

Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen  
Modul 05 – Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-  
Catchments der alpinen Zone: Aufnahmen 2021

## IMPRESSUM

forschungsraum

Langzeitmonitoring von Ökosystemprozessen

Modul 05 – Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-Catchments der alpinen Zone: Aufnahmen 2021

Projektleitung und Koordination:

Ao. Univ-Prof. Leopold Füreder, Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

Für den Inhalt verantwortlich:

Ao. Univ-Prof. Leopold Füreder, Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

Georg H. Niedrist, Ph.D., Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

Vanessa Semino, Institut für Ökologie, Universität Innsbruck

Titelbild: kleines Fließgewässer- Einzugsgebiet im Untersulzbachtal. Foto: Vanessa Semino

Trotz gebotener Sorgfalt können Satz- und Druckfehler nicht ausgeschlossen werden.

Zitiervorschlag: Füreder, L., V. A. Semino, G. H. Niedrist. 2021. Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-Catchments der alpinen Zone – Aufnahmen 2021. In: Langfristige Ökosystembeobachtung im Nationalpark Hohe Tauern. Nationalpark Hohe Tauern.

Weblink: [http://www.parcs.at/npht/mmd\\_fullentry.php?docu\\_id=43298](http://www.parcs.at/npht/mmd_fullentry.php?docu_id=43298)

Innsbruck, November 2021

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Tätigkeiten 2021</b> .....	<b>1</b>
2.1	Feldarbeiten.....	1
2.2	Analyse der entnommenen Proben.....	3
2.3	Zusätzliche Datenanalyse.....	3
<b>3</b>	<b>Statusbericht 2021</b> .....	<b>4</b>
3.1	Qualität Datenerhebung und Messgeräte .....	4
3.2	Trockenfallen der kleinen Gewässer .....	4
3.3	Wassertemperatur .....	4
3.4	Laufende Analysen.....	5
<b>4</b>	<b>Referenzen</b> .....	<b>6</b>



# 1 Einleitung

Im Rahmen des Langzeit-Monitoring im Nationalpark Hohe Tauern zur langfristigen, systematischen Beobachtung von Ökosystemprozessen befasst sich das Modul 05 mit der Aufnahme und Analyse von hydrologischen, chemischen und biologischen Signalen in kleinen Fließgewässern und in deren Einzugsgebieten, sogenannten Micro-Catchments (MC), in der alpinen Zone. Basierend auf den festgestellten Schwankungsbreiten der unterschiedlichen Parameter während der Startphase dieses Projektes (Füreder, Niedrist & Lanzer, 2019a,b) wurden verschiedene Beobachtungsintervalle für hydrologische, chemische und pflanzliche biologische Signale (kontinuierliche Aufzeichnungen und jährliche Messungen mitsamt Quantifizierung der Primärproduzenten vor Ort) und für tierische biologische Signale (Aufnahmen der tierischen Lebensgemeinschaften im 3-Jahres-Rhythmus) festgelegt.

Durch kontinuierliche Aufzeichnung ausgewählter abiotischer Parameter wird gewährleistet, dass die tägliche und jahreszeitliche Variabilität von hydrologischen Schlüsselfaktoren (Wassertemperatur, Wasserganglinie, evtl. Trockenfallen) erfasst wird und dass längerfristige Änderungen wasserchemischer Parameter erfasst werden. Aufgrund der Bedeutung des Aufwuchses zur Beurteilung der Nahrungsverfügbarkeit für tierische Lebensgemeinschaften in diesen hochgelegenen Gewässern (Niedrist & Füreder, 2017) und auch seiner guten Indikatorfunktion hinsichtlich der Reaktion auf Nährstoffe, wird auch dies im jährlichen Rhythmus aufgenommen und analysiert. Im Jahr 2021 wurden neben den abiotischen Bedingungen und dem Aufwuchs auch die aquatischen, tierischen Lebensgemeinschaften in den Fließgewässern erhoben.

Der vorliegende Bericht beschreibt die erfolgten Tätigkeiten der Erhebungen vor Ort, den bereits abgeschlossenen und noch durchzuführenden Analysen im Labor.

## 2 Tätigkeiten 2021

### 2.1 Feldarbeiten

Im August und September 2021 fanden die jährlichen Feldarbeiten statt, welche im Methodenhandbuch ausführlich beschrieben sind (Füreder, Lanzer & Niedrist, 2019a). Dabei wurden an jedem Gewässer der drei Einzugsgebiete (Micro-Catchments) folgende Tätigkeiten durchgeführt:

- Tausch der installierten Messgeräte (Temperaturlogger und Drucksonden) und Überprüfung der installierten Gehäuse und Sicherungen (welche gegebenenfalls repariert oder gewartet wurden).
- Entnahme von Wasserproben (am oberen und unteren Ende des beobachteten Gewässerabschnitts, jeweils 2 Liter vormittags und nachmittags).
- Messung wasserchemischer Parameter vor Ort am oberen und unteren Ende des beobachteten Gewässerabschnitts (Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffsättigung, pH-Wert, Wassertemperatur und Leitfähigkeit vormittags und nachmittags).
- Messung hydrologischer Parameter vor Ort (Abfluss).
- Besammlung des Aufwuchses (Übertragung des Aufwuchses von Steinoberflächen auf Mikrofaser-Filter, GF/C, am oberen und unteren Ende des Gewässerabschnitts). Die Übertragung des Aufwuchses von 3 Steinoberflächen auf insgesamt 6 Filter dient einerseits der Quantifizierung des organischen bzw. anorganischen Materials und andererseits zur Feststellung der Chlorophyll-a Konzentration.
- Stichprobenartige Erhebung der Gemeinschaft auf den Steinen. Mithilfe des BenthosTorch (moldaenke, Deutschland) wurde die Gemeinschaft des Aufwuchses und die Dominanz wichtigster Gruppen (Cyanobakterien, Grünalgen und Kieselalgen) auf zehn zufällig gewählten Steinen aus jedem Gewässer-Standort quantifiziert.

- Besammlung tierischer Gemeinschaften. In jedem Gewässer wurden, wenn möglich, fünf Substrate (Megalithal, Makrolithal, Mesolithal, Mikrolithal und Moos) besammelt; die Tiere wurden mit 90%-Ethanol fixiert.
- Filtrieren von Wasser zur Feststellung des organischen und anorganischen Trübstoffgehalts der Gewässer (am oberen und unteren Ende des beobachteten Gewässerabschnitts, jeweils 6 Liter vormittags und nachmittags).

Vor August konnte aufgrund der Wettersituation und später Schnee-Ereignisse (Mai/Juni) sowie aufgrund personeller Ausfälle keine Feldarbeit durchgeführt werden. Dennoch wurden dann in den beiden anderen Untersuchungsperioden alle jährlich zu erfassenden Parameter aufgenommen, sodass keine Lücken im Monitoring zu verzeichnen sind.

Die Feldarbeiten in den drei Micro-Catchments (IN, SE, UN) fanden daher zwei Mal statt. Als Vorbereitung für die Feldarbeit wurden die Mitarbeiter:Innen jeweils in der Woche vor der Exkursion eingeschult und mit den Messgeräten, Handlungsabläufen und Sicherheitsmaßnahmen für eine sichere Ausführung der Feldarbeit im hochalpinen Gelände vertraut gemacht. Zudem wurden nötige vorbereitende Arbeiten durchgeführt (u.a. Filter muffeln und wiegen, Wasserchemie-Flaschen reinigen, Logger programmieren und starten, Geräte warten und Einsatzfähigkeit testen, strategische Vorbereitung der Durchführung).

Die erste Erhebung der Daten erfolgte vom 23.08.2021-26.08.2021. Trotz zweimaliger Anreise, konnte in dieser ersten Runde das Untersulzbachtal (UN) (un-)wetterbedingt nicht beprobt werden. Die zweite Erhebung erfolgte zwischen 05.09.2021-07.09.2021 (hier war auch eine Bereisung des Untersulzbachtals möglich). Bei dieser zweiten Erhebung lag jedoch das Seebachtal (SE) trocken, weshalb dort keine wasserbezogenen Daten erhoben werden konnten (jedoch wurden die Logger ausgelesen, gewartet, und - wenn notwendig - repariert).



Abbildung 1: Die filtrierte Feststoffe (3 Parallelfiter mit jeweils 2 Liter filtrierte Wasser) wurden im Labor getrocknet, gewogen, verascht (450°C) und wieder gewogen, um die organischen und anorganischen Anteile zu quantifizieren. Foto: V. Semino.



## 2.2 Analyse der entnommenen Proben

Die wasserchemischen Analysen wurden gleich anschließend an die Feldarbeiten im Gewässerlabor des Institutes für Ökologie durchgeführt. Die entnommenen Wasserproben wurden in der Zwischenzeit kühl und dunkel gelagert (in Kühlboxen während dem Transport und bei 4 °C in der Kühlkammer bis zur Analyse). Als wichtige Parameter wurden Leitfähigkeit (ÖNORM EN 27888, 1993), Alkalinität, Konzentrationen von Ionen (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> (ÖNORM EN ISO 11885, 2009), Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> (ÖNORM EN ISO 10304, 2007), Silizium, ausgewählte Nährstoffe (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, gelöster Stickstoff (DN)), gelöster und gesamter Phosphor und gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) (ÖNORM EN 1484, 2009) analysiert.

Die Quantifizierung des organischen Materials im Aufwuch und als Teil der Trübstoffe im Wasser wurden mittels Gewichtsverlustmethode (Heiri, Lotter & Lemcke, 2001) quantifiziert, wobei – nach Abzug des individuellen Filtergewichts - die Dichte (mg/cm<sup>2</sup>) oder Konzentration (mg/L) berechnet wurde. Dank der Unterscheidung zwischen organischem und anorganischem Anteil kann zwischen biotischen Entwicklungen (Änderungen des Biofilm-Wachstums) und abiotischen Änderungen (z.B. Veränderung von Bodenerosion und Trübstoffkonzentration) unterschieden werden.

Die Chlorophyll-a-Konzentration im Aufwuch und als Teil der Trübstoffe im fließenden Wasserkörper wird mittels Spektrophotometer (U-2000, Hitachi, Japan) analysiert. Dabei wird, wie bisher, die photospektrometrische Versauerungsmethode nach Lorenzen angewandt (Lorenzen, 1967). Bis zur Durchführung der Analysen bleiben die Filter lichtdicht verpackt und im gefrorenen Zustand. Die Konzentration wird wie bisher in mg/L (für Trübstoff-Anteil) oder mg/cm<sup>2</sup> (für Aufwuchs) angegeben. Diese Analysen werden in den Institutslaboren über die Wintermonate 2021/22 durchgeführt.

Die tierischen Gemeinschaften werden vom restlichen Probenmaterial getrennt, nach Tiergruppen sortiert, auf Art- oder Artgruppen-Niveau bestimmt und gezählt. Da es sich hierbei um besondere tierische Spezialisten mehrerer Insekten-Familien handelt, ist eine Art-Bestimmung unumgänglich. Dies kann nur unter Zuhilfenahme spezieller taxonomischer Anleitungen (z.B. Rossaro, 1982; Schmid, 1993; Janecek, 1998; Rossaro & Lencioni, 2015 für die Dipteren-Familie Chironomidae, zahlreiche andere Bestimmungsbeihilfe für die übrigen Invertebratenordnungen) und verschiedener Präparationen unter dem Mikroskop (Kopf und Extremitätenpräparat mithilfe Euparal) bewerkstelligt werden. Da dieses Wissen einer ständigen Entwicklung unterliegt und einer Anleitung bedarf, sind mehrere Bearbeiter im Team beteiligt. Abschließend werden alle Arten mittels vergleichbarer Abundanz (Besiedlungsdichte; Individuen pro m<sup>2</sup>) ausgedrückt. Das restliche Material aus diesen Proben wird ebenfalls getrocknet, gewogen, verascht (450°C) und anschließend nochmals gewogen, um die organischen und anorganischen Anteile zu quantifizieren. Es handelt sich hier um die Quantifizierung (g pro m<sup>2</sup>) verfügbarer Nahrung für Zerkleinerer und (mikrobieller) Zersetzer dieser Gewässerlebensräume.

## 2.3 Zusätzliche Datenanalyse

Der Abfluss aller Gewässer wurde aus den vor Ort erhobenen Daten (Tiefenmessung mitsamt Fließgeschwindigkeiten) mittels zusammengesetzter Mittelpunktsregel berechnet. Die ausgelesenen Temperaturmesswerte und Druckwerte werden auf Plausibilität geprüft und an die bisherigen kontinuierlichen Datenreihen angefügt. Zusätzlich werden Tagesmittelwerte berechnet.



### 3 Statusbericht 2021

#### 3.1 Qualität Datenerhebung und Messgeräte

Der Datenlogger IN-07 ist ausgerissen, wurde aber im Zuge der Feldarbeit ersetzt. Ansonsten waren alle Datenlogger und Pegelmessgeräte in den Gewässern der drei Micro-Catchments vorhanden. Die ausgetauschten Datenlogger zeichneten ohne erkennbare Lücken oder Störungen die stündlichen Wassertemperaturen auf.

#### 3.2 Trockenfallen der kleinen Gewässer

Das Seebachtal (SE) führte beim ersten Besuch Wasser, im September lag das Gewässer jedoch trocken und konnte daher nicht nocheinmal beprobt werden.

Im weiteren Verlauf des Projektes wird die Wasserganglinie laufend überprüft, um die Zeitpunkte des Trockenfallens feststellen zu können. Diese sollen anschließend mit relevanten meteorologischen Bedingungen (z.B. Niederschlag) verknüpft werden und mit den aufgezeichneten Wassertemperaturen auf Plausibilität geprüft werden.

#### 3.3 Wassertemperatur

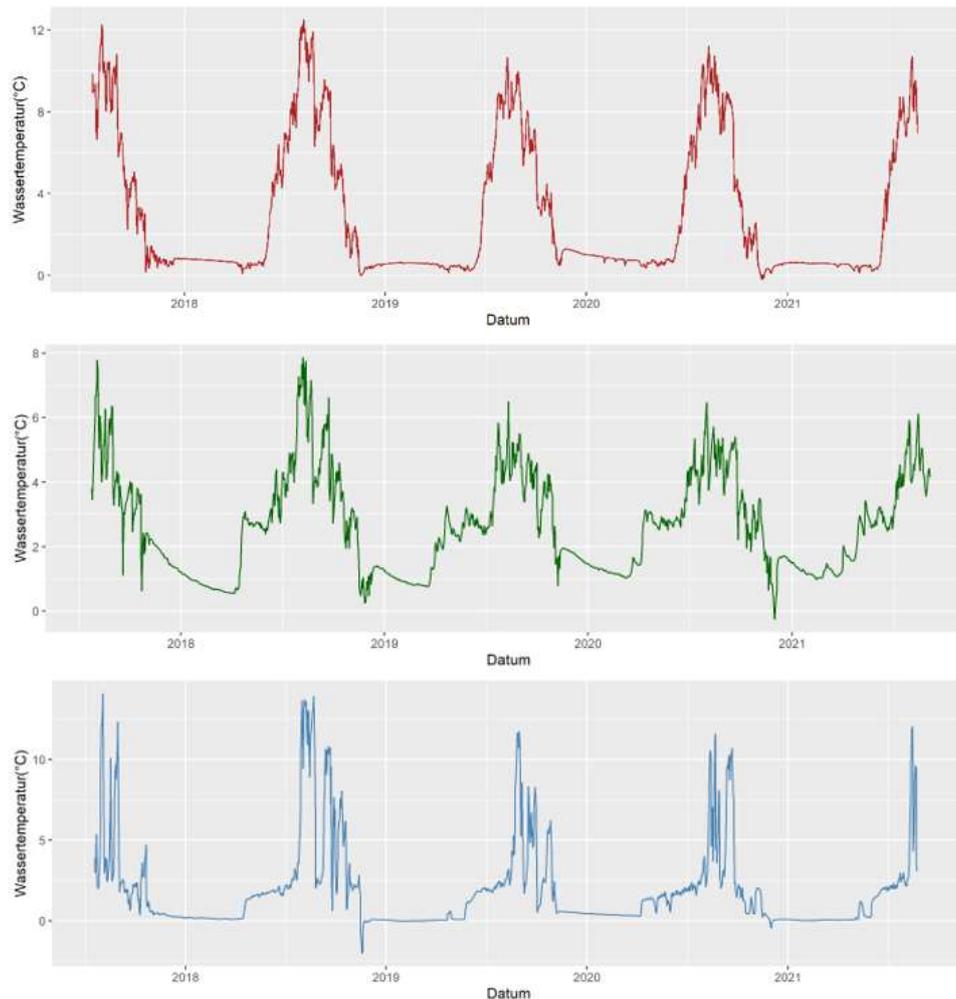


Abbildung 2: Verlauf der Wassertemperatur (tägliche Mittel) in den Gewässern der Micro-Catchments IN-(rot), SE-(blau) und UN-(grün).

Die Wassertemperatur wurde ganzjährig kontinuierlich aufgezeichnet (alle 60 Minuten eine Messung). Diese gemittelten Tagestemperaturen (n=24) unterschieden sich in allen drei Einzugsgebieten zwischen den jeweiligen Probestellen kaum. Im Verlauf der bisherigen Aufzeichnungen (2017-2021) wurde in allen Gewässern ein negativer Trend der maximalen sommerlichen Wassertemperaturen festgestellt, die sommerlichen Wassertemperaturen der Jahre 2017 und 2018 waren in allen Micro-Catchments höher als die der darauffolgenden Jahre. Dieser herauszulesende negative Trend sommerlicher Wassertemperaturen (siehe Abbildung 3) entspricht jedoch nicht der kürzlich aufgezeigten schnellen Erwärmung alpiner Fließgewässer (Aufzeichnungen von 2010 bis 2018, Niedrist & Füreder, 2020). In den winterlichen Wassertemperaturen kann im Micro-Catchment UN ein leichter positiver Trend festgestellt werden, in den anderen Einzugsgebieten blieb diese stets unter 0,6°C (Abbildung 3). Im Zuge des Projektes werden diese ersten Eindrücke zum Verlauf der winterlichen Wassertemperaturen mit der Fachliteratur in Verbindung gebracht, um allgemeine Aussagen treffen zu können.

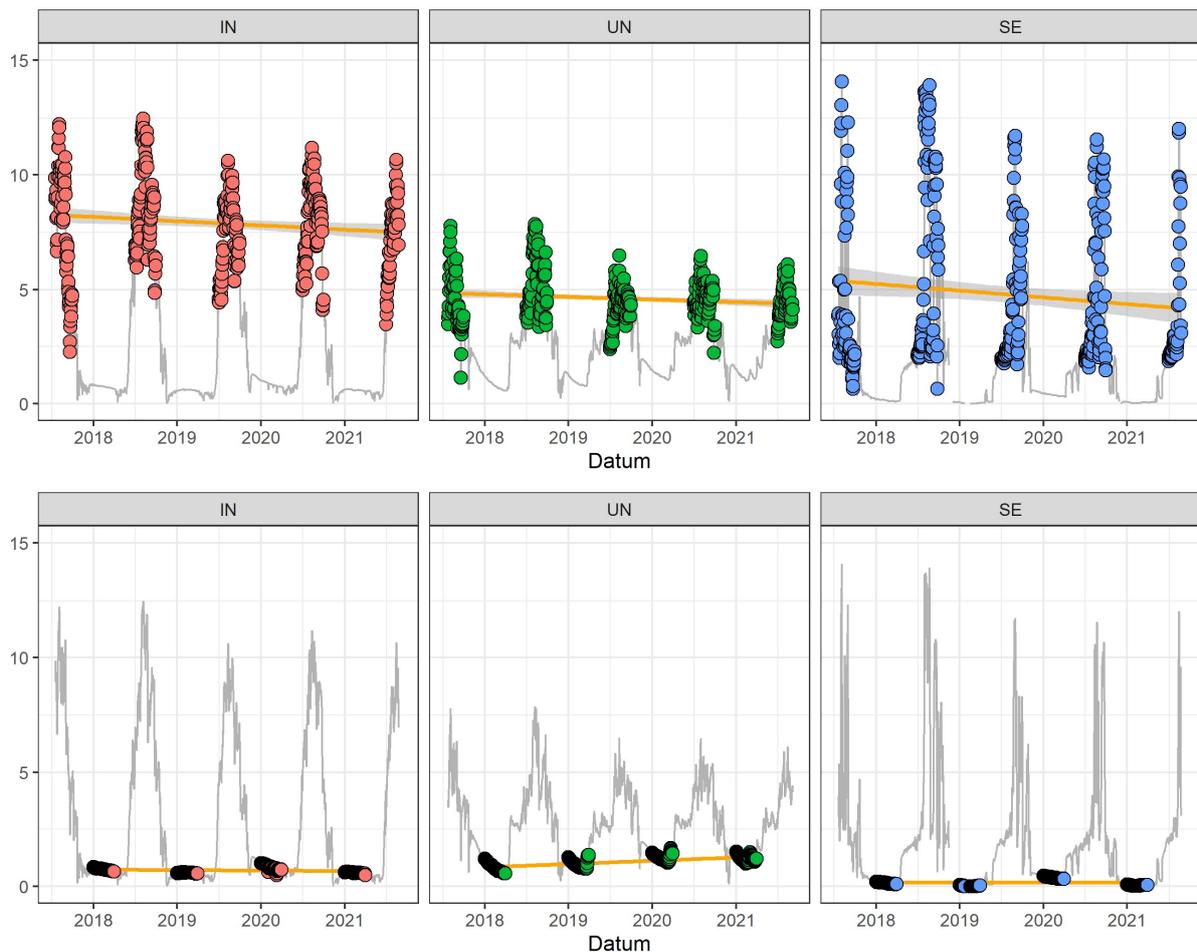


Abbildung 3: Hervorhebung sommerlicher (oben, von Juli bis September) und winterlicher (unten, von Jänner bis März) Tagesmitteltemperaturen der drei Gewässer. Die orangenen Linien beschreiben den Verlauf der jeweiligen Temperaturen in jedem Micro-Catchment (lineare Modelle). Die y-Achse stellt die Temperatur (in °C) dar, die Markierungen der x-Achse stellen den jeweiligen 1. Jänner dar.

### 3.4 Laufende Analysen

Über die nächsten Monate werden die wasserchemischen Analysen vom Labor im Institut für Ökologie eingeholt, die Chlorophyll-a-Messung am Photospektrometer durchgeführt und die biotische Gemeinschaft determiniert. Aufgrund der Vielfältigkeit (mit Spezialisten unterschiedlicher Insektenfamilien) sind mehrere Bearbeiter:Innen daran beteiligt. Die bestimmten Arten werden mit lokalen und öffentlichen Datenbanken (FAA, Fauna Aquatica Austriaca)

abgeglichen (Qualitätskontrolle), evtl. Unklarheiten werden intern durchbesprochen bzw. anhand der Präparate überprüft.

Zudem werden die Daten mit früheren Aufnahmen zusammengeführt, um eine Gesamtauswertung zu ermöglichen bzw. die zwischenjährliche Variabilität berücksichtigen zu können. Nach der Bestimmung und Kontrolle der tierischen Gemeinschaften erfolgt eine Zusammenschau der abiotischen und biotischen Daten, Vergleiche zwischen den Einzugsgebieten, und mögliche weiterführende Analysen (was allerdings von den endgültigen Ergebnissen abhängt). In den Wintermonaten werden mehrere Manuskripte zur Publikation in der Gruppe und auch im Gesamtprojekt vorbereitet (z.B. Entwicklung der Wassertemperatur kleiner alpiner Fließgewässer).

Zusammen mit der NP-Verwaltung wird an einem Datenmanagementplan gearbeitet.

## 4 Referenzen

- Füreder L., Lanzer M. & Niedrist G.H. (2019a). *Modul 05: Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-Catchments der alpinen Zone - Methoden-Handbuch*. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Austria.
- Füreder L., Niedrist G.H. & Lanzer M. (2019b). Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-Catchments der alpinen Zone - Endbericht. In: *Langfristige Ökosystembeobachtung im Nationalpark Hohe Tauern*. p. 53. Nationalparkrat Hohe Tauern, Mittersill, Austria.
- Heiri O., Lotter A.F. & Lemcke G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology* **25**, 101–110. <https://doi.org/10.1023/A:1008119611481>
- Janecek B.F.R. (1998). Fauna Aquatica Austriaca - Taxonomie und Ökologie aquatischer wirbelloser Organismen - Teil V, Diptera: Chironomidae (Zuckmücken). Fauna Aquatica Austriaca.
- Lorenzen C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: Spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* **12**, 343–346. <https://doi.org/10.4319/lo.1967.12.2.0343>
- Niedrist G.H. & Füreder L. (2021). Real-time warming of Alpine streams: (re)defining invertebrates' temperature preferences. *River Research and Applications* **37**, 283–293. <https://doi.org/10.1002/rra.3638>
- Niedrist G.H. & Füreder L. (2017). Trophic ecology of alpine stream invertebrates: Current status and future research needs. *Freshwater Science* **36**, 466–478. <https://doi.org/10.1086/692831>
- ÖNORM EN 1484 (2009). *Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von Kohlenstoff. (ISO 11885: 2007)*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN 27888 (1993). *Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit (ISO 7888: 1985)*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 10304 (2007). *Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von gelösten Anionen mittels Flüssigkeits-Ionenchromatographie Teil 1: Bestimmung von Bromid, Chlorid, Fluorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat und Sulfat. (ISO 10304-1: 2007)*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- ÖNORM EN ISO 11885 (2009). *Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)*. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.
- Rossaro B. (1982). *Chironomidi, 2. (Diptera: Chironomidae: Orthocladiinae)*. Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Verona.
- Rossaro B. & Lencioni V. (2015). A key to larvae of species belonging to the genus *Diamesa* from Alps and Apennines (Italy). *European Journal of Environmental Sciences* **5**, 62–79. <https://doi.org/10.14712/23361964.2015.79>
- Schmid P.E. (1993). A key to the larval Chironomidae and their instars from Austrian danube region streams and rivers with particular reference to a numerical taxonomic approach. Part I. *Diamesinae, Prodiamesinae and Orthocladiinae*. *Wasser und Abwasser Suppl.* **3**, 1–514



Herausgeber:  
Nationalparkrat Hohe Tauern  
Kirchplatz 2, 9971 Matri  
Tel.: +43 (0) 4875 / 5112 | E-Mail: [nationalparkrat@hohetauern.at](mailto:nationalparkrat@hohetauern.at)

[www.hohetauern.at](http://www.hohetauern.at)