

## Was ist eine Quelle?



Abb 1: Quelle am Stuhlgraben im Jahr 1998 (Howein & Schröder 2006)

Eine Quelle ist ein "örtlich begrenzter Grundwasseraustritt, der zumindest zeitweise zu einem Abfluss führt" (Abb. 1). Nach dieser offiziellen Definition nach DIN (1994) verdienen diese Bezeichnung also weder Senken, in denen anstehendes Grundwasser ausspiegelt ohne einen Quellbach zu speisen, noch die vielen Gerinne in den Bergen, in denen nach Starkniederschlägen Oberflächenwasser-gespeister Abfluss stattfindet. Nach drei Merkmalen lassen sich Quellen von anderen Gewässertypen besonders gut abgrenzen:

(1) Ihre Wassertemperatur ist geprägt von Bedingungen im Grundwasserspeicher. Sie ist also im Sommer kühler als ihre Umgebung, im Winter aber wärmer, und sie schwankt im Jahresverlauf nur um wenige Grad (4 bis 6 C° zum Beispiel in der Quelle oberhalb der Schapbach-Alm auf 1200 m Meereshöhe). Die Austrittstemperatur entspricht in der Regel dem Jahresdurchschnitt der Außentemperatur an ihrem Austrittsort, was sogar in montanen Lagen dazu führt, dass Quellbereiche ganzjährig schneefrei bleiben. In Gebieten mit starker Schneebedeckung kann ihr Wasser im Winter im Dauerdunkel unter der Schneeschicht fließen. Nicht wenige Ausnahmen von der Durchschnittstemperatur-Regel finden sich allerdings in Karstgebieten wie den Berchtesgadener Bergen, wo Wasser aus hohen Berglagen durch Klüfte rasch in tiefere Lagen gelangen kann und hier in ungewöhnlich kalten Quellen zutage tritt. Einen Sonderfall stellen Thermalquellen dar, in denen erwärmtes Wasser aus tiefen Erdschichten an die Oberfläche gelangt. Beispiele finden sich nicht im Parkgebiet selbst, aber im nahegelegenen Salzburger Land (z.B. Bad Gastein). Beim Wasser der Berchtesgadener "Watzmanntherme" handelt es sich hingegen um künstlich (nicht geogen) erwärmtes Solewasser (Salzwasser).

(2) Ihre Schüttung ist über den Jahreslauf stabil und nicht oder nur geringfügig vom Gang der Niederschläge beeinflusst. Man kann sich das vorstellen wie den Abfluss einer Badewanne, der aufgrund seines Durchmessers unabhängig vom Füllungsstand eine bestimmte Menge Wasser austreten lässt. In diesem Bild ist die Wanne der Grundwasserspeicher, der an anderer Stelle durch Niederschlag kontinuierlich nachgefüllt werden muss. Wird die Niederschlagsspende zu gering, kann die Wanne zeitweilig leerlaufen und die gespeiste Quelle schüttet nur noch "temporär". Die Stabilität der Schüttung bewirkt, dass Gebirgsquellen im Unterschied zu Bergbächen keiner Katastrophendynamik mit Turbulenz und Geschiebetrieb unterliegen und dadurch einen oasenhaften Charakter gewinnen (Haseke & Pröll 2006).

(3) Die Beschaffenheit des Wassers ist grundsätzlich anders als in anderen Oberflächengewässern. Nach langem Aufenthalt im Untergrund ist es angereichert mit Ionen und eher sauer. Bei Abbauprozessen im Grundwasser sind organische Substanzen weitgehend beseitigt, dadurch hat sich der CO<sub>2</sub>-Gehalt erhöht (Kohlensäure), der Sauerstoffgehalt ist entsprechend meist geringer als in Bächen und Tümpeln. Die Grundwasserpassage führt auch dazu, dass Quellwasser frei ist von Schwebstoffen. Wandert man bei Regenwetter durch die Berge, kann man Quellen daran erkennen, dass ihr Wasser klar ist, während der Abfluss in Bächen und Gerinnen, die oberflächliches Niederschlagswasser führen, sich durch Bodeneintrag eintrübt.

Dass Quellen auch als Lebensräume eine Sonderstellung einnehmen überrascht vor diesem Hintergrund nicht. Aber es hat lange gedauert, bis die Dokumentation ihrer Flora und Fauna auch eine entsprechende Aufmerksamkeit erfahren hat. Erst im ausgehenden 20. Jahrhundert wurden in Europa intensivere Forschungen durchgeführt, in den letzten Jahrzehnten gefolgt von ähnlichen Untersuchungen auch auf anderen Kontinenten. Im Alpenraum nimmt der Nationalpark Berchtesgaden diesbezüglich eine Vorreiterrolle ein. Langzeitprojekte zur Beobachtung von Quellen wurden auch im Parco Naturale Adamello-Brenta (Italien), den Nationalparks Kalkalpen und Gesäuse (Österreich), und dem Nationalpark Graubünden (Schweiz) auf den Weg gebracht.

## Welche Arten von Quellen gibt es im Nationalpark?

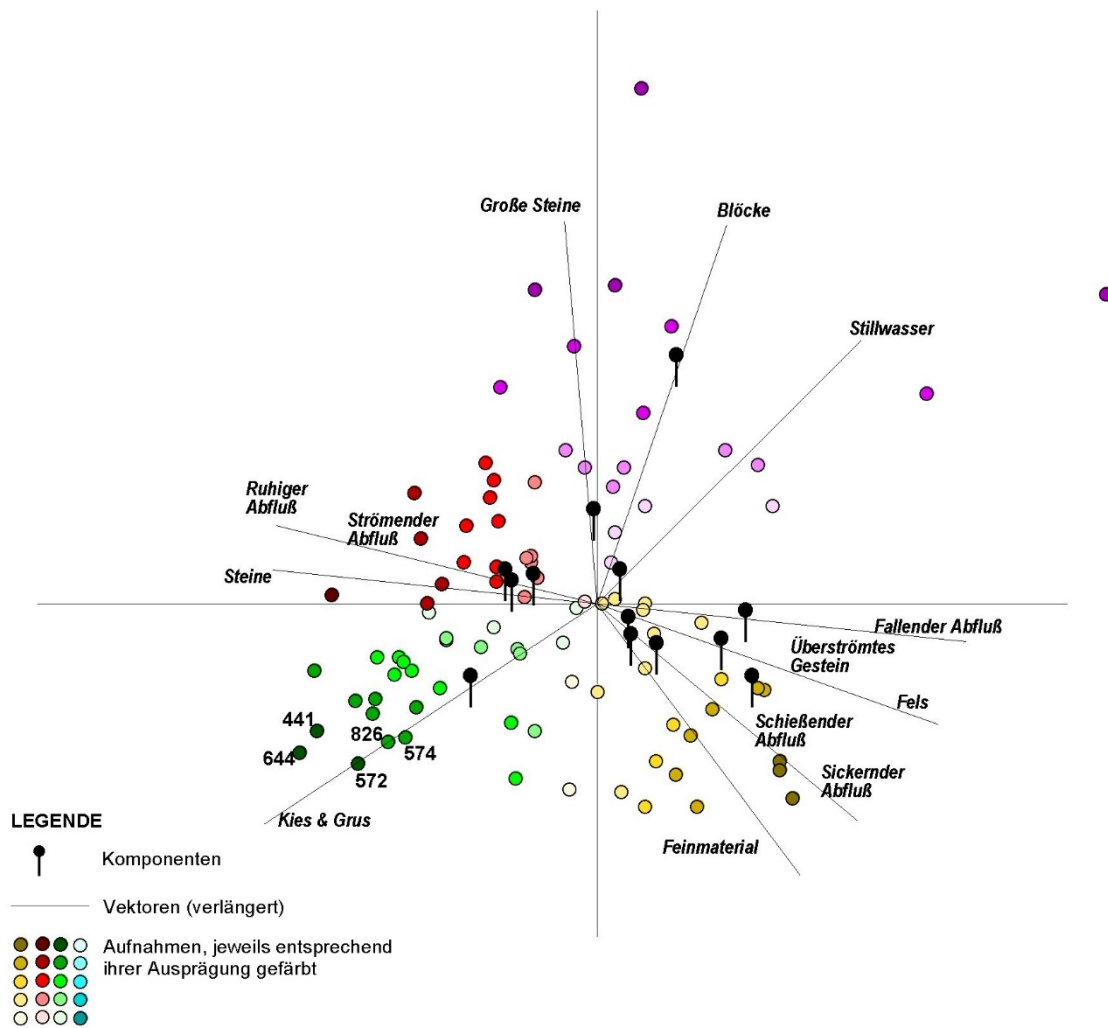


Abb. 2: Oben, Diagramm, das die morphologische Vielfalt der Quelltypen im Nationalpark veranschaulicht; unten: drei typische Beispiele (v.l.n.r. Felsquelle Schapbach, Kiesquelle Hochmaiseck, Schlammquelle Rennergraben - Howein & Schröder 2006).

In einer Diplomarbeit untersuchte Heike Howein (1998) insgesamt 99 Quellen im gesamten Nationalparkgebiet auf ihre Struktur. Durch die seither fortgeführte Dokumentation sind wir mittlerweile über Lage und Beschaffenheit von über 250 Quellen im Nationalpark orientiert und können in Zukunft mögliche Veränderungen beobachten. Die überwiegende Mehrzahl der Grundwasseraustritte ist dem Typus der Fließquellen zuzuordnen, deren Wasser nach dem Erscheinen an der Oberfläche unmittelbar ein Gerinne bildet, das sich am Anfang noch unregelmäßig verzweigt, nach kurzer Strecke aber den Charakter eines kleinen Baches annimmt. Je nach Beschaffenheit des Untergrundes lassen sich Fels-, Block, Stein- und Kiesquellen unterscheiden, natürlicherweise mit allen Übergangsformen (Diagramm Abb. 2, linker und oberer Teil). Daneben finden sich aber auch Übergänge zu Sumpfsquellen mit am Austritt nur schwach sickendem, durch organisches Material gestautem Wasser (Diagramm Abb. 2, unten rechts), und gelegentlich Teichquellen, deren Wasser am Austritt zu einem Stillgewässer aufgestaut ist. Als eine solche Stillwasserquelle könnte man z.B. den Schwarzensee bezeichnen, dessen Wasser aus Grundwasseraustritten stammt und sich am Ausfluss in einem Schluckloch ("Ponor") in die Tiefe verschwindet, um am Königssee und Obersee wieder zutage zu treten (Haseke & Pröll 2006). Entlang des Königssees finden sich Grundwasseraustritte, die seinen Uferbereichen teilweise den Charakter von Teichquellen geben.

### **Wie ist das Wasser der Quellen im Nationalpark?**

Nach einzelnen Voruntersuchungen im Rahmen kleinerer Projekte erfolgen seit 2000 an ausgewählten Quellen im Nationalpark systematische chemisch-physikalische Untersuchungen zur Wasserqualität. Für die Studie, zu wichtigen Teilen in Zusammenarbeit mit dem österreichischen Nationalpark Kalkalpen, wurden für verschiedene Parameter unterschiedliche Zeitrhythmen festgelegt. Mit einem Multisondengerät lassen sich vor Ort die Temperatur von Wasser und Luft, sowie pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit ermitteln. In Laboruntersuchungen werden genauere Daten zur Ionenzusammensetzung (Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Chlorid, Nitrat, Sulfat), Säurekapazität (Hydrogenkarbonat) und Trübe ermittelt sowie im mikrobiologischen Bereich die Gesamtkeimzahl, Keimzahl der Colibakterien und Enterokokken.

Die chemisch-physikalischen und mikrobiologischen Parameter (Grundlage dieser Daten und weitere Details bei Haseke & Pröll 2006) zeigen eine starke Individualität der einzelnen Quellen, die von den Charakteristika des Einzugsgebietes, ihrer Höhenlage und Exposition, aber auch der Beschaffenheit der Umgebung des Austrittsorts geprägt ist:

Dass sich hierbei zeigt, dass nur ein geringer Anteil der Quellen im Nationalpark (16 %) den strengen Vorschriften für die Eignung als Trinkwasser entspricht, hat natürliche Ursachen: Das Nationalparkgelände ist ein stark verkarstetes Gebiet mit zahlreichen Grundwasserspeichern in klüftigem Gestein. Hier findet die Grundwasserpassage oft relativ rasch und ohne den für eine Selbstreinigung erforderlichen Kontakt mit Oberflächen von Feinsedimenten statt. Starkregenereignisse können Grundwasserspeicher "überschwemmen" oder zu Oberflächen-Wassereintrag in Quellnähe führen. Beides kann bewirken, dass mit dem Quellwasser keimhaltiges organisches Material austritt.

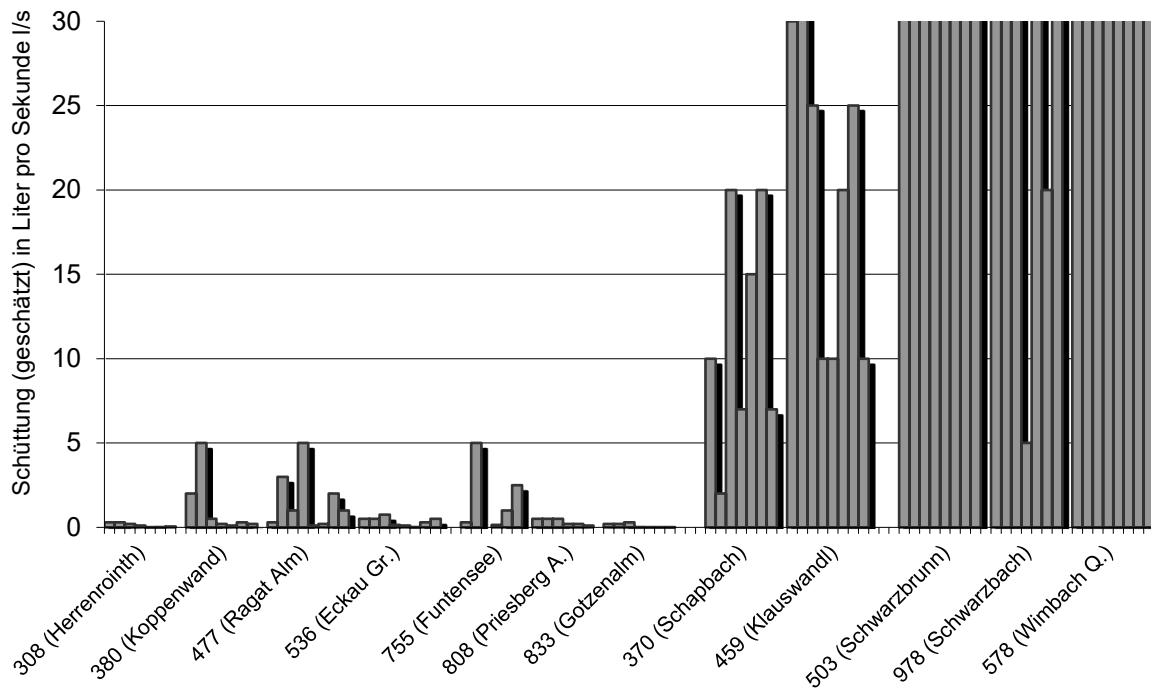


Abb. 3: Schüttung ausgewählter Referenzquellen im NP Berchtesgaden in den Jahren 2000-2004 (Schätzwerte): Während die Quellen der Hochlagen meist nur geringe Schüttungswerte zeigen, oft vergleichsweise stabil über die Jahreszeiten, schütten einige Quellen der Tieflagen (rechter Teil der Graphik) sehr stark, mit heftigen Schwankungen (Haseke & Pröll 2006).

Die Schüttung der meisten untersuchten Quellen ist mit einem Medianwert von knapp einem Liter pro Sekunde eher gering. Allerdings ist die Schwankungsbreite beträchtlich (Abb. 3), sehr viele Quellen schütten nur wenige 100 ml/s, lediglich ein Viertel von ihnen hat eine starke Schüttung von 15 (bis über 1000) Sekundenliter. Im Sommer besonders stark schüttende Quellen haben oft eine ausgeprägte Abflussdynamik, mit geringsten Werten während der Wintermonate, wenn Niederschläge als Schnee festliegen. Grundwasserspeicher solcher Quellen sind offensichtlich stärker und direkter vom Witterungsgeschehen beeinflussbar als diejenigen schwächer schüttender Quellen. In den ersten Jahrzehnten der Untersuchungen wurde die völlige Austrocknung von Quellen nur selten beobachtet, diesem Thema muss angesichts der Klimaentwicklung in den Alpen in Zukunft aber besondere Beachtung geschenkt werden.

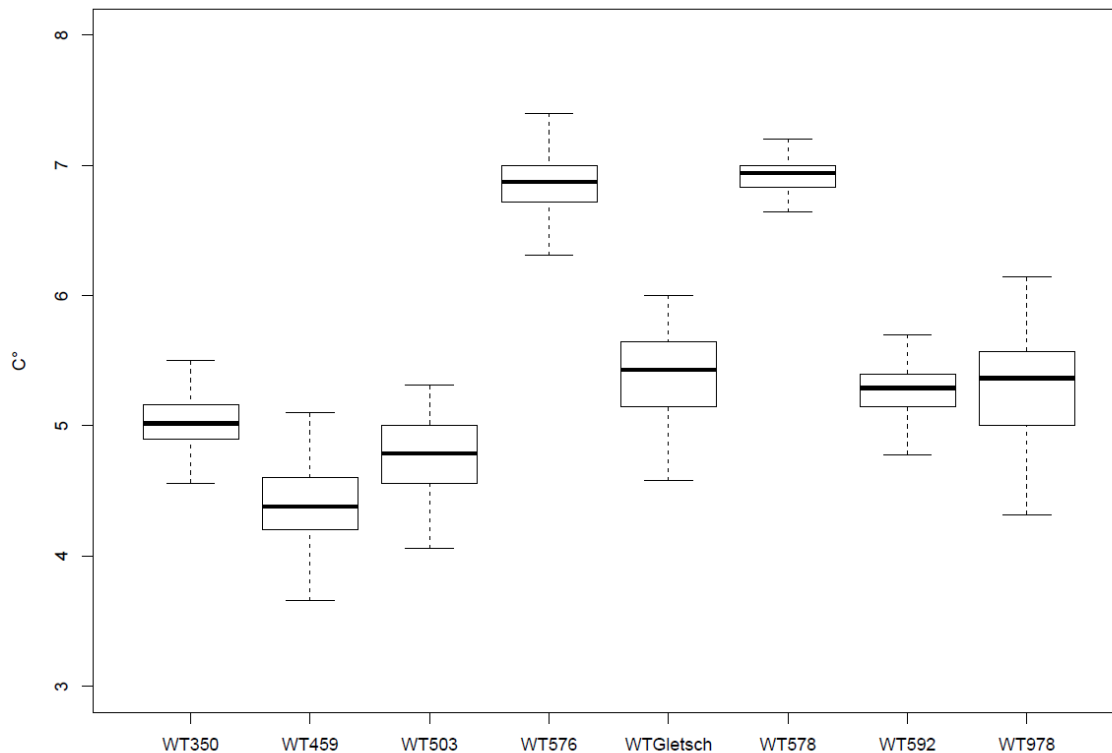


Abb 4. Mittelwert (dicker Strich), Median (Box) und maximale Schwankungsbreite der Wassertemperatur in acht Quellen im Langzeit-Beobachtungsprogramm Berchtesgaden (Nationalparkverwaltung, Daten 2014-2017).

Die Temperaturen sind mit einem Medianwert von 6,2°C eher kühl und, entsprechend den Erwartungen für Quellen, mit generell geringer Jahresamplitude. Da die Einzugsgebiete stark schüttender talnaher Quellen oft doch vergleichsweise hoch liegen, ist kein starker Temperaturgradient nach Höhenlage der Austrittsorte zu beobachten (Abb. 4): Die Quelltemperatur der Quellen im Wimbach-Grieß auf 780 m Meereshöhe ("WT 576, 578") schwankt um die 7°C, an der Schapbachquelle ("WT 350") (1.170 m) um 5°C.

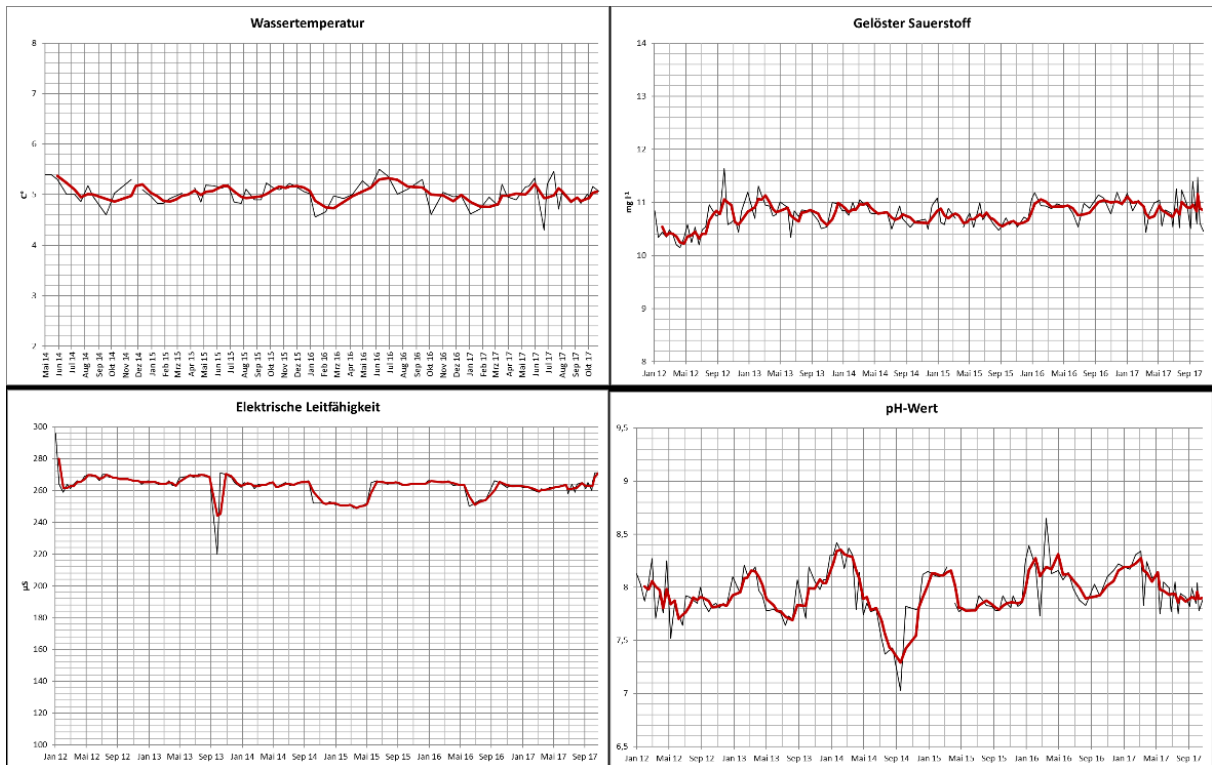


Abb. 5: Beispiel Schapbachquelle, Entwicklung der Parameter Wassertemperatur 2014-2017, sowie Sauerstoff, Leitfähigkeit und PH-Wert 2012-2017 (Nationalparkverwaltung).

Um noch genauere Daten zur Temperaturentwicklung zu gewinnen, werden seit 2012 im "Internen Monitoring" des Nationalparks 8 Quellen ganzjährig in mindestens 3-wöchigem Abstand untersucht (zugleich Messung von Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und pH-Wert, Abb. 5), 2018 wurden an 15 Langzeit-Beobachtungsstellen Datalogger installiert, die im stündlichen bzw. dreistündlichen Zeitabstand Messwerte aufnehmen und im Vierteljahresrhythmus ausgelesen werden.

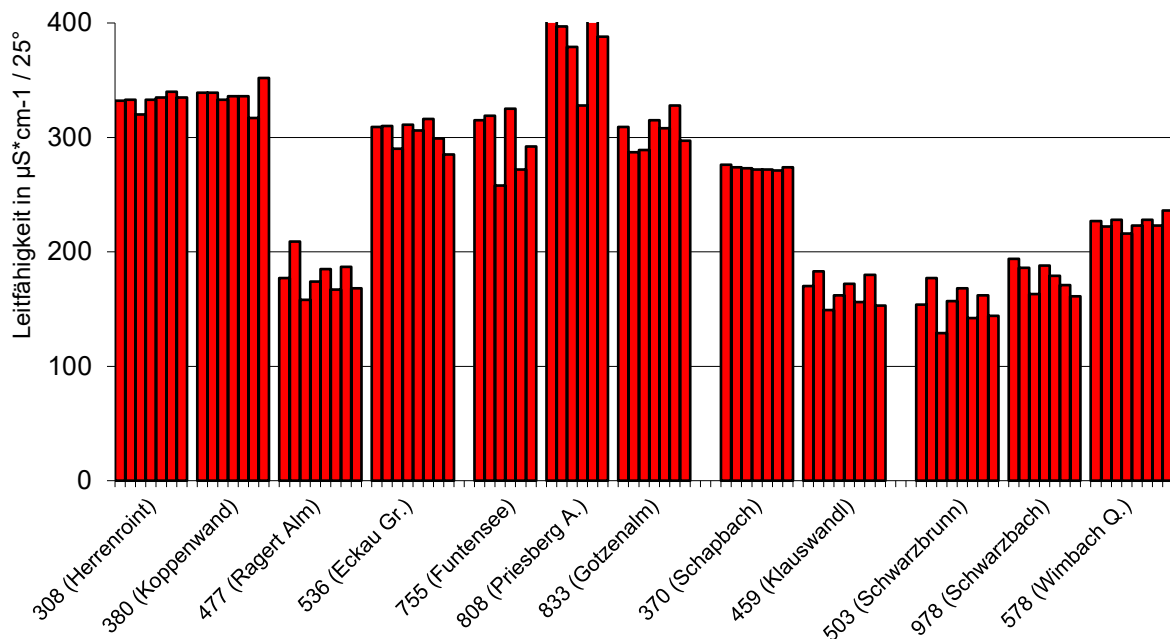


Abb. 6: Elektrische Leitfähigkeit ausgewählter Referenzquellen im NP Berchtesgaden in den Jahren 2000-2004 (Haseke & Pröll 2006).

Die Werte der Leitfähigkeit (Kehrwert des elektrischen Widerstands, den Gesamtionengehalt repräsentierend, Abb. 6) liegen, für Karstwässer typisch, im weichen bis mäßig harten Bereich (Median: 265 µS/cm). Sehr weiche Wässer mit Werten unter 150 µS/cm finden sich nur in moorbeeinflussten, vom Grundwasser unabhängigen Gewässern. Eher weiches Wasser (150-200 µS/cm) tritt aus Grundwasserspeichern in Dolomit oder Dolomit-Mischgebieten mit Dolomit aus. Stärker mineralisiertes Wasser mit einer Leitfähigkeit bis 450 µS/cm spenden Quellen aus tieferen Kluftwasserspeichern, oft aufgrund von Gipskontakten.

Der Gehalt an Chlorid kann in Quellen sehr gut Störungen im Einzugsgebiet anzeigen, da dieses Ion bei der Grundwasserpassage praktisch keinerlei Konzentrationsveränderung erfährt. Dem Status eines Schutzgebiets angemessen ist der feststellbare Gehalt überall sehr gering (0,2-0,5 mg/l), signifikant erhöhte Werte wurden nirgends beobachtet.

Auch die zu beobachtende Trübung, gemessen im Labor als Durchlicht-Parameter in "Trübe-Einheiten", ist überall sehr gering, sogar in Bereichen mit Almwirtschaft nicht signifikant erhöht. Misst man hingegen die Tönung (als Absorptionskoeffizient bei 254 und 436 nm Wellenlänge, teilweise dem Gehalt an organischen Substanzen zuzuordnen), so sind die Werte in Quellen aus gut geseihten Dolomit-Grundwasserspeichern besonders niedrig, diejenigen aus Gebieten mit Almwirtschaft aber deutlich erhöht.



## Welche Organismen besiedeln die Quellen des Nationalparks? (Überschrift)



Abb. 6: Vegetation einer Quellflur mit *Cratoneuron* und *Saxifraga stellaris* (Huber 2006)

Die ganzjährige Stabilität in Abfluss, Temperatur und Wasserbeschaffenheit macht Quellen zu einem attraktiven, von allen anderen Elementen der Bergwelt deutlich unterschiedenen Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Schon aus weiter Ferne lassen sich Quellaustritte an felsigen Hängen oder alpinen Matten als Stellen mit frischen, vielfach differenzierten Grüntönen erkennen.

Die Gesellschaften aus Moosen und höheren Pflanzen an Berchtesgadener Quellen zeichnen sich durch die unterschiedliche Kombination einiger typischer wasserliebender Arten mit einer jeweils standortstypischen, auf das umgebende Wald- oder Offenland zu beziehenden Übergangsvegetation (Huber 2006). An vielen Quellen treten dominant Polster von Arten des Starknervmooses *Palustriella* (früher *Cratoneuron*) auf (vor allem *P. commutata*, auch *P. filicina* und *P. decipiens*). In durchsickerten Randbereichen stärker schüttender Rheokrenen wachsen oft dichte Bestände anderer Moose (*Philonotis fontana*, *Bryum pseudotriquetrum*) sowie von Schaumkraut (*Cardamine amara*), Strahlensamen (*Heliosperma pusilla*) und Steinbrech (*Saxifraga stellaris*) (Abb. 6). An sumpfigen Quellaustritten, oft in nährstoffreicheren Bereichen, auch in Almnähe, finden sich Hochstaudenfluren mit Rossminze (*Mentha longifolia*), Kälberkropf (*Chaerophyllum hirsutum*) und Alpendost (*Adenostyles alliariae*). An nur schwach durchsickerten Stellen kann sich die Rispensegge *Carex paniculata* durchsetzen, möglicherweise als Anzeiger von Beweidung durch Wild oder Vieh und oft vergesellschaftet mit dem Sumpfpippau (*Crepis paludosa*) oder der Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*).

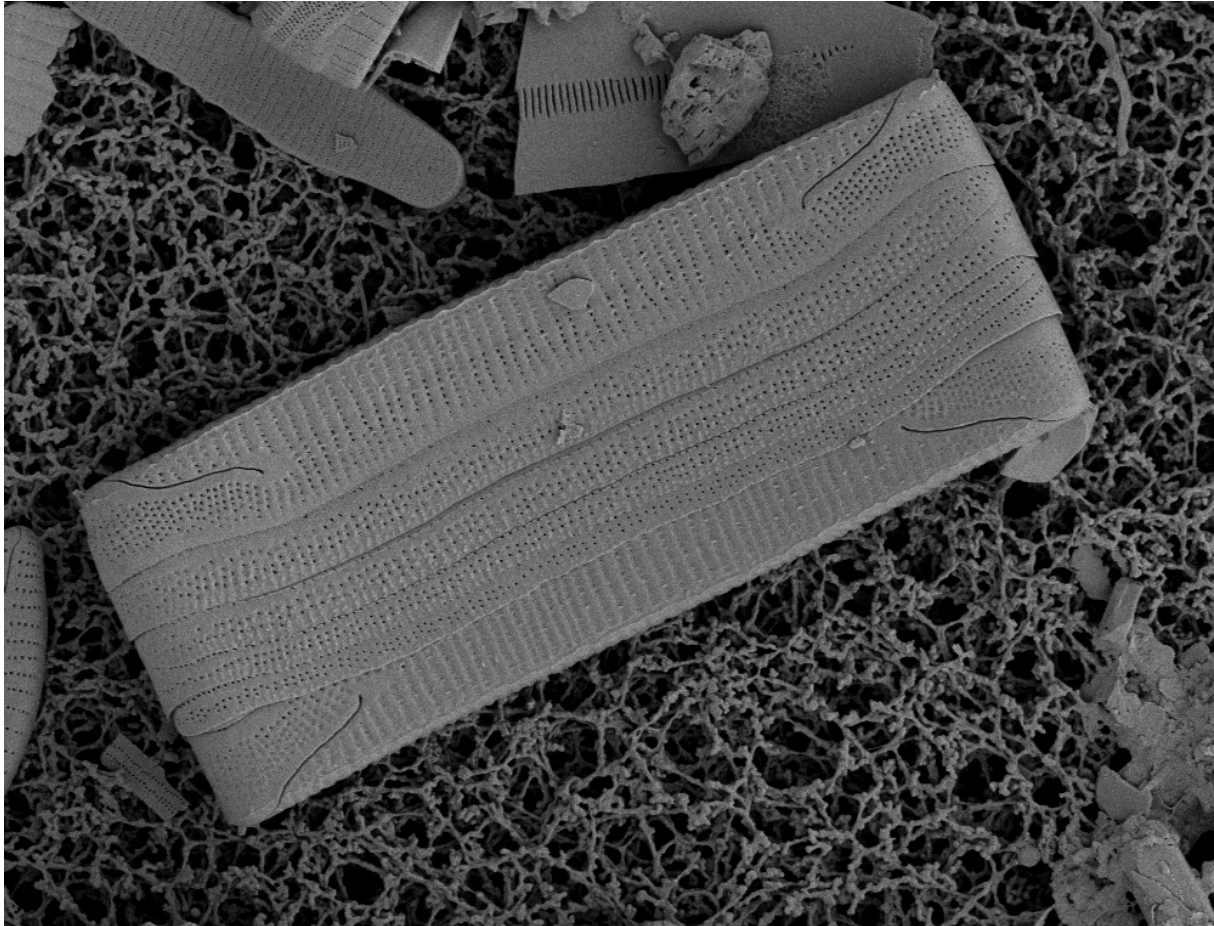


Abb 7: Kieselalge *Eunotia glacialispinosa*, rasterelektronische Aufnahme einer im Rahmen des Quellprojekts für die Wissenschaft neu entdeckten Art (H. Lange Bertalot, Frankfurt).

Einen besonders markanten Sektor der Quellflora bilden die Algen, die hier mit einem enormen Reichtum an Arten auftreten können, die das Mosaik an Unterschieden im Licht- und Nährstoffhaushalt, aber auch in den Strömungs- und Feuchtigkeitsverhältnissen spiegeln. Beispielhaft sind die von Cantonati und Lange-Bertalot (2010) aus nur 9 Quellen zusammengetragenen 104 Arten aus 39 Gattungen der einzelligen Kieselalgen (Diatomeae). Mehr als die Hälfte von ihnen stehen auf der Roten Liste für Mitteleuropa, zwei für die Wissenschaft neue Arten konnten entdeckt werden (z. B. Abb. 7).

### **Welchen Beitrag leisten Quellen zur faunistischen Artenvielfalt im Nationalpark?**

Bislang konnte die Anwesenheit von 860 Tierarten in Quellen des Gebietes nachgewiesen werden. Dass die tatsächliche Anzahl 1.000 weit übersteigen dürfte, ist aus drei Gründen anzunehmen: (1) angewandte Sammelmethode sind vielfältig, aber für die Dokumentation einiger klein dimensionierter Tiere (z.B. Strudelwürmer, Rädertierchen) nicht geeignet; (2) eine Reihe von artenreichen Tiergruppen konnte bislang nur ansatzweise oder gar nicht wissenschaftlich aufgearbeitet werden, darunter die Wenigborster (Annelida Oligochaeta), zu denen auch die Regenwürmer gehören oder die den Zuckmücken verwandten Gnitzen (Diptera Ceratopogonidae); (3) für eine weitere Reihe von Tiergruppen liegen gründlich erarbeitete Daten nur aus wenigen ausgesuchten Quellen vor - eine flächenhafte Erfassung steht noch aus

beispielsweise für die Einzeller, die Fadenwürmer und sehr viele Familien der Zweiflügler.

Die Lebensgemeinschaften in Berchtesgadener Quellen setzen sich zusammen aus Spezialisten, die sich außerhalb dieser Lebensräume gar nicht fortpflanzen können, sowie Arten mit einem eigentlich Lebensschwerpunkt in anderen Typen von Kleingewässern. Zu letzteren gehören z.B. Bachbewohner und Arten kleiner Stillgewässer, die unter den harschen Bedingungen der montanen Jahreszeiten in Quellen ein Refugium finden. Darüberhinaus finden sich in Sedimentproben aus Quellen vielfach auch Schalenreste, Junglarven oder versprengte Adulttiere von Arten, die eigentlich an terrestrische Lebensräume gebunden sind: Für solche Tiere ist die unmittelbare Umgebung von Quellen vor allem in den Übergangszeiten und im Winter ein attraktiver Rückzugsraum. Beispielsweise sind ein Drittel der von Gerecke & Martin (2006) besprochenen Milbenarten und sogar über 90 % der Schneckenarten (Gerber 2006) der Landfauna zuzurechnen.

### Welche Besonderheiten zeigt die Berchtesgadener Quellfauna?



Abb. 8: Höhlenflohkrebs der Gattung *Niphargus* (Stoch 2006)

Es ist davon auszugehen, dass die meisten Besiedler der Quellen im Nationalparkgebiet im Lauf der letzten Jahrtausende aus Gebieten in die Berge zurückwandern mussten, die von der Eisbedeckung während der letzten Kältezeiten verschont geblieben waren. Eine Ausnahme machen möglicherweise einige Grundwasserkrebse, die in den letzten Jahren auf großer Meereshöhe entdeckt wurden (Abb. 8). Beispielsweise lebt der kleine Höhlenflohkrebs *Niphargus strouhali* im Gebiet nur in Quellen auf mittlerer und hoher Meereshöhe, die er kaum durch nacheiszeitliche Einwanderung erreicht haben kann. Arten der Gattung leben im Grundwasser bei enorm eingeschränktem Nahrungsangebot. Sie sind fähig, lange Hungerperioden zu überstehen und sammeln sich unterirdisch an Stellen, an denen ein wenig organisches Material eindringt, möglicherweise auch unter dem dicken Eispanzer zu Zeiten maximaler Gletscherausdehnung.



Abb. 9: Quellschnecke der Gattung *Bythinella* (Gerber 2006, Photo: Patzner)

Im Allgemeinen sind die Quellen oberhalb der Waldgrenze eher ärmer besiedelt als diejenigen auf mittlerer Höhe, und wir finden in den Hochlagen keine eigenen, nur hier auftretenden Arten. Ein Berchtesgadener Charaktertier auf mittlerer Höhe ist die in ihrer Verbreitung noch wenig bekannte, in Deutschland nur aus Südostbayern bekannte Quellschnecke *Bythinella conica* (Abb. 9).

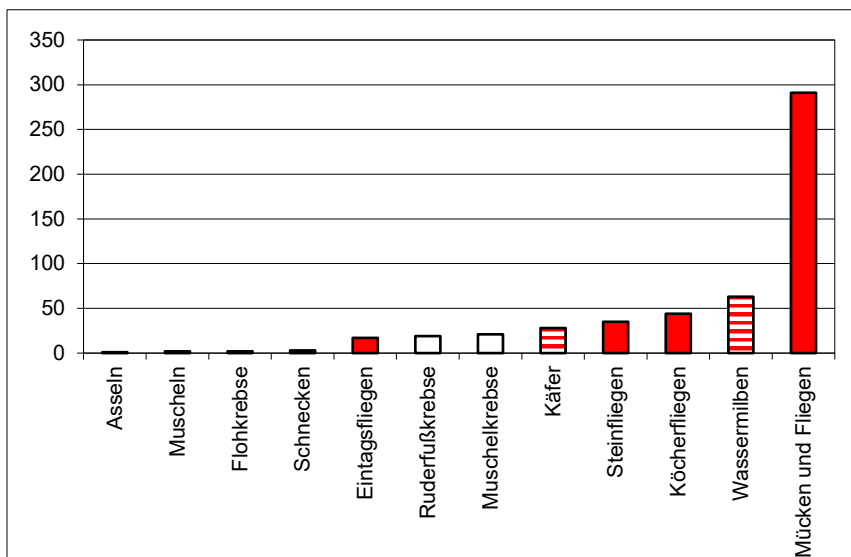


Abb. 10: Artenreichtum verschiedener Tiergruppen in Berchtesgadener Quellen (nach Gerecke & Franz 2006)

Hinsichtlich ihres Artenreichtums übertreffen die Insekten alle anderen Tiergruppen (Abb. 10), und innerhalb der Insekten wiederum die Zweiflügler (Diptera, Mücken und Fliegen), die aus insgesamt 28 Familien fast ein Drittel der gesamten Arten stellen. Besonders vielfältig vertreten sind die Zuckmücken (Chironomidae, 98 Arten), Schmetterlingsmücken (Psychodidae, 37 Arten) und Kriebelmücken (Simuliidae, 24 Arten). Aus diesen drei Familien wurden auch mehrere für die Wissenschaft neue Arten im NP Berchtesgaden entdeckt. z.B. *Heterotrisscladius zierli*, *Pericoma*

*crenophila* oder *Simulium berchtesgadense*. Für die meisten von ihnen wurde mittlerweile eine weitere Verbreitung nachgewiesen, oder diese ist zu erwarten – zu kurz ist die Zeitspanne seit den letzten Eiszeiten, um in den Nordalpen die Existenz von Arten mit kleinem Verbreitungsgebiet zu erlauben.

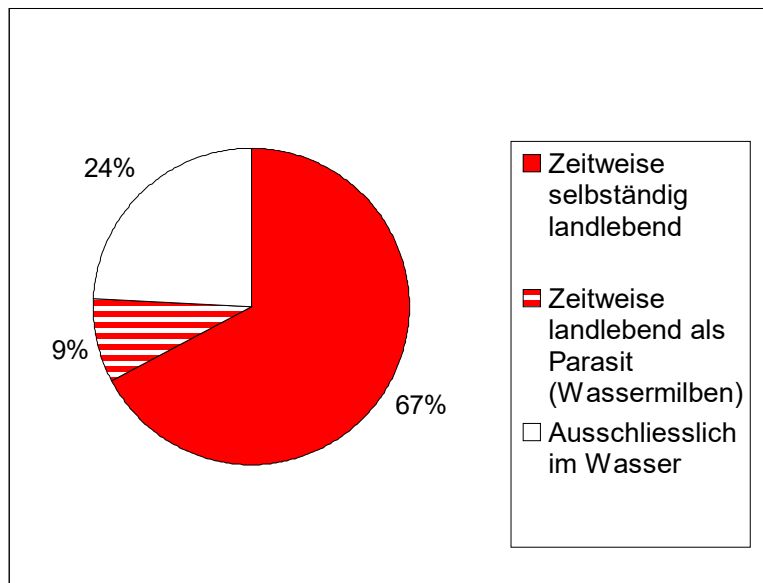


Abb. 11: Bindung der Tierarten in Berchtesgadener Quellen an aquatische/terrestrische Lebensräume: Nur knapp ein Viertel der Arten verbringt sein ganzes Leben unter Wasser.

### Wie breiten sich die Tiere von Quelle zu Quelle aus?

Nach Ende der Eiszeiten waren Tiere mit besonderen Anpassungen für aktive oder passive Ausbreitung sicher bei der Wiederbesiedlung zuvor eisbedeckter Lebensräume im Vorteil. So ist sicher auch die Dominanz flugfähiger Insekten, und unter ihnen der besonders ausbreitungsaktiven Diptera in der Berchtesgadener Quellfauna zu erklären, aber auch umgekehrt die vergleichsweise Artenarmut weniger ausbreitungsfähiger Gruppen (Abb. 11). Verblüffend ist das völlige Fehlen von Arten der Flohkrebs-Gattung *Gammarus* im gesamten Gebiet, Tieren also, die Quellen in vielen anderen Einzugsgebieten der Nordalpen dicht wimmelnd besiedeln. Offensichtlich haben sie von der Eiszeit bis heute die Rückwanderung in die Talkessel nicht geschafft.

Auch für die quellbewohnenden Wassermilben wurde lange Zeit eine geringe Ausbreitungsfähigkeit und starke Ortsbindung vermutet, in Nationalparkquellen konnten aber bislang 81 Arten nachgewiesen werden, darunter viele ökologisch interessante Spezialisten (Abb. 12). In einem eigenen Forschungsprojekt konnte Martin (2003) nachweisen, dass Quellmilben denselben komplizierten Entwicklungszyklus wie andere Vertreter der echten Wassermilben haben, mit Larven, die nach Verlassen des Eigeleges spezifische Insektenwirte aufsuchen. An diesen heften sie sich an wie die Zecken am Wirbeltier und lassen sich durch die Luft von Quelle zu Quelle transportieren. Im Lebensraum Quelle kommt den Milben dabei gelegen, dass dieser besonders reich an Fliegen und Mücken ist – das sind die bevorzugten Wirtstiere der Milben (Abb. 12 rechts).



Abb. 12 Wassermilben: Links oben, *Lebertia elsteri* (Gerecke & Martin 2006); links unten *Panisus michaeli* (Gerecke); rechts von Wassermilbenlarven parasitiertes Zuckmückenmännchen (Mærk Aspås, Universität Trondheim)

### Wie bedroht ist die alpine Quellfauna?

Auf den ersten Blick scheint der Lebensraum Quelle in den Alpen einen begünstigten Status zu haben. Dies gilt ohne große Einschränkungen aber nur in einem Schutzgebiet mit seinem weitgehenden Schutz vor Verschmutzung oder Wasserableitung für Trink- und Brauchwasserversorgung. Im offenen, ungeschützten Raum sind diese kleinräumigen, isolierten Biotope mannigfaltigen Gefahren ausgesetzt, namentlich durch um sich greifenden Massentourismus (mit wachsendem Bedarf nach Kunstschnee), Zersiedlung (einhergehend mit Ableitung von Quellwasser für die Trinkwasserversorgung) und Überweidung (mit Trittschäden und Eintrag organischen Materials).

Aber auch von solchen direkten Beeinträchtigungen abgesehen sind Quellen im gesamten Alpenraum, ob in Nationalparks oder außerhalb, den Folgen des globalen Klimawandels schutzlos ausgesetzt. Dieses Thema ist einer der Forschungsschwerpunkte im Nationalpark Berchtesgaden. Neben der Beobachtung möglicher Auswirkungen von Veränderungen im Niederschlags- und Wärmehaushalt (Anstieg der Durchschnittstemperatur – Anstieg der Quelltemperaturen) verdient das Absinken von Grundwasserspiegeln mit der Folge des Austrocknens von Quellen besondere Beachtung: Fast alle Bewohner von Grundwasseraustritten sind auf ganzjährig kontinuierliche Schüttung angewiesen - ein einziger Tag ohne Wasser kann eine ganze Lebensgemeinschaft zerstören.

### Klimabasiertes Quellenmonitoring (Überschrift)

Für ein besseres Verständnis der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf den Lebensraum Quelle wurde 2017-2019 in Berchtesgaden und im Bayerischen Wald das Projekt „Quellen in den bayerischen Nationalparks als Zeiger des Klimawandels durchgeführt“. In Berchtesgaden wurden 15 Referenzquellen für eine langfristige, über viele Jahrzehnte in die Zukunft hinein angelegte Umweltbeobachtung ausgewählt. Die hierfür

erarbeitete einheitliche Methodik ist in einem Leitfaden festgehalten, der derzeit zur öffentlichen Evaluierung zur Verfügung steht.

Mehr Informationen dazu sind unter folgendem Link zu finden:

<https://www.nationalpark-berchtesgaden.bayern.de/forschung/monitoring/quellen/index.htm>

Neben dem Schutz natürlicher Lebensräume und einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit gehört diese Art der Forschung zu den Kernaufgaben eines jeden Nationalparks: Besser als in solchen Schutzgebieten lassen sich sonst nirgends Kenntnisse gewinnen über die natürliche Vielfalt in ausgewählten Lebensräumen. Dieses Wissen kann dann Maßstäbe setzen in der kultivierten Landschaft Europas, in der solche Stellen oft nicht oder nur unzureichend geschützt sind.

Alle Daten werden im geographischen Informationssystem des Nationalparks gespeichert. Damit können morphologische, physikalische, chemische und klimatische Besonderheiten statistisch analysiert und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Fauna bewertet werden. Die Beobachtung auf einer derart gründlichen Datenbasis verspricht eine wesentliche Vertiefung unseres Verständnisses der Quellen, die über Deutschland und Europa hinaus große Beachtung finden wird.

### **Arbeiten aus unserem Projekt (Unterüberschrift)**

- Bader, C. & Gerecke, R. 1996: Eine neue Wassermilbenart der Gattung *Atractides* (Acari: Hydrachnellae: Hygrobatidae) aus dem Nationalpark Berchtesgaden (Oberbayern). *Lauterbornia* 26, 121-127.
- Cantonati, M., Gerecke, R. & Bertuzzi, E., 2006. Springs of the Alps – sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies. – *Hydrobiologia* 562: 59-96.
- Cantonati, M.; Füreder, L.; Gerecke, R.; Jüttner, I. & Cox, E.J. (2012): Crenic habitats, hotspots for freshwater biodiversity conservation: toward an understanding of their ecology. *Freshwater Science*, 31 (2): 463-480.
- Cantonati, M. & Lange-Bertalot, H. (2010): Diatom diversity in springs of the Berchtesgaden National Park (North-Eastern Alps, Germany), with the ecological and morphological characterization of two species new to science. *Diatom Research* 25 (2): 251-280.
- Crema, S.; Ferrarese, U.; Golo, D.; Modena, P.; Sambugar, B. & Gerecke, R. (1996): Ricerche sulla fauna bentonica ed interstiziale di ambienti sorgentizi in area alpina e prealpina. -Report del Centro di Ecologia Alpina, Viote Monte Bondone, 8: 1-104 (Trento)
- Fischer, J. & Haybach, A. (1996): *Rhithrogena taurisca* Bauernfeind, 1992 und *Ecdyonurus zelleri* (Eaton, 1885) - zwei für Deutschland neue Eintagsfliegen aus den Berchtesgadener Alpen (Insecta, Ephemeroptera). *Lauterbornia* 25: 53-56.
- Gerecke, R. (2009): Revisional studies on the European species of the water mite genus *Lebertia* Neuman, 1880 (Acari: Hydrachnidia: Lebertiidae). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* 566: 1-144.
- Gerecke, R. (2012): Studies on European *Feltria* species (Acari: Hydrachnidia: Feltriidae). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde A. N.S.* 5: 13-47.
- Gerecke, R. (2014): *Pseudofeltria* (Acariformes: Pionidae) in Europe: Three previously described taxa, a species new to science from the Northern Apennines, and a redefinition of *Foreliinae*. – *Acarologia* 54 (1): 57-67.
- Gerecke, R. (2016): Quellen: Leben auf der Schwelle zum Licht. pp 169-187 in: Triebkorn, R. & Wertheimer, J. (Hrsg.): *Wasser als Quelle des Lebens*. Springer, Berlin, Heidelberg
- Gerecke, R. & Di Sabatino, A. (2008): Water mites (Hydrachnidia and Halacaridae) in spring habitats: a taxonomical and ecological perspective. In: Cantonati, M., Bertuzzi, E. & Spitale, D.: *The spring habitat: Biota and sampling methods*. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento (Monografie del Museo Tridentino di Scienze Naturali 4): 193-216.
- Gerecke, R. & Franz, H. (Hrsg.): *Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Lebensgemeinschaften als Indikatoren des Klimawandels*. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 51: 1-272. – mit den folgenden Beiträgen:
- Cleven, E.-J. & Süß, J. (2006): *Einzeller* (Protozoa). 94-102.
  - Franz, H.; Gerecke, R.; Stur, E. & Wiedenbrug, S. (2006): *Vorschläge für die langfristige Umweltbeobachtung*, *Ausblick*. 255-263
  - Franz, H.; Konnert, V. & Gerecke, R. (2006): *Der Nationalpark Berchtesgaden als Referenzgebiet für langfristige Umweltbeobachtungen*. 17-38.

- Gerecke, R. (2006): Einige in dieser Untersuchung nicht erfasste Gruppen mehrzelliger Tierarten: Strudelwürmer (Turbellaria); Bauchhaarlinge (Gastrotricha); Rädertiere (Rotatoria) und Bärtierchen (Tardigrada). 103.
  - Gerecke, R. (2006): Käfer (Coleoptera). 171-176.
  - Gerecke, R. & Franz, H. (2006) (coord.): Die Artenvielfalt der Fauna in Berchtesgadener Quellen. 93.
  - Gerecke, R. & Franz, H. (2006): Quellen als Gegenstand der Umweltbeobachtung in den Alpen. 11-16.
  - Gerecke, R. & Martin, P. (2006): Spinnentiere: Milben (Chelicerata: Acari). In Gerecke, R. & Franz, H. (Hrsg.), loc. cit.: 122-148.
  - Gerecke, R.; Schrankel, I., Stur, E.; Wagner, R. & Wiedenbrug, S. (2006): Die Langzeituntersuchungsstellen. Feinverteilung der Fauna und erste Beobachtungen zu Veränderungen in der Zeit. 221-254.
  - Gerber, J. (2006): Weichtiere (Mollusca). 115-118.
  - Graf, W.; Weinzierl, A. & De Pietro, R. (2006): Köcherfliegen (Trichoptera). 165-170.
  - Günzl, H. (2006): Wasserflöhe (Cladocera). 155.
  - Haseke, H. & Pröll, E. (2006): Das Quellwasser und seine Herkunft. Geologische, physikalisch-chemische und mikrobiologische Parameter. 17-38
  - Haybach, A.; Dorn, A. & Gerecke, R. (2006): Eintagsfliegen (Ephemeroptera). 157-160.
  - Howein, H. & Schröder, H. (2006): Geomorphologische Untersuchungen. 71-86.
  - Huber, D. (2006): Pflanzengesellschaften der Quellfluren und deren Kontaktgesellschaften. 87-92.
  - Meisch, C. (2006): Muschelkrebse (Ostracoda). 149-151.
  - Menzel, F. (2006): Trauermücken (Sciaridae). 204-207.
  - Reusch, H. & Schrankel, I. (2006): Schnakenartige (Tipulomorpha). 177-182.
  - Sambugar, B. & Martínez-Ansemil, E. (2006): Wenigborster (Oligochaeta). 119-121.
  - Schmidt-Rhaesa, A. (2006): Saitenwürmer (Nematomorpha). 113-114.
  - Schrankel, I. (2006): Weitere Vertreter der Zweiflügler aus den Emergenzuntersuchungen 1996. 212-213.
  - Schröder, H.; Howein, H. & Gerecke, R. (2006): Quelltypen und Quellfauna. 214-220.
  - Seiml-Buchinger, R. & Traunspurger, W. (2006): Fadenwürmer (Nematoda). 104-112.
  - Seitz, G. (2006): Kriebelmücken (Simuliidae). 201-203.
  - Stoch, F. (2006): Asseln und Flohkrebse (Peracarida: Isopoda, Amphipoda). 156.
  - Stoch, F. (2006): Ruderfusskrebse (Copepoda). 152-154.
  - Stur, E. & Wiedenbrug, S. (2006): Zuckmücken (Chironomidae). 183-194.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Dunkelmücken (Thaumaleidae). 201.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Lanzenfliegen (Lonchopteridae). 211.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Schmetterlingsmücken (Psychodidae). 196-200.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Schnepfenfliegen (Rhagionidae). 210.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Tanzfliegen (Empididae und Hybotidae). 208-209.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Tastermücken (Dixidae). 195.
  - Wagner, R. & Schrankel, I. (2006): Waffenfliegen (Stratiomyidae). 210.
  - Weinzierl, A. & Graf, W. (2006): Steinfliegen (Plecoptera). 161-164.
- Gerecke, R.; Franz, H. & Cantonati, M. (2009): Invertebrate diversity in springs of the National Park Berchtesgaden (Germany, upper Bavaria). Selected data and their significance for long-term monitoring. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 2009, 30 (8): 1229–1233. Stuttgart.
- Gerecke, R.; Franz, H. & Schrankel, I. (2002): Fünf Jahre Quellforschung im Nationalpark Berchtesgaden – Mitt. Nationalpark Berchtesgaden. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 46: 67-72
- Gerecke, R. & Hörweg, C. (2013): Water mites of the genus *Atractides* (Acari: Hydrachnidia: Hygrobatidae) from the Gesäuse National Park (Austria, Styria). *Lauterbornia* 76: 69-76.
- Gerecke, R.; Cantonati, M.; Spitale, D.; Stur, E. & Wiedenbrug, S. (2011): The challenges of long-term ecological research in springs in the northern and southern Alps: indicator groups, habitat diversity, and medium-term change. In: Cantonati, M.; Gerecke, R.; Jüttner, I. & Cox, E. J. (Guest Editors): Springs: neglected key habitats for biodiversity conservation. *Journal of Limnology* 70 (suppl. 1): 168-187.
- Gerecke, R.; Franz, H. & Cantonati, M. (2009): Invertebrate diversity in springs of the National Park Berchtesgaden (Germany, upper Bavaria). Selected data and their significance for long-term monitoring. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 2009, 30 (8): 1229–1233. Stuttgart.
- Gerecke, R.; Meisch, C.; Stoch, F.; Aciri, F. & Franz, H. (1998): Spring typology and eucrenon/hypocrenon-ecotone in the Bavarian Alps. -in: Botosaneanu, L. [ed.]: *Studies in Crenobiology*: 167-182. Backhuys (Leiden).
- Hartmann, M. (2016): Faunistische, taxonomische und ökologische Untersuchungen von Waffenfliegen-Larven der Gattung *Oxycera* MEIGEN, 1803 aus Bergbächen des Nationalparks Berchtesgaden. Diplomarbeit Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie. 1-45.



- Lin, X-L, Stur, L. & Ekrem, T. (2017): DNA barcodes and morphology reveal unrecognized species in Chironomidae (Diptera). *Insect Systematics and Evolution* 49, 329-398.
- Martin, P. (2003): Larval morphology of spring-living water mites (Hydrachnidia, Acari) from the Alps. *Ann. Limnol.*, 39 (4): 363-393.
- Martin, P.; Gerecke, R. & Cantonati, M. (2015): Quellen. – pp. 49-132 in: Brendelberger, H.; Martin, P.; Brunke, M. & Hahn, H.J. (eds): Grundwassergeprägte Lebensräume. Eine Übersicht über Grundwasser, Quellen, das hyporheische Interstitial und weitere grundwassergeprägte Habitate. *Limnologie aktuell* 14, Schweizerbart (Stuttgart)
- Martin, P., Stur, E. & Wiedenbrug, S (2010): Larval parasitism of spring-dwelling alpine water mites (Hydrachnidia, Acari) - a study with particular reference to chironomid hosts. - *Aquatic Ecology* 44, 431-448.
- Mauch, E.; Gerecke, R.; Leonhardt, G. & Mauch, H. (2020): Larven der Psychodidae (Diptera) in Quellen des Nationalparks Berchtesgaden. *Lauterbornia* 87: 19-57.
- Moubayed-Breil, J., Ashe, P. (2016): *Thienemannia spiesi* sp. nov., a crenophilous species from the Schapbach Quelle, Bavaria, Germany (Diptera: Chironomidae: Orthoclaadiinae). *European Journal of Environmental Sciences*, Vol. 6, No. 1, 64–68
- Ravizza, C. & Zwick, P. (2006): First records of Mermithidae (Nematoda) parasitic in Plecoptera. *Boll. Soc. entomol. ital.*, 138 (2): 89-95.
- Reich, J. (2012): Chemisch-physikalische Charakterisierung ausgewählter Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Karl-Franzens-Universität Graz, Bachelorarbeit: 1-58.
- Reiss, M.; Martin, P.; Gerecke, R. & von Fumetti, S. (2016): Limno-ecological characteristics and distribution patterns of spring habitats and invertebrates from the Lowlands to the Alps. *Environmental Earth Sciences* 75: 1033 doi:10.1007/s12665-016-5818-8
- Schrankel, I. 1998: Faunistisch-ökologische Charakterisierung ausgewählter Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Diplomarbeit Universität des Saarlandes, Biogeographie, 1-79 + Anhang
- Seiml-Buchinger, R. (2004): Bestandsaufnahme freilebender Süßwassernematoden in ausgewählten Quellen des Nationalparks Berchtesgaden. Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie, Diplomarbeit: 1-145.
- Seitz, G. (2004): Contribution to the blackfly fauna (Diptera: Simuliidae) of the Berchtesgaden National Park and its surroundings. *Acta Zoologica Universitatis Comenianae*, 46 (1): 23-30.
- Seitz, G. (2009): A new species of the *Simulium vernum* group (Diptera: Simuliidae) from the Alps of southeastern Germany. *Aquatic Insects* 31: 1-10.
- Seitz, G.; Adler, P.H. & Forster, M. (2015): A new species, *Simulium* (*Nevermannia*) *berchtesgadense* (Diptera: Simuliidae), and its chromosomes, from the Alps of southeastern Germany. *Zootaxa* 3937 (2): 248–262.
- Silva, F.L. & Stur, E. & *Pentaneurella katterjokki* Fittkau & Murray (Chironomidae, Tanypodinae): redescription and phylogenetic position. *ZooKeys* 833: 107-119.
- Stur, E. & Ekrem, T. (2006): A revision of West Palaearctic species of the *Micropsectra atrofasciata* species group (Diptera: Chironomidae). *Zoological Journal of the Linnean Society* 146, 165–225.
- Stur, E. & Spies, M. (2011): Description of *Chaetocladus longivirgatus* sp. n., with a review of *C. suecicus* (Kieffer) (Diptera: Chironomidae). *Zootaxa* 2762: 37-48.
- Stur, E. & Wiedenbrug, S. (2005): Two new Orthoclad species (Diptera: Chironomidae) from cold water springs of the Nationalpark Berchtesgaden, Germany. *Aquatic Insects*, 27 (2): 125-131.
- Süß, J. (2001): Diversität und Abundanz heterotropher Protisten in ausgewählten Grundwasserleitern Deutschlands. Universität Köln, Diplomarbeit.
- Wagner, R. & Schrankel, I. (2005): New West Palaearctic moth flies (Diptera: Psychodidae). *Studia Dipterologica* 12 (1): 57-62.
- Weinzierl, A. & Graf, W. (1998): Ein Beitrag zur Köcherfliegenfauna der Berchtesgadener Alpen. *Lauterbornia* 34: 199-205.

Ansprechpartner: N.N.