COPEPODA Cyclopoida:	0,00	0,00
	<b>Zooplanktonfrischgewicht:</b>	<b>4248,87</b>	<b>100,00</b>

Anstelle der in einem See dieser Höhenlage zu erwartenden *Daphnia rosea* ist im Sulzkarsee *D. longispina* (Abb. 5) die bei weitem dominierende Art (Biomasse-dominanz). Trotz der zu dieser Jahreszeit bereits weitgehend beendeten parthenogenetischen Vermehrungsphase und Umstellung auf Männchen- und Dauereiproduktion (Ehippien), erreichte *D. longispina* mit fast 70 Individuen pro Liter immer noch sehr hohe Dichten (Tabelle 4). Ungewöhnlich hohe Dichten erreichen weiters die Rädertiere *Keratella cochlearis* (>2600 Ind./l) und *Synchaeta tremula* (>300 Ind./l). Auch der hohe

'standing stock' des Zooplanktons von über 4,2 g Frischgewicht/m<sup>3</sup> bestätigt den außerordentlich produktiven Charakter des Sulzkarsees.

Die hohe Primärproduktion im Sulzkarsee scheint zu erklären, dass hier, im Gegensatz zu anderen mit Fischen besetzten Gebirgsseen (siehe unten), größere pelagische Crustaceen mit planktivoren Fischen koexistieren können. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass typische Gebirgsarten wie bestimmte calanoide Copepoden (*Arctodiaptomus alpinus*, *Acanthodiaptomus denticornis* oder *Hetercope saliens*) als direkte Folge des Besatzes bereits verschwunden sind. Wir halten es außerdem für sehr wahrscheinlich, dass das gesamte Artenspektrum, sowohl des Phyto- als auch des Zooplanktons, bereits zu einem früheren Zeitpunkt der anthropogenen Beeinflussung massive qualitative und quantitative Veränderungen durch veränderte Nährstoffverhältnisse ('bottom-up') und veränderte Prädationsverhältnisse ('top-down') erfuhr. Eine Rekonstruktion jener Artengemeinschaft, die vor dem Besatz mit Elritzen den See besiedelt hat, wäre allerdings nur teilweise mit der Analyse von Bohrkernen möglich.

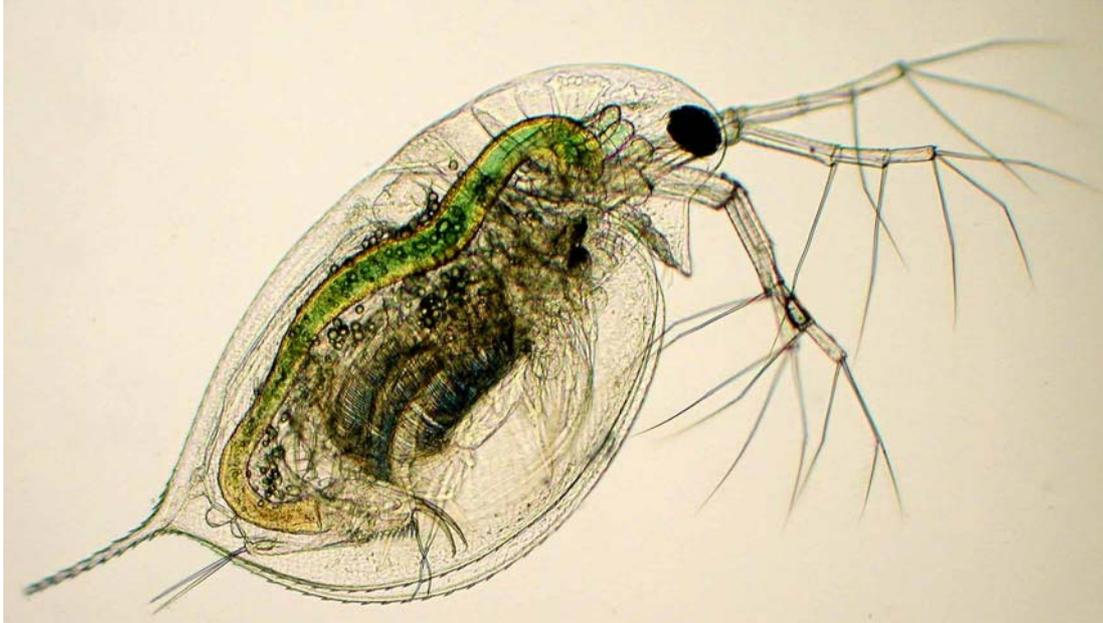


**Abb. 3:** *Epiphanes brachionus* (Ehrenberg), ein für Gebirgsseen untypischer Vertreter des Rädertierplanktons. Foto: Jersabek

Die weiter unten vorgeschlagenen Maßnahmen könnten langfristig wieder zu einer Re-Oligotrophierung des Sulzkarsees, der ursprünglichen Konkurrenzsituation und damit zu einer Wiederherstellung standortstypischer Planktonvergesellschaftungen führen. Möglicherweise liegen im Sediment des Sulzkarsees noch schlüpfähige Dauereier die zu einer raschen Wiederbesiedlung des Sees mit ehemals hier ansässigen Arten führen könnten. Es ist bekannt, daß Dauereier über Jahrzehnte lebensfähig bleiben können und sich daraus Planktonpopulationen unter günstigen Bedingungen wieder regenerieren können (Hairston et al., 1995; Hairston, 1996). In einer umfangreichen Studie in der Sierra Nevada dauerte es nach dem Entfernen der Fische circa 10 Jahre, bis die natürlichen Artengemeinschaften wiederhergestellt waren (Knapp et al., 2001).



**Abb. 4:** Bisher noch nicht bekannte Vergesellschaftung von *Pleurotrocha petromyzon* und *Daphnia longispina*. Links ein auf dem Wirtstier kriechendes Rädertier, rechts ein an den Cladocerenpanzer angeheftetes Ei (Pfeil). Fotos: Jersabek



**Abb. 5:** *Daphnia longispina* O.F. Müller, Weibchen, dominante Zooplanktonart im Sulzkarsee.  
Foto: C. D. Jersabek

#### 4.4. Fische

Es wurden acht Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus*) und eine Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) gefangen (Abb. 6, Tab. 5). Bei den Seesaiblingen waren zwei Längenklassen erkennbar (mittlere Gabellängen 24,4 und 31,6 cm). Die Fische wiesen auch Unterschiede in der Körperzeichnung auf und stammen vermutlich von zwei verschiedenen Besätzen, oder Gruppen von Zuchtfischen. Alle Tiere waren geschlechtsreif (4 Milchner, 4 Rogner). Die Regenbogenforelle hatte eine Länge von 27,3 cm (Rogner). Da keine Jungfische beobachtet wurden, erscheint es unwahrscheinlich, daß eine Reproduktion im Sulzkarsee erfolgen kann. Außerdem wurden Elritzen beobachtet, die vermutlich schon früher durch menschlichen Besatz in den See gelangten.

## Geschichte des Fischbesatzes

Vor der Quellzuleitung unterlag der See starken Spiegelschwankungen und wurde von vielen Molchen und Kröten als Laichgewässer genutzt (Revierjäger Roman Unterberger, persönliche Mitteilung an Daniel Kreiner). Ein erster Fischbesatz des Sulzkarsees mit Regenbogenforellen erfolgte bereits vor 1979.

**Tabelle 5:** Art, Geschlecht, Gabellänge und Gewicht der am 3. Okt. 2003 im Sulzkarsee gefangenen Salmoniden

Art	Geschlecht	Gabellänge (cm)	Gewicht (g)
Seesaibling	Männchen	32.9	284
Seesaibling	Männchen	32.5	288
Seesaibling	Männchen	30.6	261
Seesaibling	Weibchen	30.3	263
Seesaibling	Männchen	24.6	187
Seesaibling	Weibchen	24.7	165
Seesaibling	Weibchen	24.2	150
Seesaibling	Weibchen	24.0	164
Regenbogenforelle	Weibchen	27.3	191

In diesem Jahr wurde eine neue Wasserleitung zur Sulzkaralm und dabei auch eine Zuleitung sauerstoffreichen Wassers in den Sulzkarsee fertiggestellt. Zwei Jahre später wurden ca. 1000 Elritzen aus dem Altausseer See eingesetzt, die sich stark vermehrten. Danach wurde der See jährlich mit etwa 80 Seesaiblingen besetzt. Die Besatzfische enthielten allerdings immer wieder einige Bach- (*Salmo trutta* forma *fario*) und Regenbogenforellen. Der letzte Besatz erfolgte im Jahr 2002. Zusätzlich soll ein Besatz mit Elritzen aus dem Leopoldsteiner-See erfolgt sein (Herr Grollitsch, persönliche Mitteilung an Daniel Kreiner).

### Fische als Predatoren im Sulzkarsee

Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus*) und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*): Die eingesetzten Salmoniden hatten alle eine Gesamtlänge von mehr als 20 cm. Sie ernährten sich vermutlich von diversen Makrozoobenthosorganismen und Elritzen. Falls wider Erwarten doch Jungfische aufkommen, oder ein weiterer Besatz mit Jungfischen erfolgen würde, wäre *Daphnia longispina* vermutlich die bevorzugte Beute.



**Abb. 6:** Salmonidenfang aus dem Sulzkarsee, einzige Regenbogenforelle am oberen Bildrand. Foto: Schabetsberger, 3. Okt. 2003

Elritzen (*Phoxinus phoxinus*): Die Elritzen gelangten erst 1979 in den Sulzkarsee, vermutlich um eine piscivore Ernährung der Salmoniden zu ermöglichen. Die

persönlichen Mitteilungen des Bewirtschafters belegen, dass der See vorher von verschiedenen Amphibienarten als Laichgewässer genutzt wurde. Die räuberischen Elritzen fressen den Laich und die Larven von Amphibien. Es kann daher angenommen werden, dass die Elritzen eine erfolgreiche Reproduktion von Amphibien im Sulzkarsee nach dem Besatz weitgehend verhindert haben.

Unsere Studien an zwei Paaren von Seen der nördlichen Kalkalpen, die jeweils weniger als 100 m voneinander entfernt liegen (Großer - Kleiner Feichtauersee, Sengsengebirge, Jersabek *et al.*, 1994; Schabetsberger *et al.*, 1995; Schwarzsee – Karsee, Dachstein, Hauser, 2002; Wukits; 2002) und von denen jeweils die beiden erstgenannten Elritzen enthalten und die zweiten fischfrei sind, zeigten, daß sich in den fischfreien Seen Bergmolche und Erdkröten erfolgreich fortpflanzen, während in den mit Elritzen besetzten Gewässern nur ganz vereinzelt Amphibien aufkommen.

Die Studien im Sengsengebirge und am Dachstein ergaben auch, dass sich die Zooplanktonzönosen in den fischfreien Seen deutlich von denen der beiden Fischseen unterscheiden. Während zusammen mit den Bergmolchen als Predatoren typische, relativ große Krustaceen dominieren (1,5 bis 3 mm), sind in den Fischseen vorwiegend Rädertiere zu beobachten (0,1 bis 0,5 mm). Es gilt heute als gesichert, daß eingesetzte Fische durch ihr gröÙenselektives Fressen Hochgebirgskrustaceen, aber auch verschiedene Makrozoobenthosorganismen und Amphibien zum Verschwinden bringen können (Jersabek *et al.*, 2001; Knapp *et al.*, 2001), während der Fressdruck der ebenfalls zooplanktivoren Bergmolche zu gering ist, um die Krustaceenpopulationen nachhaltig zu beeinflussen (Schabetsberger & Jersabek, 2004).

Der Sulzkarsee erscheint wegen der Höhenlage und des seichten Beckens als ideales Laichgewässer für verschiedene Amphibienarten. Die Struktur des Seebeckens erinnert an den von uns untersuchten Ameisensee (1282 m) am FuÙe des Gosaukammes, in dem 6 verschiedene Amphibienarten vorkommen (Grasfrosch (*Rana temporaria*), Erdkröte (*Bufo bufo*), Gelbbauchunke (*Bombina variegata*), Teichmolch (*Triturus vulgaris*), Bergmolch (*T. alpestris*), Alpenkammmolch (*T. carnifex*); Maletzky *et al.*, 2004; Schabetsberger *et al.*, 2004). Der Ameisensee trocknet jedes Jahr aus, sodass Fische in diesem Gewässer nicht überleben können. Der Sulzkarsee würde viel stärkeren Spiegelschwankungen unterliegen, wenn die Zuleitung aus dem Hüttenkarbach abgestellt würde.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit würden innerhalb weniger Jahre nach einem Entfernen der Fische aus dem Sulzkarsee Erdkröten, Grasfrösche und Bergmolche in großer Zahl den See besiedeln. Bei den empfindlicheren Arten (Alpenkammmolch, Teichmolch) muss

abgewartet werden, ob sie den See als Laichgewässer annehmen. Ein künstlicher Besatz mit Amphibien sollte allerdings nicht stattfinden, da so die in diesem Gebiet natürlich vorkommenden Populationen genetisch verändert würden. Auch entspricht eine derartige Wiederansiedlung nicht den Vorstellungen eines IUCN-Nationalpark-Managements.

#### **4.5. Uferzone (Litoral)**

##### **Substratverhältnisse der Uferzone**

Die Situation im Sommer, also während der Weideperiode, ist durch ein hohes Nährstoffniveau geprägt. Die Erhebung vom 28. Juli 2003 (tiefer Wasserstand, längere Trockenperiode) spiegelt dieses Bild wider: üppige Algenwucherungen färben die Uferzone hellgrün (Abb. 7); in den flachen und ufernahen Abschnitten treten Algenmatten mit mehreren Meter Durchmesser auf; die steinige Gewässersohle ist mit einer dicken Schlammschicht überdeckt; die Färbung des Schlammes ist dunkel bis schwarz und beim Durchwühlen entweichen im mäßigen Ausmaß Faulgase ("Faulschlamm"); das Wasser ist im beachtlichen Ausmaß getrübt (bräunliche Färbung).



**Abb. 7:** Starke Algenentwicklung in den Flachwasserzonen am 12.9.2004. Foto: Weigand

## Fauna der Uferzone (Zoobenthos)

Die schlammbewohnende Fauna charakterisiert sich am 3. Okt. 2003 durch eine bemerkenswert hohe Individuendichte und geringe Artenzahl. Es dominieren kleinwüchsige Tiere bzw. junge Larvenstadien, im Freiland waren lediglich nur einige wenige Chironomiden mit freiem Auge optisch zu erfassen. Die Individuenzahl wird mit bis zu einer Million Tieren pro m<sup>2</sup> Gewässerfläche (Schlammzone) geschätzt! Mit einem Anteil von 86% dominieren Chironomiden-Larven (Diptera: Zuckmücken). Der andere Teil entfällt auf Nematoden (mind. 5,5%), Ostracoden (3%), Harpacticiden (2,5%), Hydracarinae (1%), Oligochaeten (1%), diverse Dipteren (<0,5%) und diverse Tiere mit vereinzelter Vorkommen (<1%, Coleoptera, Megaloptera, Heteroptera, Plannipenia). Dabei war die hohe Zahl einer auf der Sedimentoberfläche sich rasch fortbewegenden Wassermilbenart, mit signifikanter roter Zeichnung auf dem kugelförmigem Hinterlaib, besonders auffällig. Aus ökologischer Hinsicht überrascht die geringe Zahl an Oligochaeten, der Anteil liegt bei 1% an der Gesamtf fauna.



**Abb. 8:** *Allogamus sp.*, Foto: Weigand

Bei den beobachteten Individuen handelt es sich um rot-gefärbte Tubifiziden. Ebenfalls von Hämoglobin rot gefärbt waren die Mehrzahl der größeren Chironomiden-Larven. Die Rotfärbung dieser Tiere zeigt unmissverständlich den gegenwärtigen sauerstoffarmen Zustand des Gewässers an, während die hohe Individuendichte als Resultat des hohen Nährstoffgehalts anzusehen ist. Wenn sich überhaupt noch an der Uferzone Bestandteile der ursprünglichen Fauna erhalten haben, dann höchstens lokal und in geringer Zahl (z.B. bei Wasserzutrittsstellen oder in der Tiefenzone). Faunistische Erhebungen in den kälteren Monaten und im Frühling würden die oben angeführte ökologisch kritische Situation näher abklären.

Das am 15. Sep. 2003 beobachtete häufige Vorkommen von *Allogamus auricollis* (Trichoptera), einer typischen (und weit verbreiteten) Fließgewässerart, entlang des Ufers vom Sulzkarsee ist (höchst) außergewöhnlich (Tab. 6). Dies lässt auf eine gute Durchströmung des Sees schließen. Sehr wahrscheinlich werden in höherer Zahl Individuen durch die zuführende Wasserleitung, welche den Hüttenkarbach in rund 200 bis 300 m Entfernung anzapft, in den See verdriftet. Die gegenüber den naturgemäßen Zustand stark veränderten Bedingungen im See könnte diese wenig anspruchsvolle Art gut zu nutzen vermögen. Für die eingesetzten Forellen bedeuten sie ein attraktives Nahrungsangebot.

**Tab. 6:** Nachweise von typischen Fließgewässer-Insektenarten entlang der Uferzone des Sees am 15. Sep. 2003. Die meisten Individuen wurden am vegetationsreichen Ostufer beobachtet.

Art	männlich	weiblich	larval
<i>Allogamus auricollis</i> (Trichoptera)		26	
<i>Allogamus uncatius</i> (Trichoptera)	1		
<i>Leuctra braueri</i> (Plecoptera)	1		
<i>Leuctra autumnalis</i> (Plecoptea)	2		

Die zweimaligen qualitativen Erhebungen (15.Sep. und 3.Okt. 2003) von größeren wirbellosen Tierarten (wie z.B. Coleoptera, Megaloptera, Heteroptera, Odonata) in der seichten Uferzone brachte ebenfalls ein überraschendes Ergebnis: So konnten bislang lediglich Einzelindividuen beobachtet werden. Hingegen traten Elritzen mehrmalig in Schwärmen auf (Abb. 8).



**Abb. 8:** Schwärme von Elritzen (*P. phoxinus*) im Flachwasserbereich. Foto: Weigand, 12.9.2004

Im Sommer 2004 wurden mehrere größere submerse Makrophytenbestände (Gattg. *Potamogeton*, Laichkraut) im ausgedehnten seichten Areal im West-Süd-Bereich des Sees sowie in Ufernähe der Wasserstern (*Callitriche palustris*) beobachtet. Zweitere Art findet man bevorzugt in seichten verschlammten Kleingewässern („Tümpel“), während erstere in sehr seichten Kleingewässern nicht gedeihen. Beide Pflanzenarten bedürfen schlammigen Untergrund und erhöhte Nährstoffbedingungen. Das Vorkommen dieser Arten im Naturzustand des Sees ist zwar lokal nicht auszuschließen, doch die guten Bestände, insbesondere des Laichkrauts, würden durch die gegenwärtige Situation sicherlich stark gefördert. Es ist damit zu rechnen, dass die Bestände noch deutlich zunehmen.



**Abb. 9:** Ausgedehnte submerse Makrophytenbestände. Oben: Südwest-Uferbereich mit Laichkraut, *Potamogeton* sp., unten: Nordufer mit Wasserstern (*Callitriche palustris*).  
Fotos: E. Weigand

## **5. VORGESCHLAGENE MAßNAHMEN ZUR WIEDERHERSTELLUNG DER ÖKOLOGISCHEN FUNKTIONSFÄHIGKEIT DES SULZKARSEES**

### **5.1. Entfernung der Fische**

#### **Salmoniden (Forellen):**

Ein Entfernen der Salmoniden aus dem Sulzkarsee ist anzustreben. Das Vorkommen geht auf relativ rezente Besatzmaßnahmen zurück. In den letzten Jahren wurden vor allem von den Österreichischen Bundesforsten der Besatz alpiner Seen auch medial propagiert (siehe ORF UNIVERSUM, Alpenseen – Stille Schönheit (2003)), mit dem Argument, daß alpine Seen als Rückzugsgebiete für genetisch reine Seesaiblingpopulationen genutzt werden sollen. Durch den teilweisen Verlust der natürlichen Artengemeinschaften ist dies nicht zu befürworten. Der Schutz der Saiblinge muss in den Tieflandseen erfolgen, wo die Tiere natürlich vorkommen. Da eine Reproduktion im Sulzkarsee nicht möglich ist, müsste auch ständig nachbesetzt werden. Die eingesetzten Salmoniden könnten sehr einfach durch eine intensive Befischung mit 3-5 Multimaschennetzen, wie sie bei dieser Untersuchung zum Einsatz kamen, entfernt werden. Die Dichten waren relativ gering (< 100 Individuen) und die Größe der Fische relativ einheitlich (Tabelle 5). Durch die einfache Struktur des Seebeckens kann erwartet werden, daß der See vermutlich schon nach einer einzigen Nacht leergefischt wäre. Wenn die Tiere auch für den Verzehr genutzt werden sollen, empfehlen wir eine Kontrolle der Netze circa alle 3 Stunden und einen Abtransport auf Eis. Wenn auch während des Tages gefischt wird, sollte man einen Tag mit bewölktem Himmel wählen, da die Tiere die Netze im Sonnenlicht besser sehen können. Eine Befischung mit mehrmaliger Kontrolle der Netze und einer Nutzung der gefangenen Fische für Speisezwecke erscheint uns allerdings am sinnvollsten. Die Befischung sollte von geschultem Personal zusammen mit den Fischereiberechtigten durchgeführt werden.

#### **Elritzen:**

Unsere Studien an sechs Seen der nördlichen Kalkalpen (Jersabek *et al.*, 1994; Schabetsberger *et al.*, 1995, 2004; Hauser, 2002; Wukits, 2002; Maletzky *et al.*, 2004; Sztatecsny & Schabetsberger, eingereicht) haben verdeutlicht, daß Seen dieser Höhenlage wichtige Laichgewässer für Amphibien darstellen, sofern sie nicht mit Fischen besetzt werden.

Durch den Besatz des Sulzkarsees mit Elritzen wurde die natürliche Artengemeinschaft der Evertebraten mit hoher Wahrscheinlichkeit nachhaltig gestört. Wir empfehlen daher, die Elritzen aus dem Sulzkarsee zu entfernen.

Als einzig praktikable Methode für das Entfernen der Elritzen aus dem Sulzkarsee kann das Ablassen des Sees empfohlen werden. Es erscheint möglich, den See z.B. mit Hilfe der Feuerwehr leerzupumpen, oder über ein Gefälle mit Hilfe einer Leitung den See abzulassen. Das geschätzte Volumen des Sees dürfte 30 000 m<sup>3</sup> nicht übersteigen. Mit drei Pumpen und einer angenommenen Pumpleistung von 1600 l pro Minute wäre der See innerhalb von 4-5 Tagen leergepumpt, auch wenn ein geringer, natürlicher Zufluss erfolgen sollte. Wir würden empfehlen, das Wasser auf den umliegenden Weideflächen zu verteilen. Sollte ein Ablassen über eine oder mehrere Leitungen möglich sein, sollte sichergestellt werden, daß der Bach nicht verschlammt. Ein idealer Zeitpunkt wäre eine spätherbstliche Schönwetterperiode nach dem Almbetrieb. Das Becken müsste nur für kurze Zeit trockenfallen, um sicherzustellen, daß keine juvenilen Fische in einem Restvolumen zurückbleiben.

Das einmalige Durchtrocknen des oberflächlichen Sediments halten wir für unbedenklich. Die für seichte Seen der nördlichen Kalkalpen typischen Biozönosen sind an das kurzzeitige Austrocknen angepasst. Im Spätherbst wäre gewährleistet, daß die Zooplanktonorganismen bereits ihre Dauerstadien gebildet haben. Auch im Makrozoobenthos erwarten wir durch diese Maßnahme keine nachhaltigen Veränderungen. Bei diversen Insektenlarven (z.B. Chironomiden, Trichopteren, Coleopteren) würden die Imagines den See wieder zur Eiablage nutzen. Die verschiedenen benthischen Krustaceen würden aus Dauerstadien schlüpfen. Im Sediment lebende Würmer (Oligochaeten, Nematoden) würden sich in tiefere Schichten zurückziehen.

Die über Jahrzehnte andauernde Eutrophierung des Gewässers hat vermutlich zu einer verstärkten Ablagerung reduzierter Sedimente geführt. Es wäre denkbar, beim Ablassen des Sees auch größere Mengen an Faulschlamm zu entfernen. Sollte diese Maßnahme erwogen werden, schlagen wir allerdings vor, eine managementbegleitende Untersuchung der Sedimentstruktur und der benthischen Lebensgemeinschaft vorzuschicken.

## **5.2. Beendigung der künstlichen Zuleitung von Quellwasser**

Gemeinsam mit den Besatzmaßnahmen wurde vor 25 Jahren ein künstlicher Zufluß in Form einer in wenigen Metern Tiefe im südwestlichen Seebereich mündenden Leitung gelegt (Abb. 10). Diese Einleitung stört den natürlichen Wasserhaushalt des Sees und damit die Dynamik der Seespiegelschwankungen, die thermischen Bedingungen im

Pelagial, sowie v.a. während der Wintermonate auch den Sauerstoffhaushalt des Gewässers. Falls eine Befischung nicht möglich ist, würde die Beendigung der Einleitung sauerstoffreichen Quellwassers mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Verschwinden zumindest der Salmoniden führen.



**Abb. 10:** Westufer im südlichen Seeareal mit künstlicher Zuleitung von Quellwasser. Der Kunststoffschlauch wurde mit Steinen beschwert. Fotos: Weigand, 3. Okt. 2003

### **5.3. Schutz vor Vertritt und Überdüngung durch das Weidevieh**

Die Phyto- und Zooplanktonzönosen sowie limnochemische Parameter zeigten deutlich, daß der See durch die Weidewirtschaft im Umland und vor allem durch die Nutzung als Tränke überdüngt war. Wir empfehlen daher, das Gewässer durch einen Elektrozaun und/oder durch natürliche Hindernisse zu schützen. Um den Eintrag von Nährstoffen aus den umliegenden Weideflächen zu minimieren, sollte das Weidevieh nicht näher als 50 m an den See herangelassen werden. Wenn dies nicht möglich ist, sollte zumindest die Uferböschung und eine Pufferzone von ca. 10 m abgesperrt werden. Zugleich sollten entsprechende Viehtränken in zumindest 100 m Entfernung vom Gewässer errichtet werden.

#### **5.4. Dokumentation**

Wir empfehlen, die Biozönosen und die Wasserchemie vor diesen Maßnahmen während einer Vegetationsperiode zu charakterisieren. Danach sollten die Veränderungen in den Lebensgemeinschaften über mehrere Jahre durch zumindest eine Probennahme pro Jahr dokumentiert werden. Denkbar wäre es auch, Diplomarbeiten zu vergeben. Das Projekt ließe sich entsprechend für Marketing aber auch für den Unterricht von Schulklassen gut einsetzen. In Schautafeln könnte man über die Renaturierung informieren.

#### **6. SCHLUSSFOLGERUNG**

- Der Sulzkarsee ist ein Beispiel, wie die in den 1970iger Jahren propagierten Besatzmaßnahmen (Schabetsberger *et al.*, 1997), die damals durch den verbesserten Transport von Fischen erst möglich wurden, ein ganzes Ökosystem nachhaltig verändert haben. Persönliche Berichte des Bewirtschafters belegen, daß der See vor dem Fischbesatz von vielen Amphibien als Laichgewässer genutzt wurde. Mit hoher Wahrscheinlichkeit hatten auch 1 bis 2 rot gefärbte Copepodenarten (calanoide Ruderfußkrebse) den See besiedelt. Weiters zeigen die Analysen der Nährstoffkonzentrationen und der Planktonzönosen, dass die Nutzung des Sees als Tränke für das Weidevieh zur Eutrophierung des Gewässers führt.
- Wir empfehlen daher eine Elimination der Fischpopulationen durch Befischung bzw. durch das Abpumpen des Sees. Weiters sollte dem Weidevieh der Zugang zum See versperrt werden.
- Wir erwarten eine Regeneration der natürlichen Artengemeinschaft und eine Reoligotrophierung innerhalb eines Jahrzehnts.
- Bei entsprechender Dokumentation der Veränderungen, könnte der Sulzkarsee zu einem Schulbeispiel für erfolgreiche Renaturierungsmaßnahmen von Gebirgsseen werden. Wir empfehlen daher ein Monitoring des Sees.

## 7. LITERATUR

Hairston, N.G. 1996. Zooplankton egg banks as biotic reservoirs in changing environments. *Limnol. Oceanogr.* 41:1087-1092

Hairston, N.G., Van Brunt, R.A., Kearns, C.M., Engstrom, D.R. 1995. Age and survivorship of diapausing eggs in a sediment egg bank. *Ecology* 76, 1706-1711.

Hauser, G. 2002. Populationsdynamik und Vertikalverteilung des Zooplanktons in einem subalpinen, meromiktischen Karstgewässer (Schwarzsee, 1420 m, Hoher Dachstein, Österreich). Diplomarbeit Universität Salzburg. 55 pp.

Jersabek, C.D. 1996. Verbreitung, Ökologie und Taxonomie von Rädertieren (Rotifera) in alpinen Gewässern der Hohen Tauern und der Nördlichen Kalkalpen. *Ber. nat.-med. Ver. Salzburg* 11, 73-145

Jersabek, C.D., Schabetsberger, R., Brozek, S. 1994. Fischbesatz in Gebirgsseen – Ursache des Artensterbens in alpinen Gewässern ? Endbericht im Auftrag den BM für Umwelt, Jugend und Familie. 74 pp.

Jersabek, C.D., Brancelj, A., Stoch, F., Schabetsberger, R. 2001. Distribution and ecology of copepods in mountainous regions of the Eastern Alps. *Hydrobiologia* 453/454, 309-324.

Knapp, R.A., Matthews, K.R., Sarnelle, O. 2001. Resistance and resilience of alpine lake fauna to fish introductions. *Ecological Monographs* 71, 401-421.

Maletzky, A., Pesta, J., Schabetsberger, R., Jehle, R., Sztatecsny, M. 2004. Age structures and population sizes of syntopic *Triturus carnifex*, *T. alpestris* and *T. vulgaris* at high altitude. *Herpetozoa* 17.

ÖNORM M 6231. 2001. Guidelines for the ecological survey and evaluation of stagnant surface waters. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 58 pp.

ORF UNIVERSUM, Alpenseen – Stille Schönheit. Am Ursprung des Wassers. Erich Pröll Film. 44 min.

Schabetsberger, R., Jersabek, C.D., Brozek, K. 1995. The impact of Alpine newts (*Triturus alpestris*) and minnows (*Phoxinus phoxinus*) on the microcrustacean communities of two high altitude karst lakes. *Alytes* 12, 183-189.

Schabetsberger, R., Jersabek, C.D., Mooslechner, B. 1997. Die Fischereiwirtschaft in der Nationalparkregion zwischen 1966 und 1994. Wissenschaftliche Mitteilungen aus dem Nationalpark Hohe Tauern 3, 165-181.

Schabetsberger, R., Jersabek, C.D. 2004. Shallow males, deep females: sex-biased differences in habitat distribution of the freshwater copepod *Arctodiaptomus alpinus*. *Ecography* 27, 506-520.

Schabetsberger, R., Jehle, R., Maletzky, A., Pesta, J., Sztatecsny, M. 2004. Delineation of terrestrial reserves for amphibians: Post-breeding migrations of the Italian crested newt (*Triturus c. carnifex*) at high altitude. *Biological Conservation* 117, 95-104.

Sztatecsny, M., Schabetsberger, R. Submitted. Into thin air - altitudinal migration in alpine common toads, *Bufo bufo*. *Ecography*.

Wukits, P. 2002. Limnologische Aspekte und Populationsdynamik des Zooplanktons in einem subalpinen Karstsee im Dachsteinmassiv (Karsee, 1427 m, Österreich). Diplomarbeit, Universität Salzburg, 42 pp.



**Fotos:** Am Südufer des Sulzkarsees. Weigand E.



**Fotos:** Am Süd- und Südwest-Ufer des Sulzkarsees. Weigand E.



**Fotos:** Am Nordufer des Sulzkarsees. Weigand E.



**Fotos:** Der Sulzkarsee bei hohem Wasserstand. Weigand E.



**Fotos:** Verschlammte und vom Vertritt durch Weidevieh stark erodierte Uferzone. Weigand E.