

Gewässerökologische Bestandsaufnahme des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse) II

Zur Problematik des Fischbesatzes von Gebirgsseen

Robert Schabetsberger & Christian Jersabek

Fachbereich Zellbiologie, Universität Salzburg

Salzburg, Dezember 2013

Zusammenfassung I

Zehn Jahre nach der Erstuntersuchung wurden im Sulzkarsee chemisch-physikalische Parameter gemessen, Phyto- und Zooplanktondichten erhoben, das Sediment im Litoral untersucht und der See mit Multimaschennetzen und einem Elektroaggregat befischt. Der ökologische Zustand hat sich leicht verbessert. Eine Wiederherstellung der natürlichen Situation ist nur möglich, wenn die Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) durch Ablassen des Sees entfernt werden.

Zusammenfassung II

Das Aussperren des Weideviehs hat im Sulzkarsee zu einer Verbesserung der trophischen Situation geführt. Die Gesamtphosphor- und Nitratkonzentrationen waren leicht gesunken, allerdings wären wiederholte Untersuchungen notwendig, um diese Befunde zu bestätigen. Durch das Abdrehen der künstlichen Zuleitung sind die räuberischen Salmoniden aus dem See verschwunden. Die Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) konnten im Freiwasser jagend beobachtet werden und haben die 2003 dominante Crustaceenart *Daphnia longispina* zum Verschwinden gebracht. Ganz im Gegensatz zur Erstuntersuchung war der „standing stock“ des Planktons, bei fast vollständig verändertem Artenspektrum, diesmal stark zugunsten der algischen Primärproduzenten verschoben (Verhältnis Phytoplankton : Zooplankton > 6:1, vertikal abnehmend auf > 2 : 1). Im Herbst 2003 erreichten die zumeist algivoren Primärkonsumenten noch annähernd die doppelte Biomasse des Phytoplanktons. Die Uferzone (aquatisch und terrestrisch) war 2013 im geringen Ausmaß vertreten und nur lokal fäkal verunreinigt. Eine Wiederherstellung der natürlichen Situation erscheint nur möglich, wenn die Elritzen aus dem See entfernt werden. Nur dann können große Crustaceenarten und Amphibien im See wieder aufkommen. Mit Hilfe einer Rohrleitung könnte der Sulzkarsee innerhalb weniger Tage abgelassen werden. Eine Elimination des Fischbestandes mit Multimaschennetzen oder mit einem Elektroaggregat ist nicht möglich.

1. Einleitung

Der Sulzkarsee (Abb. 1) ist der einzige See in der Kernzone des Nationalparks Gesäuse. Er wurde 2003 erstmals vom Projektteam wissenschaftlich untersucht (Jersabek *et al.*, 2010). Die Studie zeigte, dass der See durch das Weidevieh, das ihn zur Tränke nutzte, eutrophiert war. Außerdem waren in den 1970er Jahren Salmoniden und Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) eingesetzt worden, die zum Verschwinden der Bergmolche (*Ichthyosaura alpestris*), Erdkröten (*Bufo bufo*) und Grasfrösche (*Rana temporaria*) führten. Im Jahr 1979 wurde eine künstliche Zuleitung sauerstoffreichen Wassers aus dem nahegelegenen Hüttenkarbach in Betrieb genommen um das Überleben der Salmoniden

während der Eisbedeckung zu gewährleisten. Als Folge des ersten Gutachtens wurde die Zuleitung ab 2004 unterbunden und nur im besonders trockenen Sommer 2013 wieder geöffnet. Es war anzunehmen, dass die eingesetzten Seesaiblinge (*Salvelinus umbla*), Bach- (*Salmo trutta f. fario*) und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*) im Sulzkarsee ohne Zuleitung langfristig nicht überleben würden. Der See wurde außerdem eingezäunt und nur im Herbst für ca. 3 Wochen zur Beweidung geöffnet. Ziel dieser neuen Studie war es, die physikalisch-chemischen Parameter, die Zusammensetzung des Phyto- und Zooplanktons, das Litoral, sowie den Fischbestand mit den 2003 erhobenen Werten zu vergleichen um zu prüfen, ob sich die Auszäunung des Weideviehs und die Unterbrechung der Zuleitung positiv auf die Renaturierung des Sulzkarsees ausgewirkt haben.

2. Material und Methoden

2.1. Chemisch-physikalische Parameter, Phytoplankton, Zooplankton

Die Wasserproben zur Erhebung chemisch-physikalischer Parameter sowie zur Schätzung der Individuendichten pflanzlicher und tierischer Planktonorganismen wurden mit einem 5-l Schindler Patalas Schöpfer im tiefsten Seebereich in Meterstufen entnommen. Der Sauerstoffgehalt, pH Wert und die Leitfähigkeit wurde mit einer Elektrode (Hach HQ 40d) direkt im Schöpfer gemessen. Zur Konzentrierung des Zooplanktons wurden die Einzelproben (1,3 und 6 m) durch ein 30 µm Nylon-Gaze-Netz filtriert. Neben Lugol- (Phytoplankton) und Formalin-fixiertem Material wurden lebende Planktonorganismen zur Artbestimmung und Vermessung der Biovolumina herangezogen. Die Stickstoff- und Phosphorkonzentrationen wurden in einer Mischprobe (1,3 und 6 m Tiefe) im Labor des Nationalparks Kalkalpen nach DIN Normen bestimmt. Als einfaches Maß zur Abschätzung der Strahlungsverhältnisse im See wurde außerdem die Sichttiefe mit einer 25 cm Secchi-Scheibe gemessen.



Abb. 1: Sulzkarsee 2003

2.2. Benthos (Bearbeitung Erich Weigand, Nationalpark Kalkalpen)

Vor Beginn der Untersuchung wurde das methodische Konzept mit Dr. Wolfram Graf (Leiter der Arbeitsgruppe Zoobenthos des Inst. f. Hydrobiologie der Univ. f. Bodenkultur), der bereits bei der Studie 2003 eingebunden war und insgesamt die Daten der Sulzkaralm gut kennt, abgeklärt. Ident mit der früheren Aufnahme wurden wiederum mit Hilfe eines Corers (56 mm Durchmesser) im Oktober (20. Okt. 2013) entlang des längsseitigen, seichten Westufers zwischen 30 und 40 cm Wassertiefe vier Proben aus dem Gewässerboden gezogen. Es wurden je eine Probe nahe am oberen und unteren Seeende, sowie mittig eine uferferne (60 – 70 cm Wassertiefe) und eine ufernahe Probe entnommen. Das gesamte Probenmaterial wurde in einzelne Behälter gefüllt, im lebenden Zustand in das Labor gebracht und im Kühlraum zwischengelagert. Im Labor wurden dann die Bodenproben unter dem Binokular analysiert, mit besonderem Augenmerk auf Organismen hoher Sauerstofftoleranz (Gewässergüte-Indikatorarten). Im Freiland begleitend wurde intensiv versucht, adulte aquatische Insekten in der terrestrischen Uferzone und entlang des gesamten Ufers mittels Kescher zu erfassen. Ebenfalls 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). Zum herbstlich milden Aufnahmezeitpunkt (20. Oktober 2013) war der Wasserstand niedrig. Vorangegangen war bereits eine herbstliche Schlechtwetterphase mit mehrtägigen Minustemperaturen und geschlossener Schneedecke.

2.3. Befischung

Am 28. und 29. September wurde der Sulzkarsee mit zwei Multimaschennetzen (je 30 m lang, 1,5 m hoch, Maschenweiten zwischen 5 und 55 mm) befishet. Die Netze wurden entlang der Längsachse des Sees für ca. 26 Stunden (12:00 -14:00 Uhr) bis in den tiefsten Seebereich auf Grund gesetzt und jeweils am Abend und am Morgen kontrolliert. Die Elritzen wurden mit einem Elektroaggregat entlang der gesamten Uferlinie (2,2 kW) befishet, in einem Setzkescher gehältert und dann im Hüttenkarbach unterhalb der Sulzkaralm freigelassen.

3. Ergebnisse

3.1. Physikalisch-chemische Parameter

Im Gegensatz zu der Probenentnahme 2003 war der Sulzkarsee 2013 deutlicher geschichtet und wies eine leichte Sauerstoffzehrung ab 3 m Tiefe auf (Tabelle 1). Die Sichttiefe betrug 2013 3,5 m (25 cm Secchi-Scheibe) und war nur unwesentlich geringer als 2003 (3,8 m, 30 cm Secchi-Scheibe). Der Gehalt an Gesamtphosphor und Nitrat war geringfügig niedriger als 2003 (Tabelle 2). Der Ammoniumgehalt lag 2013 über der Nachweisgrenze, was möglicherweise auf die Sauerstoffzehrung in den tieferen Wasserschichten zurückzuführen war. Weitere Probenentnahmen wären notwendig, um diesen Einzelbefund zu bestätigen.

Die leichte Sauerstoffzehrung und die Rücklösung von Ionen in tieferen Wasserschichten resultierten vermutlich aus der der Probenentnahme vorangegangenen, herbstlichen Schönwetterperiode und der damit verbundenen Stagnation. Ansonsten unterschieden sich die physikalisch-chemischen Messwerte nur unwesentlich.

Tabelle 1: Temperatur, Sauerstoff, pH und Leitfähigkeitsprofile im Sulzkarsee 2003/2013.

Tiefe (m)	Temperatur (°C)			O ₂ (mg/l)		Sättigung (%)		pH		Leitfähigkeit (µS/cm)	
	Jahr	2003	2013	2003	2013	2003	2013	2003	2013	2003	2013
0		10,4	10,0	12,3	10,4	127	115	8,3	7,9	183	189
1		9,6	9,4	12,5	10,5	128	112	8,3	8,0	183	190
2		9,3	8,8	12,6	9,6	127	100	8,4	8,2	183	193
3		9,2	8,3	12,0	9,0	121	93	8,4	8,2	183	196
4		9,1	8,1	12,0	8,3	121	84	8,4	8,1	184	198
5		9,0	7,9	12,0	8,0	121	81	8,3	8,1	184	198
6		9,0	7,9	11,9	7,8	120	80	8,3	8,1	184	201
7		-	7,8	-	7,4	-	75	-	8,1	-	204

Tabelle 2: Phosphor und Stickstoffkonzentration im Sulzkarsee 2003/2013 (Mischprobe 1, 3 und 6 m Tiefe).

	2013 (mg l ⁻¹)	2003 (mg l ⁻¹)
Gesamt P	0,010	0,015
Ammonium-N	0,016	<0,002
Nitrit-N	< 0,015	<0,003
Nitrat-N	0,102	0,130

3.2. Phytoplankton

Das Phytoplankton war im Herbst 2013 geprägt durch eine hohe Dominanz durchschnittlich kleinwüchsiger einzelliger Arten, vor allem von Grünalgen und Panzerflagellaten. Daneben waren nur noch Kolonien der Goldalgengattung *Dinobryon* quantitativ bedeutsam (Tabelle 3). Gegenüber der Vergleichsuntersuchung vor 10 Jahren erscheint die Artenzusammensetzung bei geringfügig höherer Diversität völlig verändert. Vor allem fällt auf, dass damals dominante Arten der Grünalgengattungen *Elakatothrix* und *Oocystis* (gemeinsam 98 % Biomasseanteil) zuletzt auch qualitativ nicht mehr vertreten waren und heute dominante Arten wie *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon sociale*, sowie unbestimmte Chloroflagellaten und Chlorococcales vor 10 Jahren gar nicht vorkamen. Damals vollständig fehlende Algengruppen wie Blaualgen, Kieselalgen und Augenflagellaten waren hingegen diesmal mit wenigen Arten präsent. Mit einer mittleren Biomasse von 1,23 mg Frischgewicht l⁻¹ (max. 1,79 mg in 1 m Tiefe) waren nur etwa halb so viele Algen vorhanden wie im Vergleichszeitraum 2003. In Kombination mit chemischen Parametern, vor allem dem Gehalt an Gesamtphosphor würde dies mesotrophen Bedingungen und damit einer Verbesserung gegenüber 2003 (eutroph) entsprechen. Von einer dem Leitbild eines oligotrophen Kleinsees dieser Höhenlage entsprechenden Situation bestehen nach wie vor aber neben quantitativen (Biomasse, Phosphorgehalt), auch erhebliche qualitative (Artenspektrum) Abweichungen.

Tabelle 3: Artenzusammensetzung, Individuendichten und Biomassen des Phytoplanktons in der Freiwasserzone des Sulzkarsees am 29. Sep. 2013 (1,3 und 6 m Tiefe).

Sulzkarsee, 29. September 2013	Ind/l	µg l ⁻¹	%Anteil	Ind/l	µg l ⁻¹	%Anteil	Ind/l	µg l ⁻¹	%Anteil
Taxon	(Fäd,Kol)	1 m		(Fäd,Kol)	3 m		(Fäd,Kol)	6 m	
Cyanobacteria (Blualgen)									
<i>Dactylococcopsis fascicularis</i>	18890	1,5	0,1	9445	0,8	0,1	5667	0,5	0,1
Chlorophyceae (Grünalgen)									
<i>Chlamydomonas</i> sp.									
Chlorococcales indet.	2569064	426,6	23,8	3528685	585,9	42,7	2497281	414,7	52,1
Chloroflagellata indet.	276854	367,8	20,5	157158	208,8	15,2	82234	109,2	13,7
<i>Scenedesmus acutus</i>									
<i>Scenedesmus brasiliensis</i>									
<i>Scenedesmus</i> spp.									
<i>Tetraedron</i> sp.	24557	0,5	0,03	39669	0,8	0,1	73672	1,4	0,2
Conjugatophyceae (Jochalgen)									
<i>Cosmarium</i> sp.									
<i>Staurodesmus</i> sp.									
Euglenophyceae (Augenflag.)									
<i>Euglena</i> sp.									
<i>Trachelomonas</i> cf. <i>hispida</i>							1415	11,8	1,5
<i>Trachelomonas</i> sp.									
Chrysophyceae (Goldalgen)									
<i>Dinobryon divergens</i>									
<i>Dinobryon sociale</i> + <i>divergens</i>	1458321	277,4	15,5	899172	171,0	12,5	241794	46,0	5,8
<i>Mallomonas</i> sp.									
<i>Uroglena</i> sp.	105785	18,0	1,0	26446	4,5	0,3	11334	1,9	0,2
Dinophyta (Panzergeißlinge)									
<i>Ceratium hirundinella</i>	7007	334,8	18,7	5706	272,6	19,9	2669	127,5	16,0
<i>Gymnodinium</i> sp.									
<i>Gymnodinium uberrimum</i>	701	40,6	2,3	334	19,3	1,4			
<i>Peridinium</i> cf. <i>umbonatum</i>	16646	157,0	8,8	1887	17,8	1,3	2224	21,0	2,6
<i>Peridinium willei</i>	934	60,4	3,4	133	8,6	0,6	133	8,6	1,1
Cryptophyceae (Cryptoflag.)									
<i>Cryptomonas erosa</i> + sp. <i>E</i>	12805	31,6	1,8	9031	22,3	1,6	2359	5,8	0,7
<i>Cryptomonas reflexa</i>									
<i>Cryptomonas</i> sp. <i>E</i> (ellipsoid)									
<i>Rhodomonas minuta</i>									
Bacillariophyceae (Kieselalgen)									
<i>Asterionella formosa</i>									
<i>Aulacoseira islandica</i>							834	3,7	0,5
<i>Fragilaria</i> sp.	143453	25,4	1,4	83148	14,7	1,1	75838	13,4	1,7
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	2898	4,4	0,2	6268	9,4	0,7	6402	9,6	1,2
<i>Navicula</i> sp.									
<i>Nitzschia acicularis</i>									
Picoplankton < 5 µm									
µ-Algen (Picoplankton excl. Bacteria)	6479308	46,9	2,6	5005675	36,3	2,6	2900484	21,0	2,6
		1792,6	100,0		1372,7	100,0		796,2	100,0
CYANOBACTERIA		1,5	0,1		0,8	0,1		0,5	0,1
CHLOROPHYCEAE		794,8	44,3		795,4	57,9		525,3	66,0
CONJUGATOPHYCEAE		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
EUGLENOPHYCEAE		0,0	0,0		0,0	0,0		11,8	1,5
CHRYSTOPHYCEAE		295,3	16,5		175,5	12,8		47,9	6,0
DINOPHYCEAE		592,7	33,1		318,4	23,2		157,2	19,7
CRYPTOPHYCEAE		31,6	1,8		22,3	1,6		5,8	0,7
BACILLARIOPHYCEAE		29,7	1,7		24,1	1,8		26,7	3,4
Algenfrischgewicht gesamt:		1792,6	100,0		1372,7	100,0		796,2	100,0

3.3. Zooplankton

Wie das Phytoplankton, war auch die Gemeinschaft des Zooplanktons wenig vergleichbar mit jener zur Zeit der Erstuntersuchung. Der augenscheinlichste Unterschied im Artengefüge 2013 im Vergleich zum Herbst 2003 bestand im fast völligen Fehlen euplanktischer Crustaceen. *Ceriodaphnia pulchella*, eine vor 10 Jahren nicht nachgewiesene Art, fand sich nur in sehr geringer Dichte. Die bei der Erstuntersuchung mit > 88 % Biomasseanteil dominierende *Daphnia longispina* fehlte diesmal völlig, ebenso wie planktische Copepoden, ausgenommen vereinzelte planktische Larvalstadien (Nauplien) benthischer Cyclopoiden. Die tümpelhafte Charakteristik des Sulzkarsees wird aus planktologischer Sicht neuerlich bestätigt, ausgenommen vielleicht *Filinia terminalis*, eine vor 10 Jahren im Sulzkarsee nicht angetroffenen Art. Quantitativ unbedeutend trat auch diesmal wieder *Epiphanes brachionus* auf. Dabei handelt es sich um eine in dieser Höhenlage nur selten auftretende, periodische und oft überdünge Kleingewässer bevorzugende Art. Als wohl einzige Parallele zum Plankton 2003 ist die neuerliche Dominanz von *Keratella cochlearis* und *Synchaeta tremula* im Rädertierplankton zu nennen, die mit Dichten bis zu >1600 bzw. >800 Tieren pro Liter wiederum extrem abundant waren (Tabelle 4).

Aufgrund des Fehlens langsamwüchsiger Crustaceen entsprach die 2013 vorhandene, mittlere Biomasse des Zooplanktons von 0,28 mg Frischgewicht l⁻¹ nur einem Bruchteil derer von 2003 (4,2 mg). Ganz im Gegensatz zur Erstuntersuchung war der „standing stock“ des Planktons diesmal stark zugunsten der algischen Primärproduzenten verschoben (Verhältnis Phytoplankton : Zooplankton > 6:1, vertikal abnehmend auf > 2 : 1, Tabelle 4). Im Herbst 2003 erreichten die zumeist algivoren Primärkonsumenten noch annähernd die doppelte Biomasse des Phytoplanktons. Es besteht wohl kein Zweifel, dass dieser Unterschied als unmittelbarer Effekt eines nach Eliminierung der piscivoren Salmoniden verstärkten top-down Effekts auf das Zooplankton durch nun auch im offenen Wasserkörper jagende Elritzen zu werten ist. Die qualitativen Verschiebungen, auch im Artengefüge des pflanzlichen Planktons, ergeben sich in weiterer Folge als logische Konsequenz aufgrund des Fehlens der sehr effizient filtrierenden herbivoren *Daphnia longispina*.

Leitbildkonform für diesen See zu erwartende Arten des Krebsplanktons, wie calanoide Copepoden (z. B. *Arctodiaptomus alpinus*, *Acanthodiaptomus denticornis*) oder Daphnien (*Daphnia rosea*) fehlten auch diesmal völlig. Der Verdacht, dass diese Kleinkrebse als direkte Folge des Besatzes verschwunden sind, wurde bereits erhoben. Eine vielleicht noch mögliche Neubesiedlung aus Dauerstadien am Seeboden ist auszuschließen, solange der See von Elritzen bewohnt wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass Crustaceen noch aus den Dauereiern schlüpfen können, wird mit jedem Jahr, in dem der Fischbestand nicht eliminiert wird, geringer. Dies war auch eine der Kernaussagen unseres früheren Berichts. Unserer Einschätzung nach besteht eine Chance auf Wiederherstellung einer standortstypischen Planktonzönose nur nach einer Befolgung untenstehender Maßnahmen.

Tabelle 4: Artenzusammensetzung, Individuendichten und Biomassen des Zooplanktons (1,3, 6 m Tiefe). * tychoplanktisch

Sulzkarsee, 29. September 2013	Ind/l	$\mu\text{g l}^{-1}$	%Anteil	Ind/l	$\mu\text{g l}^{-1}$	%Anteil	Ind/l	$\mu\text{g l}^{-1}$	%Anteil
Taxon		1 m	Biomasse		3 m	Biomasse		6 m	Biomasse
ROTIFERA (Rädertiere)									
* <i>Cephalodella</i> sp. (cf. <i>ventripes</i>)	1,9			0,2					
<i>Epiphanes brachionus</i>				0,4	18,0	8,8	0,2	9,0	2,5
<i>Filinia terminalis</i>				61,4	33,1	16,2	69,0	44,2	12,4
<i>Keratella cochlearis</i>	232,9	19,1	6,7	337,0	27,6	13,5	1649,8	135,1	37,9
<i>Keratella testudo</i>				0,2	0,1	0,0	89,0	28,3	7,9
* <i>Lecane luna</i>	0,5						0,2		
* <i>Lophocharis</i> cf. <i>gracilis</i>									
* <i>Monommata</i> sp.	0,5								
<i>Polarthra dolichoptera</i>	4,8	3,8	1,3	114,6	90,8	44,5	190,1	127,8	35,8
<i>Synchaeta pectinata</i>				0,2	1,1	0,5			
<i>Synchaeta tremula</i>	854,0	260,5	91,9	109,2	33,3	16,3	40,4	12,3	3,5
CLADOCERA (Wasserflöhe)									
* <i>Alona rectangula</i> , Weibchen	0,5			0,2					
* <i>Alona rectangula</i> , Männchen	1,4						0,6		
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>									
		283,4	100,0		204,0	100,0		356,7	100,0
ROTIFERA		283,4	100,0		204,0	100,0		356,7	100,0
CLADOCERA		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
COPEPODA		0,0	0,0		0,0	0,0		0,0	0,0
Zooplankton-Frischgew. :		283,4	100,0		204,0	100,0		356,7	100,0
Verhältnis Phyto-/Zooplankton:		6,3			6,7			2,2	

3.4. Uferzone (Litoral)

Während im Jahr 2003 die Uferzone mit üppig wuchernden Algen, hohen Schlammauflagen und einer bräunlicher Wasserfärbung, sowie mit einem starkem Vertritt und hoher fäkaler Verunreinigung durch freilaufende Weidetiere (Rinder und Pferde) sich optisch unattraktiv präsentierte und keinen Nationalparkbesucher zum Verweilen bewegt hätte, war die Situation im Oktober 2013 markant besser. Die Uferzone (aquatisch und terrestrisch) war nur im geringen Ausmaß vertreten und nur lokal fäkal verunreinigt. Im Flachwasserbereich trat teils ein steiniges Gewässerbett auf. Lockere Schlammanlandung war nur lokal zu beobachten. Vorherrschend war eine ausgedehnte Feinsedimentauflage. In den warmen Sommermonaten hatte sich auf der Gewässerbodenoberfläche ein dicht wachsender Algenteppich entwickelt, der infolge des kalten Herbstes abgestorben war und sich teils in größeren Matten (in der Mächtigkeit aber dünn) vom Boden ablöste. Diese Situation zeigt von einem doch erheblichen Nährstoffgehalt (mesotroph). Dennoch ist die Entwicklung im Vergleich zum Zustand im Herbst 2003 insgesamt deutlich positiv und kann auf die seit einigen Jahren aufgebaute Schutzzäunung um den See zurückgeführt werden. Die Rinder und Pferde werden seitdem nur noch am Ende der Weideperiode für wenige Wochen zum See gelassen. Damit soll wohl gewährleistet werden, dass die gewässerangrenzende Offenlandfläche nicht zuwächst.

Nur lokal, in den sehr flach auslaufenden Uferbereichen trat ein attraktives Gewässerbett mit Steinen auf, wenngleich noch erheblich mit Feinsediment überzogen. Eine locker aufliegende Schlammschicht mit großer Ausdehnung fand sich im gesamten Westufer nicht mehr (mit Ausnahme am oberen und unteren Ende). Gegenüber dem Herbst 2003 wurde dieses organische Material

weitgehend abgebaut, dabei teils in tiefere Gewässerbereiche verfrachtet und hat sich teils wohl auch als mineralischer Bestandteil am Boden der Uferzone verfestigt.

Der obere Aufbau des Gewässerbodens lässt drei markante Schichten erkennen: Unter der dünnen organischen Auflage befindet sich eine mäßig verfestigte Schicht, die dennoch schon sehr tragfähig und kompakt ist, sich vorwiegend aus feinen mineralischen Teilen zusammensetzt und auch nur eine mäßige Aktivität von organischen Abbauprozessen aufweist. Nur lokal (insb. am oberen und unteren Ende des Sees) ist diese Schicht von lockerer Struktur sowie sehr dunkel. Im geringen Ausmaß sind bei Störung austretende Gase zu beobachten. Unter dieser grau-gefärbten, schließt eine äußerst kompakte und dunkelbraune Schicht an. Diese ist ebenfalls von Feinteilen (Schluff) gebildet und ist sehr kompakt, sodass sogar Pferde den See leicht durchwaten können. Selbst mit dem Corer musste man großen Druck ausüben, um nur wenige Zentimeter tief in diese Sedimentschicht einzudringen. Die Situation ist demnach markant zum Jahr 2003 unterschiedlich. Damals sind ausgedehnte, dicke, lockere Schlammauflagen aufgetreten, in welchen man mit den Stiefeln leicht zu versinken drohte. Auch entwichen von dieser dunklen und organisch angereicherten Sedimentauflage beim Durchwaten im erheblichen Ausmaß Gasblasen (sauerstoff-reduziertes Milieu).

Der See ist heute geprägt von einer mächtigen Feinsedimentauflage, die nahezu das gesamte Gewässer einnimmt und mittlerweile bereits bis zum Ufer reicht. Rund die Hälfte des Sees dürfte unmittelbar vor der Verlandung stehen. Sollte die Feinsediment-Auflage noch 10 bis 20 cm an Mächtigkeit gewinnen bzw. die Wasserhöhe sich in diesem Ausmaß absenken, dann würde der See zu einem großen Teil rasch zuwachsen. Einen hohen Anteil von dieser Feinsedimentanhäufung ist sicherlich anthropogen bedingt, so vor allem durch die Almbewirtschaftung mit freilaufenden Weidetieren, wahrscheinlich teils auch durch die vergangene Nutzung als Fischteich. Insgesamt ist der See wenig hydrologisch dynamisch, die eingetragene Feinsedimentmenge ist sicherlich deutlich geringer als die Abtrift, der Sulzkarsee erweist sich als eine „Sedimentfalle“.

Neben den bereits oben erwähnten deutlich geringeren organischen Abbauprozessen im Sediment, konnten diesmal auch keine von Hämoglobin rot gefärbten Chironomiden und Tubificiden in den vier Probenstandorte nachgewiesen werden. Auffällig ist außerdem, dass auf der Sedimentoberfläche nur vereinzelt Individuen auftraten (im Jahr 2003 massig, insb. Milben) und auch die Besiedlungsdichte im Sediment war deutlich (mehrfach) geringer (im Jahr 2003 waren besonders Chironomiden häufig). Möglicherweise ist dies mitbestimmt durch den bereits recht späten Aufnahmezeitpunkt und insbesondere durch den vorangegangenen Wintereinbruch. Markant gegeben ist dies für die adulten Wasserinsekten. So konnten trotz aufwendiger Besammlung zu diesem Zeitpunkt am gesamten Ufer keine Trichopteren und Plecopteren gefangen werden. Am südöstlichen Ufer war ein deutlicher Vertritt durch Rothirsche zu beobachten.

3.5. Befischung

Es konnten trotz der langen Expositionszeit der Multimaschennetze keine Salmoniden mehr gefangen werden. Somit kann mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass sich noch eingesetzte Salmoniden im Sulzkarsee befinden.

Es wurden insgesamt 1064 Elritzen elektrisch abgefischt und freigelassen. Der Gesamtbestand adulter Fische wird auf mehrere Zehntausend geschätzt. Eine totale Abfischung mit Elektroaggregat oder feinmaschigen Netzen ist auch bei Niedrigwasser unmöglich.

4. Maßnahmen zur Wiederherstellung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Sulzkarsees

Durch das Verschwinden der räuberischen Salmoniden im Sulzkarsee können die Elritzen nun den gesamten See besiedeln und wurden auch bis in den tiefsten Bereich beobachtet. Somit war ein Ausweichen von *Daphnia longispina* in tiefere Wasserschichten nicht mehr möglich. Sie ist daher im Plankton verschwunden. Sie könnte bald durch die kleine *Ceriodaphnia pulchella* ersetzt werden, die besser mit Fischen koexistieren kann (Schabetsberger et al., 2006; 2009a). Im Herbst 2013 wurde diese Art in Form von Einzelfunden erstmals nachgewiesen.

Es ist nicht zu erwarten, dass die Elritzen auch nach sehr trockenen Jahren im darauffolgenden Winter durch Sauerstoffzehrung im Restvolumen verschwinden werden, da sie sich während der letzten Jahre sogar vermehrt haben, nachdem die räuberischen Salmoniden fehlten. Möglicherweise fließt im Winter Wasser in den See zu oder die Sauerstoffzehrung erreicht im Freiwasser auch ohne Zufluss nie kritische Werte. Elritzen sind als Karpfenfische (Cyprinidae) im Vergleich zu Salmoniden relativ tolerant gegen niedrige Sauerstoffkonzentrationen. Die Beschaffenheit des Sediments in den tieferen Wasserschichten lässt nicht darauf schließen, dass der See jemals durchgetrocknet. Wenn der See fischfrei werden soll, müssen die Elritzen aktiv entfernt werden.

Wie schon 2003 vorgeschlagen, halten wir die Trockenlegung des Sees nach einer herbstlichen Schönwetterperiode für eine sinnvolle und unbedenkliche Möglichkeit, die Elritzen aus dem See zu entfernen. Wir schlagen folgende Strategie vor:

Ein langes Güllerohr bestehend aus miteinander verbundene Einzelrohren (Durchmesser 125 - 150 mm) wird von der Geländekante östlich des Sees bis ca. 100 m talwärts und von der Geländekante bis in den tiefsten Seebereich ausgelegt. Das Ansaugrohr wird an einer Boje ca. 1 m unter der Wasseroberfläche aufgehängt. Talwärts ist das Rohr am unteren Ende verschlossen und wird mit Wasser gefüllt. An der Geländekante werden die beiden Teilstücke dann dicht verbunden. Zuletzt wird das Rohr geöffnet. Der hydrostatische Druck lässt dann das Wasser abfließen. Sobald der Wasserspiegel deutlich gesunken ist, können die Elritzen mit Uferzugnetzen und/oder elektrisch abgefischt werden. Es ist nicht anzunehmen, dass viele Elritzen in das Rohr gesaugt werden, da sie den Sog wahrnehmen können und davor fliehen.

Durch die homogene Gestalt des Seebeckens kann angenommen werden, dass das Wasser bis auf wenige Kubikmeter Restvolumen innerhalb ca. einer Woche abgelassen werden kann. Sollten einzelne, kleinere Wasseransammlungen verbleiben, können diese mit einem Aggregat abgepumpt werden. Wenn notwendig, können Jungfische in kleineren Restvolumina auch durch Kalkung und der daraus resultierenden, kurzzeitigen pH-Erhöhung entfernt werden. Möglicherweise kann das

Auslassen des Sees auch kurz vor dem ersten Schneefall erfolgen, sodass das Sediment zusätzlich durchfrieren könnte. Die Elritzen sind begehrte Besatzfische. Sie könnten z.B. an eine Fischzucht zu günstigen Konditionen verkauft werden. Im Gegenzug müsste ein Fischtransporter auf der Sulzkaralm zur Verfügung gestellt werden, um Ausfälle zu verhindern und die Tiere professionell und tierschutzgerecht abtransportieren zu können.

Wir schlagen vor, mit einer freiwilligen Feuerwehr der Region Kontakt aufzunehmen. Nach dem Abfischen könnten auch Feinsedimente mit einem Wasserstrahl aufgewirbelt und so aus dem Seebecken entfernt werden. Wie wir schon im ersten Bericht betont haben, halten wir ein Durchtrocknen des oberflächlichen Sediments für unbedenklich. Die für seichte Seen der nördlichen Kalkalpen typischen Biozönosen sind an das kurzzeitige Austrocknen angepasst. 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 Crustaceen und Planktonorganismen würden aus Dauerstadien schlüpfen. Im Sediment lebende Würmer (Oligochaeten, Nematoden) würden sich in tiefere Schichten zurückziehen.

Eine Information der Bevölkerung vor Beginn der Trockenlegung wäre wichtig. Das Projektteam stünde für einen entsprechenden Vortrag zur Verfügung. Am Ufer des Sees und beim Abfluss sollten Schilder über die Maßnahmen informieren. Selbstverständlich müsste der See täglich kontrolliert werden. Langfristig könnten Schautafeln am Ufer des Sulzkarsees die erfolgreiche Renaturierung dokumentieren.

Ein sichtbarer Erfolg würde sich vermutlich innerhalb von 5-10 Jahren einstellen (Schabetsberger *et al.* 2009b), eine Annahme als Laichgewässer für Amphibien schon früher. Nach der Elimination des Fischbestandes würden innerhalb kurzer Zeit größere Zooplanktonarten (Daphnien, calanoide Copepoden) aufkommen und die Phytoplanktonbiomasse reduzieren. Der Sulzkarsee sollte dann deutlich klarer werden. Wir erwarten auch den Zuzug von Amphibien, die den See wieder zur Eiablage nutzen könnten. Im Vergleich zum Management des Wald- und Wildbestandes, bei dem sich Veränderungen oft erst nach Jahrzehnten einstellen, würde hier in relativ kurzer Zeit ein Erfolg sichtbar sein. Da der Sulzkarsee zudem der einzige, größere See im gesamten Nationalpark ist, kommt seiner Renaturierung eine besondere Bedeutung zu. Wenn der See fischfrei gemacht wird, sollte die Renaturierung durch ein Monitoring verfolgt werden. Gerade die Dokumentation der Amphibienpopulationen würde sich als ein Schulprojekt anbieten, bei dem geschulte Nationalparkranger mit den Schülern die Populationsstärken erheben.

Auch wenn die Situation im Litoral sich gegenüber 2003 bereits deutlich verbessert hat, ist sie insgesamt durch die vorhandene sehr hohe Sedimentauflage prekär. Daher sollte der See ganzjährig vor dem Zutritt durch Kühe und Pferde geschützt werden. Wenn man die angrenzende Weidefläche am Ende der Saison weiterhin nutzen will, dann wäre hier ein rasch aufgebauter Elektrozaun eine rationelle Möglichkeit, die Tiere vom Wasser fernzuhalten.

Es ist davon auszugehen, dass sich die Sedimentmächtigkeit trotz Aussperrung der Weidetiere kaum und speziell nicht in der ausgedehnten Flachwasserzone verringern wird, zumindest nicht in den nächsten Jahrzehnten. Wenn man wieder eine attraktive, naturnahe, steinige und kaum verschlammte Uferzone herstellen möchte, dann müsste man aktiv Maßnahmen setzen, mit dem Ziel die Feinsedimentauflage wenigstens um ein paar Zentimeter zu reduzieren. Dabei wäre mit großer

Achtsamkeit vorzugehen, denn es gilt die wassersperrende Sedimentschicht nicht zu durchdringen. Sollte im Zuge eines potentiellen Elritzen-Eliminierungsprojekts das Wasser des Sees abgelassen werden, dann könnte man begleitend oberflächennahe Feinsedimente aufwirbeln (z.B. mit einem Feuerwehrschauch), die dann letztendlich mit dem Wasser mitabtransportiert werden würden. Es wäre eine sanfte Maßnahme, die besonders sehr feine und stark organisch angereicherte Teile betreffen würde. Hinsichtlich Sedimentmächtigkeit wäre diese Maßnahme sicherlich bescheiden, jedoch sollten sich schon geringe Mengen effektiv auswirken.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der See durch die jahrzehntelange Nutzung als Tränke und zur Fischzucht so stark verändert wurde, dass er nicht mehr annähernd dem Leitbild eines alpinen Kleinsees entspricht. Das Ablassen und die Reduktion des Feinsediments sind die einzige Möglichkeit, den natürlichen Zustand wieder herzustellen. Der Verlust standorttypischer Arten ist nicht zu erwarten. Im Gegenteil, denn viele der typischen Micrometazoen würden jetzt noch aus Dauerstadien im Sediment schlüpfen.

5. Literatur

Jersabek, C.D., R. Schabetsberger und E. Weigand, 2010. Gewässerökologische Bestandsaufnahme des Sulzkarsees (Nationalpark Gesäuse) – Zur Problematik des Fischbesatzes in Gebirgsseen. Österreichs Fischerei, 63: 134-145.

Schabetsberger, R., S. Grill, G. Hauser und P. Wukits, 2006. Zooplankton successions in neighboring lakes with contrasting impacts of amphibian and fish predators. International Review of Hydrobiology, 91: 197-221.

Schabetsberger, R., M. Luger, G. Drozdowski und A. Jagsch, 2009a. Only the small survive - Monitoring long-term changes in the zooplankton community of an Alpine lake after fish introduction. Biological Invasions, 11: 1335-1345.

Schabetsberger, R., M. Luger, G. Drozdowski und A. Jagsch 2009b. Only the small survive - Monitoring long-term changes in the zooplankton community of an Alpine lake after fish introduction. Biological Invasions, 11: 1335-1345.

Fotoanhang



Sichtbares und effektives Nationalpark-Management: Neuerdings wird während der Weideperiode der Zutritt der Weidetiere (Rinder, Pferde) zum See durch einen Zaun unterbunden (Foto oben). Um die gewässer-angrenzenden Weideflächen vor dem Zuwachsen zu bewahren, lässt man in den letzten Wochen der Almsaison jedoch Weidetiere zum See (Foto unten).



Erheblicher Vertritt durch Rinder und Pferde trotz der zeitlich stark begrenzten Möglichkeit. Das Gewässer zieht Weidetiere sichtlich an, zudem es in unmittelbarer Nähe auch keine Tränke gibt. Oberes Ende (Foto oben) des sehr seichten Nordufers (Foto unten). Auf einer sehr kompakten Sedimentschicht, die selbst Pferde leicht trägt, liegt eine deutlich locker gebundene 10 bis 15 cm starke Schicht auf.



Foto oben (Okt. 2004): vom Vertritt durch Weidevieh stark erodierte und schlammige Uferzone

Foto unten (Okt. 2013): deutlich verbesserte Situation im Okt 2013



Foto oben (Okt. 2004): mit reichlich Schlamm und von üppiger Algenentwicklung geprägte Uferzone

Foto unten (Okt. 2013): deutlich verbesserte Situation, wenngleich noch nicht zufriedenstellend



Sediment des Ostufers, südlich (Core 1)



markante 2-Schichtbildung, in der Tiefe sehr kompakt



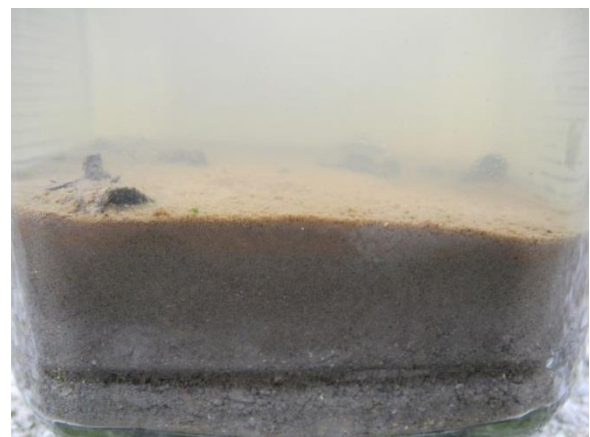
Sediment des Ostufers, Mitte und ufernah (Core 2)



epilithische Algen auf der Sedimentoberfläche, locker



Sediment des Ostufers, Mitte und uferfern (Core 3)



abgesetztes Sediment 5 Tage nach Entnahme (Labor)



Sediment des Ostufers, nördlich (Core 4)



Entnahmestelle Core 4