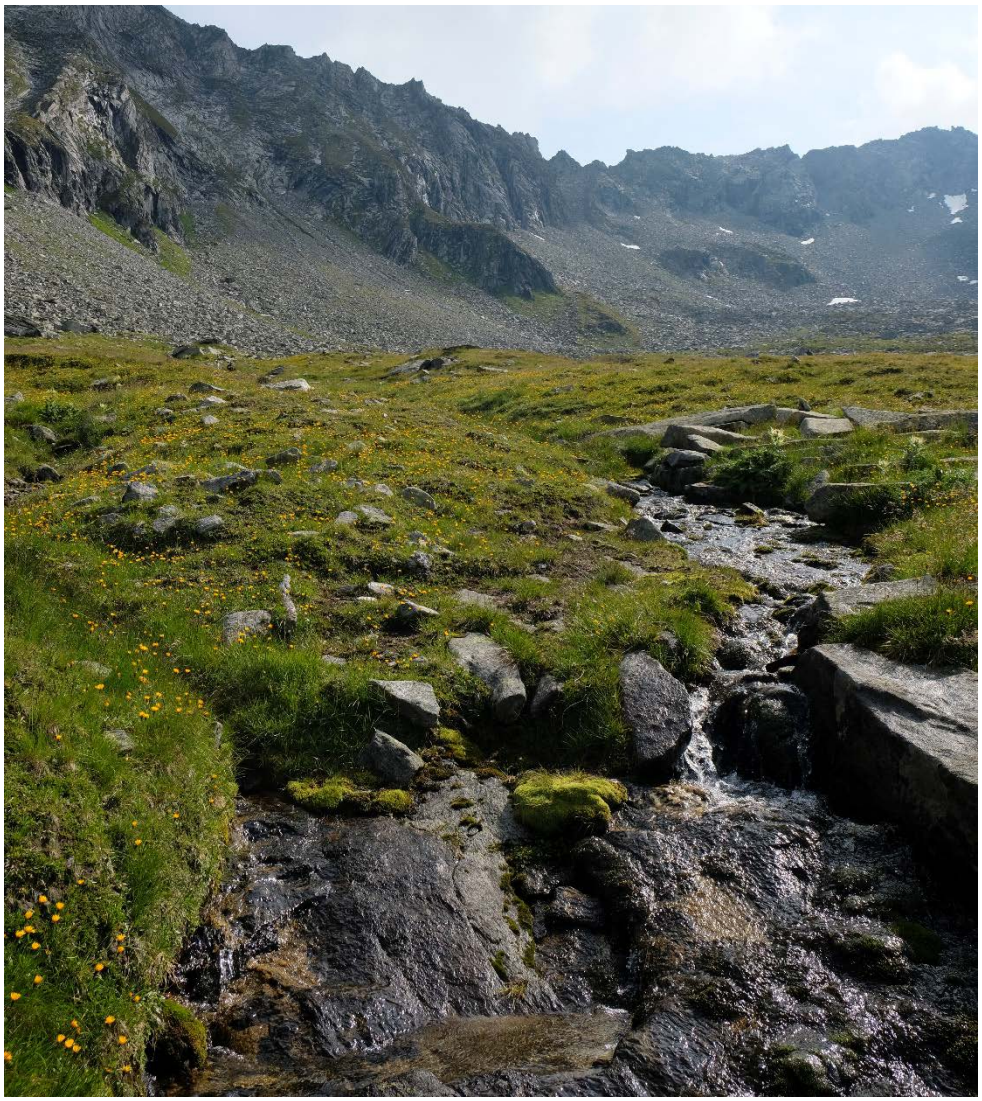
Monitoring- und Forschungsprogramm zur langfristigen, systematischen Ökosystembeobachtung im Nationalpark Hohe Tauern

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



Kurzbericht zur Aufnahme und Analyse 2019

Projektleiter:
Univ.-Prof. Dr. Leopold Füreder

Autoren:
Leopold Füreder und Georg H. Niedrist

River Ecology and Conservation, Institut für Ökologie, Universität Innsbruck
Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck

Innsbruck, 11.12.2019

Nationalpark Hohe Tauern

Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus

Inhalt

Abbildungsverzeichnis 2
Einleitung 3
Durchgeführte Arbeiten und Methoden 3
Abiotische Situation im Jahr 2019 5
Wassertemperatur 5
Abfluss 6
Trübstoffe 7
Interpretation der Messwerte 9
Literatur 10

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Trüb- und Feststoffanalysen der Gewässer jedes Micro-Catchments wurden im Längsverlauf (oberste und unterste Probenstelle), als auch im zeitlichen Verlauf (vormittags und nachmittags) erhoben. Dazu wurden insgesamt 96 Liter Wasser gefiltert und anschließend im Labor mittels Gewichtsverlustmethode analysiert. Bild: Georg Niedrist. 4
Abbildung 2. Gesamter und paarweiser Vergleich der Wassertemperaturen entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 5
Abbildung 3. Gesamter und paarweiser Vergleich des Abflusses an den Beprobungsterminen entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 6
Abbildung 4. Das Gewässer im Micro-Catchment SE (Seebachtal) war im August ausgetrocknet. Im Bild links: in diesem Gewässer wurden die Datenlogger ausgelesen und erneuert. Foto: Georg Niedrist. 6
Abbildung 5. Gesamter und paarweiser Vergleich der Trübstoffe entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 7
Abbildung 6. Der Aufwuchs auf den Steinen (bestehend hauptsächlich aus Cyanobakterien, Kieselalgen, und Braunalgen) wurde abgebürstet und auf Filter übertragen, um anschließend den Gehalt an organischem Material und der Konzentration an Chlorophyll a (pro cm²) zu quantifizieren. Diese Daten ermöglichen Vergleiche der Primärproduktion a) zwischen den im Langzeitmonitoring beobachteten Gewässerlebensräume der Micro-Catchments, b) innerhalb derselben Micro-Catchments in longitudinaler Entfernung (Unterschiede zwischen oben und unten, welcher Vergleich Rückschlüsse auf die Zehrung/Produktion im Gewässerverlauf zulässt), und c) innerhalb derselben Micro-Catchments über längere Zeiträume. Foto: Georg Niedrist. 7
Abbildung 7. Gesamter und paarweiser Vergleich der Nitratkonzentration (mg/Liter) entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 8
Abbildung 8. Gesamter und paarweiser Vergleich der Leitfähigkeit des Wassers entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 9
Abbildung 9. Gesamter und paarweiser Vergleich des Sulfatgehalts des Wassers entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags). 9

Einleitung

Im Rahmen des Langzeitmonitoring Projektes im Nationalpark Hohe Tauern zur langfristigen, systematischen Ökosystembeobachtung befasst sich das Modul 05 mit der Aufnahme und Analyse von hydrologischen, chemischen und biologischen Signalen in Mikro-Catchments (MC) der alpinen Zone. Ziel ist es, Stoffflüsse in diesen sehr kleinen Einzugsgebieten zu beleuchten und die räumlichen sowie zeitlichen Änderungen in der Wasserchemie, der Nähstoffverfügbarkeit und die Zusammensetzung der Makrozoobenthosgemeinschaften zu untersuchen. Während in der Anfangsphase dieses Projektteils (Füreder et al. 2019b) die Grundlagen für diese Langzeitbeobachtung geschaffen wurden, indem die Varianz mehrerer Umweltparameter innerhalb weniger Jahre aber unterschiedlicher Saisonen eingegrenzt wurde, dient die Weiterführung des Projektes der Langzeitdatenerhebung, welche notwendig ist, um in Folge Trends von Ökosystemprozessen zu erkennen.

Im Gegensatz zur Aufnahme der Lebensgemeinschaften, welche in einem mehrjährigen Rhythmus erhoben werden soll, erfolgen die Messungen der sogenannten abiotischen Umweltparameter in jährlicher Wiederkehr, um derzeitige rasant voranschreitende Umweltveränderungen in der Atmosphäre (Pepin et al. 2015, Hock et al. 2019) in und an den Gewässern der Micro-Catchment bestmöglich erfassen zu können.

Im Jahr 2019 erfolgte folglich eine Aufnahme der abiotischen Umweltbedingungen, welche in diesem Bericht dargestellt wird. Hier wird einerseits die Situation von Schlüsselparametern in den Gewässern der Micro-Catchments für das Jahr 2019 aufgezeigt, andererseits werden Vergleiche mit in der Anfangsphase eingegrenzten Bereiche pro Parameter (siehe Füreder et al. 2019) durchgeführt.

Durchgeführte Arbeiten und Methoden

Im August 2019 fand eine Feldetappe zur Durchführung der unbedingt notwendigen Arbeiten für ein Fortführen eines lückenlosen Langzeitmonitorings statt. Dabei wurden im Modul5 – Hydrologische, chemische und biologische Signale in Micro-Catchments der alpinen Zone von der Gruppe Füreder die unbedingt erforderlichen Tätigkeiten (Monitoring der abiotischen Bedingungen) durchgeführt (). Dabei wurden die in der Pilotphase berechneten Einzugsgebiete begutachtet und die entscheidenden Kenngrößen der Micro-Catchments und deren Fließgewässer erhoben bzw. die aufgezeichneten kontinuierlichen Daten ausgelesen. Zu diesen Kenngrößen gehören Abfluss, Sauerstoffkonzentration, und –Sättigung, pH-Wert, Leitfähigkeit, Trübstoffgehalt, als auch das Ausmaß an benthischem Aufwuchs. Nach den Feldarbeiten wurden im hydrochemischen Labor am Institut für Ökologie, Universität Innsbruck, hydrochemische Wasseranalysen durchgeführt. Im Gewässerlabor wurden der besammelte Aufwuchs (Biomasse und Chlorophyll *a*) und der Trübstoffgehalt des Wassers

quantifiziert. Alle fachgerecht erhobenen Analysedaten wurden digitalisiert und sind diesem Bericht angehängt.

In jedem Micro-Catchment und an jeder Messstelle wurden die installierten Temperaturmessgeräte ausgelesen und mit neuen Geräten ausgetauscht, um einerseits die Datensicherung zu garantieren und andererseits möglichen Ausfällen durch Defekte aufgrund langzeitlichem Betrieb vorzubeugen – und damit möglichen Datenverlust zu verhindern.

Abbildung 1. Trüb- und Feststoffanalysen der Gewässer jedes Micro-Catchments wurden im Längsverlauf (oberste und unterste Probenstelle), als auch im zeitlichen Verlauf (vormittags und nachmittags) erhoben. Dazu wurden insgesamt 96 Liter Wasser gefiltert und anschließend im Labor mittels Gewichtsverlustmethode analysiert. Bild: Georg Niedrist.

Tabelle 1. Auflistung der durchgeführten Tätigkeiten im Projektjahr 2019. Im Microcatchment SE (RWB – Römerwegbach) konnte im aufgrund fehlender Wasserführung keine Analysen durchgeführt werden. Hier wurden jedoch die Datenlogger ausgelesen und ausgewechselt.

Parameter	**IN** (SB – Salzbodenbach)	**SE** (RWB – Römerwegbach)	**UN** (USB – Untersulzbach)
Organischer Gehalt	1 x		1 x
Wassertemperatur Punktmessung + Aufzeichnung	1 x / durchgehend	durchgehend	1 x / durchgehend
Abfluss Punktmessung + Aufzeichnung	1 x / durchgehend	durchgehend	1 x / durchgehend
Wasserchemie Feld + Labor	1 x		1 x
Benthischer Aufwuchs	1 x		1 x
Trübstoffe	1 x		1 x
Chlorophyll-a	1 x		1 x

Die Methoden zur Aufnahme der oben angeführten Parameter orientieren sich den im Endbericht beschriebenen Herangehensweise (Füreder et al. 2019b, 2019a). Jedenfalls notwendig war eine Begehung in den Sommermonaten 2019, welche an folgenden Terminen geplant und durchgeführt wurde:

Vorbereitung der Feldarbeiten: 22.-23.08.2019

Micro-Catchment UN: Anreise, Feldarbeit, Abreise: 24.-26.08.2019

Micro-Catchment SE: Anreise, Feldarbeit, Abreise: 26.-27.08.2019

Micro-Catchment IN: Anreise, Feldarbeit, Abreise: 27.-28.08.2019

Abiotische Situation im Jahr 2019

Wassertemperatur

Entscheidender abiotischer Faktor für das Leben in Hochgebirgsgewässern ist die Wassertemperatur (Füreder 1999, Niedrist & Füreder 2016), diese wurde in allen Micro-Catchments aufgezeichnet. Die Aufzeichnungsgeräte waren intakt und die aufgezeichneten Datenreihen waren komplett. Die aufgezeichneten Wassertemperaturen vor Ort entsprachen den eingegrenzten Bereichen der Aufnahmen in den Vorjahren (Abbildung 1).

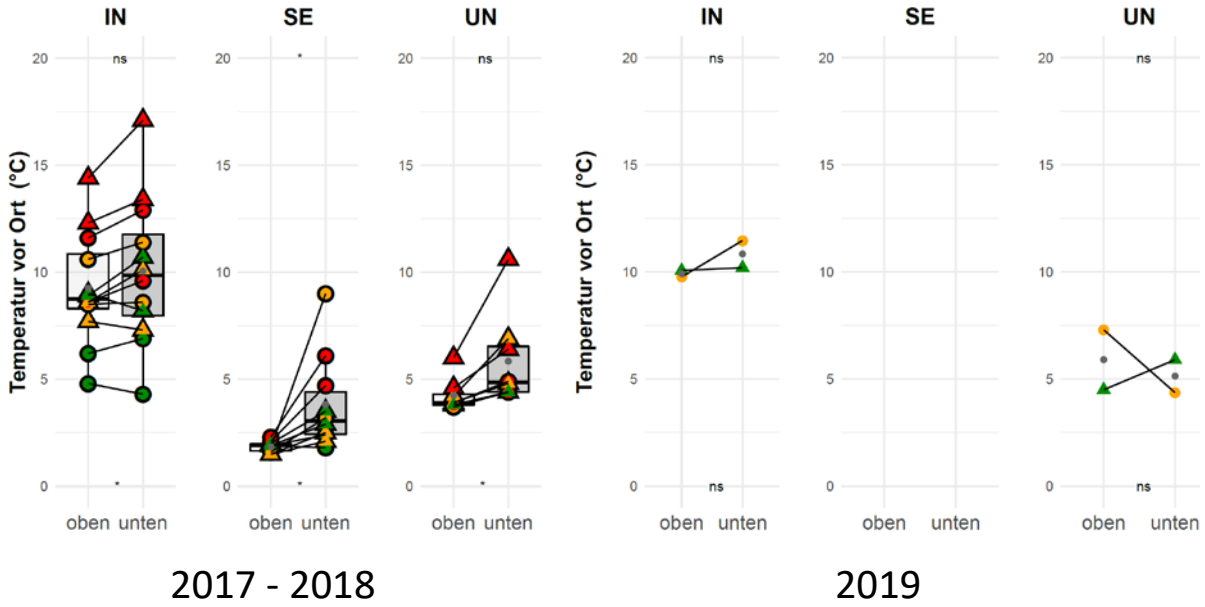


Abbildung 2. Gesamter und paarweiser Vergleich der Wassertemperaturen entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b)*, während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).*

Abfluss

Im Micro-Catchment SE (Seebachtal) war das Gewässer am Probetermin trocken bzw. wies keinen Abfluss auf (Abbildung 4), der Abfluss im Innergschlöß war höher als im Untersulzbachtal (Abbildung 3). Das Ausmaß der punktuellen Messungen (vormittags und nachmittags) lag in den in der Anfangsphase des Projektes eingegrenzten Bereichen (Abbildung 3, linke Abbildung).

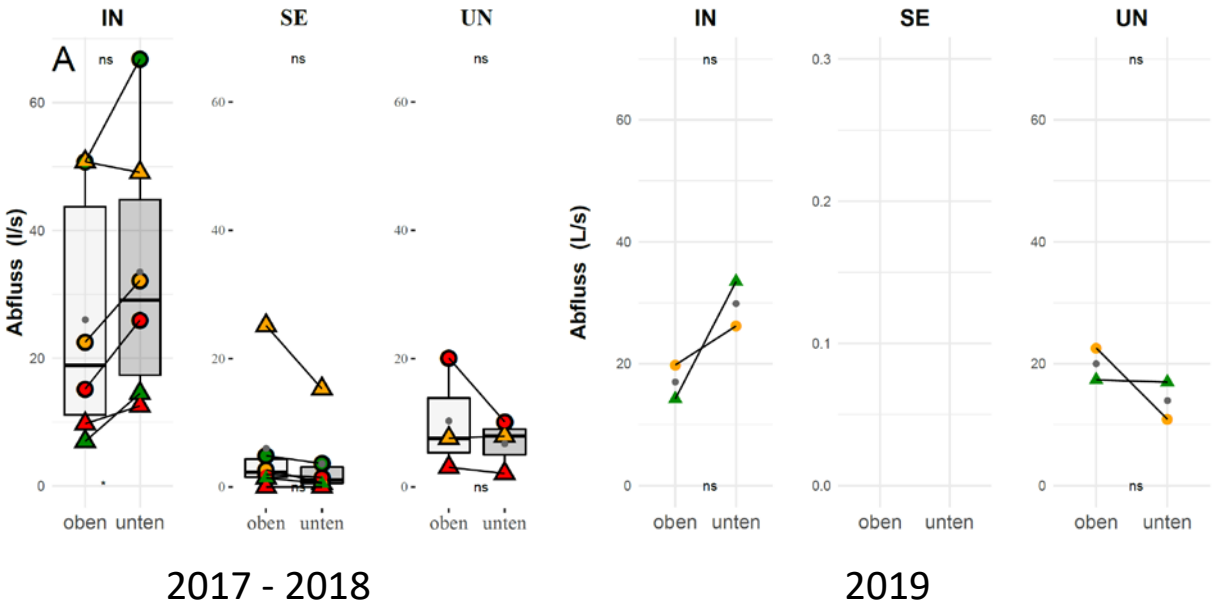


Abbildung 3. Gesamter und paarweiser Vergleich des Abflusses an den Beprobungsterminen entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b)*, während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).*

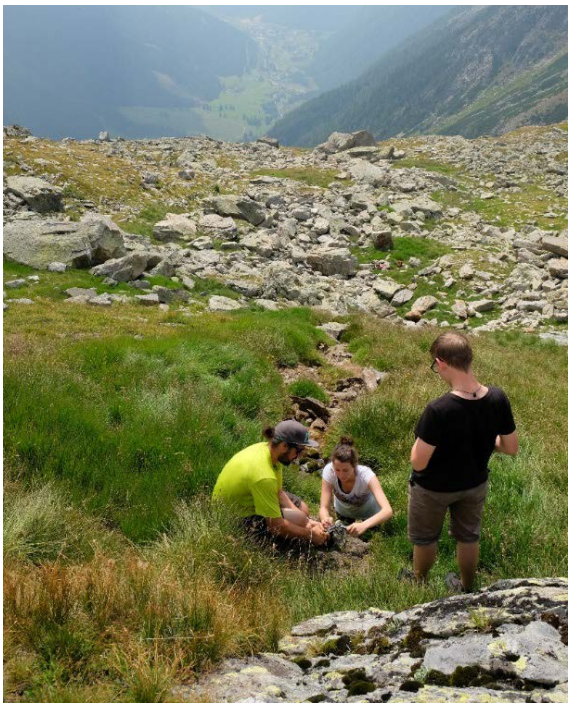
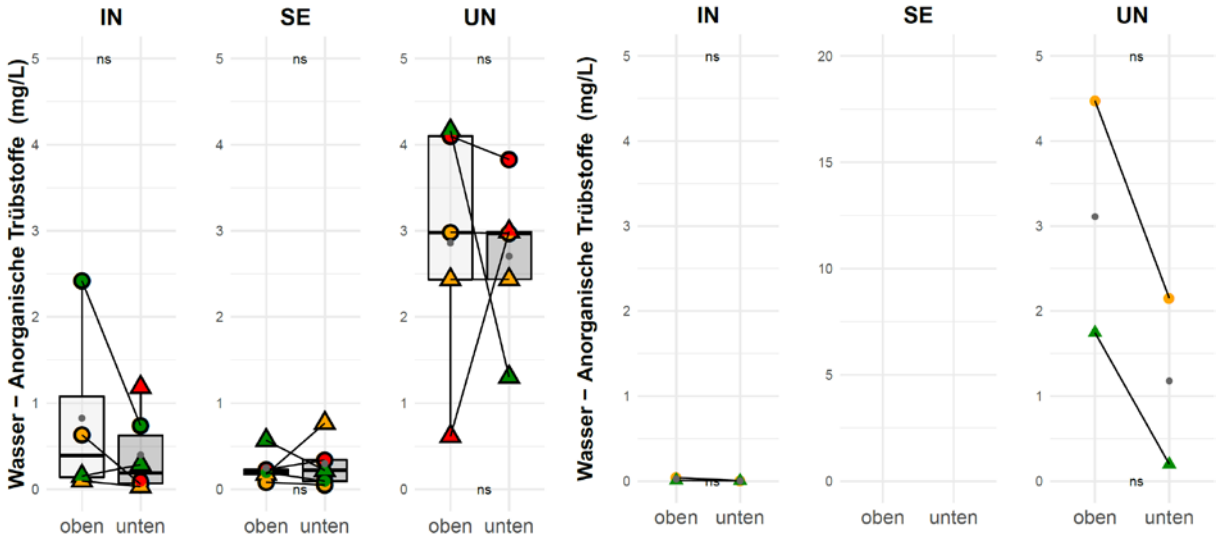


Abbildung 4. Das Gewässer im Micro-Catchment SE (Seebachtal) war im August ausgetrocknet. Im Bild links: in diesem Gewässer wurden die Datenlogger ausgelesen und erneuert. Foto: Georg Niedrist.

Trübstoffe



2017 - 2018 2019

Abbildung 5. Gesamter und paarweiser Vergleich der Trübstoffe entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b), während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).

Abbildung 6. Der Aufwuchs auf den Steinen (bestehend hauptsächlich aus Cyanobakterien, Kieselalgen, und Braunalgen) wurde abgebürstet und auf Filter übertragen, um anschließend den Gehalt an organischem Material und der Konzentration an Chlorophyll a (pro cm²) zu quantifizieren. Diese Daten ermöglichen Vergleiche der Primärproduktion a) zwischen den im Langzeitmonitoring beobachteten Gewässerlebensräume der Micro-Catchments, b) innerhalb derselben Micro-Catchments in longitudinaler Entfernung (Unterschiede zwischen oben und unten, welcher Vergleich Rückschlüsse auf die Zehrung/Produktion im Gewässerverlauf zulässt), und c) innerhalb derselben Micro-Catchments über längere Zeiträume. Foto: Georg Niedrist.

Im Vergleich zu anderen Gewässern transportieren die Gewässer der Micro-Catchments generell wenig Trübstoffe (Füreder & Niedrist 2018). Die anorganischen Trübstoffe waren im selben Verhältnis als in der Anfangsphase des Projektes (Füreder et al. 2019b), mit niedrigen Werten im Innergschlöß und höheren im Untersulzbachtal (Abbildung 4).

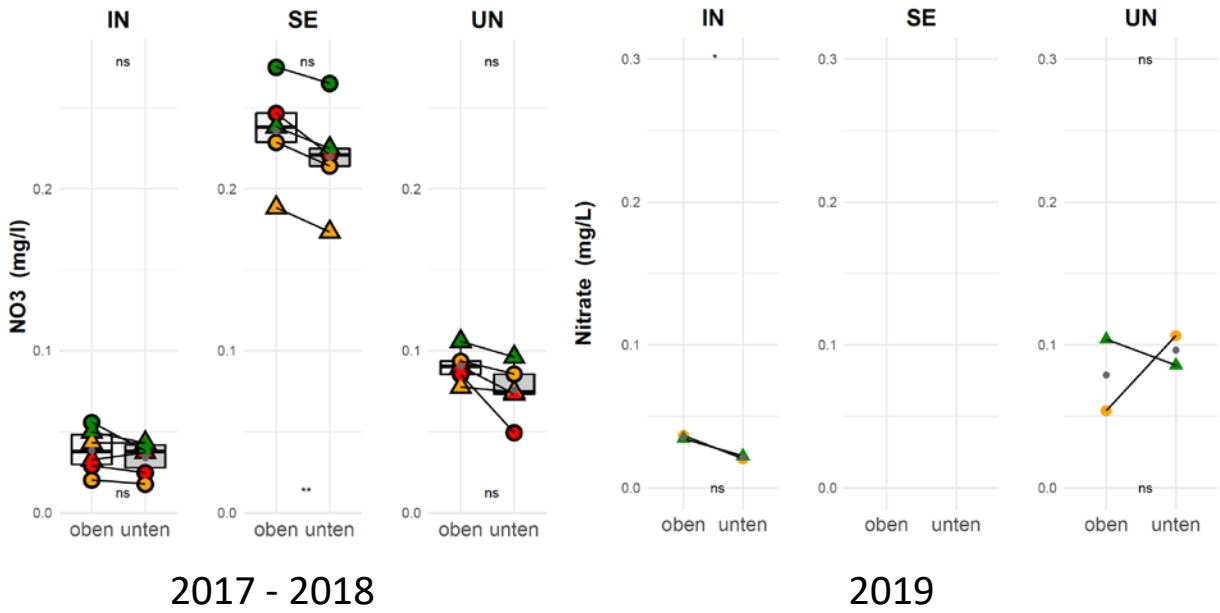


Abbildung 7. Gesamter und paarweiser Vergleich der Nitratkonzentration (mg/Liter) entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b)*, während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).*

Die wasserchemischen Analysen ergaben eine der Anfangsphase entsprechende Situation. Hier unterschieden sich die Gewässer vor allem im Nitratgehalt, mit den konstant höchsten Konzentrationen über die Jahre im Seebachtal, in der Leitfähigkeit mit höchsten Werten im Untersulzbachtal und in der Sulfatkonzentration.

Die Konzentration des wichtigsten Nährstoffes für Pflanzen, nämlich die Nitratkonzentration, lag zwischen 0.02 (IN) and 0.11 mg l^{-1} (UN) und damit auf einem ähnlichen Niveau (Abbildung 6) und im eingegrenzten Bereich der Anfangsphase des Projektes liegt (Füreder et al. 2019b).

Die Leitfähigkeit gilt als Indikator für Veränderungen des Ionenhaushalts, der Nährstoffkonzentration, und insgesamt der chemischen Verhältnisse im Gewässer. Während generelle Unterschiede von den geologischen Gegebenheiten und vorkommenden Bodenformen des Einzugsgebietes abhängen, sind relative Veränderungen dieses Indikators auf Veränderungen eines oder mehrerer chemischen Parameter rückführbar. Die Leitfähigkeit der Gewässer in den Micro-Catchments lag 2019 im in der Anfangsphase des Projektes eingegrenzten Bereiche (Füreder et al. 2019b) und war im Untersulzbachtal (UN) höher als im Innergschlöß (IN).

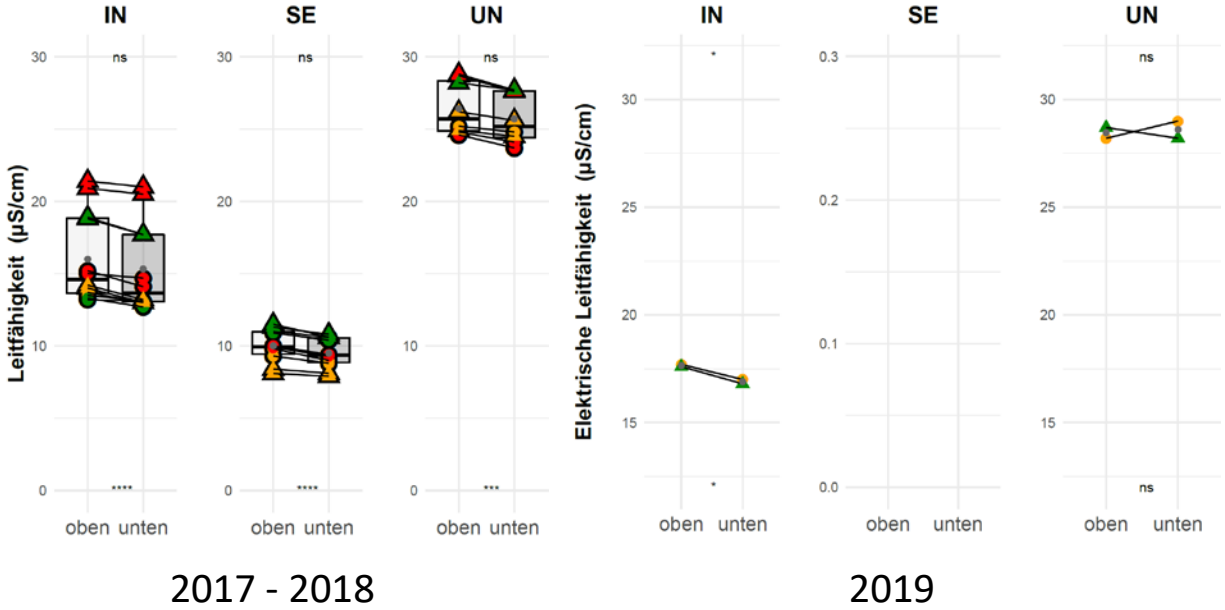


Abbildung 8. Gesamter und paarweiser Vergleich der Leitfähigkeit des Wassers entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b)*, während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).*

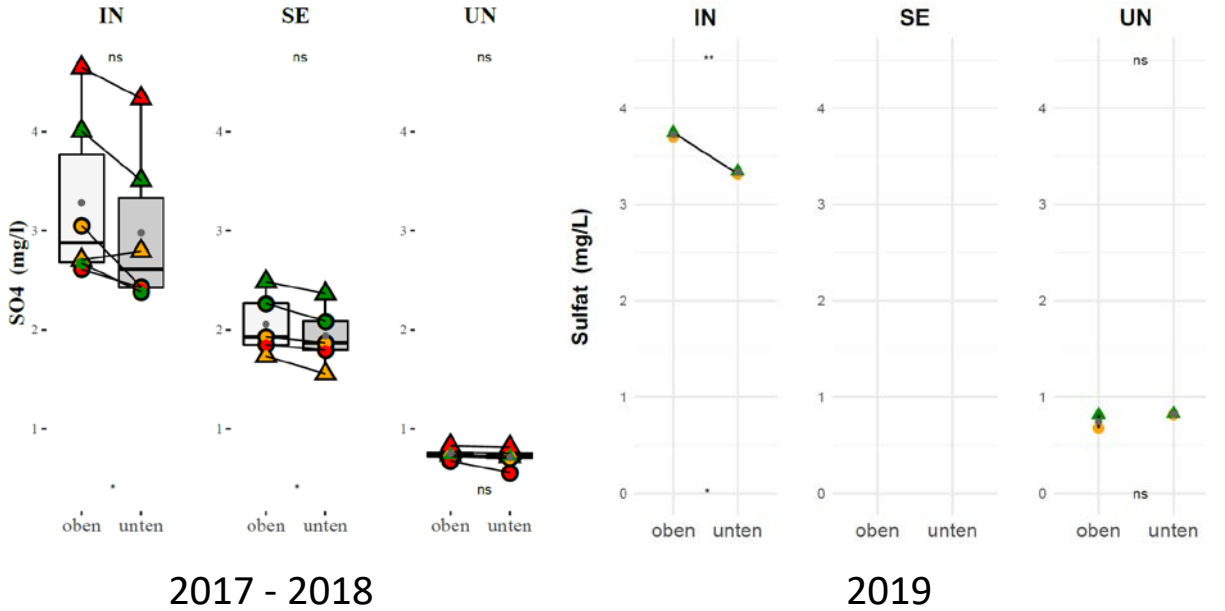


Abbildung 9. Gesamter und paarweiser Vergleich des Sulfatgehalts des Wassers entlang des longitudinalen Verlaufs der Gewässer (oben vs. Unten) im Innergschlöß (IN), Seebachtal (SE) und Untersulzbachtal (UN). Die linke Abbildung entspricht den Daten zwischen 2017 und 2018 mit unterschiedlichen Farben und Formen für Saisonen und Jahre (Füreder et al. 2019b)*, während die rechte Abbildung den selben Parameter während 2019 zeigt (grün = vormittags, gelb = nachmittags).*

Interpretation der Messwerte

Nahezu alle Messungen entsprachen den Bereichen, welche im Zuge der Anfangsphase des Projektes (v.a. 2017 – 2018) eingegrenzt wurden (Füreder et al. 2019b). Dies bestätigt, dass die nach der Anfangsphase identifizierten und u.a. in diesem Bericht aufgezeigten Parameter stabil scheinen und sich deshalb für eine Langzeitbeobachtung eignen.

Literatur

Füreder L. 1999. High alpine streams: cold habitats for insect larvae. Pages 181–196 *in* R. Margesin and F. Schinner (editors). Cold-Adapted Organisms. Springer, Berlin, Heidelberg.

Füreder L, Lanzer M, Niedrist G H. 2019a. Hydrologische, chemische und biologische Signale in Mikro-Catchments der alpinen Zone - Methodenhandbuch. Page 34 Langfristige Ökosystembeobachtung im Nationalpark Hohe Tauern. Nationalparkrat Hohe Tauern, Mittersill, Austria.

Füreder L, Niedrist G H. 2018. Gewässermonitoring Nationalpark Hohe Tauern - Endbericht. University of Innsbruck, Innsbruck.

Füreder L, Niedrist G H, Lanzer M. 2019b. Hydrologische, chemische und biologische Signale in Mikro-Catchments der alpinen Zone - Endbericht. Page 53 Langfristige Ökosystembeobachtung im Nationalpark Hohe Tauern. Nationalparkrat Hohe Tauern, Mittersill, Austria.

Hock R, Rasul G, Adler C, Cáceres B, Gruber S, Hirabayashi Y, Jackson M, Kääb A, Kang S, Kutuzov S, Milner A, Molau U, Morin S, Orlove B, Steltzer H. 2019. High Mountain Areas. Page 72 *in* H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, and N. M. Weyer (editors). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. IPCC, Genf, Switzerland.

Niedrist G H, Füreder L. 2016. Towards a definition of environmental niches in alpine streams by employing chironomid species preferences. Hydrobiologia 781:143–160.

Pepin N, Bradley R S, Diaz H F, Baraer M, Caceres E B, Forsythe N, Fowler H, Greenwood G, Hashmi M Z, Liu X D, Miller J R, Ning L, Ohmura A, Palazzi E, Rangwala I, Schöner W, Severskiy I, Shahgedanova M, Wang M B, Williamson S N, Yang D Q. 2015. Elevation-dependent warming in mountain regions of the world.