

# Untersuchungen zur Wasserqualität und Gewässergüte im Einflussbereich eines Blockgletschers am Falkert

Von Jochen SCHLAMBERGER, Kathrin MIKULA, Gabriele WIESER, Sibylle KRASSNITZER, Markus REICHMANN, Barbara JOHAM, Michael SCHÖNHUBER, Roswitha FRESNER, Maria FRIEDL & Max KONAR

## Zusammenfassung

Im Zuge einer gemeinsamen Klausur von Gewässerökologen, Limnologen und Geologen der Uabt. Geologie und Gewässermonitoring der Abt. 8 des Amtes der Kärntner Landesregierung wurden die mit dem Blockgletscher des Falkerts zusammenhängenden Gewässer untersucht. Beginnend mit einem Schmelzwasserbach oberhalb der Sonntagstalquellen wurde ein Untersuchungsprogramm über das Ochsenauge bis zum Ausrinn des Falkertsees gelegt. Dabei wurden chemisch/physikalische Untersuchungen der Gewässer durchgeführt, weiters Phyto- bzw. Makrozoobenthos erhoben und im Falkertsee zusätzlich Zoo- bzw. Phytoplankton beprobt.

## Abstract

During the private session of the office of the Carinthian government, Dep. 8, Subdep. Geology und Watermonitoring, the waters of the rock glaciers of the Falkert were investigated. Beginning from a melt water brook above the Sonntagstalquellen, analyses reached downstream until the outlet of the Falkertsee. In all of these waterbodies chemical, physical and also biological investigations were performed.

## Einleitung

Das Gebiet um den Falkertsee (Abbildung 1) mit der Heidalalm und dem westlich anschließenden Sonntagstal hinauf zur Falkertscharte und den Gipfeln des Falkerts und Rödresnocks ist eng mit der jüngsten geo-

## Schlüsselwörter

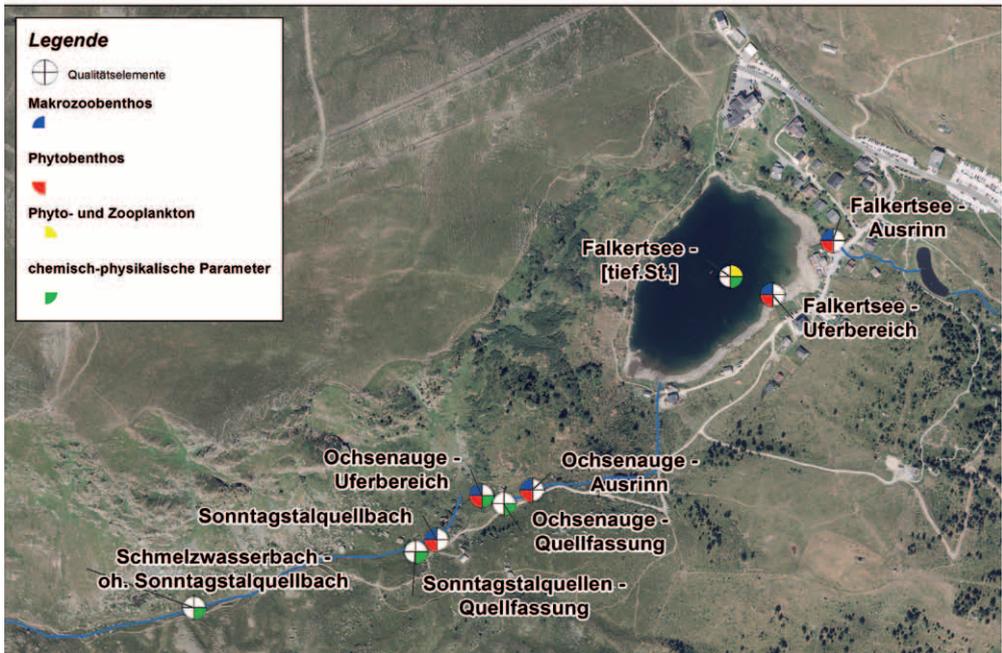
Falkert, Geologie, Blockgletscher, Gewässer, Klausur der AKL Uabt. GGM

## Keywords

Falkert, geology, rock glaciers, waters, private session of AKL Uabt. GGM



Abb. 1:  
Falkertsee  
und Falkert.  
Foto: M. Friedl



**Abb. 2:**  
**Überblick über**  
**die Lage der Unter-**  
**suchungsstellen.**  
**Quelle: KAGIS**

logischen Entwicklung verbunden. Man findet hier auf engstem Raum Reste eines Blockgletschers, Moränen der Würmeiszeit, Bergsturzmateriale und ein Zungenbecken des ehemaligen Kargletschers.

In den zum Teil mächtigen Blockschuttmassen entspringen Schmelzwässer und Quellen, die zusammen talwärts fließen und den Falkertsee speisen. Die untersuchten Gewässer sind der Abbildung 2 zu entnehmen.

### Blockgletscher

Unsere alpinen Regionen in Kärnten sind geprägt durch periglaziale Landschaftsformen. Eine besondere Form stellen Blockgletscher dar. Aktive Blockgletscher sind Schutt- und Eisgemische in Permafrostgebieten, die langsam talabwärts kriechen und große Schutt- und Eisvolumina beinhalten können (BERTHLING 2011; HAEERLI 2013). Beispiel eines heute noch aktiven Blockgletschers in Kärnten ist der Blockgletscher im Talschluss des Dösentals bei Mallnitz.

Bedingt durch die klimatische Erwärmung kam es bei vielen Blockgletschern zum Abschmelzen des Eisgehalts und die ehemals aktiven Blockgletscher wurden zu reliktschen Formen (BARSCH 1996). Diese Schuttakkumulationen bilden Grundwasserspeicher im alpinen/hochalpinen Raum. Reliktische Blockgletscher haben als wichtige Grundwasserspeicher in alpinen kristallinen Einzugsgebieten eine besondere wasserwirtschaftliche Bedeutung (UNTERSWEIG & SCHWENDT 1995, 1996). Des Weiteren konnten erste Grundlagen über den quantitativen Einfluss der reliktschen Blockgletscher als Grundwasserspeicher auf die darunterliegenden Oberflächengewässer erarbeitet werden (WAGNER et al. 2016).

Untersuchungen der letzten Jahre im alpinen Permafrost, insbesondere an aktiven Blockgletschern in den Öztaler Alpen (Tirol), haben ge-

zeigt, dass bei einigen Blockgletscherquellen Schwermetallbelastungen (v. a. Ni, auch Mn, Co, Cu, Zn) vorliegen (KRAINER et al. 2015 A,B; NICKUS et al. 2015; RIBIS 2017).

Aufbauend auf diesen Kenntnissen wurden Gewässer im Einflussbereich eines bisher unbekanntem fossilen Blockgletschers am Falkert untersucht. Die Blockmassen liegen im obersten Bereich des Sonntagstals, einem Kar zwischen dem Falkert (2308 m ü. A.) im Norden und dem Rödresnock (2310 m ü. A.) im Süden. Innerhalb der Blockschuttmassen entspringen die sog. Sonntagstalquellen (1960 m ü. A.), die von der Gemeinde Reichenau für die Trinkwasserversorgung genutzt werden. Der Abfluss dieser Quellen speist einen kleinen Karsee (das sog. Ochsenauge – 1945 m ü. A.) und in Folge den tiefer gelegenen Falkertsee (1872 m ü. A.). Bergseits der Sonntagstalquellen ist ein Schmelzwasserbach vorhanden, der ebenfalls beprobt wurde (siehe Abbildung 2).

### Geologie

Die Gipfel des Falkerts und des Rödresnocks werden von Metadiabasen des Gurktaler Deckensystems (Stolzalpendecke) aufgebaut, die dem Oberostalpin zugerechnet werden. Die Vergletscherung des Karraumes zwischen Falkert und Rödresnock dürfte durch die Wechtenbildung im Lee des Falkert verursacht worden sein. Die grobblockige mächtige Endmoräne südlich des Hotels Schneekönig am Weg zur Heidalalm ist der Wall des Würmgletschers. Der Falkertsee ist die Füllung des „Zungenbeckens“. Weiter nach Westen zu sind noch einmal zwei derartige, aber nicht mehr so prägnante Moränenwälle am Wandfuß des Falkert ( $\pm$  in der Talmitte) entwickelt. Das Ochsenauge stellt einen kleinen Karsee dar, der sich im Bereich eines Moränenwalles entwickelt hat.

Das sehr grobe Blockwerk südlich der Moränen ist Felssturzblockwerk aus der Wand des Rödresnocks, das an den Eiskörper angelagert wurde.

Südlich der Falkertscharte im hinteren Karraum ist ein kleiner Körper eines ehemaligen Blockgletschers erhalten (mündl. Mitteilung, D. v. Husen).

### Chemische Untersuchungen: Schmelzwasserbach

Es erfolgte eine Beprobung eines kleinen Schmelzwasserbaches, ca. 300 m Luftlinie oberhalb der Sonntagstalquellen (Abbildung 2). Das Gewässer tritt bis dort kaum in Kontakt mit dem geologischen Untergrund und wird auch ständig durch seitlich oberflächlich zulaufendes Schmelzwasser (Abbildung 3) gespeist.

Entsprechendes zeigt auch die Messung der Vor-Ort-Werte (WTW Multi-Set): Die Wassertemperatur liegt



Abb. 3: Schmelzwasserbach oberhalb der Sonntagstalquellen. Foto: KIS

bei 11 °C, die Leitfähigkeit bei nur rd. 26 µS/cm. Der pH-Wert beträgt um 6 und der Sauerstoffgehalt weist einen Wert von 8,7 mg/l (Sättigung 101 %) auf.

Auch die Laborergebnisse zeigen, dass es sich hier in erster Linie um Schmelzwasser handelt. Die Gesamthärte ist mit 0,7 °dH sehr gering. Gleiches gilt für das Säurebindungsvermögen von nur 0,3 mmol/l und der Konzentration von Hydrogencarbonat (19,3 mg/l). Die Konzentrationen sämtlicher Stickstoffparameter (Ammonium, Nitrat, Nitrit etc.) befinden sich unter den Bestimmungs-, bzw. Nachweisgrenzen. Die Phosphat-Konzentration liegt bei nur 0,006 mg/l (Orthophosphat 0,002 mg/l). Die Konzentration fast aller analysierten gelösten Metalle und Schwermetalle liegt unter der jeweiligen Bestimmungs- oder Nachweisgrenze. Lediglich das gelöste Magnesium befindet sich im messbaren Bereich. Die Konzentration ist aber mit nur 1,9 mg/l ebenfalls sehr gering.

Der Einfluss dieser Wässer auf den Wasserhaushalt und -chemismus des Falkertsees ist aus gewässerökologischer und trophischer Sicht (Nährstoffeintrag) als gering zu betrachten. Allerdings handelt es sich um sehr weiches, wenig gepuffertes Wasser, wodurch sich die Gefahr der Versauerung für den See erhöhen kann (Tabelle 1).

#### **Chemische Untersuchungen: Sonntagstalquellen**

Die hydrochemische Untersuchung des Quellwassers der Sonntagstalquellen zeigt ein sehr weiches Wasser (1,5 dH) mit einer geringen elektrischen Leitfähigkeit (54 µS/cm). Den größten Anteil an gelösten Inhaltsstoffen bildet Hydrogencarbonat (HCO<sub>3</sub>, 36 mg/l), der aber ebenfalls mit gering zu bewerten ist. Die analysierten Schwermetalle liegen alle unter der Nachweisgrenze oder unter der Bestimmungsgrenze. Es wird nur Magnesium mit der geringen Konzentration von 2,7 mg/l gemessen.

Der Chemismus der Sonntagstalquellen ist gut vergleichbar mit dem des Schmelzwasserbaches (Tabelle 1).

#### **Chemische Untersuchungen: Ochsenauge Quellfassung**

Etwas oberhalb des Falkertsees befindet sich eine etwa 1.200 m<sup>2</sup> große Wasserfläche, das Ochsenauge. Der Zufluss mündet im südwestlichen Bereich, östlich befindet sich der Seaausrinn, der talwärts in den Falkertsee mündet.

Nahe dem Ufer des Ochsenauges betreibt die Gemeinde Reichenau eine Trinkwasserentnahme. Das in der Quellfassung befindliche Wasser ist etwas besser gepuffert, ansonsten gleicht es stark dem Quellwasser der Sonntagstalquellen. Auch hier liegen alle analysierten Schwermetalle unter der Nachweis- oder Bestimmungsgrenze. Nur Magnesium wird wieder mit der geringen Konzentration von 2,5 mg/l gemessen. Der Calcium-Gehalt beträgt rd. 11,2 mg/l und ist somit etwas höher als an den restlichen Probestellen (Tabelle 1).

Parameter	Schmelzwasserbach	Sonntagstalquellen	Ochsenauge Quellfassung	Ochsenauge Uferbereich
WASSESTEMPERATUR [°C]	11			
SAUERSTOFFGEHALT [mg/l]	8,7			10,6
SAUERSTOFFSÄTTIGUNG [mg/l]	101			104
pH-WERT	6,5	6,7	6,9	6,8
ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT [µS/cm]	26	54	75	61
SÄUREBINDUNGSVERMÖGEN pH 4,3 [mmol/l]	0,32	0,59	0,8	0,65
HYDROGENKARBONAT [mg/l]	19,3	36	48,8	39,4
GESAMTHÄRTE [°dH]	0,73	1,5	2,14	1,68
KARBONATHÄRTE [°dH]	0,89	1,65	2,24	1,81
DOC [mg/l]	< 0,50	[..] 0,06	< 0,50	< 0,50
ORTHOPHOSPHAT-PHOSPHOR [µg/l]	2	4	3	4
PHOSPHAT [µg/l]	6,13	12,27	9,2	12,27
NITRAT-STICKSTOFF [µg/l]	[..] 31,00	178	240	190
NITRAT [µg/l]	[..] 137,2	788	1062,4	841,1
NITRIT-STICKSTOFF [µg/l]	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
AMMONIUM-STICKSTOFF [µg/l]	< 4,0	[..] 0,5	< 4,0	< 4,0
AMMONIUM [µg/l]	< 5,15	[..] 0,64	< 5,15	< 5,15
BLEI gelöst [µg/l]	[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14
CHROM gelöst [µg/l]	[..] 0,08	< 0,50	< 0,50	< 0,50
BOR gelöst [µg/l]	[..] 1,14	[..] 1,14	[..] 1,14	< 5,00
CADMIUM gelöst [µg/l]	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
MANGAN gelöst [µg/l]	< 2,0	< 2,0	< 2,0	2
ZINK gelöst [µg/l]	[..] 0,58	[..] 0,58	[..] 0,58	< 2,00
KUPFER gelöst [µg/l]	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
NICKEL gelöst [µg/l]	[..] 0,03	< 1,00	[..] 0,03	[..] 0,03
EISEN gelöst [µg/l]	< 10,0	[..] 2,0	[..] 2,0	15
ALUMINIUM gelöst [µg/l]	< 5,0	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THALLIUM gelöst [µg/l]	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
ARSEN gelöst [µg/l]	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
URAN gelöst [µg/l]	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
QUECKSILBER gelöst [µg/l]	[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01
CHLORID [mg/l]	[..] 0,15	< 0,50	< 0,50	< 0,50
SULFAT [mg/l]	1,3	2,04	2,35	2,26
NATRIUM gelöst [mg/l]	< 0,60	0,65	0,67	0,65
CALCIUM gelöst [mg/l]	< 2,00	6,23	11,17	7,29
MAGNESIUM gelöst [mg/l]	1,96	2,71	2,51	2,85
KALIUM [mg/l]	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
SUMME ANIONEN [mval/l]	0,35	0,66	0,88	0,72
SUMME KATIONEN [mval/l]	0,3	0,58	0,81	0,64

**Tab. 1: Ergebnisse der physikalischen und chemischen Wasseranalysen des Schmelzwasserbaches, der Sonntagstalquellen, der Quellfassung beim Ochsenauge und dem Ochsenauge Uferbereich vom 12.06.2018 (die Vorzeichen weisen darauf hin, dass die Messergebnisse unter der Bestimmungs- (<) oder unter der Nachweisgrenze ([..]) liegen).**

### **Chemische Untersuchungen: Ochsenauge Uferbereich**

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der physikalischen und chemischen Analysen der im Uferbereich entnommenen Wasserprobe dargestellt.

Wie der Falkertsee zeichnet sich das Wasser des Ochsenauges durch eine geringe Gesamthärte (1,68 dH) und durch eine niedrige elektrische Leitfähigkeit (61  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) aus. Auch die Alkali- und Erdalkalimetalle sind nur in geringen Konzentrationen zu messen (Natrium: 0,65 mg/l; Kalium: < 0,6 mg/l, Calcium: 7,29 mg/l; Magnesium: 2,85 mg/l). Eisen- und Manganwerte sind entsprechend dem hohen Sauerstoffgehalt von 10,6 mg/l im Oberflächenwasser sehr gering (Tabelle 1). Elemente wie Aluminium, Bor, Blei, Chrom, Kupfer, Zink und Cadmium liegen nur in äußerst geringen Konzentrationen und unter den jeweiligen Bestimmungsbzw. Nachweisgrenzen vor. Höhere Konzentrationen als im Falkertsee werden bei den Nährstoffparametern Orthophosphat-Phosphor (4  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) und Phosphat (12,27  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) bestimmt. Der Nitrat-Stickstoff ist mit 190  $\mu\text{g}/\text{l}$  unwesentlich höher als im Oberflächenwasser des Falkertsees. Die Ammonium-Stickstoff-Konzentration liegt mit < 4  $\mu\text{g}/\text{l}$  unter der Bestimmungsgrenze. Zusammenfassend kann das Ochsenauge als nährstoffarmes Gewässer bezeichnet werden.

### **Chemische Untersuchungen: Falkertsee**

Zur limnologischen Beschreibung des Falkertsees werden die Ergebnisse der Untersuchung vom 12. Juni 2018 und die im Zeitraum von 1996 bis 2004 vom Kärntner Institut für Seenforschung erhobenen Daten (KÄRNTNER SEENBERICHTE 1996–2004) herangezogen. Die Laboranalysen der genommenen Wasserproben erfolgten vom Institut für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen des Amtes der Kärntner Landesregierung.

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der physikalischen und chemischen Wasseranalysen entsprechend den entnommenen Tiefen dargestellt.

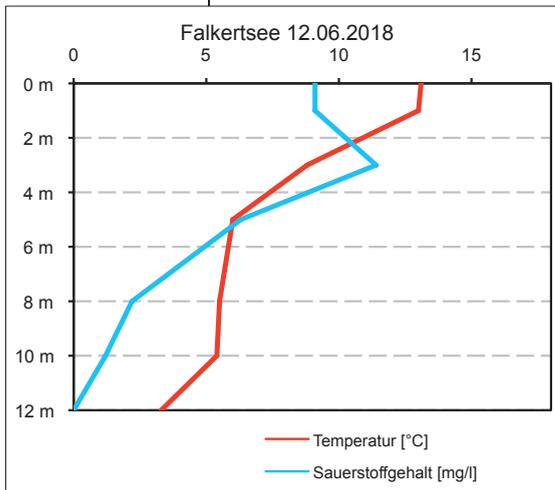
Kennzeichen des Sees sind das sehr weiche Wasser mit einer maximalen Karbonathärte von etwa 2,4  $^{\circ}\text{dH}$  und die geringe elektrische Leitfähigkeit, die an der Oberfläche 58  $\mu\text{S}/\text{cm}$  beträgt und kontinuierlich bis zum Gewässergrund auf 77  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ansteigt. Die Leitfähigkeit spiegelt auch den geringen Gehalt des Seewassers an Alkali- und Erdalkalimetallen sowie ihre Verteilung im Tiefenprofil wider (Natrium: < 0,6–0,7 mg/l; Kalium: < 0,6 mg/l, Calcium: 7,6–10,6 mg/l; Magnesium: 2,4–2,9 mg/l). Mit Ausnahme von Kalium, dessen Messwerte stets unter der Bestimmungsgrenze liegen, werden die höchsten Konzentrationen dieser Metalle über Grund gemessen. Im Vergleich zu den oberflächennahen Schichten weist das sauerstoffarme Tiefenwasser des Falkertsees, das ab 8 m Tiefe weniger als 3 mg/l Sauerstoff enthält, aber einen höheren Gehalt an Mangan (49–135  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) auf, bedingt durch Rücklösungsprozesse aus dem Seesediment. Anders als z. B. Eisen wird Mangan bereits bei Sauerstoffgehalten von 4,5–3,5 mg/l aus den oberen Sedimentschichten in das überstehende Wasser freigesetzt (OSTENDORF & FREVERT 1979). Wie auch frühere Analysen zeigen, wird die höchste Mangan-Konzentration (135  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) im sauerstofffreien Milieu in 12 m Tiefe gemessen, die,

Parameter	Falkertsee						
	0	1	3	5	8	10	12
TIEFE [m]							
WASSERTEMPERATUR [°C]	13,1	13	8,8	6	5,5	5,4	3,3
SAUERSTOFFGEHALT [mg/l]	9,1	9,1	11,4	6,3	2,2	1,2	< 0,2
SAUERSTOFFSÄTTIGUNG [mg/l]	106	107	121	63	22	11	< 2
pH-WERT		6,9	6,6	7,1	6,8	6,7	6,7
ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT [µS/cm]		58	58	60	72	76	77
SÄUREBINDUNGSVERMÖGEN pH 4,3 [mmol/l]		0,64	0,62	0,65	0,78	0,84	0,85
HYDROGENKARBONAT [mg/l]		38,9	37,8	39,6	47,7	51,1	51,6
GESAMTHÄRTE [°dH]		1,63	1,64	1,69	2,05	2,17	2,15
KARBONATHÄRTE [°dH]		1,79	1,74	1,82	2,19	2,35	2,37
TOC [mg/l]		0,83	0,97	0,95	0,8	0,96	1,04
FREIE KOHLENSÄURE [mg/l]		3,5	3,4	3,3	3	2,9	2,8
KIESELSÄURE [mg/l]		2,4	2,4	2,4	3,5	4,4	4,6
PHOSPHOR gesamt [µg/l]		9,2	8,9	9,7	15,8	15,8	27,7
ORTHOPHOSPHAT-PHOSPHOR [µg/l]		< 2,00	< 2,00	< 2,00	2	< 2,00	< 2,00
PHOSPHOR gelöst [µg/l]		< 5,0	< 5,0	5	8	5	< 5,0
PHOSPHAT [µg/l]		< 6,13	< 6,13	< 6,13	< 6,13	< 6,13	< 6,13
NITRAT-STICKSTOFF [µg/l]		160	159	187	148	122	101
NITRAT [µg/l]		708,3	703,9	827,8	655,2	540,1	447,1
NITRIT-STICKSTOFF [µg/l]		3	< 2,0	3	< 2,0	< 2,0	2
AMMONIAK frei [µg/l]		0,14	0,07	0,05	0,32	0,57	0,62
AMMONIAK-STICKSTOFF [µg/l]		0,12	0,05	0,04	0,26	0,47	0,51
AMMONIUM-STICKSTOFF [µg/l]		8	8	8	51	181	234
AMMONIUM [µg/l]		10,3	10,3	10,3	65,7	233,1	301,4
BLEI gelöst [µg/l]		[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14	[..] 0,14
CHROM gelöst [µg/l]		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
BOR gelöst [µg/l]		< 5,00	[..] 1,14	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
CADMIUM gelöst [µg/l]		[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
MANGAN gelöst [µg/l]		< 2,0	< 2,0	< 2,0	49	103	135
ZINK gelöst [µg/l]		< 2,00	[..] 0,58	[..] 0,58	[..] 0,58	[..] 0,58	< 2,00
KUPFER gelöst [µg/l]		< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
NICKEL gelöst [µg/l]		[..] 0,03	[..] 0,03	[..] 0,03	[..] 0,03	[..] 0,03	[..] 0,03
EISEN gelöst [µg/l]		< 10,0	< 10,0	< 10,0	67	16	23
ALUMINIUM gelöst [µg/l]		7	6	6	< 5,0	< 5,0	< 5,0
THALLIUM gelöst [µg/l]		[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
ARSEN gelöst [µg/l]		< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
URAN gelöst [µg/l]		[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02	[..] 0,02
QUECKSILBER gelöst [µg/l]		[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01	[..] 0,01
CHLORID [mg/l]		< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
SULFAT [mg/l]		1,93	1,98	1,84	1,89	1,94	1,81
NATRIUM gelöst [mg/l]		0,69	0,61	< 0,60	0,7	0,73	0,74
CALCIUM gelöst [mg/l]		7,56	7,7	7,97	9,98	10,6	10,58
MAGNESIUM gelöst [mg/l]		2,47	2,44	2,47	2,85	2,97	2,89
KALIUM [mg/l]		< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
SUMME ANIONEN [mval/l]		0,7	0,69	0,71	0,85	0,9	0,91
SUMME KATIONEN [mval/l]		0,63	0,63	0,64	0,78	0,82	0,81

**Tab. 2: Ergebnisse der physikalischen und chemischen Wasseranalysen des Falkertsees vom 12.06.2018 (die Vorzeichen weisen darauf hin, dass die Messergebnisse unter der Bestimmungs- (<) oder unter der Nachweisgrenze ([..]) liegen).**

verglichen mit den Mangangehalten von anderen Kärntner Hochgebirgsseen mit kristallinem Einzugsgebiet, größtmäßig im Mittelfeld liegen (vgl. auch HONSIG-ERLENBURG & PSENNER 1986). Elemente wie Aluminium, Bor sowie die Schwermetalle Blei, Chrom, Kupfer, Zink und Cadmium liegen nur in äußerst geringen Konzentrationen unter den jeweiligen Bestimmungs- bzw. Nachweisgrenzen im Seewasser vor.

Das Temperaturprofil des Falkertsees vom 12. Juni 2018 zeigt bereits eine thermische Schichtung (Abbildung 4). Von der Oberfläche bis in einem Meter Tiefe ist der See bereits auf 13 °C erwärmt. Die Sprungschicht ist zwischen ein und fünf Meter Tiefe ausgebildet. Innerhalb dieser vier Meter nimmt die Wassertemperatur von 13 °C auf 6 °C ab, über Grund beträgt sie 3,3 °C. Auch die Sauerstoffverteilung im See deutet auf eine stabile Schichtung hin. In drei Metern Tiefe tritt bei einem Sauerstoffgehalt von 11,4 mg/l eine Sauerstoffübersättigung von 121 % auf. Diese Übersättigung ist auf die Photosyntheseaktivität der Schwebalgen zurückzuführen. Ab fünf Meter Tiefe ist eine Sauerstoffzehrung bis hin zum völligen Sauerstoffschwund in 12 Meter Tiefe (Abbildung 4) zu verzeichnen. Üblicherweise wird ein grundnaher, sauerstofffreier Bereich häufig am Ende der Sommerstagnation (August/September) beobachtet, im Falkertsee zuletzt am 8. September 2003. Da der Sauerstoffschwund über Grund bereits im Juni auftrat, kann angenommen werden, dass eine kurze oder unvollständige Frühjahrszirkulation vorausgegangen war. Der in der Tiefe ankommende Sauerstoff wird rasch durch sauerstoffzehrende Prozesse verbraucht.

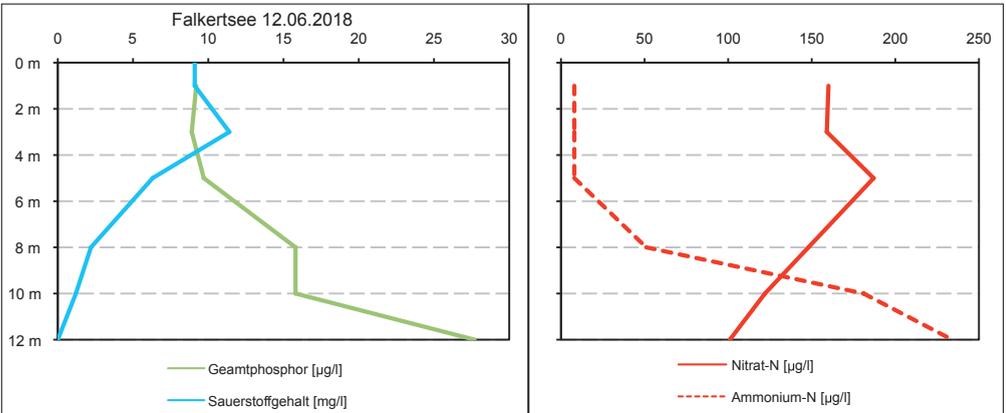


**Abb. 4:** Tiefenprofile von Wassertemperatur (°C) und Sauerstoffgehalt (mg/l) vom Falkertsee am 12.06.2018.

Der wichtigste Pflanzennährstoff in unseren Seen ist der Phosphor. Besonders der Orthophosphat-Phosphor ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) kann direkt von den Algen und Wasserpflanzen aufgenommen werden, weshalb er meist in nur geringen Konzentrationen nachgewiesen werden kann. Ebenso wird Stickstoff zur Bildung von Proteinen benötigt. Algen können den Stickstoff als Ammonium-Stickstoff ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) oder Nitrat-Stickstoff ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) aufnehmen, nur wenige Bakterien, darunter die Blaualgen, sind in der Lage, auch den Luftstickstoff ( $\text{N}_2$ ) zu fixieren.

Der Orthophosphat-Phosphor wurde am 12. Juni 2018 nur unter der Bestimmungsgrenze von  $2 \mu\text{g/l}$  nachgewiesen. Auch aus früheren Untersuchungen liegen nur vereinzelt darüber liegende Konzentrationen ( $7 \mu\text{g/l}$  am 27.10.2005 in 1 m Tiefe) vor. Die Gesamt-Phosphor-Konzentration bis in 5 m Tiefe beträgt  $9,7 \mu\text{g/l}$  und steigt bis zum Grund bei sauerstofffreien Verhältnissen auf  $27,7 \mu\text{g/l}$  an (Abbildung 5). Im Vergleich zu den früheren Messungen waren ähnlich hohe Konzentrationen am Ende des Sommers (August/September) einhergehend mit einer Sauerstoffzehrung zu beobachten. Zum Untersuchungstermin am 12. Juni 2018 zeigt der Nitrat-Stickstoff einen Peak von  $187 \mu\text{g/l}$  in fünf Meter

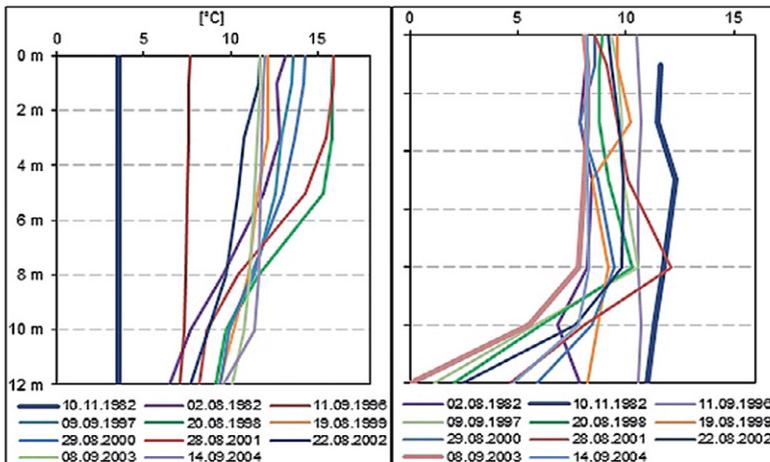
Der Orthophosphat-Phosphor wurde am 12. Juni 2018 nur unter der Bestimmungsgrenze von  $2 \mu\text{g/l}$  nachgewiesen. Auch aus früheren Untersuchungen liegen nur vereinzelt darüber liegende Konzentrationen ( $7 \mu\text{g/l}$  am 27.10.2005 in 1 m Tiefe) vor. Die Gesamt-Phosphor-Konzentration bis in 5 m Tiefe beträgt  $9,7 \mu\text{g/l}$  und steigt bis zum Grund bei sauerstofffreien Verhältnissen auf  $27,7 \mu\text{g/l}$  an (Abbildung 5). Im Vergleich zu den früheren Messungen waren ähnlich hohe Konzentrationen am Ende des Sommers (August/September) einhergehend mit einer Sauerstoffzehrung zu beobachten. Zum Untersuchungstermin am 12. Juni 2018 zeigt der Nitrat-Stickstoff einen Peak von  $187 \mu\text{g/l}$  in fünf Meter



Tiefe. Zur Oberfläche hin beträgt er rund 160  $\mu\text{g/l}$ , während er zur Tiefe hin auf 101  $\mu\text{g/l}$  abnimmt. Entsprechend der hohen Sauerstoffgehalte bis in fünf Meter Tiefe betragen die Ammonium-Stickstoffwerte geringe 8  $\mu\text{g/l}$ , ab acht Meter Tiefe steigen sie von 51  $\mu\text{g/l}$  auf 234  $\mu\text{g/l}$  über Grund an. Damit verhalten sich die Nitrat- und Ammonium-Stickstoffkonzentrationen ähnlich zu den Messungen der Vergleichszeiträume (1982 bis 2004).

Aus früheren Messungen (KÄRNTNER SEENBERICHTE 1996–2004) geht hervor, dass sich das Oberflächenwasser des Falkertsee im August auf über 15 °C erwärmen und ein Epilimnion von fünf Meter Mächtigkeit ausbilden kann. Auch die grundnahen Wasserschichten erfahren während der Sommermonate eine beachtliche Erwärmung. Am Höhepunkt der hochsommerlichen Schichtungsphasen, Ende August oder Anfang September, wurden in 12 m Tiefe Temperaturen zwischen 7,1 und 10,1 °C gemessen. Während der Herbstdurchmischung beispielsweise am 10. November 1982 haben SCHULZ et al. (1983) von der Oberfläche bis in 12 m Tiefe eine Wassertemperatur von 3,5 °C (Homothermie) beobachtet (Abbildung 6 links). Dass sich das Tiefenwasser des Falkertsees von 3,5

**Abb. 5:** Tiefenprofil von Sauerstoffgehalt bzw. Gesamt-Phosphorkonzentration (links) und Nitrat- bzw. Ammonium-Stickstoffkonzentrationen (rechts) vom Falkertsee am 12.06.2018.



**Abb. 6:** Temperatur- und Sauerstoffprofile des Falkertsees der Untersuchungsjahre 1982 und 1996 bis 2004 (links: Temperaturprofile, rechts: Sauerstoffprofile, mg/l).

auf 10,1 °C erwärmen kann, liegt an der relativ geringen Tiefe des Sees. Starke Winde können den Wasserkörper auch während des Sommers bis zum Grund durchmischen und Sauerstoff nachliefern. Besonders die in den Monaten August und September in 12 Meter Tiefe erhobenen Sauerstoffkonzentrationen (von 4,6 bis 10,6 mg/l) sind ein Beleg für eine zeitweise Durchmischung (Abbildung 6 rechts).

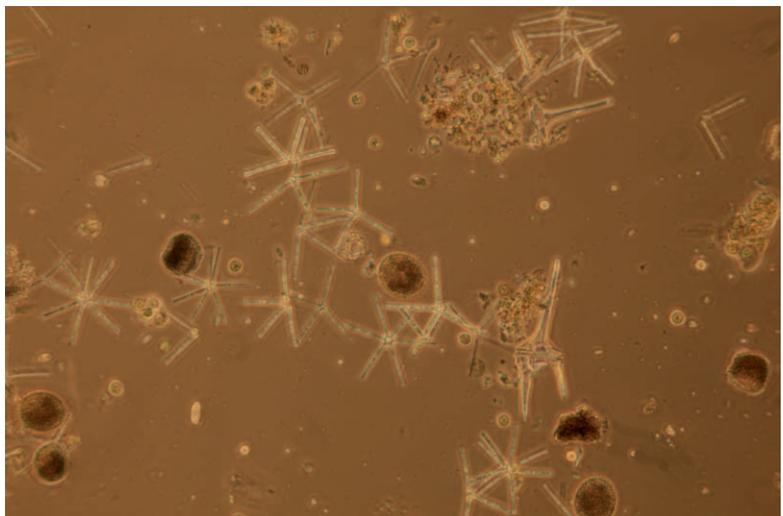
Aufgrund der aktuellen limnologischen Erhebungen ist der Falkertsee zu den nährstoffarmen Seen zu zählen. Die Sauerstoff- und Temperaturwerte erlauben es, den Falkertsee als polymiktischen – häufig zirkulierenden Hochgebirgssee mit thermischen Schichtungsphasen während der Sommermonate – zu bezeichnen. Hervorzuheben ist auch der bereits im Juni 2018 festgestellte Sauerstoffschwund in der Tiefe, der eine Folge der raschen Erwärmung im Frühjahr ist, bzw. als Indiz für die Erderwärmung betrachtet werden kann.

### Phytoplankton: Falkertsee

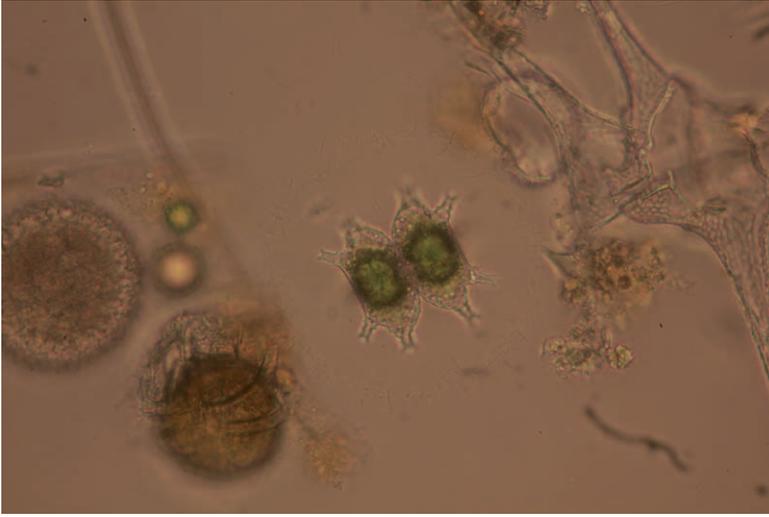
Wie alle Pflanzen benötigen auch Schwebalgen Sonnenlicht, um aus Kohlendioxid, Wasser und Nährsalzen, insbesondere Stickstoff- und Phosphorverbindungen, körpereigene Pflanzenbiomasse zu erzeugen.

Die Gesamt-Phosphorkonzentration des Falkertsees beträgt zum Zeitpunkt der Probenahme 10 µg/l. Der See ist daher (Taxon-spezifische Trophiescores nach WOLFRAM et al. 2015) einem nährstoffarmen „oligotrophen“ Gewässertyp zuzuordnen. Der geringe Nährstoffgehalt spiegelt sich auch in der Planktongemeinschaft wider. Ein massenhaftes oder häufiges Auftreten des Phytoplanktons ist nicht gegeben, nur wenige Arten kommen regelmäßig vor.

Insgesamt setzt sich die Netzzugprobe des Falkertsees aus 26 Arten aus 7 Algenklassen (Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Cyanophyceae, Conjugatophyceae, Dinophyceae und Chrysophyceae) zusammen. Die größte Artenvielfalt weisen die Kieselalgen (Bacillariophyceae) auf.

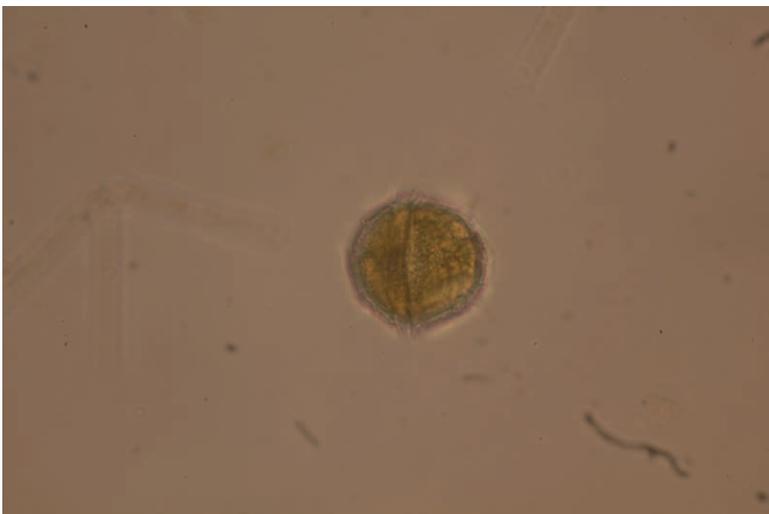


**Abb. 7:**  
*Asterionella formosa* mit *Ceratium hirundinella* und  
Sonnentierchen.  
Foto: M. Friedl



**Abb. 8:**  
*Staurastrum  
furcigerum.*  
Foto: M. Friedl

Die Kieselalge *Asterionella formosa* (Abbildung 7) und die Schlundalge *Cryptomonas* sp. kommen regelmäßig (Häufigkeit 3) in der Probe vor, gefolgt von einer weiteren Kieselalge, *Fragilaria ulna* var. *acus*, die mit einer Häufigkeit von 2 (selten) auftritt. Die Grünalgen in Form von *Chlamydomonas* sp., *Pseudosphaerocystis lacustris* und nicht näher bestimmbarer chlorococcalen Formen sind nur mehr vereinzelt präsent, ebenso wie die bäumchenartigen Kolonien der Goldalgen, mit den Arten *Dinobryon cylindricum* und *Dinobryon divergens*, die Zieralgen mit *Cosmarium depressum*, *Staurastrum furcigerum* (Abbildung 8), *Staurastrum muticum* und schließlich die Panzeralgen mit *Ceratium hirundinella* (Abbildung 7), *Peridinium* sp. (Abbildung 9) und *Woloszynskia* sp.



**Abb. 9:**  
*Peridinium* sp.  
Foto: M. Friedl

Taxon	Häufigkeit	Taxon	Häufigkeit
<b>Bacillariophyceae (Kieselalgen)</b>		<b>Chlorophyceae (Grünalgen)</b>	
<i>Asterionella formosa</i>	3	<i>Chlamydomonas</i> sp.	1
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	2	<i>Chlorococcale</i> klein	1
<i>Fragilaria ulna</i>	1	<i>Pseudosphaerocystis lacustris</i>	1
<i>Achnanthes</i> sp.	1		
<i>Fragilaria crotonensis</i>	1	<b>Cryptophyceae (Schlundalgen)</b>	
<i>Cymbella</i> sp.	1	<i>Cryptomonas</i> sp.	3
<i>Diatoma hiemalis</i>	1		
<i>Diatoma</i> sp.	1	<b>Conjugatophyceae (Zieralgen)</b>	
<i>Gyrosigma</i> sp.	1	<i>Cosmarium despressum</i>	1
<i>Navicula</i> sp.	1	<i>Staurastrum furcigerum</i>	1
<i>Tabellaria fenestrata</i>	1	<i>Staurastrum muticum</i>	1
		<i>Staurastrum</i> sp.	1
<b>Chrysophyceae (Goldalgen)</b>			
<i>Dinobryon divergens</i>	1	<b>Dinophyceae (Panzerflagellaten)</b>	
<i>Chrysophyceae</i> indet.	1	<i>Ceratium hirundinella</i>	1
<i>Dinobryon cylindricum</i>	1	<i>Peridinium</i> sp.	1
		<i>Woloszynskia</i> sp.	1
<b>Cyanophyceae (Blaualgen)</b>			
<i>Phormidium</i> sp.	1		

**Tab. 3:**  
**Phytoplankton**  
**Falkertsee – Taxa**  
**und Häufigkeit.**

5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = regelmäßig, 2 = selten, 1 = vereinzelt

Die Phytoplankton-Biozönose (Tabelle 3) des Falkertsees wird von Vertretern der Klasse der Kieselalgen (Bacillariophyceae) dominiert. Kieselalgen zeigen ein deutlich ausgeprägtes „Diatomeen-Maximum“, vor allem im Frühjahr und Herbst, und sie bevorzugen eher niedrigere Wassertemperaturen.

Weiters ist für die Entwicklung der Kieselalgen das Vorhandensein von ausreichend freier Kieselsäure im Wasser von großer Bedeutung. Die Kieselsäure ist Baustoff für die Kieselschalen der Diatomeen. Gelöstes Silizium ist im Falkertsee mit Konzentrationen von 2,4–4,6 mg/l ausreichend vorhanden.

Abschließend kann festgestellt werden, dass das niedrige Nährstoffniveau und die geringen Wassertemperaturen das Aufkommen des Phytoplanktons und dessen Zusammensetzung wesentlich beeinflussen. Die eingestufteten Arten entsprechen dem niedrigen Nährstoffstatus des Sees.

### Zooplankton: Falkertsee

Das Metazooplankton umfasst das mehrzellige Zooplankton, genauer gesagt die Gruppe der Rotatoria (oder Rotifera, entspricht den Rädertieren) und die Gruppe der Kleinkrebse (Crustacea), bestehend aus den zwei Untergruppen der Copepoda (Ruderfußkrebse), den Calanoida und den Cyclopoida sowie den Cladocera (Blattfußkrebse).

Die Rotatoria, auch Rädertierchen genannt, kommen mit ca. 2000 Arten in nahezu allen Wasseransammlungen vor. Gemeinsam haben die zum Teil sehr unterschiedlich gestalteten Arten das Räderorgan.

Im Falkertsee können in der Probe vom Juni 2018 insgesamt elf Zooplanktontaxa nachgewiesen werden. Davon entfallen vier Taxa auf

Taxon	Häufigkeit	Taxon	Häufigkeit
<b>Rotatoria</b>		<b>Copepoda</b>	
<i>Keratella cochlearis</i>	3–4	Cyclopoide Copepodide	4
<i>Ascomorpha</i> sp.	2	<i>Cyclops</i> sp.	2
<i>Anuraeopsis fissa</i>	2	<i>Cyclops bohater</i>	1
<b>Gruppe</b>	1	<b>Cladocera</b>	
<i>Polyarthra vulgaris-dolichoptera</i>		<i>Bosmina coregoni</i>	1
<i>Conochilus unicornis</i>	1		
<i>Kellicottia longispina</i>	1		
<i>Gastropus stylifer</i>	1		

5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = regelmäßig, 2 = selten, 1 = vereinzelt

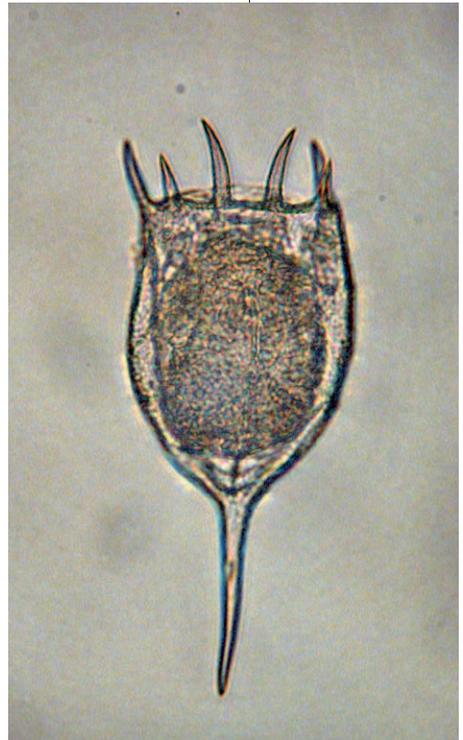
**Tab. 4:**  
Zooplankton  
Falkertsee – Taxa  
und Häufigkeiten.

die Crustaceen, repräsentiert durch eine Cladocere (*Bosmina coregoni*, Abbildung 10) und drei Copepoden. Bei den Rotatorien können sieben Taxa dokumentiert werden (Tabelle 4).

In der Netzzugprobe (40 µm Maschenweite) des Falkertsees sind juvenile, cyclopoide Copepoden recht häufig präsent, ebenso das Rädertierchen *Keratella cochlearis* (Abbildung 11), welches mit einer mittleren Häufigkeit auftritt. Selten werden *Anuraeopsis fissa* und *Ascomorpha* sp. nachgewiesen. Vereinzelt vorhanden sind *Conochilus unicornis*,

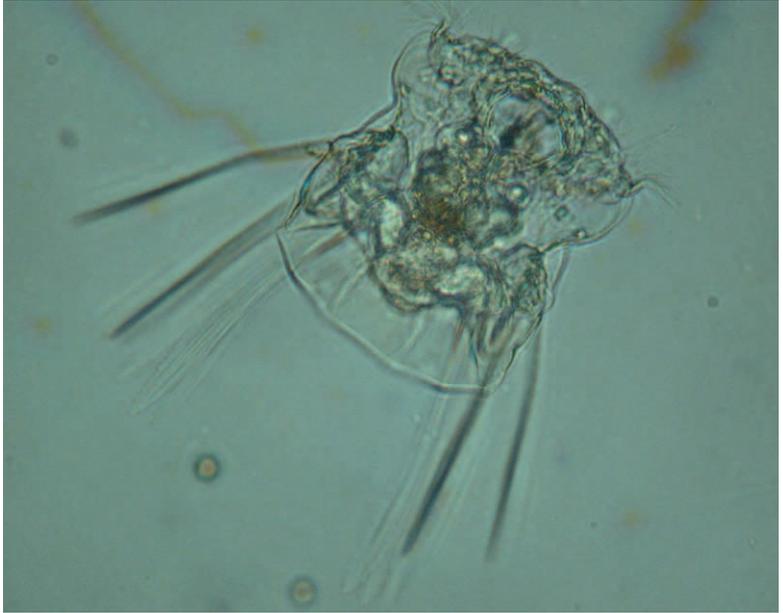


**Abb. 10:** *Bosmina coregoni*. Foto: KIS



**Abb. 11:** *Keratella cochlearis*. Foto: KIS

Abb. 12:  
*Polyarthra vulgaris-dolichoptera*.  
Foto: KIS



*Gastropus stylifer*, Vertreter der Gattungsgruppe *Polyarthra vulgaris-dolichoptera* (Abbildung 12) und *Kellicottia longispina* (Abbildung 13).

Eine niedrige Wassertemperatur, ein begrenztes Nahrungsangebot und die lange Eisbedeckung bedingen ein geringes Algenaufkommen, was zur Folge hat, dass die Individuendichte des tierischen Planktons im See gering ist. Juvenile Copepoden sind zwar häufig, adulte Copepoden hingegen selten bis kaum vorhanden. Das Rädertier *Keratella cochlearis* als kaltstenothe-mere Art kommt mit den vorhandenen Umweltbedingungen besser zurecht und ist daher relativ häufig vertreten.

Abb. 13:  
*Kellicottia longispina*.  
Foto: KIS



**Phytobenthos: Sonntagstal-Quellbach,  
Ochsenauge- und Falkertsee-Ausrinn,  
Ochsenauge und Falkertsee**

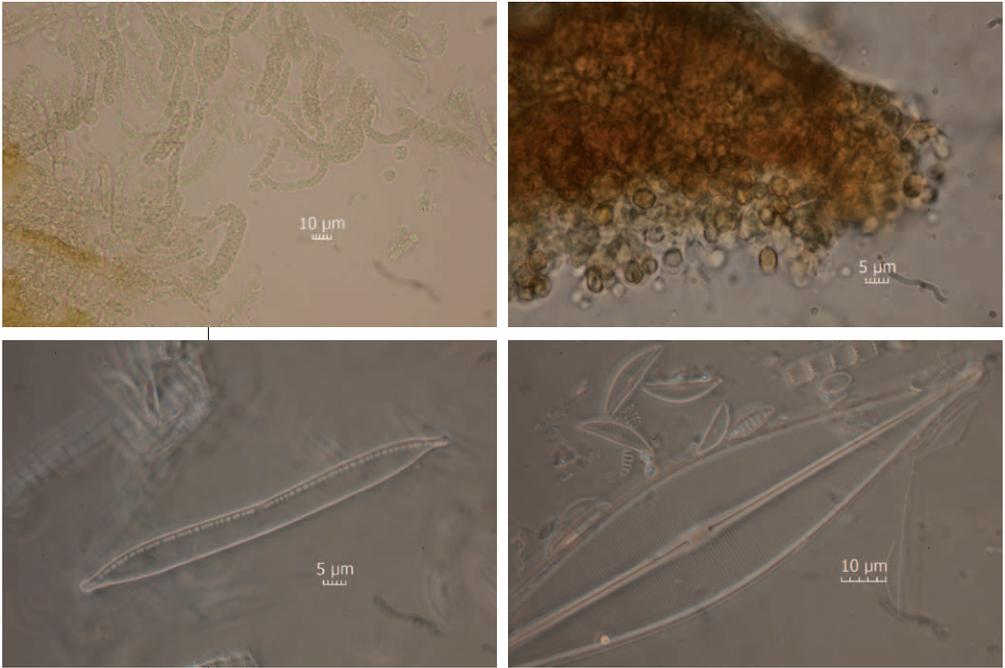
Es wird zwischen zwei Algengruppen differenziert: den Kieselalgen, von welchen mittels Oxidation in Schwefelsäure und Einbetten in Kunstharz Dauerpräparate angefertigt werden, und den Nicht-Kieselalgen (alle weiteren Algengruppen), die möglichst frisch am Mikroskop eingehender untersucht werden.

Die benthische Kieselalgenbiozönose erweist sich über alle untersuchten Stellen hinweg mit 81 verschiedenen Taxa als sehr artenreich, wobei messstellenübergreifend insgesamt zehn Formen Abundanzen im zweistelligen Bereich vorweisen können.

Einerseits können hierbei Taxa mit breitem Vorkommensspektrum festgehalten werden, wie zum Beispiel die Art *Achnantheidium minutissimum*, eine der häufigsten Diatomeen überhaupt, oder *Fragilaria pinnata*, deren Verbreitungsschwerpunkt zwar in Tieflandbächen liegt, verstreut aber auch in Fließgewässern und Seen silikatisch geprägter Gebiete vorzufinden ist. Auch die häufig vergesellschafteten (und oft verwechselten) Arten *Encyonema silesiacum* und *E. minutum* bevorzugen ungestörte Gewässer mit niedrigem bis mittleren Elektrolytgehalt, kommen aber ebenfalls unter nährstoffreicheren Bedingungen vor.

Andererseits können Arten beobachtet werden, die aus ökologischer Sicht spezifischere Anforderungen haben und das Vorkommen oft auf enge ökologische Nischen begrenzt ist. *Diademsis perpusilla* kommt zwar oft verstreut vor, Massenaufreten, wie im Quellbereich der Sonntagstalquellen, werden vermehrt allerdings zumeist in aerisch beeinflussten Habitaten beobachtet. Unter diese fallen zum Beispiel auch nur zeitweilig befeuchtete Substrate, wie sie bei mengenmäßig variierenden Quellschüttungen oder in Uferbereichen bei Spiegelschwankungen von Gewässern vorkommen. Andere Kieselalgenarten wiederum kommen überhaupt nur sporadisch in Kieselalgenvergesellschaftungen vor. Wenn sich deren Vorkommen dann noch auf nährstoffarme Gewässer begrenzt, die von Haus aus insgesamt einen mengenmäßig geringeren Aufwuchs mit sich bringen, fallen diese Taxa oft aus den Artenlisten, da sie leicht übersehen werden können. Seltene Taxa wie *Pinnularia microstauron*, *Psammothidium daonense*, *Craticula acidoclinata* (Abbildung 14), *Achnanthes petersenii*, *Hantzschia calicifuga* (Abbildung 14) oder *Nitzschia fibulafissa* kommen somit oft bestenfalls, wie auch in unserem Untersuchungsgebiet am Fuße des Falkerts, als Einzelfunde vor.

Die Artenvielfalt der Nicht-Kieselalgen fällt an den fünf Messstellen (siehe Anhang) hingegen deutlich geringer als bei den Diatomeen aus. Insgesamt können nur 13 verschiedene Formen nachgewiesen werden, wobei diese ausschließlich auf die Fließgewässerabschnitte begrenzt sind. Am häufigsten können zwei Vertreter der Klasse der Goldalgen nachgewiesen werden, *Hydrurus foetidus* und *Phaeodermatium rivulare*. Da beide Arten Wassertemperaturen unter 15 °C bevorzugen, verschiebt sich ihre Präsenz im Sommer zumeist in den alpinen Bereich. Einen ähnlichen nährstoffarmen Lebensraum besiedeln vorzugsweise auch die vorgefundenen Blaualgentaxa *Chamaesiphon polonicus* (Abbildung 14), *Chamaesiphon investiens*, *Homoeothrix varians* und *Nostoc parmelioid-*



**Abb. 14:**  
**Benthische Auf-**  
**wuchsalgen im**  
**Untersuchungs-**  
**gebiet: *Nostoc par-***  
***meloides* 400 x *Chama-***  
***esiphon polonicus***  
**1000 x *Hantzschia***  
***calcituga* 1000 x**  
***Craticula acido-***  
***clinata* 1000 x.**  
**Fotos:**  
**M. Schönhuber**

des (Abbildung 14), die somit die artenreichste Klasse unter den Nicht-Kieselalgen stellen. Insgesamt kommen fädige, makroskopisch gut erkennbare Formen in Form von *Vaucheria* sp. oder der zuvor schon erwähnte *Hydrurus foetidus* deutlich seltener vor als die restlichen, krustenförmigen Aufwuchsformen.

**Makrozoobenthos –  
 Ochsenauge und Falkertsee**

An beiden Probestellen erfolgte die Makrozoobenthos-Erhebung semiquantitativ.

Der Uferbereich des Ochsenauges weist eine Gesamttaxazahl von 22 auf. Zum überwiegenden Teil Oligochaeta und Chironomidae. Die Stein-

**Abb. 15:**  
***Nemurella pictetii*.**  
**Foto: KIS**



fliege *Nemurella pictetii* ist mit der Häufigkeitsstufe 3,5 vertreten, Tubificidae Gen. sp. und *Tubifex tubifex* mit der Häufigkeitsklasse 3 und *Tanytarsus* sp. mit der Häufigkeitsstufe 2,5. Zwei EPT-Taxa (*Nemurella pictetii* – Abbildung 15 – und *Oligotricha striata*) können erhoben werden. Die Biozönose zeigt als Gewässerregion das Eukrenal. Es können weder Arten für die Rote Liste Kärnten (ROTTENBURG et al. 1999), noch für die Rote Liste Österreich (ZULKA 2009) dokumentiert werden.

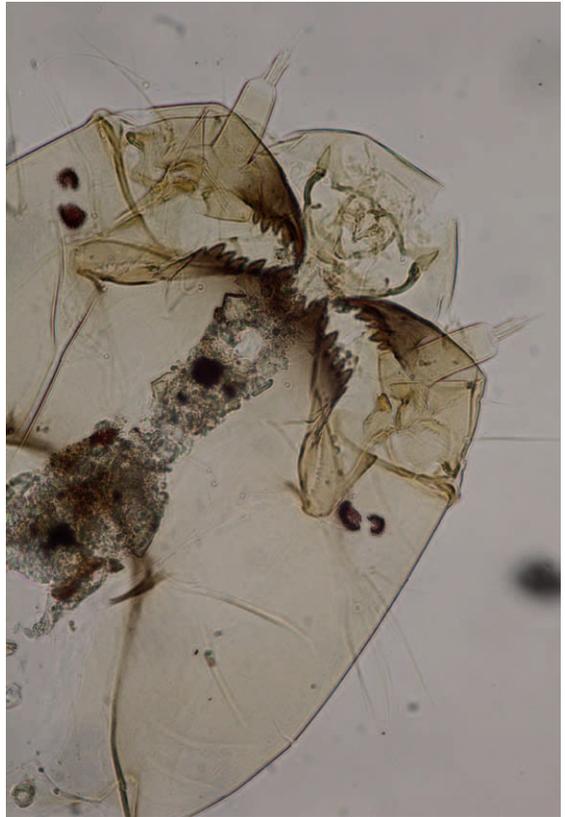
Der Uferbereich des Falkertsees weist in Summe 30 Taxa auf. *Ablabesmyia phatta* ist der Häufigkeitsklasse 3,5 zuzuordnen, Limnephilidae Gen. sp. und *Cognettia* sp. der Häufigkeitsstufe 3. *Psectrocladius* sp. und Nematoda Gen. sp. fallen in die Klasse 2,5. 3 EPT-Taxa (*Nemurella pictetii*, Limnephilidae Gen. sp. und *Limnephilus extricatus*) können erhoben werden. Aufgrund der vorhandenen Biozönose errechnet sich als Gewässerregion das Litoral.

*Nemurella pictetii*, *Tanytarsus* sp., *Cognettia* sp., verschiedene Nematoda und Lumbriculidae, Puppen von diversen Chironomidae, *Paratanytarsus* sp., Hydrachnidia Gen. sp. und *Henlea* sp. können sowohl im Uferbereich des Ochsenauges als auch des Falkertsees nachgewiesen werden. Acht Taxa werden nur im Ochsenauge gefunden, darunter z. B. *Tubifex tubifex*, *Pseudodiamesa branickii*, *Nais communis*, *Trichodrilus* sp., *Prodiamesa olivacea* (Abbildung 16) und *Oligotricha striata*. 17 Taxa, darunter u. a. *Ablabesmyia phatta*, *Cricotopus* sp., *Uncinaxis uncinata*, *Stylodrilus heringianus*, *Sialis lutaria*, *Radix labiata*, *Limnephilus extricatus*, *Diamesa zernyi*, *Cladopelma* sp. und *Chironomus* sp. können wiederum nur im Uferbereich des Falkertsees bestimmt werden. Weiters wurde im Falkertsee ein Schwarm Elritzen gesichtet.

### **Makrozoobenthos – Sonntagstal-Quellbach, Ochsenauge- und Falkertsee-Ausrinn**

Die Makrozoobenthoserhebung in den Fließgewässern erfolgte semiquantitativ im Quellbach unterhalb der Sonntagstalquellen und mittels Multi-Habitat-Samplingmethode im Ausrinn des Ochsenauges bzw. des Falkertsees.

Im Quellbach unterhalb der Sonntagstalquellen können 31 Taxa erhoben werden. *Cognettia* sp. ist mit der Häufigkeitsklasse 4 vertreten. *Prosimulium* sp. und *Diamesa cinerella*-Gr. sind der Stufe 3,5 zuzuord-



**Abb. 16:**  
*Prodiamesa olivacea* mit deutlichem Bart auf der Kopfunterseite.  
Foto: KIS

nen. *Pseudokiefferiella parva*, *Mesenchytraeus armatus*, Limnephilidae Gen. sp., *Dicranota* sp. und *Diamesa bertrami* fallen in die Häufigkeitsklasse 2,5. Fünf EPT-Taxa können erhoben werden. Die biologische Gewässergüte liegt mit einem Saprobienindex von 1,06 in der Klasse I. Mit *Allogamus uncatatus* kann eine xeno- bzw. oligosaprobielle Differentialart nachgewiesen werden. *Rhabdiopteryx neglecta* (Kategorie ? – Informationen nicht ausreichend) wird für die Rote Liste Kärntens (ROTTENBURG et al. 1999) dokumentiert.

Der Ausrinn des Ochsenauges weist in Summe 78 Taxa auf. Die Besiedlungsdichte der benthischen Organismen beträgt 10.915 Ind./m<sup>2</sup>. Taxa mit der höchsten Häufigkeit sind *Diamesa cinerella*-Gr., mit 12,4 % Anteil an den Gesamttaxa, *Crenobia alpina* mit 11,0 % und *Leuctra* sp. mit 7,1 %. 30 EPT-Taxa können im vorliegenden Hypokrenal erhoben werden. Die biologische Gewässergüte liegt mit einem Saprobienindex von 0,88 in der Klasse I. *Protonemura auberti*, *Lithax niger*, *Isoperla lugens*, *Drusus monticola* und *Allogamus uncatatus* können als xeno- bzw. oligosaprobielle Differentialtaxa nachgewiesen werden. *Siphonoperla neglecta* (Kategorie R – extrem selten) wird für die Rote Liste Kärntens (ROTTENBURG 1999) dokumentiert. Für die Rote Liste Österreichs (ZULKA 2009) werden *Drusus monticola* (EN – stark gefährdet), *Conosorphylax consors* (NT – potenziell gefährdet) und *Apatania fimbriata* (VU – gefährdet) bestimmt.

Der Falkertseeausrinn zeigt in Summe 37 unterschiedliche Taxa. Die benthische Besiedlungsdichte beträgt 15.252 Ind./m<sup>2</sup>. Hier wird eine Massenentwicklung von *Simulium noelleri* beobachtet (> 75 % Anteil an der Gesamtzönose). Drei EPT-Taxa können erhoben werden. Als Gewässerregion errechnet sich aufgrund der vorhandenen Biozönose das Epirhithral. Die biologische Gewässergüte liegt mit einem Saprobienindex von 2,03 in der Klasse II. Xeno- bzw. Oligosaprobier sind nicht nachzuweisen, auch keine Arten der Roten Listen Kärntens (ROTTENBURG et al. 1999) bzw. Roten Listen Österreichs (ZULKA 2009).

In Summe können über alle Probestellen hinweg 120 Taxa nachgewiesen werden (siehe Anhang). Der Ausrinn des Ochsenauges besitzt mit 78 unterschiedlichen Taxa die höchste Diversität. Weidegänger, Detritivoren, Räuber und Zerkleinerer dominieren zumeist an den Probestandorten. Passive Filtrierer sind hingegen im Falkertseeausrinn der vorherrschende Ernährungstyp. Der niedrigste SI (0,88) kann für den Ausrinn des Ochsenauges, der höchste SI (2,48) für den Uferbereich des Ochsenauges dokumentiert werden.

Die wichtigsten Indizierungen sind abschließend in Tabelle 5 dargestellt.

**Tab. 5:**  
Makrozoobenthos: Probestandorte mit ihren jeweiligen Indices.

Probestandort	Gesamttaxa	Großgruppen	EPT-Taxa-Anzahl	SI
Ochsenauge Uferbereich	22	7	2	2,84
Falkertsee Uferbereich	30	9	3	1,97
Quellbach Sonntagstalquellen	31	10	5	1,06
Ochsenauge Ausrinn	78	12	30	0,88
Falkertsee Ausrinn	37	9	3	2,03

	Ochsenauge Ausrinn	Falkertsee Ausrinn	Quellbach Sonntagstalquellen	Ochsenauge Uferbereich	Falkertsee Uferbereich
			KIS	KIS	KIS
	mittlere Individuendichte [Ind/m <sup>2</sup> ]		Abundanzschätzung		
TURBELLARIA					
<i>Crenobia alpina</i>	1195,2		1		
NEMATODA					
Nematoda Gen. sp.	336	38,4	1	1,5	2,5
GASTROPODA					
<i>Radix labiata</i>					1
<i>Radix</i> sp.		62,4			
BIVALVIA	4,8	4,8			
<i>Pisidium</i> sp.	4,8	4,8			
OLIGOCHAETA					
Oligochaeta Gen. sp.		2,4			
<i>Haplotaxis gordioides</i>	9,6				
<i>Eiseniella tetraedra</i>		307,2			2
<i>Nais alpina</i>	105,6	4,8			
<i>Nais communis</i>				2	
<i>Nais</i> sp.	96	9,6		2	
<i>Uncinaiis uncinata</i>					1,5
<i>Rhyacodrilus falciformis</i>		62,4			
<i>Tubifex tubifex</i>				3	
Tubificidae Gen. sp.	14,4	33,6		3	
<i>Cernovitoviella</i> sp.			1		
<i>Cognettia</i> sp.	148,8	628,8	4	2	3
Enchytraeidae Gen. sp.	124,8	115,2		1,5	
<i>Fridericia</i> sp.	34,4	398,4	1		
<i>Henlea</i> sp.			1	1	1
<i>Marionina argentea</i>		14,4	1		1
<i>Marionina</i> sp.				1	
<i>Mesenchytraeus armatus</i>	115,2	432	2,5		1
Lumbriculidae Gen. sp.		4,8	1	1,5	1
<i>Stylogdrilus heringianus</i>	52,8				1
<i>Stylogdrilus</i> sp.	192	38,4			1
<i>Trichodrilus</i> sp.				1	
CRUSTACEA					
<i>Niphargus</i> sp.			1		
HYDRACHNIDIA					
Hydrachnidia Gen. sp.	398,4			1	1
EPHEMEROPTERA					
<i>Baetis alpinus</i>	30,4				
<i>Baetis</i> sp.	153,6				
<i>Ecdyonurus</i> sp.	10,4				
<i>Rhithrogena loyolaea</i>	84				
<i>Rhithrogena</i> sp.	110,4				
PLECOPTERA					
<i>Dictyogenus alpinum</i>	13,6				

	Ochsenauge Ausrinn	Falkertsee Ausrinn	Quellbach Sonntagstalquellen	Ochsenauge Uferbereich	Falkertsee Uferbereich
			KIS	KIS	KIS
	mittlere Individuendichte [Ind/m <sup>2</sup> ]		Abundanzschätzung		
<i>Dictyogenus fontium</i>	28,8				
<i>Dictyogenus</i> sp.	9,6		1		
<i>Isoperla lugens</i>	15,2				
Chloroperlidae Gen. sp. juv.	9,6				
<i>Siphonoperla</i> cf. <i>neglecta</i>	0,8				
<i>Rhabdiopteryx neglecta</i>			1		
<i>Nemoura mortoni</i>	4,8				
<i>Nemoura</i> sp.	72	4,8			
<i>Nemurella pictetii</i>	216			3,5	1
<i>Protonemura auberti</i>	63,2				
<i>Protonemura</i> sp.	26,8				
<i>Leuctra</i> sp.	990,4				
MEGALOPTERA					
<i>Sialis lutaria</i>					1
COLEOPTERA					
Dytiscidae Gen. sp.				1	1
<i>Elmis latreillei</i>	24	4,8			
<i>Elmis</i> sp.	91,2				
<i>Limnius</i> sp.	4,8				
<i>Hydraena lapidicola</i>	4,8				
<i>Elodes</i> sp.			1,5		
TRICHOPTERA					
<i>Apatania fimbriata</i>	38,4				
<i>Rhyacophila vulgaris</i>	0,8				
<i>Oligotricha striata</i>				1	
<i>Allogamus uncatatus</i>	10,4		1,5		
<i>Consorophylax consors</i>	14,4				
<i>Consorophylax</i> sp.			1		
Drusinae Gen. sp. juv.	662,4				
<i>Drusus</i> cf. <i>biguttatus</i>	9,6				
<i>Drusus discolor</i>	218,4				
<i>Drusus monticola</i>	220,8				
<i>Drusus</i> sp.	220,8				
Limnephilidae Gen. sp.	19,2	761,6	2,5		3
<i>Limnephilus extricatus</i>		0,8			1
<i>Melampophylax melampus</i>	24				
<i>Pseudopsilopteryx zimmeri</i>			1		
Goeridae Gen. sp. juv.	76,8				
<i>Lithax niger</i>	129,6				
DIPTERA					
<i>Dicranota</i> sp.	124,8		2,5		
<i>Pedicia</i> sp.	0,8				
<i>Ablabesmyia</i> sp.		43,2			
<i>Ablabesmyia (Ablabesmyia) phatta</i>					3,5

	Ochsenauge Ausrinn	Falkertsee Ausrinn	Quellbach Sonntagstalquellen	Ochsenauge Uferbereich	Falkertsee Uferbereich
			KIS	KIS	KIS
	mittlere Individuendichte [Ind/m <sup>2</sup> ]		Abundanzschätzung		
Chironomidae Gen. sp.	302,4	43,2	1	1,5	1,5
Chironominae Gen. sp.					1
<i>Chironomus</i> sp.					1
<i>Cladopelma</i> sp.					1
<i>Cricotopus</i> sp.		4,8			2
<i>Diamesa bertrami</i>	196,8	38,4	2,5		
<i>Diamesa cinerella</i> -Gr.	1353,6		3,5	1	
<i>Diamesa insignipes</i>	14,4		1,5		
<i>Diamesa</i> sp.	72	4,8			
<i>Diamesa zernyi</i> -Gr.	307,2				1
<i>Dicrotendipes</i> sp.		4,8			1
<i>Diplocladius cultriger</i>		9,6			
<i>Eukiefferiella devonica</i> -Gr.	67,2				
<i>Eukiefferiella fittkauji</i> minor	475,2	9,6			
<i>Eukiefferiella</i> sp.		4,8			
<i>Heleniella ornaticollis</i>	9,6				
Limnophyes sp.	14,4				
<i>Metriocnemus obscuripes</i>	4,8	28,8	1		
Orthoclaadiinae Gen. sp.	33,6				1
Orthoclaadiini COP	532,8	91,2		2	
<i>Orthocladius (Euorthocladius) frigidus</i>			1		
<i>Parametriocnemus stylatus</i>	28,8		1		
<i>Paratanytarsus</i> sp.				1	1
<i>Paratrichocladius nivalis</i>	9,6				
<i>Parorthocladius nudipennis</i>	67,2				
<i>Prodiamesa olivacea</i>				1	
<i>Psectrocladius</i> sp.					2,5
<i>Pseudodiamesa branickii</i>	201,6	24		2	
<i>Pseudodiamesa</i> sp.					1
<i>Pseudokiefferiella parva</i>			2,5		
<i>Rheocricotopus</i> sp.	4,8				
Tanytarsini Gen. sp.	4,8				
<i>Tanytarsus</i> sp.	4,8			2,5	2
<i>Tvetenia calvescens</i>	62,4	4,8			
<i>Prosimulium</i> sp.	230,4		3,5		
Simuliidae Gen. sp.		6600	1		
<i>Simulium</i> sp. juv.	19,2				
<i>Simulium (Simulium) noelleri</i>		5400			
<i>Liponeura cinerascens minor</i>	4,8				
<i>Bezzia</i> sp.	14,4	4,8			
<i>Clinocera</i> sp.			2		
<i>Limonia</i> sp.			1		
Limoniidae Gen. sp.	4,8	4,8			
Psychodidae Gen. sp.	62,4		1		
Stratiomyiidae Gen. sp.	4,8				

	Ochsenauge Ausrinn	Falkertsee Ausrinn	Quellbach Sonntags- talquellen	Ochsenauge Uferbereich	Falkertsee Uferbereich
NICHT-KIESELALGEN					
<i>Chamaesiphon</i> cf. <i>fuscus</i>	1				
<i>Chamaesiphon polonicus</i>	1	2,8	3,6		
Chlorophyceae Gen. sp., coccale Lager		1,6			
<i>Homoeothrix varians</i>	1,3		0,04		
<i>Hydrurus foetidus</i>	20		25		
<i>Nostoc parmelioides</i>	1				
<i>Phaeodermatium rivulare</i>	10	1,6	5,32		
<i>Phormidium autumnale</i>			1		
<i>Pleurocapsa minor</i>		2			
<i>Stigeoclonium</i> sp.	1,6				
<i>Vaucheria</i> sp.	1				
<i>Chamaesiphon investiens</i>			0,04		
<i>Phormidium</i> sp.	0,1				
KIESELALGEN					
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	75	232	43	151	22
<i>Achnanthydium neomicrocephalum</i>		41		29	
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	37	3	1		3
<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	2	1	10	1	1
<i>Caloneis thermalis</i>		1			
<i>Cavinula pseudoscutiformis</i>					1
<i>Craticula acidoclinata</i>					1
<i>Cymbella dorsenotata</i>		1		1	
<i>Cymbella excisa</i>		1			
<i>Cymbella excisiformis</i>					1
<i>Cymbella lancettula</i>		1			
<i>Cymbopleura anglica</i>					1
<i>Delicata delicatula</i>				1	
<i>Diadesmis perpusilla</i>			142		2
<i>Encyonema minutum</i>	10	13	25	27	152
<i>Encyonema reichardtii</i>	1				1
<i>Encyonema silesiacum</i>	2	13	1	39	22
<i>Encyonopsis cesatii</i>		1		3	
<i>Encyonopsis microcephala</i>		5		17	
<i>Eolimna minima</i>	1		1		1
<i>Eucocconeis laevis</i>		2		5	1
<i>Fragilaria acus</i>				1	
<i>Fragilaria gracilis</i>		2		2	
<i>Fragilaria perminuta</i>		10		2	
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>		1		1	
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>pumilum</i>					1
<i>Hannaea arcus</i>		2		1	
<i>Hantzschia calcifuga</i>					1
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i>			3		
<i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i>	8	1	1	1	1
<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i>	4				4
<i>Nitzschia fibulafissa</i>		1			
<i>Nupela lapidosa</i>					1
<i>Achnanthes petersenii</i>				1	

	Ochsenauge Ausrinn	Falkertsee Ausrinn	Quellbach Sonntags- talquellen	Ochsenauge Uferbereich	Falkertsee Uferbereich
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i>					1
<i>Planothidium frequentissimum</i>					1
<i>Planothidium joursacense</i>					1
<i>Planothidium lanceolatum</i>	52	1	27		3
<i>Psammothidium bioretii</i>					3
<i>Psammothidium daonense</i>				1	
<i>Psammothidium subatomoides</i>	1				
<i>Reimeria sinuata</i>	6				1
<i>Surirella linearis</i> var. <i>linearis</i>					1
<i>Diatoma hyemalis</i>	1				2
<i>Amphora inariensis</i>	2				
<i>Amphora pediculus</i>	2	1		1	
<i>Caloneis alpestris</i>		1			
<i>Caloneis tenuis</i>					1
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	42			1	2
<i>Cymbella affinis</i>				1	
<i>Cymbella hustedtii</i>				2	
<i>Cymbella laevis</i>		1			
<i>Cymbella lange-bertalotii</i>		1	1	1	
<i>Denticula tenuis</i>		5		1	20
<i>Diatoma mesodon</i>	52	1	46	2	2
<i>Didymosphenia geminata</i>					1
<i>Diploneis parva</i>		1			1
<i>Eunotia arcubus</i>				1	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>					1
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>					1
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>		1			
<i>Fragilaria delicatissima</i>				2	
<i>Fragilaria nanana</i>				6	
<i>Fragilaria pinnata</i>	2	1		3	56
<i>Fragilaria tenera</i>		4		3	
<i>Gomphonema angustum</i>		5			
<i>Gomphonema cymbelliclinum</i>	3				
<i>Gomphonema exilissimum</i>				1	
<i>Gomphonema micropus</i>		3	3	1	1
<i>Gomphonema productum</i>		2			
<i>Navicula cryptotenella</i>		2		1	
<i>Navicula exilis</i>	1			1	1
<i>Navicula hintzii</i>	2				
<i>Navicula radiosa</i>	1	1		1	1
<i>Nitzschia acidoclinata</i>				2	1
<i>Nitzschia angustata</i>					1
<i>Nitzschia hantzschiana</i>	1				
<i>Nitzschia pura</i>		1		1	2
<i>Nitzschia recta</i>		1			
<i>Nitzschia sublinearis</i>	1				
<i>Stauroneis anceps</i>				1	

## LITERATUR

- BARSCHE D. (1996): Rockglaciers. Indicators for the present and former geocology in high mountain environments. – Springer, Berlin, 331 pp.
- BERTHLING I. (2011): Beyond confusion: rock glaciers as cryo-conditioned landforms. – *Geomorphology* 131/3–4: 98–106. doi:10.1016/j.geomorph.2011.05.002.
- HAEBERLI W. (2013): Mountain permafrost – research frontiers and a special long-term challenge. – *Cold Regions Science and Technology* 96: 71–76. doi:10.1016/j.cold-regions.2013.02.004.
- HONSIG-ERLENBURG W. & PSENNER R. (1986): Zur Frage der Versauerung von Hochgebirgsseen in Kärnten. – *Carinthia II*, 176./96.: 443–461, Klagenfurt.
- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG (1996–2004): Kärntner Seenberichte. – Veröffentlichungen des Kärntner Institutes für Seenforschung, Klagenfurt.
- KRAINER K., BRESSAN D., DIETRE B., HAAS J. N., HAJDAS I., LANG K., MAIR V., NICKUS U., REIDL D., THIES H. & TONIDANDEL D. (2015a): A 10,300-year-old permafrost core from the active rock glacier Lazaun, southern Ötztal Alps (South Tyrol, northern Italy). – *Quaternary Research* 83, 324–335. doi:10.1016/j.yqres.2014.12.005.
- KRAINER K., RIBIS M. & SCHMIDT V. (2015b): Der Blockgletscher im Inneren Hochebenkar, in: SCHALLHART N. & ERSCHBAMER B. (EDS): *Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse*. – Series Alpine Forschungsstelle Obergurgl, Band 4: 77–96, Innsbruck university press.
- NICKUS U., KRAINER K., THIES H. & TOLOTTI M. (2015): Blockgletscherabflüsse im Äußeren Hochebenkar – Hydrologie, Wasserchemie und Kieselalgen, in: SCHALLHART N. & ERSCHBAMER B. (eds): *Forschung am Blockgletscher – Methoden und Ergebnisse*, Series Alpine Forschungsstelle Obergurgl Band 4: 117–134, Innsbruck university press.
- OSTENDORF W. & FREVERT T. (1979): Untersuchung zur Manganfreisetzung und zum Manganengehalt der Sedimentoberschicht im Bodensee. – *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 55: 255–277.
- RIBIS M. (2017): Geologisch-hydrogeologische und hydrochemische Untersuchungen in Permafrostbereichen der Ötztaler Alpen (Tirol, Österreich). – Dissertation, Universität Innsbruck, Innsbruck.
- ROTTENBURG T., WIESER C., MILDNER P. & HOLZINGER W. E. (1999): Rote Listen gefährdeter Tiere Kärntens. – Schriftenreihe Naturschutz in Kärnten, Band 15, Klagenfurt, 718 S.
- ZULKA K. P. (2009): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs, Bd. 14, Teil 3: Flusskrebse, Köcherfliegen, Skorpione, Weberknechte, Zikaden. – BMLFW, Böhlau Verlag, Wien, 534 S.
- SCHULZ N., KAINZ K. & DEISINGER G. (1983): Limnologische Untersuchungen am Falkertsee. – *Carinthia II*, 173./93.: 205–219, Klagenfurt.
- UNTERSWEIG T. & SCHWENDT A. (1995): Die Quellen der Blockgletscher in den Niederen Tauern. – Bericht der wasserwirtschaftlichen Planung Nr. 78, Graz, S. 76.
- UNTERSWEIG, T. & SCHWENDT A. (1996): Blockgletscher und Quellen in den Niederen Tauern. – *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft* 87: 47–55.
- WAGNER T., PAURITSCH M. & WINKLER G. (2016): Impact of relict rock glaciers on spring and stream flow of alpine watersheds: Examples of the Niedere Tauern Range, Eastern Alps (Austria). – *Austrian Journal of Earth Sciences* 109/1: 84–98. doi:10.17738/ajes.2016.0006.
- WOLFRAM G., DONABAUM K. & DOKULIL M. (2015): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil B 2 – Phytoplankton.

Anschriften  
der AutorInnen

Dr. Jochen Schlamberger, Kathrin Mikula, BSc, MSc, Mag. Gabriele Wieser, Mag. Sibylle Krassnitzer, Mag. Markus Reichmann, Mag. Barbara Joham, Michael Schönhuber, MSc, Dr. Roswitha Fresner, Mag. Maria Friedl, Dr. Max Konar. Amt der Kärntner Landesregierung, Abt. 8, Uabt. Geologie und Gewässermonitoring, Flatschacherstraße 70, 9020 Klagenfurt am Wörthersee

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [209\\_129](#)

Autor(en)/Author(s): Schlamberger Jochen, Mikula Kathrin, Wieser Gabriele, Krassnitzer Sybille, Reichmann Markus, Joham Barbara, Schönhuber Michael, Fresner Roswitha, Friedl Maria, Konar Max

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Wasserqualität und Gewässergüte im Einflussbereich eines Blockgletschers am Falkert 159-182](#)