

Das limnologische Karstquellenprogramm (1995-1998)

Vorwort und Einleitung

Nach hydrobotanischen Aufnahmen, bei welchen eine sehr artenreiche Quellmoosflora festgestellt wurde (GRIMS 1993), erfolgte im Rahmen des Karstquellenprogrammes des Nationalparks o.ö. Kalkalpen im Jahre 1995 eine erste limnologische Begleiterhebung an 35 ausgewählten Karstquellen (WEIGAND & TOCKNER 1996). Ziel dieser Studie war die Einbindung von ökologisch-faunistischen Daten in das Karstquellenprogramm sowie die Schaffung eines ersten Überblickes über die bestehenden Lebensräume und Lebensgemeinschaften im Quellareal, deren Besonderheiten, Gefährdungsfaktoren und Schutzwert.

Auf Basis dieser Pilotstudie konnten in den Jahren 1996-1998 umfangreiche und zielgerichtete Untersuchungen angestellt werden. So erfolgte unter anderem die Erstbeschreibung zweier für die Wissenschaft nicht bekannter Hydrobiiden-Arten (HAASE, WEIGAND & HASEKE, in press.). Der Schwerpunkt wurde jedoch auf die Gewässerökologie fünf ausgewählter Karstquellsysteme im Nationalparkgebiet gelegt, wobei das Quellareal sehr detailliert, der Quellbach und die unterirdische Region (im besonderen die Rettenbachhöhle) begleitend und der anschließende Gebirgsbach als Vergleichsstandort einbezogen worden sind. Prioritäres Ziel war die Erfassung der Ursache der hohen Artenvielfalt in Karstquellen sowie der Gefährdungsfaktoren und des Naturschutzwertes. Dabei wurde die Verteilung der Fauna nach Choriotopen (Kleinlebensräume) und biozönotischen Gewässerregionen in detaillierter Form erhoben und nachfolgend eine limnologische Charakterisierung der Gewässer vorgenommen. Mit diesem umfangreichen Datenmaterial wurde gleichzeitig die Basis für ein künftiges limnologisches Karstmonitoring zur Beobachtung von regionalen und globalen Umweltveränderungen gelegt. Auch Erfolgskontrollen von diversen Naturschutz-Managementmaßnahmen, wie z.B. die Verringerung des Nährstoffeintrages aus der Land- und Forstwirtschaft, sollten damit an Quellen in effizienter Form möglich werden. Die Ergebnisse sind in einem separaten Projektbericht verfaßt worden (WEIGAND 1998). Im folgendem Bericht wird nun eine Zwischenbilanz über die limnologischen Untersuchungen der Nationalparkquellen gezogen. Zudem werden etliche Ergänzungen und neue Erkenntnisse eingebracht, wobei auch renommierte Taxonomen und Hydrozoologen zu Wort kommen. Weiters erfolgt eine Abhandlung der ersten limnologischen Erhebungen über die aquatischen Lebensräume der Rettenbachhöhle sowie der Spaltenfauna des unterirdisch liegenden Karstes.

Für die limnologische Erforschung der Karstquellen wurden zahlreiche nationale und auch internationale Fachleute beigezogen, wobei insgesamt 35 Personen einen aktiven Beitrag einbrachten. Mit dieser Vorgangsweise konnten die für ökologische Untersuchungen ungünstigen Voraussetzungen, nämlich der sehr geringe biologische Wissenstand über Karstquellen und die hohe Anzahl an höheren, teils wenig bekannter, Lebensformen, gut bewältigt werden. Die Einbeziehung von in Fachkreisen anerkannten Spezialisten war

demnach von besonderer Bedeutung. In der Mehrzahl basierte ihr Interesse an einer Mitarbeit auf den Umständen, daß die Karstquellbiotope wissenschaftliches Neuland sind sowie daß im Rahmen des Karstquellenprogrammes (KQM) eine hohe Zahl von Parameter erhoben werden, die grundlegende autökologische Aussagen über die Fauna ermöglichen. Die genannten Daten wurden vor allem vom Nationalparkforschungszentrum Molln und vom Digitalen Karstmeßnetz (DKM) des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft erhoben.

Die Einbeziehung anerkannter Taxonomen führte wiederum dazu, daß wichtiges Belegmaterial den Weg in die Museen in Linz (Biozentrum, o.ö. Landesmuseum) und in Wien (Naturhistorisches Museum) fand. Eine weitere Kooperation ist mit der Abt. Hydrobiologie und Aquaristik (Univ. für Bodenkultur Wien) geplant, welche den derzeit anerkanntesten autökologischen Katalog der aquatischen Fauna Österreichs betreut.

Für den Erfolg der Arbeiten war weiters die Nutzung von Nationalparkeinrichtungen, so im besonderen das Labor in Molln und das angefügte Kommunikationszentrum, von hoher Bedeutung. Beides trug entscheidend dazu bei, daß verstärkt fachübergreifend gehandelt werden konnte.

An dieser Stelle sei allen für ihr Mitwirken und Interesse an dem limnologischen Karstquellenprogramm im Nationalpark o.ö. Kalkalpen herzlich gedankt, im besonderen Mag. Peter Aubrecht, Dr. Tom Battin, Dr. Ernst Bauernfeind, Mag. Astrid Blab, Dr. Manfred Car, Univ.-Prof. Dr. D.L. Danielopol, cand.Mag. Ingrid Deutsch, Dr. Helmut Franz, Dr. Manfred Jäch, Dr. Elisabeth Gaviria, Dr. Christa Gätz-Turnher, Dr. Reinhard Gerecke, Dr. Wolfram Graf, Dipl.-Ing. Ursula & Klaus Grasser, Dr. Martin Haase, Dr. Verena Kowarc, Dipl.-Biol. Benjamin Menne, Mag. Britta Möbes-Hansen, Dr. Wolfgang Lechthaler, Dr. Hasko Nesemann, Dr. Claus Orendt, Mag. Michaela Panzenböck, Dr. Peter Pospisil, Dr. Kurt Schäfer, Dr. Klement Tockner, Mag. Herbert Weilguni, Dr. Harald Wintersberger u.a. sowie Hr. Dr. Harald Haseke (Leiter des wiss. NP-Karstprogrammes, KQM) und dem Team der Nationalpark o.ö. Kalkalpen GmbH, Mag. Siegfried Angerer, Fr. Regina Buchriegler, Dipl.-Ing. Andreas Gärtner, Hr. Roland Mayr, Ing. Elmar Pröll, Hr. Andreas Rußmann, Dr. Bernhard Schön, Dr. Roswitha Schrutka, Ing. Norbert Steinwendner, unter der Führung von Dir. Dr. Erich Mayrhofer.

Dr. Erich Weigand

Biozentrum Wien, Abt. Limnologie, Studienkoordination Ökologie
Umweltbundesamt, Abt. Naturschutz / Umweltplanung
A-9772 Dellach/Drau, Glatschach 16
E-mail: weigand@ubavie.gv.at

Die wesentlichsten Erkenntnisse im Überblick

- ♣ Die Quellregion (Quellen und Quellbäche) sind Lebensräume mit disjunkter (inselartiger) Verbreitung. Ihre Habitatbeschaffenheit und Organismenzusammensetzung unterscheiden sich von angrenzendem Gebirgsbach und unterirdischen Gewässern sehr stark und grenzen sich auch zu diesen Lebensräumen abrupt ab.
- ♣ Die Artenvielfalt an Flora und besonders der Fauna in den kalttemperierten Karstquellen der Nationalparkregion o.ö. Kalkalpen ist außerordentlich hoch. Rund 330 Arten und Taxa innerhalb der Fauna und Quellmoose wurden bis jetzt an 40 ausgewählten Quellen nachgewiesen. Es ist anzunehmen, daß in den 792 im Nationalparkgebiet dokumentierten Quellen mehr als 700 höhere Lebensformen vorkommen.
- ♣ Die Karstquellen und unterirdischen Gewässer beherbergen mehrere höhere Lebensformen, die für die Wissenschaft noch nicht bekannt sind. Von besonderer Bedeutung sind Arten aus der Fam. der Hydrobiidae (Quellenschnecken) und der harpacticoiden und cyclopoiden Copepoda (Ruderfußkrebse). Zwei neue Hydrobiiden-Arten aus der Nationalparkregion sind 1996/97 nach wissenschaftlichen Kriterien beschrieben und 1998 international anerkannt worden.
- ♣ Eine wesentliche Ursache für die hohe Artenvielfalt und die im Vergleich zum angrenzenden Gebirgsbach mehrfach höhere Besiedlungsdichte in Karstquellen resultiert aus dem reichhaltigen Vorkommen von attraktiven und heterogenen Besiedlungssubstraten (ausgedehnte Quellmoosbestände, mächtige Ansammlungen von Fallaub und anderem organischen Material, sehr diverses Gesteinssubstrat) sowie aus der hohen Zahl von sehr unterschiedlich ausgeprägter Choriotope (Kleinlebensräume), die sich mosaikartig auf engstem Raum verteilen. Für die Ausprägung der Choriotope ist die hydrologische Situation im Zusammenwirken mit gewässermorphologischen Gegebenheiten ein bestimmender Faktor. Von besonderer Bedeutung sind weiters die in Quellen kaum vorhandene Sedimentumlagerung, der hohe Antrug organischer Substanzen (vor allem Fallaub) und die Umlandbeschattung.
- ♣ Für die Entwicklung und Existenz einer hoch spezialisierten und einzigartigen Quellfauna ist die zeitliche Konstanz der Umweltfaktoren (z.B. geringe Temperaturschwankung im Jahresverlauf) eine wesentliche Voraussetzung. Dabei steigt der Anteil charakteristischer Formen bei Zunahme des Isolationsgrades der Quelle zum anschließenden Fließgewässer markant an. Nach dem Gewässersubstrat weist das Phytal (mit Quellmoos verwachsene Areale) die höchste Eigenständigkeit an Quellformen auf und scheint damit ein besonders wichtiges Element der Quellregion zu sein.
- ♣ Tendenziell sinkt im Untersuchungsgebiet mit zunehmender Meereshöhe die Artenvielfalt, wobei die Biodiversität der hochgelegenen Quellen aber immer noch sehr beachtlich ist. Typische Organismen unterirdischer Gewässer (stygobiontische und

phreatisch lebende Arten) finden sich bevorzugt in Quellen tieferer Lagen und gehören hier zu den regelmäßig vorkommenden Faunenelementen der Karstquellenbiozönose. Streng an das Vorkommen von grobpartikulärem organischen Material (Fallaub, Totholz) angewiesene Formen treten über der Waldgrenze nicht mehr auf. Von besonderer Bedeutung ist die Quellmoosvegetation, die noch in den höchstgelegenen Quellen üppig gedeihen kann und dabei vielen Tieren ein strukturreiches und nahrhaftes Habitat liefert. Derartige Lebensräume weisen scheinbar unabhängig von der Höhenlage die höchsten Besiedlungsdichten auf.

- ♣ Der faunistische Individualitätsgrad (Eigenständigkeit der Faunenzusammensetzung) von Karstquellen ist außerordentlich hoch. Bestimmte Quelltypen weisen zwar eine ähnliche Zoozönose auf, doch ein beachtlich hoher Anteil von Arten beschränkt sich nur auf wenige Quellen.
- ♣ Nach den Kriterien Zusammensetzung und Beschaffenheit des Gewässersubstrates, hydrologischen Gegebenheiten und Gewässermorphologie wurde eine limnologische Quelltypologie (10 Typen) entworfen und dabei für die einzelnen Quelltypen eine sehr eigenständige Organismenzusammensetzung vorgefunden. Eine ausgeprägte Dominanz von typischen Quellformen weisen Sicker-, Siphon- und hygropetrische Quellen auf, insbesondere wenn sie reich mit Quellmoos ausgestattet sind. Fließquellen mit hoher Wasserführung werden in Arten- und Individuenzahl von Gebirgsbachformen dominiert. Quellen mit mittlerer und geringer Abflußdynamik sind in ihrer Zusammensetzung von Quell- und Gebirgsbachformen ausgewogen (Mischfauna).
- ♣ Der starke biologische Unterschied von Quell- und angrenzender Gebirgsbachregion hängt eng mit den sehr verschiedenen Umweltbedingungen dieser beiden Gewässerregionen zusammen. Während in den meisten Quellen die hydrologische Situation eine mächtige Akkumulation von Fallaub und nicht selten auch von reichlich organischem Feinsediment zuläßt, führt diese im Gebirgsbach zu weitgehendem Abtransport von partikulären organischen Substanzen sowie zu einer substratinstabilen Gewässersohle (Sedimentumlagerung). Dies erklärt auch den Umstand, daß die Fauna im Gebirgsbach bevorzugt im unterirdischen Spaltlückensystem weilt, während die Organismen der Quellregion mehrheitlich in dem auf der Gewässeroberfläche aufliegenden organischen Substrat vorkommen und Formen des hyporheischen Interstitials nur in geringer Zahl vertreten sind. Ein weiterer wesentlicher Faktor ist das thermische Gefüge. Im Gebirgsbach treten jahreszeitlich bedingte Temperaturschwankungen auf, während das Quellwasser der kalttemperierten Quellen über das gesamte Jahr konstant zwischen 4 und 8°C liegt. Eine weitere bemerkenswerte Eigenheit bedingt das Buchenfallaub, welches im Wasser eine ledrig-feste Konsistenz erhält und damit für die Organismen, im besonderen jener der Quellregion, ein langzeitliches und attraktives Kolonisationssubstrat liefert.
- ♣ Das weit verzweigte unterirdische Spaltlückensystem wird von typischer Spaltenfauna individuenreich besiedelt. Als wesentlichste Nahrungsgrundlage dient der auf der Gesteinsoberfläche sich entwickelnde Biofilm (bestehend aus Mikroorganismen und organischen Substanzen). Die Entwicklung des Biofilms wird wiederum durch

Materialeintrag von Substanzen aus der oberirdischen Zone, welcher vor allem durch die hydrologischen Bedingungen gefördert werden dürfte, ermöglicht. Im gesamten zugänglichen Teil der Rettenbachhöhle sind Spuren von der Erdoberfläche (Fragmente von höherer Vegetation und terrestrisch lebender Tiere) zu beobachten. Die freispiegelnden Gewässer der Höhle sind von starker hydrologischer Dynamik geprägt, die hohe Erosions- und Driftereignisse bedingen (es liegt nur in geringem Umfang loses Material vor). Dem entsprechend findet man eine sehr geringe faunistische Individuendichte, die Artenvielfalt der aquatisch lebenden Höhlenfauna ist hingegen beachtlich (über 20 Arten sind nachgewiesen).

- ♣ Da in Karstquellen die Habitate und deren Biozönose vorwiegend oberflächlich liegen und zudem die Quellen generell eine sehr kleinräumige Ausdehnung haben, ist das Biotop Quelle ausgesprochen anfällig gegenüber exogen einwirkenden Störungen, wie Trittbelastung, Überschüttungen mit Sediment, Errichtung von Quelfassungen, Beseitigung der Umlandvegetation, erhöhter Nährstoffeintrag u.ä.
- ♣ Das Defizit an biologisch-ökologischem Wissen über die Fauna der Karstquellen und unterirdischen Gewässer ist generell noch außerordentlich hoch. Im Nationalpark Kalkalpen sind in den letzten Jahren eine Reihe allgemeiner ökologischer Zusammenhänge erarbeitet worden, deren Erkenntnisse nun verstärkt mit weiteren Daten erhärtet werden sollten. Erst an 6% der im Nationalparkgebiet vorkommenden Quellen wurden limnologische Erhebungen angestellt, die Dokumentation der Artenvielfalt liegt noch unter 50%. Der Wissenstand ist jedoch bereits so hoch, daß etliche naturschutz-bezogene Managementmaßnahmen an Quellen basierend auf ökologischen Erkenntnissen umgesetzt werden können. Besonders gering ist noch das Wissen über die biotischen Vorgänge im unterirdischen Kluftsystem des Kalkgebirges, deren Bedeutung für die Ausbildung des Karstes und damit die Zusammenhänge mit den Trinkwasserressourcen.
- ♣ Die Karstquellen eignen sich vorzüglich zur langzeitigen Beobachtung von regionalen und globalen Umweltveränderungen. Erfolgskontrollen von getätigten Managementmaßnahmen, wie z.B. die Entwicklung eines naturnaheren Waldzustandes oder die Verringerung von erhöhten Nährstoffeinträgen aus der Landwirtschaft, lassen sich anhand von Daten aus der Quellregion sehr effizient durchführen.

Biodiversität in Karstquellsystemen des Nationalparkes o.ö. Kalkalpen

Erich WEIGAND

Vortrag im Rahmen des Symposium "Hydrogeologie und Hydrobiologie -
Biotische Prozesse an benetzten Gesteinsoberflächen im Untergrund"

Windischgarsten, 15.-16.10.1998

Quellen: Faszinierende Biotope mit einzigartiger Organismengemeinschaft

Die sprudelnden, klaren Quellen der Alpen werden oft als Sinnbilder für Natur und Leben vorgeführt. Kaum jemandem ist aber bewußt, daß sie auch besondere Lebensräume sind: eine Vielfalt von Lebewesen tummelt sich auf engstem Raum. Hier begegnen Pioniere aus lichtlosen Spalthöhlen den Besiedlern sonniger Gebirgsbäche, treffen Grundwasserformen und Glazialreliktkarten aus der Voreiszeit auf eine hohe Zahl typischer Quellorganismen. Quellen stellen inselartige Biotope mit disjunkter Verbreitung dar. In Habitatbeschaffenheit und Organismenzusammensetzung unterscheiden Quellen sich deutlich von den angrenzenden Gebirgsbächen und unterirdischen Gewässern, gegen welche sie auch abrupt abgegrenzt sind. Ein faszinierendes Forschungsfeld, das im alpinen Raum noch ganz am Anfang steht und erst in den letzten Jahren vermehrt in den Blickpunkt gelangt.

Große Vielfalt an Fauna und Flora

Für den alpinen Raum sind rund 1.000 in Quellen lebende Tierarten bekannt, davon etwa 200 bis 300 Quellspezialisten (BREHM & MEIJERING 1990, MOOG et al. 1995, ZOLLHÖFER 1997). Im Jahr 1995 veranlaßte die Nationalparkgesellschaft im Rahmen ihres Karstquellen-Monitoringprogrammes (HASEKE et al. 1998) die erstmalige Erkundung der Fauna und Lebensräume von Karstquellen, wobei von den etwa 800 in der Region bekannten Quellen 35 (40 Quellaustritte) ausgewählt wurden. Die Untersuchungen belegten ebenfalls eine außergewöhnlich hohe Biodiversität der Karstquellen, so konnten bereits bei einer einmaligen Aufnahme an den 40 Quellaustritten rund 220 Arten nachgewiesen werden, darunter mehrere der Wissenschaft noch nicht bekannte höhere Lebensformen (WEIGAND & TOCKNER 1996; HAASE, WEIGAND & HASEKE 1998). Höchst bemerkenswert ist auch der hohe faunistische Individualitätsgrad der einzelnen Quellen. In nahezu jedem der untersuchten Quellaustritte war eine Art, oft sogar mehrere, die an keiner weiteren der 40 untersuchten Quellaustritte vorkam (Abb. 1). Die hohe Artenvielfalt der Quellfauna wurde bei nachfolgenden Untersuchungen mit zahlreichen weiteren Erstnachweisen von Arten bestätigt (WEIGAND 1998; WEIGAND, BAUERNFEIND, GRAF & PANZENBÖCK 1998). Nach derzeitiger Erkenntnis ist in den 792 im Gebiet des Nationalparks registrierten Quellen eine Faunenvielfalt von deutlich über 500 Arten anzunehmen. Auch die Flora ist mannigfaltig, so konnten im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen nach einer ersten stichprobenartigen Erhebung der Moosflora an 22 ausgewählten Quellen, 77 Moosarten beobachtet werden, davon allein bei einer Großquelle 28 Arten (GRIMS 1993).

demnach abhängig von der Vielfalt an Kleinlebensräumen bzw. der Habitatausstattung und dem vorherrschenden Umweltfaktorengefüge. Quellen sind außerordentlich reich an sehr unterschiedlich ausgeprägten Habitaten und Lebensräumen die in der Quellregion kleinräumig miteinander verzahnt sind. Dieses Mosaik von auf kleinstem Raum vorkommenden Lebensrauminseln ermöglicht die (beobachtete) hohe Artenkonzentration.

Bei der Analyse der Präferenz der Fauna zu Habitaten und Kleinlebensräumen, bei welcher insbesondere Substratausstattung und hydrologische Situation berücksichtigt wurden, lassen sich gut definierte Faunengemeinschaften abgrenzen (Abb. 3). Mehrere individuenreich vertretene Arten zeigen einen ausgeprägten Schwerpunkt ihres Vorkommens in einem oder wenigen Choriotope (WEIGAND 1998). Wie z.B. die Quellenschnecke der Gattung *Bythinella* welche reichlich mit Algen verwachsene substratstabile Flächen in hydrologisch geschützten Arealen bevorzugt, oder der ausnahmslos im Fallaub vorkommende Bachflohkrebs *Gammarus fossarum*. Auch der einzige quelltypische Vertreter innerhalb der Wirbeltiere, der Feuersalamander (*Salamandra salamandra*), benötigt für die Larvalentwicklung stark strömungsberuhigte Abschnitte wie z. B. Quellweiher.

Die wesentlichsten Schlüsselfaktoren

Bei der Ausbildung der sehr verschieden ausgeprägten und unterschiedlich attraktiven Kleinlebensräume (Choriotope) nimmt die Hydrologie eine Schlüsselrolle ein.

Durch die fehlende Hochwasserdynamik, kommt es in den Quellen, im Gegensatz zu den Gebirgsbächen zu keiner Sedimentumlagerung, wodurch sich eine üppige Aufwuchsflora von Algen, Quellmoosen und Biofilm entwickeln kann.

Quellen mit besonders geringer hydrologischer Dynamik sind durch mächtige Fallaubanlandungen geprägt ("POM- bzw. Fallaub-Quellen", z.B. Weißenbachquelle, Krahalmquelle). Wird hingegen durch eine höhere Fließwasserdynamik das Fallaub abtransportiert, können auch die ebenen bis mäßig steilen Gesteinsoberflächen von Quellmoos kolonisiert werden ("Moos-Quellen", z.B. Steyernquelle-Übersprung).

Da die energetisch gestaltende Kraft des Wassers für die biologisch-ökologischen Prozesse in Quellen von außerordentlicher Bedeutung ist, und sie im Karst andere Erscheinungsformen annimmt als über Urgestein, ist zu vermuten, daß zwischen Kalk- und Zentralalpen erhebliche Unterschiede in der Ausbildung der Choriotope der kalttemperierten Quellen und somit auch ihrer Floren- und Faunen-zusammensetzung bestehen.

Neben den hydrologischen und gewässermorphologischen Faktoren hat auch die Umlandvegetation (Beschattung, Fallaubeintrag) einen entscheidenden Einfluß auf die Ausprägung von Karstquellen. Quellen die langfristig einer praller Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind weisen keine geschlossene Quellmoosvegetation auf, die Steine sind von Algen und Biofilm überzogen.

Organismen der Höhlen- und Spaltlückengewässer

Das Spalten-, Röhren- und Kluftsystem des Karstes hat vielfach eine enorme Ausdehnung. Bis heute ist das Wissen über diese lichtlose Zone mit seinen Lebensräumen und Bewohnern sehr gering.

Als Fenster zu unterirdischen Gewässern gewähren Quellen einen Einblick in diesen wenig erforschten Lebensraum, indem sich hier ausgedriftete Tiere ansammeln. Im immerkalten Quellwasser treten manche dieser Tiere regelmäßig auf oder können zumindest eine Zeitlang überleben. Vertreter dieser Faunengemeinschaft in der Rettenbachhöhle (Nationalpark Kalkalpen) sind beispielsweise der Höhlenflohkrebs *Niphargus tatrensis*, die Höhlenassel *Proasselus carpaticus* und Quellenschnecken der Gattungen *Hauffenia*, *Belgrandiella* und *Bythiospeum*. Aber auch der umgekehrte Weg ist möglich,

Gefährdungsfaktoren, ökologische Widerstandsfähigkeit und Schutzwert

Durch die kleinräumige Ausdehnung der Quellareale, ihre gewässeroberflächlich situierten Habitate und deren Biozöosen ist der Lebensraum Quelle gegenüber exogen einwirkenden Störungen (Trittbelastung, Überschüttungen mit Sediment, Errichtung von Quelfassungen, Beseitigung der Umlandvegetation, Nährstoffeintrag u.ä.) außerordentlich empfindlich. Die zeitliche Konstanz der Umweltfaktoren (z.B. geringe Temperaturschwankungen im Jahresverlauf), ist eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung und Existenz einer hoch spezialisierten und einzigartigen Lebensgemeinschaft in Quellen. Die Quellorganismen reagieren daher bereits auf geringe Veränderungen der Abflußverhältnisse, der Temperatur oder der hydrochemischen Zusammensetzung. Diese Sensibilität macht Karstquellen besonders geeignet für die Durchführung von Untersuchungen zur Erforschung von lokalen, regionalen als auch globalen Umweltveränderungen.

Aufgrund des hohen Individualitätsgrades der einzelnen Quellen und der hohen Anzahl ausschließlich in den Quelllebensräumen vorkommender Arten, ist der Arten- und Biotopschutzwert der Karstquellen sehr hoch. Obgleich sich diese Erkenntnis europaweit durchgesetzt hat, sind nur wenige Quellen durch das Naturschutzgesetz geschützt. Der Schutz – meist in Form von Naturdenkmälern - ist eher auf das Spektakuläre, "Sehenswerte", und weniger auf ökologische Erfordernisse abgestimmt. Wegen der bestehenden Ausnahmeregelungen für land- und forstwirtschaftliche Nutzungen sind Naturschutzbemühungen ohne spezielle Bestimmungen nicht ausreichend. Im Sinne des Naturschutz sollte vor künftigen Nutzungen bzw. Beeinträchtigungen von Quellen, wie zum Beispiel zur Wassergewinnung oder beim Straßenbau in Quellnischen, eine ökologische Erhebung durchgeführt werden.

Literaturverweis

- BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1990): Fließgewässerkunde. Quelle & Meyer, 1-295.
- GRIMS, F. (1993): Karstquellen-Monitoring: Moosaufnahme. NPK 1993. Beilage zu HASEKE, H. et al. (1993): Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring 1993. 24 Seiten, Beilagen (Einzelberichte zu speziellen Themen). – Bericht für den Nationalpark Kalkalpen. Molln-Salzburg, März 1994.
- HAASE, M., E. WEIGAND & H. HASEKE (1998): Two new species of the family Hydrobiidae (Mollusca: Caenogastropoda) from Austria. – The Veliger, Californian Malacological Society, San Francisco, in press.
- HASEKE, H. and partners (1998): Nationalpark o.ö. Kalkalpen (Upper Austria): Karst research Program. The Nationalpark Karst Programm 1994-1998. Homepageversion im Internet: <http://ftp-waldoek.boku.ac.at/kalkalp/>
- HASEKE, H. & E. WEIGAND (1997): Quellen – Lebensspender und Lebensräume. Jour. Aufwind, H. 20, 26-29.
- MOOG, O., Hrsg. (1995): Fauna Aquatica Austriaca – Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Abt. Hydrobiol. der Univ. für Bodenkultur Wien und BM für Land- und Forstwirtschaft.
- WEIGAND, E. & K. TOCKNER (1996): Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet Nördliche Kalkalpen. Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, 1-105.
- WEIGAND, E. (1998): Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Österreich). Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes o.ö. Kalkalpen, 1-173.
- WEIGAND, E., E. BAUERNFEIND, W. GRAF, M. PANZENBÖCK (1998): Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Österreich). Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes o.ö. Kalkalpen, 1-173.
- ZOLLEHÖFER, J.M. (1997): Quellen die unbekanntes Biotope: erfassen, bewerten, schützen. Bristol-Schriftenreihe, Bd 6, 1-253.

Projektteam Karstquellen-Limnologie

Die limnologischen Karstquellenstudien im Nationalpark o.ö. Kalkalpen (1995-1998) erfolgten unter der Leitung von Dr. Erich Weigand (A-9772 Dellach/Drau, Glatschach 16, e-mail: weigand@ubavie.gv.at) und der Mitarbeit von Mag. Peter Aubrecht, Dr. Tom Battin, Dr. Ernst Bauernfeind, Mag. Astrid Blab, Dr. Manfred Car, Univ.-Prof. Dr. D.L. Danielopol, cand.Mag. Ingrid Deutsch, Dr. Helmut Franz, Dr. Manfred Jäch, Dr. Elisabeth Gaviria, Dr. Christa Gätz-Turnher, Dr. Reinhard Gerecke, Dr. Wolfram Graf, Dipl.-Ing. Ursula & Klaus Grasser, Dr. Martin Haase, Dr. Verena Kowarc, Dipl.-Biol. Benjamin Menne, Mag. Britta Möbes-Hansen, Dr. Wolfgang Lechthaler, Dr. Hasko Nesemann, Dr. Claus Orendt, Mag. Michaela Panzenböck, Dr. Peter Pospisil, Dr. Kurt Schäfer, Dr. Klement Tockner, Mag. Herbert Weilguni, Dr. Harald Wintersberger u.a. sowie von Hr. Dr. Harald Haseke (Leiter des wiss. NP-Karstprogrammes) und dem Team der Nationalpark o.ö. Kalkalpen GmbH, Mag. Siegfried Angerer, Regina Buchriegler, Dipl.-Ing. Andreas Gärtner, Roland Mayr, Ing. Elmar Pröll, Andreas Rußmann, Dr. Bernhard Schön, Dr. Roswitha Schrutka, Ing. Norbert Steinwendner, unter der Führung von Dir. Dr. Erich Mayrhofer.

18 Seiten Untersuchungsgebiet

1 Lageplan

2 HRQ

3 HRQ

4 HRQ

5 HRQ

6 STEY

7 STEY

8 STEY

9 STEY

10 KRA

11 KRA

12 KRA

13 KRA

14 WEIS

15 WEIS

16 WEIS

17 LILA

18 LILA

3. Biozönose der Karstquellen und unterirdischen Gewässer

3.1. Artenvielfalt und Biodiversität in Karstquellen

Bei den faunistischen Erhebungen der Quellregion des Nationalparkes (1995-1998) konnten bisher 250 aquatisch lebende Arten und Taxa nachgewiesen werden (siehe Kap. 3.2). Die tatsächlich vorkommende Artenzahl in den Karstquellen muß jedoch deutlich höher angesetzt werden, wobei der derzeitige noch zu geringe Erhebungsstand keine seriöse Abschätzung zuläßt. Zu erwarten sind etwa doppelt so viele Tierarten. Diese Schätzung fußt vor allem auf die erst geringe Anzahl von faunistisch untersuchten Quellen (ca. 6%) und dem sehr hohen faunistischen Individualitätsgrad der Quellen (TOCKNER & WEIGAND 1996).

Der allgemein geringe biologische Wissenstand der Quellen in den Alpen wird im besonderen auch durch mehrere im Nationalpark Kalkalpen beobachtete Arten, welche für die Wissenschaft neu sind, offensichtlich. Bei der Erfassung unbekannter Formen wurde bis jetzt der Schwerpunkt auf die Hydrobiiden (Quellenschnecken) gelegt, wobei vorerst jeweils eine Art aus der Gattung *Belgrandiella* und *Bythiospeum* erstbeschrieben wurden (HAASE, WEIGAND & HASEKE 1998). Diese beiden Arten sind mittlerweile international anerkannt und lediglich für das Sengengebirge bekannt. Das Auftreten von einigen weiteren Hydrobiidenarten wird nach Durchsicht des vorliegenden Materials von Dr. Martin Haase mit Sicherheit angenommen. Neben der genannten Tiergruppe sind auch innerhalb der harpacticoiden Krebse (Copepoda) Erstfunde für die Wissenschaft zu erwarten (Dr. Verena Kowarc, mündl.Mitt.). Generell ist die Copepodenfauna durch ihr starkes Auftreten im unterirdischen Spaltlücken- und Kluftsystem des Karstes von hoher Bedeutung (Dr. Peter Pospisil, mündl.Mitt., siehe auch Kap. 6).

Im Vergleich zur Quellfauna ist das derzeitige Wissen über die aquatische Flora der Karstquellen im Nationalpark noch spärlicher. Hinsichtlich der Quellmoose, die im Krenal als Organismen und Lebensraumstruktur von zentraler Bedeutung sind, gibt es eine erste orientierende Aufnahme von GRIMS (1993). Dabei wurden an 22 ausgewählten Quellen unter Einbeziehung des unmittelbaren (semi)terrestrischen Umlandes 77 Moosarten, davon allein bei einer Großquelle 28 Formen, beobachtet. Demnach weisen auch die Moose an Quellen eine hohe Artenvielfalt auf engstem Raum auf. Bezüglich der Algenflora liegen derzeit noch keine detaillierten Erhebungen vor. Besonders auffallend ist das bisher einzige beobachtete Vorkommen der violettroten *Hildebrandia* (Würfling-Siphonquelle, Kurzbez. "LILA", nur im Eukrenal) sowie die auffälligen Aggregationen von *Waucheria* sp. an einigen Quellabflüssen (STEY-Ü, ROSE u.a.). Vertreter der ersteren Gattung sind auf etwas wärmere Gewässer der tieferen Lagen angewiesen. Um eine zumindest hypothetische Einschätzung der Artenvielfalt an Algen in den Karstquellen der Nationalparkes zu gewinnen wird im folgenden eine Auflistung der bereits eingehender untersuchten Quellalgenflora des karbonatischen Gebietes im italienischen Adamello-Brenta-Naturschutzgebiet (CANTONATI et al. 1996, CANTONATI & ORTLER 1998, CANTONATI 1998) vorgenommen. Das wären in etwa 115 Taxa Kieselalgen, 25 Taxa Blaualgen, 1 Gattung Gelbgrünalgen, 2 Arten von Rotalgen und 5 Gattungen innerhalb der Grünalgen.

Seite 31, mit Prästigefoto

Feuersalamander (*Salamandra salamandra*) mit typischen Laichhabitat (Photo: E. Weigand)

Grasfrosch (*Rana temporaria*), Laichhabitat mit Laich (Photo: E. Weigand)

Gelbbauch- oder Bergunke (*Bombina variegata*), Photo: E. Weigand

Alpen- oder Bergmolch (*Triturus alpestris*), Photo: E. Weigand

Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*) im Quellabfluß der Krahalmquelle (Photo: E. Weigand)

Quellbach der Krahalmquelle (Vordergrund) vor der Einmündung in den Gebirgsbach

3.2. Liste der Tierarten und Tiergruppen (1995-1998)

Auflistung der im Rahmen der limnologischen Erhebungen in den Karstquellen und in den unterirdischen Gewässern der Rettenbachhöhle in den Jahren 1995-1998 nachgewiesenen Tierarten. Nationalpark o.ö. Kalkalpen. Verzeichnis und Beschreibung der Fundstellen siehe neben vorliegender Studie auch in WEIGAND & TOCKNER (1996) und WEIGAND (1998).

Legende: EUK ... Eukrenal (Region des Quellaustrittes), HYK ... Hypokrenal (Quellbach), ERH ... an die Quellregion angrenzender Gebirgsbachabschnitt, [REH] ... Spaltlückenraum- und Höhlengewässer der Rettenbachhöhle. Die Ausweisung des biozönotischen Vorkommens nach Gewässerregionen konzentriert sich auf das Eukrenal.

Turbellaria (Strudelwürmer)

Crenobia alpina (DANA) [EUK, HYK]

Policelis sp. [EUK]

Makroturbellaria gen. sp. indet. [EUK]

Mikroturbellaria gen. sp. indet. [EUK]

Nematoda (Rund- oder Fadenwürmer)

mehrere Arten, indet. [EUK, HYK, REH]

Gastropoda (Mollusca, Wasserschnecken)

Hydrobiidae (Binnen-Zwergdeckelschnecken)

Belgrandiella sp. 1 [EUK]

Belgrandiella sp. 2 [EUK]

Belgrandiella sp. 3 [EUK]

Belgrandiella sp. 4 (?) [EUK]

Bythinella sp. "kleinwüchsige Form" [EUK]

Bythinella sp. "großwüchsige Form" [EUK]

Bythinella sp. "mittelgroße/bauchige Form, HRQ" [EUK]

Bythinella sp. "zweite Form der Quelle TROJ" [EUK]

Hauffenia sp. "Typ Rettenbachhöhle / Sengsengebirge" [EUK]

Hauffenia sp. "Typ Jörglalmquelle / Reichraminger Hintergebirge" [EUK]

Bythiospeum sp. [EUK]

Ancylidae

Ancylus fluviatilis O.F.MÜLLER 1774, Flußnapfschnecke [EUK, HYK]

Lymnaeidae

Galba truncatula O.F.MÜLLER 1774, Kleine Sumpfschnecke [EUK, HYK]

Bivalvia (Mollusca, Muscheln)

Sphaeriidae (Kugelmuscheln)

Pisidium personatum MALM 1855, Quellerbsenmuschel [EUK]

Pisidium sp. [EUK]

Oligochaeta (Annelida, Wenigborster)

Dorydrilidae

Dorydrilus michaelsoni PIGUET 1913 [EUK, REH]

Enchytraeidae

Mesenchytraeus armatus LEVINSON 1883 [EUK]

Cognettia sp. (vermutl. *C. sphagnetorum* (VEJDOVSKY 1877)) [EUK]

Cernosvitoviella sp. (vermutl. *C. atrata* (BRETSCHER 1903)) [EUK]

Marionina sp. (vermutl. *M. argentea* (MICHAELSEN 1889)) [EUK, REH]

Haplotaidae

Haplotaxis gordioides (HARTMANN 1821) [EUK]

Lumbriculidae

Stylodrilus heringianus CLAPAREDE 1862 [EUK]

Lumbricidae

Eiseniella tetraedra (SAVIGNY 1826) [EUK]

Naididae

- Nais bretscheri* MICHAELSEN 1899 [EUK]
- Nais elinguis* MÜLLER 1773 [EUK]
- Nais simplex* PIGUET 1906 [EUK]
- Pristina bilobata* (BRETSCHER 1903) [EUK]
- Pristina foreli* (PIGUET 1906) [REH]
- Uncinaiis uncinata* ORSTEDT 1842 [EUK]

Propappidae

- Propappus volki* MICHAELSEN 1905 [EUK]

Tubificidae

- Limnodrilus udekemianus* CLAPAREDE 1862 [REH]
- Potamothrrix moldaviensis* VEJDOVSKY & MRAZEK 1902 ? [REH]

Acari (Milben, Spinnentiere)

Hydrachnellae [EUK]

Oribatei (Landwanzen) [EUK]

Porohalacaridae

- Porohalacarus* sp. [EUK]

Sperchonidae

- Sperchon denticaulatus* KOEN. [EUK]
- Sperchon glandulosus* KOEN. [EUK]

Thyasidae

- Panisus torrenticolus* PIERS. [EUK]

Ostracoda (Crustacea, Muschelkrebse)

- Candona* gr. *Neglecta* [HYK]
- Cavernocypris subterranea* [EUK, HYK, ERH]
- Eucypris pigra* [EUK, HYK]
- Potamocypris* sp. [EUK, HYK, ERH]
- Pseudocandona albicans* [EUK]
- Pseudocandona* sp. [EUK]
- Psychrodromus fontinalis* [EUK, HYK,]

Copepoda (Crustacea, Ruderfüßler)

Cyclopoidea

- Diacyclops languidus* / *languidoides*-Gruppe [REH]
- Eucyclops serrulatus* (FISCH.) [EUK]
- Paracyclops fimbriatus* (FISCH.) [EUK]
- Megacyclops viridis* (JUR.) [EUK]

Harpacticoidea

- Attheyella wierzejskii* (MRAZEK) [EUK]
- Echinocamptus pilosus* (VAN DOUWE) [EUK]
- Bryocamptus zschokkei* (SCHMEIL) [EUK]
- Bryocamptus* (*Limocamptus*) *echinatus* (MRAZEK) [EUK]
- Bryocamptus pygmaeus* (SARS) [EUK]
- Elaphoidella* sp. (vermutlich eine für die Wissenschaft unbeschriebene Art) [EUK]

Isopoda (Crustacea, Asseln)

- Proasselus* sp. (vermutlich *Proasselus cavaticus*) [EUK, REH]

Amphipoda (Crustacea, Flohkrebse)

Gammaridae

- Gammarus fossarum* KOCH 1835 [EUK, HYK]
- Niphargus tatrensis* WRESN. [EUK]

Collembola (Insecta, Springschwänze)

- mehrere Arten, indet. [EUK, HYK, REH]

Odonata (Libellen)

Anisoptera (Großlibellen)

- Cordulegaster* sp. [EUK]

Ephemeroptera (Insecta, Eintagsfliegen)

Baetidae

- Baetis alpinus* PICTET 1843-1845 [EUK, HYK]
- Baetis melanonyx* PICTET 1843-1845 [EUK]
- Baetis muticus* (LINNAEUS 1758) [EUK]

Baetis niger (LINNAEUS 1761) [EUK]
Baetis rhodani PICTET 1843-1845 [EUK, ERH]
Baetis vernus CURTIS 1834 [ERH]
Centroptilum luteolum (MÜLLER 1776) [EUK, HRQ Fischteich]

Heptageniidae (Ecdyonuridae)

Ecdyonurus austriacus [EUK, ERH]
Ecdyonurus venosus (FABRICIUS 1775) [EUK]
Ecdyonurus zelleri (EATON 1885) [EUK]
Electrogena lateralis (CURTIS 1834) [EUK]
Epeorus sylvicola PICTET 1865 [EUK]
Rhithrogena austriaca SOWA & WEICHELBAUMER 1988 [EUK, ERH]
Rhithrogena carpatoalpina KLONOWSKA et al. 1987 ? [HYK]
Rhithrogena picteti SOWA 1971 [EUK]
Rhithrogena ruinae [ERH]

Leptophlebiidae

Habroleptoides confusa SARTORI & JACOB 1986 [EUK, ERH]

Plecoptera (Insecta, Steinfliegen)

Perlidae

Dinocras megacephala (KLAPALEK 1907) / *D. cephalotes* (CURTIS 1827) [EUK]

Nemouridae

Amphinemura sulcicollis (STEPHENS 1836) [EUK]
Nemoura marginata PICTET 1835 [EUK]
Nemoura mortoni RIS 1902 [EUK]
Nemurella pictetii KLAPALEK 1900 [EUK]
Protonemura auberti ILLIES 1954 [EUK]
Protonemura brevistyla (RIS 1902) [EUK]
Protonemura nitida STEPHENS 1835 [EUK]

Leuctridae

Leuctra albida KEMPNY 1899 [EUK]
Leuctra armata KEMPNY 1898 [EUK]
Leuctra aurita NAVAS 1919 [EUK]
Leuctra braueri KEMPNY 1898 [EUK]
Leuctra cingulata KEMPNY 1899 [EUK]
Leuctra cf. helvetica AUBERT 1956 [EUK]
Leuctra major BRINK 1949 [EUK]
Leuctra rosinae KEMPNY 1900 [EUK]

Perlodidae

Dictyogenus fontium (RIS 1896) / *D. alpinum* (PICTET 1841) [EUK]
Isoperla sp. [EUK]
Perolodes intricatus PICTET 1841 [EUK]

Coleoptera (Insecta, aquatische Käfer)

Fam. Dytiscidae

Dytiscidae gen. sp. Larve juv. [HYK]

Fam. Elmidae

Elmis aena (Ph. MÜLLER 1806) [EUK]
Elmis latreillei (BEDEL 1878) [EUK, HYK]
Elmis rietscheli STEFFAN 1958 [EUK]
Limnius sp., Larve juv. [EUK]
Esolus angustatus (Ph.MÜLLER 1821) [EUK, HYK, ERH]
Riolus subviolaceus (Ph.MÜLLER 1817) [HYK]

Fam. Hydraenidae

Hydraena alpicola PREITNER 1931 [EUK, HYK]
Hydraena gracilis GERMAR 1824 [EUK]
Hydraena truncata REY 1885 [EUK]

Fam. Scirtidae

Scirtidae gen sp. Larve (vorwiegend terrestrisch) [HYK]

Fam. Staphylinidae

Lesteva longelytrata [EUK]

Trichoptera (Insecta, Köcherfliegen)

Brachycentridae

Micrasema morosum McLACHLAN 1868 [EUK, HYK]*Micrasema minimum* McLACHLAN 1876 [EUK]

Glossosomatidae

Agapetus sp. [EUK]*Glossosoma conformis* NEBOISS 1963 [EUK]*Glossosoma intermedium* KLAPALEK 1892 [ERH]

Goeridae

Goera pilosa FABRICIUS 1775 [EUK]*Lithax niger* (HAGEN 1859) [EUK, HYK, ERH]*Silo nigricornis* PICTET 1834 [EUK]

Lepidostomatidae

Crunoecia kempnyi MORTON 1901 [EUK, HYK]

Leptoceridae

Adicella filicornis PICTET 1834 [EUK]

Limnephilidae

Allogamus uncatu BRAUER 1857 [EUK, HYK]*Chaetopteryx fusca* BRAUER 1857 [EUK]*Chaetopteryx major* McLACHLAN 1876 [EUK]*Drusus biguttatus* PICTET 1834 [EUK, ERH]*Drusus discolor* RAMBUR 1842 [EUK]*Drusus monticola* McLACHLAN 1876 [EUK]*Halesus digitatus* SCHRANK 1781 [ERH]*Halesus rubricollis* (PICTET 1834) ? [EUK]*Micropterna sequax* McLACHLAN 1875 [HYK]*Potamophylax cingulatus* STEPHENS 1837 [EUK]*Potamophylax luctuosus* (PILLER & MITTERPACHER 1783) [ERH]*Potamophylax nigricornis* (PICTET 1838) [EUK]*Stenophylax permistus* McLACHLAN 1895 [HYK]

Odontoceridae

Odontocerum albicorne (SCOPOLI 1763) [EUK]

Philopotamidae

Hydropsyche saxonica McLACHLAN 1884 [EUK, ERH]*Philapotamus ludificatus* McLACHLAN 1878 [EUK]*Philapotamus montanus* (DONOVAN 1813) [EUK]*Wormaldia copiosa* McLACHLAN 1868 [EUK, ERH]*Wormaldia occipitalis* PICTET 1834 [EUK]

Polycentropodidae

Plectrocnemia conspersa (CURTIS 1834) [EUK, HYK]

Psychomyidae

Tinodes dives PICTET 1834 [EUK, HYK]*Tinodes unicolor* (PICTET 1834) [EUK]

Rhyacophilidae

Rhyacophila glareosa McLACHLAN 1867 [EUK, HYK]*Rhyacophila hirticornis* McLACHLAN 1879 [EUK]*Rhyacophila producta* McLACHLAN 1879 [EUK, HYK]*Rhyacophila pubescens* PICTET 1834 (ev. *R. stigmatica*) [EUK]*Rhyacophila stigmatica* KOLENATI 1859 [EUK, HYK]*Rhyacophila vulgaris* PICTET 1834 [EUK]

Sericostomatidae

Sericostoma personatum KIRBY & S. 1826 / *S. flavicorne* SCHNEIDER 1845 [EUK]**Diptera (Insecta, Zweiflügler)**

Blepharoceridae (Lidmücken, Netzmücken)

Liponeura minor / cordata [(EUK)HYK]

Ceratopogonidae (Gnizen)

Ceratopogonidae gen. sp. 1 [EUK]

Limoniidae (Limnobiidae, Stelzenmücken)

Molophilus sp. [EUK]

Limoniidae gen. sp. 1 [EUK]

- Psychodidae (Schmetterlingsmücken, Mottenmücken)
Bardeniella / Bazarella sp. [EUK]
 Psychodidae gen. sp. 1 [EUK]
 Psychodidae gen. sp. 2 [EUK]
 Psychodidae gen. sp. 3 [EUK]
- Simuliidae (Kriebelmücken)
Prosimulium rufipes (MEIGEN 1830) [EUK]
Eusimulium (Nervermannia) crenobium (KNOZ 1961) [EUK]
- Dixidae (Tastermücken)
Dixa sp. [HYK]
- Thaumaleidae (Orphnephilidae, Dunkelmücken)
 Thaumaleidae gen. sp. 1 [EUK]
- Tipulidae (Schnaken, Schnauzenmücken)
Tipula sp. [EUK, HYK]
Antocha sp. [EUK]
 Tipulidae gen. sp. 1 [EUK]
- Athericidae
Atherix ibis (FABR.), Ibisfliege [EUK]
- Empididae (Tanzfliegen)
Chaelifera sp. [EUK]
Dolichocephala sp. [EUK]
Wiedemannia sp. [EUK]
 Empitidae gen. sp. 1 [EUK]
- Muscidae (Echte Fliegen)
 Muscidae gen. sp. 1 [EUK]
 Muscidae gen. sp. 2 [EUK]
- Stratiomyidae (Waffenfliegen)
 Stratiomyidae gen. sp. 1 [EUK]
- Chironomidae (Zuckmücken)
 Subfam. Tanypodinae / Tribus Pentaneurini [EUK]
Conchapelopia sp. [EUK]
Krenopelopia sp. [EUK]
Nilotanypus dubius (MEIGEN 1814) [EUK]
 Thienemannimyia-Gruppe [EUK]
Trissopelopia sp. [EUK]
- Subfam. Diamesinae / Tribus Diamesini
Diamesa bertrami EDWARDS 1935 [EUK]
Diamesa permacra (WALKER 1856) / *D. dampfi* (KIEFFER 1924) [EUK]
Diamesa cinerella MEIGEN 1835 / *D. zernyi* EDWARDS 1933 [EUK]
Diamesa sp. [EUK]
Potthastia gaedii (MEIGEN 1818) [EUK]
Pseudodiamesa branickii (NOWICKI 1873) [EUK]
Pseudokiefferiella parva (EDWARDS 1932) [EUK]
- Subfam. Orthoclaadiinae / Tribus Metriocnemini
Chaetocladius piger (GOETGHEBUER 1913) [EUK]
Chaetocladius sp. 1 [EUK]
Chaetocladius sp. 2 [EUK]
Chaetocladius sp. [EUK]
Corynoneura sp. [EUK]
Gymnometriocnemus sp. [EUK]
Heleniella sp. [EUK]
Krenosmittia sp. [EUK]
Limnophyes sp. [EUK]
Metriocnemus fuscipes (MEIGEN 1818) [EUK]
Metriocnemus obscuripes (HOLMGREN 1869) [EUK]
Metriocnemus sp. [EUK]
Parakiefferiella gracillima (KIEFFER 1924) [EUK]
Parakiefferiella sp. [EUK]
Parametriocnemus stylatus (KIEFFER 1924) [EUK]
Paraphaenocladus sp. [EUK]
Thienemanniella sp. [EUK]

Subfam. Orthoclaadiinae / Tribus Orthoclaadiini

- Brillia modesta* (MEIGEN 1830) [EUK]
Cricotopus annulator GOETGHEBUER 1927 [EUK]
Cricotopus tremulus (LINNAEUS 1758) [EUK]
Eukiefferiella brevicealcar (KIEFFER 1911) [EUK]
Eukiefferiella coeruleascens (KIEFFER 1926) [EUK]
Eukiefferiella devonica (EDWARDS 1929) / *E. ilkleyensis* (EDWARDS 1929) [EUK]
Eukiefferiella minor (EDWARDS 1929) / *fittkau* LEHMANN 1972 [EUK]
Eukiefferiella tirolensis GOETGHEBUER 1938 [EUK]
Eukiefferiella sp. 1 [EUK]
Eukiefferiella sp. [EUK]
Heterotrissocladus sp. 1 [EUK]
Heterotrissocladus sp. [EUK]
Orthocladus ashei SOPONIS 1990 [EUK]
Orthocladus frigidus (ZETTERSTEDT 1838) [EUK]
Orthocladus sp. (wahrscheinlich *O. obumbratus* JOHANNSEN 1905) [EUK]
Orthocladus rivulorum KIEFFER 1909 [EUK]
Orthocladus saxicola KIEFFER 1911 [EUK]
Orthocladus sp. D (sensu SCHMID 1993) [EUK]
Orthocladus gr. *thienemanni* [EUK]
Orthocladus sp. 1 [EUK]
Paracricotopus niger (KIEFFER 1913) [EUK]
Paratrithocladus nivalis GOETGHEBUER 1938 [EUK]
Paratrithocladus sp. A (sensu SCHMID 1993) [EUK]
Paratrithocladus sp. [EUK]
Parorthocladus nudipennis (KIEFFER 1908) [EUK]
Pseudosmittia sp. [EUK]
Rheocricotopus effusus (WALKER 1856) [EUK]
Symposiocladus lignicola (KIEFFER 1915) [EUK]
Synorthocladus semivirens (KIEFFER 1909) [EUK]
Tvetenia bavarica (GOETGHEBUER 1934) [EUK]
Tvetenia calvescens (EDWARDS 1929) [EUK]
Tvetenia sp. [EUK]
- Subfam. Chironominae / Tribus Chironomini
- Cryptochironomus* sp. [EUK]
Polypedilum sp. [EUK]
- Subfam. Chironominae / Tribus Tanytarsini
- Krenopsectra fallax* REISS 1969 [EUK]
Krenopsectra sp. [EUK]
Micropsectra atrofasciata (KIEFFER 1911) [EUK]
Micropsectra sp. [EUK]

Vertebrata (Wirbeltiere)

Amphibia (Lurche)

- Bombina bombina* (LINNAEUS 1758), Gelbbauchunke, Bergunke [EUK, HYK]
Rana temporaria (LINNAEUS 1758), Grasfrosch, Taufrosch [EUK, HYK]
Salamandra salamandra (LINNAEUS 1758), Feuersalamander [EUK, HYK]
Triturus alpestris (LAURENTI 1768), Bergmolch, Alpenmolch [EUK, HYK]

Pisces (Fische)

- Cottus gobio*, Koppe [ERH]
Salmo trutta f. fario, Bachforelle [HYK, ERH]

3.3. Ostracoda (Muschelkrebse)

Die Ostracoden zählen in den Quellen Mitteleuropas zu den bedeutendsten Faunenelementen. Ihr individuenreiches Vorkommen und beachtlichen Zahl von eng an Quellen angepaßter (krenobiont und krenophil) Formen ist mehrfach dokumentiert, so z.B. für die alpinen Quellen des italienischen Gebirgsmassives Adamello-Brenta (CANTONATI, ed., 1998) und des deutschen Nationalparks Berchtesgaden (GERECKE 1995), der Tieflandquellen im nördlichen Voralpenraum (BREHM & MEIJERING 1990) und der Juraquellen in der Schweiz (ZOLLHÖFER 1997). Im Nationalpark o.ö. Kalkalpen gibt sich die Ostracodenfauna der Karstquellen in Artenvielfalt und Individuenzahl bescheidener und in den Spalten- und Höhlengewässern der Rettenbachhöhle konnten Ostracoden bis jetzt noch nicht nachgewiesen werden (Kap. 6). Die im Jahre 1995 durchgeführte faunistische Erhebung an 40 Quellaustritten (35 Quellen) ergab für die Ostracoden einen Individuenanteil von "lediglich" 0,21% an der Gesamtfauuna, wobei Vertreter dieser Tiergruppe im Durchschnitt nur in jeder dritten Quelle zu beobachten waren (WEIGAND & TOCKNER 1996). Dieses Untersuchungsergebnis dürfte die tatsächliche Situation jedoch erheblich unterschätzen. Bei den nachfolgenden Schwerpunktserhebungen an fünf ausgewählten Karstquellen (HRQ, STEY, KRA, WEIS, LILA), bei welchen die gesamte Quellregion und alle bedeutenden Choriotope einbezogen worden sind, konnten an allen Quellen Ostracoden festgestellt werden (WEIGAND 1998). Überdurchschnittlich auch das Vorkommen an fünf weiteren untersuchten Quellen, wobei an 3 dieser 5 Quellen Muschelkrebse nachgewiesen wurden (Quellaustritte von SCHW, JAPO, FEIA).

Die ersten Analysen auf Artniveau (siehe Tabelle folgender Seite) erfolgten im Rahmen des limnologischen Fünf-Karstquellen-Schwerpunktsprogrammes (WEIGAND 1998) sowie der begleitenden Aufnahmen von fünf entlang eines Höhentransektes (von 610 bis 1560 m SH) liegender Quellaustritte (Kap. 5). Die Determination wurde von Univ.-Doz. Dr. Danielopol, dem derzeit renommiertesten Fachmann für diese Tiergruppe in Österreich, durchgeführt. Das Material ergab insgesamt 6 Arten aus verschiedenen Gattungen. Laut Dr. Danielopol handelt es sich hierbei um Formen, welche im Untersuchungsgebiet zu erwarten waren und in den nördlichen Kalkalpen weiter verbreitet sind (siehe auch MARMONIER et al. 1989, BALTANAS et al. 1993, ROUCH & DANIELOPOL 1997). Das vorliegende Material erlaubt erste Einblicke, die tatsächliche Artenvielfalt der Ostracodenfauna ist mit Sicherheit deutlich höher.

Das Vorkommen von Ostracoden in den Quellen des Nationalparks hängt offensichtlich eng mit sehr speziellen Lebensraumverhältnissen zusammen, wobei die hydrologische Situation von besonderer Bedeutung sein dürfte. Alle Quellen mit Ostracodenvorkommen weisen eine (sehr) geringe Wasserströmung und Dynamik auf. Das vorherrschende Gewässersubstrat ist Sand und Kies, der Anteil von Fallaub, Totholz, größeren Steinen sowie auch von Moosvegetation und vermutlich auch von Feinmaterial ist sehr gering. Außerordentlich dicht besiedelt ein Ostracodenvertreter der Gattung *Potamocypris* die im sandigen Grund der Fischteiche des Hinteren Rettenbachtals austretenden Quellen. Ein weiteres beachtlich hohes Individuenvorkommen ist an einem Quellaustritt des Quellsystems Jaidhausgraben-Ponore (JAPO, ca. 1380 m SH), festgestellt worden (siehe Kap. 5). Die höchste Artenvielfalt (4 Arten) wurde bei der letztgenannten Quelle (JAPO) sowie beim Quellaustritt der HRQ-Emergenzfalle-1 vorgefunden. Erwähnenswert ist noch die Beobachtung von mehreren Ostracoden in der Mantelhöhle der Quellschnecken *Bythinella* sp. „großwüchsige Form“ (Quelle ENTE).

Artenliste Ostracoda (Muschelkrebse) - Auflistung der in den Jahren 1996/97 an ausgewählten Quellen des Nationalparkes o.ö. Kalkalpen erhobenen Ostracodenfauna. Benthosaufsammlungen (100µm-Netz). Die Determination der Ostracoden wurde von Dr. Danielopol, Limnologisches Institut der ÖAW in Mondsee, durchgeführt.

Legende: Ind. = Individuen, Ge = Gehäuse, Kl = Klappe, M = männlich, W = weiblich (Mehrzahl = WW), Juv = juvenile Ind., STEY = Steyern Quellen, HRQ = Hintere Rettenbachquellen, KRA = Krahalmquelle Süd, WEIS = Weißenbachquelle, LILA = Würfling-Siphonquelle, FEIA = Feichtaualmquelle, JAPO = Jaidhausgraben-Ponore, SCHW = Schwarzlacken-Quelle, PIESL = Piesling Ursprung, P = Probe bzw. Probenstelle (Lageplan siehe Kap. 2 sowie WEIGAND 1998).

	Quelle	Probe	Datum	Arten und Taxa
1	STEY	P5	4.5.96	Psychrodromus fontinalis, 8 Ind. (WW, Juv, Ge, Kl)
2	STEY	P6	4.5.96	Psychrodromus fontinalis, 1 Ge
3	STEY	P1	28.10.96	Psychrodromus fontinalis, 1 W, 1 Juv
4	STEY	P2	28.10.96	Psychrodromus fontinalis, 6 Ind (WW+Juv), 1-2 Kl
5	STEY	P3	28.10.96	Psychrodromus fontinalis, 1 Juv Potamocypris sp., 2 Ind.
6	HRQ	P4	3.5.96	Potamocypris sp., 100-200 Ind.
7	HRQ	P5	3.5.96	Potamocypris sp., 1 Juv
8	HRQ	P7	3.5.96	Potamocypris sp., 4-5 Ind. Psychrodromus fontinalis, 1 Ge Cavernocypris subterranea, 1 Ge Eucypris pigra, 2 Kl
9	HRQ	P8	3.5.96	Potamocypris sp., Ge Psychrodromus fontinalis, Ge Eucypris pigra, 2 Kl (Juv)
10	HRQ, Fischteich		26.10.96	Potamocypris sp., 33 W, Juv
11	HRQ	P1	27.10.96	Cavernocypris subterranea, 1 W
12	HRQ	P3	27.10.96	Cavernocypris subterranea, 1 W
13	HRQ	P10	27.10.96	Potamocypris sp., 6 W, 2 Ge Psychrodromus fontinalis, 1 Juv, 2 Kl Eucypris pigra, 2 W
14	KRA	P1	28.10.96	Potamocypris sp., 3 Ge
15	KRA	P2	28.10.96	Cavernocypris subterranea, 1 W
16	KRA	P3	28.10.96	Potamocypris sp., viele Ind. Psychrodromus fontinalis
17	KRA	P4	28.10.96	Potamocypris sp., 6 Ind. Psychrodromus fontinalis, 14 W, Juv
18	WEIS	P1	2.5.96	Cavernocypris subterranea, 1 W
19	WEIS	P2	2.5.96	Cavernocypris subterranea, 1 W, 1 Kl
20	WEIS	P4	2.5.96	Psychrodromus fontinalis, 2 Ge Pseudocandona albicans, 1 W (Ge) Eucypris pigra, 1 Kl
21	WEIS	P2	27.10.96	Cavernocypris subterranea, 12 W, Ge, Kl Psychrodromus fontinalis, 1 W, 5 Juv, Ge, Kl
22	WEIS	P3	27.10.96	Cavernocypris subterranea, 1 W, 1 Ge, 1 Kl
23	WEIS	P5	27.10.96	Cavernocypris subterranea, 4 W, 1 Kl
24	LILA	P2	2.5.96	Psychrodromus fontinalis, 6 Ind. Cavernocypris subterranea, 1 W
25	FEIA, Wiese		25.10.96	Candona gr. Neglecta, 2 Juv, 1 Kl
26	JAPO, Austritt		25.10.96	Psychrodromus fontinalis, 48 W (einige Juv) Pseudocandona sp., 1 Juv (M) Potamocypris sp., 3 W Eucypris pigra, 1 W
27	SCHW, Austritt		25.10.96	Psychrodromus sp., 1 Juv. indet.
28	PIESL, Becken		24.10.96	Potamocypris sp., 2 W

Kap. 3.4.

EINTAGSFLIEGEN (Insecta: EPHEMEROPTERA)

E. Bauernfeind

EINFÜHRUNG

Die (obligat) wasserbewohnenden Larven der Ordnung Eintagsfliegen (Ephemeroptera) werden auf Grund ihrer meist hohen ökologischen Ansprüche seit langem als Indikatororganismen für die Bestimmung der biologischen Wassergüte verwendet (KOLKWITZ & MARSSON 1902, WEGL 1983, MOOG et al. 1997), fanden aber in Untersuchungen zur Quellfauna nur wenig Beachtung. Obwohl sie im allgemeinen nicht zu den typischen Quellbewohnern zählen, sind einige Arten dennoch in diesen Lebensraum vorgedrungen. Aus Mitteleuropa sind obligat quellbewohnende Arten bisher nicht sicher bekannt geworden, die (vorläufige) Einstufung von *Acentrella sinaica* (Fam. *Baetidae*) als typische Form des Eukrenals (ZOLLHÖFER 1997: 70) ist wegen des vergleichsweise geringen limnofaunistischen Kenntnisstandes mit Vorsicht zu bewerten. *Ecdyonurus subalpinus* wurde vom nordwestlichen Rand seines Verbreitungsgebietes (Deutschland) ausschließlich aus Quellen nachgewiesen, was einen typischen Fall von regionaler Stenözie (KÜHNELT 1943) darstellen dürfte. Die Art ist auch aus Österreich bekannt und könnte durchaus in vergleichbaren Biotopen vorkommen, ist aber in ihrem Verbreitungszentrum (mittleres Südosteuropa) nicht auf Quellen beschränkt. *Rhithrogena fonticola* wurde zwar aus der Quellregion beschrieben, ist aber bisher nur von der Typuslokalität in Frankreich bekannt geworden. In Afrika wurden außerdem spezialisierte Taxa der Familie *Baetidae* als Bewohner hygropetrischer Lebensräume nachgewiesen, eine Form der Lebensraumanpassung, die bisher für Ephemeropteren nicht bekannt war.

Für Österreich liegen gezielte Untersuchungen zum Vorkommen von Eintagsfliegen in Quellbereichen nur von WEIGAND & TOCKNER (1996) aus dem Nationalparkgebiet Nördliche Kalkalpen vor, eine weitere Bearbeitung dieses interessanten Fragenkomplexes erscheint daher dringend erwünscht.

ERGEBNISSE

Während des Karstquellenmonitorings 1996-1997 im Gebiet des Nationalparks o.ö. Kalkalpen konnten Eintagsfliegen von den folgenden Standorten nachgewiesen werden:

Steyern Quelle (STEY-P4, STEY-P5, STEY-P6, STEY-P8), Krahlalm Quelle (KRA-P3, KRA-P4, KRA-P5, KRA-P6, KRA-P7), Hintere Rettenbach Quelle (HRQ-P4, HRQ-P7, HRQ-P8) und von der Quelle im Großweißenbach (WEIS-P2, WEIS-P3, WEIS-P8).

Die Längsverteilung in den untersuchten biozönotischen Regionen und Subregionen entspricht den Erwartungen: Während Vertreter der Gruppe in den phreatischen Abschnitten und im Quellmund (Eukrenal 1) völlig fehlen, nehmen Frequenz, Arten- und Individuendichten stromab kontinuierlich zu. Im Epirhithral nehmen Ephemeropteren dann mit 48% im Probenmittelwert der Bachfauna eine dominierende Stellung ein (Plecoptera 25%, Trichoptera 6%).

In der Verteilung auf Mesohabitate (Choriotope) zeigt sich eine deutliche Schwerpunktbildung in den Bereichen der Sedimentumlagerungszone (PET 3) und in Mischsubstraten (MIX), die Bedeutung des Phytals (Quellmoos) ist erwartungsgemäß familienspezifisch stark differenziert (Phytal: *Baetidae*, Lithal: *Heptageniidae*). Besonders interessant ist das atypische Fehlen von *Baetis rhodani* in den bemoosten Abschnitten, das möglicherweise als Konkurrenz-Phänomen mit *B. vernus* erklärt werden kann. Für eine differenzierte autökologische Auswertung ist allerdings der Stichprobenumfang zu gering, auch wurde der prozentuell verfügbare Flächenanteil der verschiedenen Choriotope der einzelnen Probestellen nicht untersucht. Auf Grund der gewählten Beprobungszeitpunkte ist die Gattung *Ecdyonurus* möglicherweise im vorliegenden Material unterrepräsentiert.

Insgesamt konnten die folgenden Arten bestimmt werden:

Baetis alpinus, *B. melanonyx*, *B. rhodani*, *B. vernus*, *Centroptilum luteolum*, *Ecdyonurus austriacus* (siehe Abb. 1), *Habroleptoides confusa*, *Rhithrogena austriaca*. Unter Einbeziehung der Daten aus WEIGAND & TOCKNER (1996), die zusätzlich *Baetis muticus*, *B. niger*, *Ecdyonurus venosus*, *E. zelleri*, *Electrogena lateralis*, *Epeorus sylvicola*, *Rhithrogena picteti* nachweisen konnten, sind damit aus dem Bereich des Nationalparks Kalkalpen 14 Taxa aus 3 Familien bekannt geworden. ZOLLHÖFER (1997) listet auf Grund eigener Untersuchungen 20 Taxa aus Schweizer Quellen auf. Für Österreich gibt die Zusammenstellung in BAUERNFEIND et al. (1995) für das Eukrenal 13 Taxa (3 Familien), für das Hypokrenal 34 Taxa (5 Familien) und für das Epirhithral 65 Taxa (7 Familien) von Eintagsfliegen an.

Abb. 1. *Ecdyonurus austriacus* (Subimago), Photo: Walter Reisinger

Der relativ geringe Umfang der bisher vorliegenden Stichprobe erlaubt noch keine statistisch sinnvolle Auswertung des Materials in autökologischer Hinsicht, etwa in Hinblick auf eine Verteilung nach Quelltypen oder bevorzugten Choriotopen / Mesohabitaten. Auch die interessante Frage, ob die gefundenen Arten ihren gesamten Entwicklungszyklus im Quellbereich durchlaufen, kann auf Grund des Beprobungs-Zeitpunktes und des geringen Umfanges der Probenfrequenz derzeit nicht sicher beantwortet werden. Dafür wären monatliche Aufsammlungen zwischen Mai und Oktober erforderlich. Bisher waren (mit Ausnahme von *Baetis alpinus*) in den Proben nur jüngere Larven aber keine schlüpfreifen Nymphen vertreten. Die Tatsache, daß in den Emergenzfallen nur in zwei Fällen Eintagsfliegen nachgewiesen werden konnten (*Baetis rhodani*, *Ecdyonurus austriacus*), reicht zu fundierten Aussagen noch nicht aus, da die im ggstl. Falle meist randlich exponiert gewesenen Fallen mit ihrer geringen Grundfläche nur einen sehr kleinen Teil der geeigneten Substrate abdecken konnten. Nach derzeitigem Stand der Untersuchung ist aber nicht auszuschließen, daß ein Teil der im Quellbereich gefundenen Larven im Laufe der Entwicklung durch aktive Drift Temperaturbereiche aufsucht, die optimale Schlupfbedingungen bieten.

Artenliste Ephemeroptera (Eintagsfliegen) - Tabellarische Übersicht des in Jahren 1996/97 in fünf ausgewählten Quellen des Nationalparks o.ö. Kalkalpen erhobenen, auswertbaren Materials und seiner Verteilung auf Fundpunkte. Bei keiner Angabe der Methodik handelt es sich um Larven-Material von Benthosaufsammlungen. Das angeführte Material ist auch für die Analysen der Faunenverteilung nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen von WEIGAND (1998) herangezogen worden.

Legende: LI = Junglarve, L = Larve, N = schlüpfreife Nymphe, SI = Subimago; m = männlich, w = weiblich, STEY = Steyern Quellen, HRQ = Hintere Rettenbachquellen, KRA = Krahalmquelle, WEIS = Weißenbachquelle P = Probe bzw. Probenstelle (siehe Kap. 4).

	Quelle	Probe	Datum	Arten und Taxa
1	STEY	-	9.-12.7.97	(Handaufsammlung) 12 w 1 m Baetis rhodani
2	STEY	-	25.8.97	(Emergenztrichterfalle) 1 mSI Ecdyonurus austriacus
3	STEY	P4	4.5.96	zahlr. L Baetis vernus, 1.Probe zahlr. L B.rhodani ca.10 L Ecdyonurus austriacus 1 L Habroleptoides confusa
4	STEY	P4	4.5.96	zahlr. L Baetis vernus 2.Probe zahlr. L B.rhodani ca.10 L Ecdyonurus austriacus 1 L Habroleptoides confusa
5	STEY	P4	4.5.96	zahlr. LI Baetis vernus 3.Probe
6	STEY	P5	4.5.96	4 L Baetis rhodani 1 LI Heptageniidae indet.
7	STEY	P6	4.5.96	zahlr. LI Baetis alpinus
8	STEY	P8	28.10.96	1 LI Baetis sp.
9	STEY			1 LI Baetis sp.
10	HRQ	-	16.10.97	(Emergenztrichterfalle) 1 wSI Baetis rhodani
11	HRQ	P4	2.5.96	2 L Centroptilum luteolum
12	HRQ	P7	27.10.96	10 L Baetis alpinus
13	HRQ	P8	3.5.96	2 L Rhithrogena sp. (?Rh.carpatalpina)
14	WEIS	P2	2.5.96	4 L Baetis rhodani
15	WEIS	P2	27.10.96	6 L B.alpinus
16	WEIS	P3	2.5.96	2 L Baetis alpinus
17	WEIS	P8	27.10.96	ca. 20 L LI Rhithrogena austriaca
18	KRA	P3	28.10.96	52 L Baetis rhodani
19	KRA	P4	28.10.96	6 L B.alpinus 1.Probe 79 LI B.rhodani 5 L Rhithrogena austriaca 3 LI Ecdyonurus sp.
20	KRA	P4	28.10.96	zahlr. LI Baetis alpinus 2.Probe
21	KRA	P5	28.10.96	6 LI B.alpinus
22	KRA	P6	28.10.96	3 LI B.alpinus
23	KRA	P7	28.10.96	21 L Baetis alpinus

Ohne Probenstellenangabe lagen aus dem Material der Quellen Hinterer Rettenbach (HRQ), Steyern (STEY), Krahalm (KRA) und Weißenbach (WEIS) noch die folgenden Arten vor (B2 - B13 = Nummern der vorgelegten Einzelproben):

(B2) 1 L Baetis rhodani; (B3) 5 L Baetis melanonyx; (B4) 2 L B.alpinus, 1 LI Ecdyonurus sp.; (B6) 4 L B.rhodani, 7 L Ecdyonurus sp., 2 L Rhithrogena ?austriaca, 1 L Habroleptoides confusa; (B9) 3 LI B.alpinus; (B12) 2 L B.alpinus, 1 LI Baetis sp.; (B13) 7 L Rhithrogena sp., 8 L B.alpinus, 1 LI Baetis sp.

Das gesamte Material wurde am OÖ Landesmuseum, Biozentrum, zur Dokumentation deponiert.

DISKUSSION

Ein Vergleich mit den publizierten Angaben zur zonalen Verbreitung von Ephemeropteren österreichischer Fließgewässer (BAUERNFEIND et al. 1995) ergibt, daß von den bisher aus dem Krenal nachgewiesenen Taxa, deren Vorkommen im Gebiet des NP Kalkalpen zu erwarten ist, die meisten tatsächlich gefunden werden konnten.

Interessant ist das Fehlen der kalt-stenothermen Arten *Rhithrogena loyolaea* und *Epeorus alpicola* (Hypokrenal / Epirhithral) im Untersuchungsmaterial. Die Aufsammlungen liegen zwar im untersten Bereich der bisher dokumentierten Höhenverbreitung, die gemessenen Temperaturamplituden schließen jedoch ein potentiell Vorkommen nicht grundsätzlich aus. Dagegen scheinen die untersuchten Quelltypen von Abflußregime und Wasserführung her für litho-rheobionte Formen nur wenig geeignet, worauf auch das Fehlen von *Liponeura* (Diptera: *Blepharoceridae*) hinweist. Letztere wurde unter 40 untersuchten Quellen nur im Maulaufloch P 34 gefunden (WEIGAND & TOCKNER 1996).

Demgegenüber konnten *Rhithrogena austriaca* und *Centroptilum luteolum* wiederum bestätigt werden, die bereits 1995 erstmalig aus dem Krenal nachgewiesen worden waren. In beiden Fällen stimmt die Probestellen-Beschreibung (WEIGAND 1998) ausgezeichnet mit den schon bisher bekannten Habitatansprüchen überein. Während *Rh.austriaca* einen Verbreitungsschwerpunkt im oberen Rhithral ausweist, und auf Quellbereiche mit gleichmäßiger Schüttung, mittlerer bis stärkerer Strömung und entsprechender Dynamik des Lithals angewiesen sein dürfte, handelt es sich bei *C.luteolum* um eine weitgehend azonale Art mit deutlichem Schwerpunkt in Ruhigwasserabschnitten und stehenden Gewässern. Ihr Auftreten in Grundquellen natürlicher und künstlicher Stillgewässer im Untersuchungsgebiet ist anzunehmen, wobei der bisher nicht erfolgte Nachweis auf eine noch unvollständige Erfassung der entsprechenden Mesohabitate offensichtlich wird. Eine quantitative Untersuchung zur Verteilung des Makrozoobenthos am ggstdl. Fundort (Fischteich mit wallerartigen Grundquellen) könnte Auskunft darüber geben, ob es sich nur um ein eher zufälliges Vorkommen im Quellbereich handelt oder ob das Auftreten der Art in Stillgewässern generell als Hinweis auf unterirdische Wasserzutritte zu werten ist.

Das auffallend seltene Auftreten von Vertretern der Familie *Leptoblebiidae* (nur 1 Individuum von *Habroleptoides confusa*; ohne Daten) im vorliegenden Material kann derzeit nicht schlüssig erklärt werden, doch ist auch ein Artefakt nicht auszuschließen. Obwohl die Vermutung nahe liegt, daß die Wassertemperatur für einzelne Arten (wie etwa *Leptophlebia fusca*) hier als limitierender Faktor wirkt, kann dies mangels vorliegender Vergleichsdaten zur Temperaturtoleranz derzeit nicht entschieden werden.

WEITERER FORSCHUNGSBEDARF

Aus dem vorliegenden ergibt sich klar, daß viele Fragen zu den autökologischen Ansprüchen als Grundlage zum Vorkommen von Eintagsfliegen in Quellen noch offen sind. Da die Gruppe für Aspekte der Biotopcharakterisierung, der Bewertung der ökologischen Funktionsfähigkeit von Fließgewässern sowie der biologischen Absicherung der Gewässergüte besonders gut geeignet ist, erscheint eine sorgfältig geplante Fortsetzung

systematischer Aufsammlungen sowohl für Fragen der Grundlagenforschung als auch für angewandte Bereiche lohnend und notwendig. Zum Vergleich und zur Bewertung dringend erwünscht wären Untersuchungen ähnlicher Quelltypen in unterschiedlichen Höhenlagen sowie aus unterschiedlichen geologischen Formationen. So wäre insbesondere auch ein Vergleich mit der Quellfauna des Nationalparkes Hohe Tauern von besonderem Interesse.

Auch in der Region des Nationalparkes o.ö. Kalkalpen wären hinsichtlich der Ephemeropteren weiterführende und detailliertere Aufsammlungen sehr aufschlußreich, wobei die Sammlungsmethodik und Beprobungszeitpunkte unbedingt mit einem entsprechenden Spezialisten abgestimmt werden sollten.

Die vorliegenden Ergebnisse sollten bei fortführenden Erhebungen in ein Schwerpunktprogramm eingebunden werden, welches die Untersuchung eines durchgehenden limnologischen Längsprofils eines typischen Fließgewässers aus diesem Bereich zum Ziel hat. Damit könnte eine besonders schmerzlich empfundene Lücke in Österreich geschlossen werden, wobei diesbezüglich den Nationalparken in Österreich - als Bewahrer naturnaher Lebensräume - eine besondere Bedeutung und Verantwortung zukommt.

LITERATUR

- BAUERNFEIND E., WEICHELBAUMER P. & O. MOOG (1995): Ephemeroptera (Eintagsfliegen).- In: Moog O. (Hrsg.), Fauna Aquatica Austriaca, Lief. Mai 1995, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Forstwirtsch. Wien. 17 pp.
- KOLKWITZ R. & M. MARSSON (1902): Grundsätzliches für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna.- Mitt. K. Prüfanst. Wasserversorg. Abwasserbes. Berlin-Dahlem 1: 33-72.
- KÜHNELT W. (1943): Die Leitformenmethode in der Ökologie der Landtiere.- *Biologia generalis* 17: 106-146.
- MOOG O., BAUERNFEIND E. & P. WEICHELBAUMER (1997): The Use of Ephemeroptera as Saprobic Indicators in Austria.- In: Landolt P. & M. Sartori (eds.), Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics [= Proc. 8th Int. Conf. Ephemeroptera Lausanne 1995]: 254-260.
- WEIGAND E. (1998): Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Österreich). – Forschungsbericht der Nationalparkgesellschaft, AZ: 1603-7.6/1996-1997, 1-173. Obergrünburg, Wien.
- WEIGAND E. & K. TOCKNER (1996): Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen. - Forschungsbericht der Nationalparkgesellschaft, AZ: 1603-7.6./95, 1-105. Obergrünburg, Wien.
- WEGL R. (1983): Index für die Limnosaprobität.- *Wasser und Abwasser* 26: 1-175. Wien.
- ZOLLHÖFER J. (1997): Quellen, die unbekanntes Biotope im Schweizer Jura und Mittelland.- *Bristol-Schriftenreihe* 6: 1-153. Zürich.

Anschrift des Verfassers:

HR Dr. Ernst Bauernfeind
Naturhistorisches Museum Wien
Burgring 7, A - 1014 Wien
ÖSTERREICH / AUSTRIA

Kap. 3.5.

STEINFLIEGEN (INSECTA: PLECOPTERA)

Wolfram Graf

EINLEITUNG

Steinfliegen sind typische Bewohner von klaren, kalten Bergbächen, in denen sie meist hinsichtlich der Individuendichte eine dominierende Gruppen innerhalb der makrozoobenthischen Gesellschaft darstellen. Als Nahrungsgrundlage gelten vor allem Falllaubablagerungen (CPOM) und Moose sowie epilithische Algen bei den phytophagen Formen, die räuberischen Arten erbeuten andere wirbellose Organismen. Als verbreitungssteuernde Faktoren werden neben dem Chemismus die Wassertemperatur und der daran eng gekoppelte Sauerstoffgehalt sowie die Strömungsgeschwindigkeit angesehen. Einen wichtigen Einfluß auf die Zusammensetzung der Plecopterenzönosen hat daneben die Ausbildung der Gewässersohle (organische und anorganische Choriotopsortierung) und die vertikale hydrologische Vernetzung des Lebensraumes und damit die Ausbildung des hyporheischen Interstitials.

Die in vielen Fällen gute Kenntnis der autökologischen Ansprüche der Arten (u.a. Graf et al., 1995) machen diese aquatische Insektenordnung zu einer wichtigen Indikatorgruppe im Rahmen von angewandten hydrobiologischen Fragestellungen.

METHODIK

Die in dieser Studie angewandte Methode der Emergenzfalle (0,1 m² Fläche) bietet gegenüber Larvenaufsammlungen den großen Vorteil des Erfassens adulter und damit mit Ausnahme einiger Weibchen der Gattung *Nemoura* eindeutig auf Artniveau determinierbarer Stadien, während Larven meist nur bis zur Gattung zu identifizieren sind. Erst damit können ökologisch relevante Parameter wie Faunendiversität und Qualität der Zönose überhaupt erhoben werden. Erfasst werden dabei allerdings nur jene Individuen, die innerhalb einer definierten Fläche zum Schlupf gelangen. Da pro Quelle jeweils eine Emergenzfalle am dominierenden Choriotoptyp installiert war, stellen die so gewonnenen Ergebnisse einen repräsentativen Ausschnitt aus einer vermutlich größeren Faunenheterogenität innerhalb des Gesamtareals dar. Die unten besprochenen Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf Emergenzfallenfänge.

Abb. 1. Steinfliegen-Larve der Fam. Perlodidae (Photo: E. Weigand)

Abb. 2. Larve der Steinfliege *Dictyogenius fontium* (Photo: Wolfram Graf)

ERGEBNISSE

Im Rahmen vorliegender Studie wurden 15 Steinfliegenarten aus den Familien Nemouridae, Leuctridae und Perlodidae nachgewiesen, wobei die Euholognatha (phytophage Formen) deutlich an Artenzahl und Abundanz dominieren. Unter den carnivoren Arten konnten nur zwei typische Bewohner von Quellbächen höherer Lagen, nämlich *Dictyogenus fontium* und *Perlodes intricatus*, vereinzelt nachgewiesen werden (Abb. 1 und 2). Letztere sind auch bedeutend größere Steinfliegenarten (Körperlänge bis zu 4 cm), die aufgrund ihrer hohen Mobilität in Emergenzfallen unterrepräsentiert auftreten. Die in jeder der vier Quellen eudominant auftretende Art ist *Protonemura auberti*. Sie bewohnt Quellen (Krenal) und Quellabflüsse (Hypokrenal) und tritt vereinzelt auch in der Oberen Forellenregion (Epirhithral) auf. Nach eigenen Funden erstreckt sich die Höhenzonierung dieser Art von collinen und submontanen Quellen (Wienerwald, Klagenfurter Becken) bis zu subalpinen Wasserläufen knapp unterhalb der Baumgrenze in etwa 1900 m Seehöhe. Die zweithäufigste Art ist die in den Alpen und Karpaten verbreitete *Protonemura brevistyla*. Ihre Einnischung im Fließgewässerlängsverlauf ähnelt der vorigen Art, ihr Vorkommen ist allerdings auf höhere Lagen beschränkt. Sie konnte ausschließlich in der Steyrquelle nachgewiesen werden. In nennenswerten Stückzahlen treten daneben noch *Nemoura marginata* und *Leuctra cingulata* auf. Beide bewohnen Sickerquellen und Bachoberläufe im Montanbereich. Letztere Art ist ein alpines Faunenelement, das als typisch für Kalkgestein gilt. Nur vereinzelt treten hingegen andere Vertreter der als Interstitialbewohner geltenden Familie der Leuctridae auf.

Im direkten Vergleich der vier Quellbereiche ist ein kontinuierlicher Anstieg der Produktion (Ind./Flächeneinheit) in folgender Reihenfolge zu beobachten: Hintere Rettenbachquelle (HRQ), Großweißenbachquelle (WEIS), Steyrquelle (STEYR) und Kraahalmquelle (KRA). Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Betrachtung der Artenzahlen: 3 Arten (HRQ), 4 Arten (STEYR), 6 Arten (WEIS), 10 Arten (KRA). Damit ergeben sich deutliche Unterschiede in der Ausbildung der Plecopterenzönosen der vier untersuchten Quellareale.

Unter den untersuchten Faktoren kann die unterschiedliche hydrologische Situation der Quellen (vgl. Weigand, 1998) indirekt als Erklärungsmodell für die Zönosenstruktur dienen. Die damit in engem Zusammenhang stehende Ausbildung der Bettsedimente als Lebensraum sowie Nahrungsgrundlage der unterschiedlichen Stadien und die daraus entstehende Habitatheterogenität ist eine wichtigen Voraussetzung für die Ausbildung von arten- und individuenreichen Faunengesellschaften. Die Hintere Rettenbachquelle wird durch einen hohen Feinsedimentanteil mit einem geringen CPOM-Gehalt gekennzeichnet - ein eher lebensfeindlicher Lebensraum für Plecopteren. In der Großweißenbachquelle treten schon vermehrt CPOM-Anteile in Form von Fallaubansammlungen auf, die Steyrquelle weist einen hohen Anteil an Phytal (Moose, Brunnenkresse) auf. Die am heterogensten ausgebildeten Substratverhältnisse liegen in der Kraahalmquelle vor. Hier ergeben sich aus der engen Verzahnung von Mikrohabitaten (Fallaub, Totholz, Moose sowie unterschiedliche Korngrößenverteilung der anorganischen Choriotope) die höchsten Individuen- und Artenzahlen. Ausschließlich hier trat z.B. die an eng an Xylal (Totholz) gebundene Art *Nemoura mortoni* auf.

Artenliste Plecoptera (Steinfliegen) - Liste der an den Emergenztrichterfallen der Karstquellen Hinterer Rettenbach (HRQ), Steyern-Fassung (STEY), Krahalm (KRA) und Weißenbach (WEIS) nachgewiesenen adulten Plecopterenarten. Expositionszeit Anfang Mai 1996 bis Ende April / Anfang Mai 1997. Lage der Emergenzfallen siehe Kap. Untersuchungsgebiet; limnologische Beschreibung der Quellen siehe in Weigand (1998); Nationalpark o.ö. Kalkalpen.

Nemouridae KLAPALEK, 1905

Amphinemura RIS, 1902

- (1) *Amphinemura sulcicollis* (STEPHENS, 1836)

Nemoura PICTET, 1841

- (2) *Nemoura marginata* RIS, 1902
(3) *Nemoura mortoni* KEMPNY, 1899

Protonemura Kempny, 1898

- (4) *Protonemura auberti* ILLIES, 1954
(5) *Protonemura brevistyla* RIS, 1902
(6) *Protonemura nitida* STEPHENS, 1835

Leuctridae KLAPALEK, 1905

Leuctra STEPHENS, 1835

- (7) *Leuctra albida* KEMPNY, 1899
(8) *Leuctra armata* KEMPNY, 1899
(9) *Leuctra aurita* NAVAS, 1919
(10) *Leuctra braueri* KEMPNY, 1898
(11) *Leuctra cingulata* KEMPNY, 1899
(12) *Leuctra major* BRINK, 1949
(13) *Leuctra rosinae* KEMPNY, 1900

Perlodidae KLAPALEK, 1912

Dictyogenus KLAPALEK, 1904

- (14) *Dictyogenus fontium* RIS, 1902

Perlodes Banks, 1903

- (15) *Perlodes intricatus* (PICTET, 1841)

ZUSAMMENFASSUNG UND FORSCHUNGSDEFIZIT

Die in den vier Quellen des Nationalparks Kalkalpen nachgewiesenen Plecopterenzönosen sind charakteristisch für bewaldete Quellen und Quellabflüsse in montanen Bereichen und indizieren weitgehend ungestörte und naturnahe Lebensraumverhältnisse. Auffallend ist die Dominanz der oberflächennahe lebenden Formen der Nemouridae, die durch das eher geringe Gefälle der Quellbereiche und die hohe Retention von grobem partikulärem Material (CPOM, Fallaub) zustande kommt. Dies unterstreicht den hohen Strukturierungsgrad der untersuchten Areale. Die deutlichen Unterschiede der Zönosenstruktur innerhalb der vier Quellen werden vor allem auf die kleinräumige Verteilung der organischen und anorganischen Bettsedimente zurückgeführt. Die enge mosaikartige Ausbildung von Mikrohabitaten in Quellbiotopen und ihre Bedeutung als Lebensraum für die aquatische Fauna kann damit anhand der Steinfliegenfauna eindrucksvoll nachgewiesen werden.

Vorliegende Studie stellt neben Graf & Stubauer (1996) und Weigand & Tockner (1996) eine der wenigen Arbeiten hinsichtlich der Erfassung a

aquatischer Insekten der Quellregionen auf Artniveau in den nördlichen Kalkalpen dar. Die Fauna naturbelassener Lebensräume, wie sie in Nationalparks vorliegen, ist ein Naturerbe, das über Österreichs Grenzen hinaus internationale Bedeutung besitzt. Als vordringliches Forschungsziel muß daher die umfassende Erhebung des Arteninventares gelten.

Im Rahmen des laufenden Untersuchungsprogrammes wurden bislang aus einer Vielzahl von Biotoptypen vier Quellbereiche punktuell (0,1 m²) untersucht. Die bisher nachgewiesenen Steinfliegenarten stellen damit nur einen Ausschnitt aus einem reichhaltigeren Fauneninventar dar. Um den Gefährdungsgrad unterschiedlicher Faunenelemente zu ermitteln, sollte bei künftigen Untersuchungen vor allem auf die kleinräumige Habitat-einnischung und Spezialisierung der einzelnen Arten eingegangen werden. Um dies zu erreichen, kann weiterhin die günstige, zeitsparende und biotopschonende Emergenzfallmethode eingesetzt werden. Dabei sollten vor allem unterschiedliche Lebensraumtypen (Limno-Helo-Rheokrenen sowie Quellabflüsse) im Mittelpunkt der Forschungen stehen. Die Koppelung von abiotischen (Chemie, Hydrologie, Choriotopstruktur) und biotischen (Zönosen) Faktoren kann die Basis einer genaueren Typisierung unterschiedlicher Gewässerbereiche darstellen, die in weiterer Folge auch zur Erstellung eines detaillierteren Monitoringprogrammes führen kann.

LITERATUR

- Graf, W., Grasser, U. & A. Weinzierl 1995: Plecoptera (Steinfliegen).- In: Moog, O. (Ed.), Fauna Aquatica Austriaca, Lieferung Mai 1995, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Graf, W., I. Stubauer & O. Moog 1996: Hydrobiologische Erstaufnahme im Projektgebiet Zöbelgraben des Integrated Monitoring. Teil 1: Makrozoobenthos. Universität f. Bodenkultur, Abteilung Hydrobiologie. Erstellt im Auftrag des Umweltbundesamtes, in print.
- Weigand, E. 1998: Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Österreich). Teilprojekt AZ: 1603-7.6./1996-1997.
- Weigand, E. & K. Tockner 1996: Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen.- Jahresbericht 1995, Report 1603-7.6./95, Nationalpark Kalkalpen, 1-105. Wien.

Autorenadresse:

Dr. Wolfram Graf

Univ. für Bodenkultur, Abt. Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft & Aquakultur

Arbeitsgruppe Benthische Fließgewässerökologie

Max-Emanuelstr. 17, 1180-Wien

Kap. 3.6.

KÖCHERFLIEGEN (INSECTA: TRICHOPTERA)

Michaela Panzenböck

Einleitung

Köcherfliegen (Trichoptera) haben ihren wissenschaftlichen Namen auf Grund ihrer behaarten Flügeln (griech.: *trichos* = Haar, *pteron* = Flügel). Ihre nächsten Verwandten, die Schmetterlinge, besitzen im Unterschied dazu Flügeln mit Schuppen. Adulte Köcherfliegen, in ihrer Größe und Farbe eher unscheinbar, erkennt man an den in Ruhestellung dachartig gefalteten Flügeln und den mindestens körperlangen Fühlern (Abb.1).

Abb.1: Imago von *Potamophylax cingulatus* (Limnephilidae, Trichoptera, Insecta), Photo:W.Graf

Während die Lebensdauer der Imagines auf wenige Wochen beschränkt ist und vorwiegend der Fortpflanzung dient, dauert die Larvalentwicklung mehrere Monate. Aus den ins Wasser

gelegten Eiern schlüpfen winzige Köcherfliegenlarven, die anschließend (zumeist) fünf Larvenstadien durchlaufen und dabei an Größe und morphologischen Strukturen zunehmen. Viele Larven bauen artspezifische Köcher und/oder Fangnetze; eine große Spinndrüse mündet in den Mundwerkzeugen und bemächtigt die Larven zur Herstellung eines klebrigen Sekretes, das zu einem Netz versponnen wird oder in Form einer Röhre gesponnen und mit kleinen Teilchen verschiedenster Materialien beklebt wird. So entstehen Köcher aus Steinen (s.Abb.6), Pflanzenmaterial, in konischer Form, vierkantig (s.Abb.5) usw. Die Larven bewegen sich mit dem Köcher fort, wobei Vorderkörper und Beine aus dem Köcher kommen, dieser wiederum wird mit einer Krallen am Hinterleibsende festgehalten und mitgezogen (z.B. Limnephilidae). Es gibt aber auch Trichopteren, die ortsfeste Gehäuse oder Wohnröhre bauen, häufig in Kombination mit Fangnetzen, um Nahrungspartikel aus dem Wasser zu filtrieren (z.B. Polycentropodidae). Bezüglich ihrer Ernährungsweise findet man unter Köcherfliegenlarven ein breites Spektrum, das von Zerkleinern und Filtrieren organischen Materials und Detritus, Abraspeln von Algenbelag bis hin zur räuberischen Lebensweise reicht, wie es für die gänzlich köcherlose Arten aus der Fam. Rhyacopilidae typisch ist. Erst zur Verpuppung bauen sich auch diese Larven ein Gehäuse, welches allerdings zur Unterseite offen und auf einen Stein geklebt wird. Formen mit transportablen Köchern verschließen einfach die Vorderseite und fixieren den Köcher ebenfalls am Untergrund. Nach dem Puppenstadium vollziehen die Trichopteren wiederum einen Lebensraumwechsel, die Puppen öffnen ihre Köcher mit eigens dafür angelegten, scharfen Mandibeln (Kieferzangen) und gelangen mit ebenfalls nur in diesem Stadium vorhandenen Schwimmbeinen an die Wasseroberfläche, wo die fertigen Imagines schlüpfen.

In Österreich sind derzeit 243 Köcherfliegenarten (MALICKY 1989) bekannt, die Lebensräume der Larven erstrecken sich von stehenden Gewässern über Flüsse und Bächen bis hin zu Quellen. Die Einteilungen nach biozönotischen Regionen, Ernährungstypen und saprobiellen Valenzen (MOOG 1995) beziehen sich auf die aquatische Lebensweise der Trichopteren begünstigt durch die relative Immobilität der Larven im Vergleich zu den adulten Köcherfliegen. Die Einnischung bezüglich Habitat und Ernährungsweise zeichnet jede Art spezifisch aus, folglich ist für die Charakterisierung von Biozönosen und ihre Aussagekraft für verschiedene Aspekte (z.B. Gewässergüte, Natürlichkeit eines Gewässers) eine taxonomische Bestimmung auf Artniveau unerlässlich. Da Trichopteren zumeist nur im fünften Larvenstadium und als Imagines weitgehend bestimmbar sind, sollte dies je nach Fragestellung bei der Untersuchungsmethodik berücksichtigt werden.

Die nun folgenden Darstellungen zur Trichopterenfauna der Karstquellen im Nationalpark Kalkalpen beziehen sich auf die eindeutig bestimmbaren Arten, juvenile Stadien oder Familientaxa sind in die Auswertung mit Ausnahme der Choritopwahl nicht eingegangen. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der 1996 durchgeführten, detaillierten Untersuchung (WEIGAND 1998) von fünf ausgewählten Quellen (KRA, WEIS, STEY, HRQ, LILA), die faunistischen Aufnahmen von 1995 (WEIGAND & TOCKNER 1996) und Studien am Hinteren Rettenbach (WEIGELHOFER 1996, 1997) wurden zu Vergleichen herangezogen.

Trichopterenfauna der Karstquellen im Nationalpark Kalkalpen

Insgesamt wurden in 41 Karstquellen im Sengsenengebirge und Reichraminger Hintergebirge bislang 39 Trichopterenarten gefunden. Das sind immerhin 16% der für Österreich beschriebenen Arten. Alleine 25 Trichopterenarten kommen in den fünf ausgewählten Quellen KRA, WEIS, STEY, HRQ, LILA vor. Vergleicht man die aufsummierten Artenzahlen der fünf repräsentativen Quellen mit den insgesamt 41 beprobten Quellen (Abb.2), so kann man feststellen, daß intensivere Untersuchungen von wenigen ausgewählten Standorten (ergänzt durch Emergenzen) in Artenzahlen resultieren, die der in 41 Quellen gefundenen Zahl durchaus nahe kommt. Auch unter Berücksichtigung, daß die Artensummenkurve mit zunehmender Probenstellenzahl abflacht, kann man für die Trichopterenarten in den Quellregionen des Nationalparks von einer weitaus höheren Artenzahl als der bisher gefundenen ausgehen.

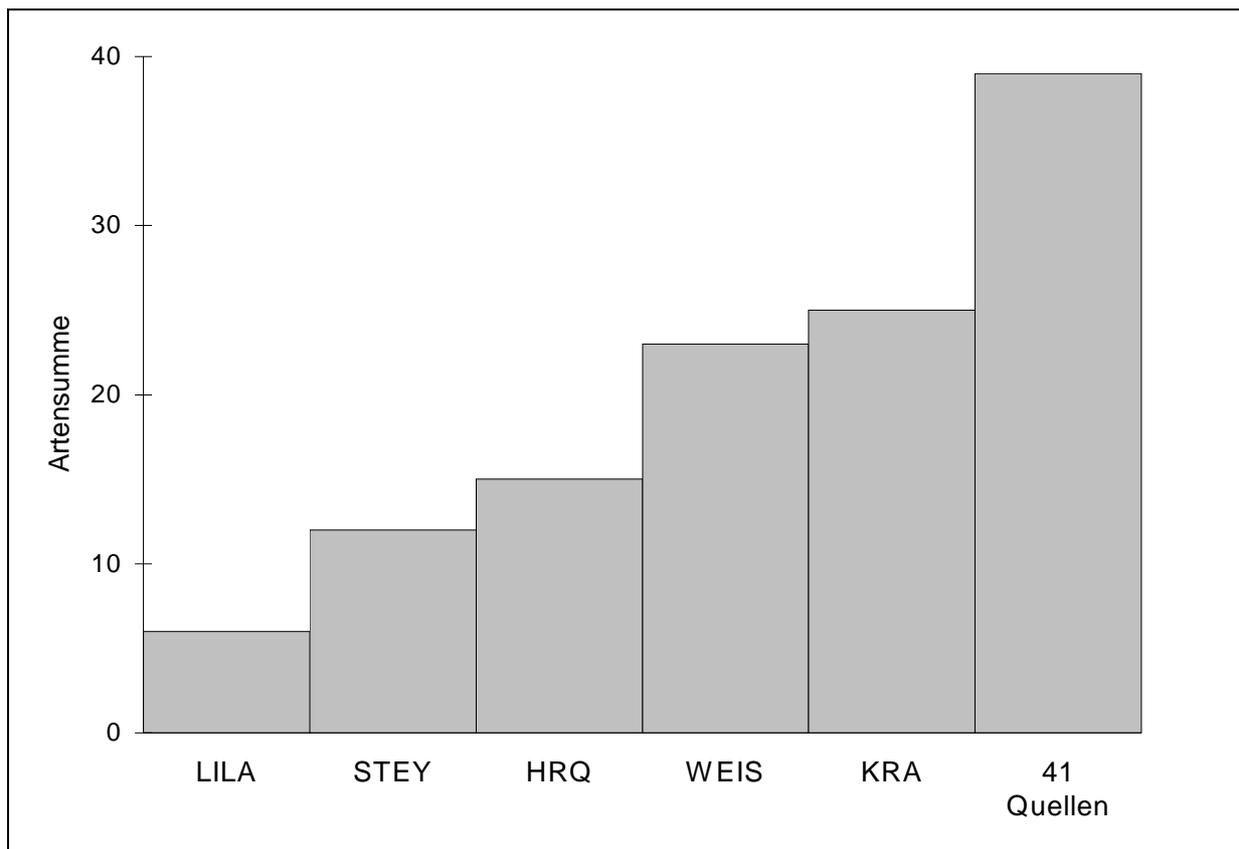


Abb.2: Artensummenkurve bezogen auf Trichopteren: 5 ausgewählte und 41 bisher im Nationalpark Kalkalpen besammelte Quellen.

Vorkommen

Die Stetigkeit (= Anzahl der Quellen, in der eine Art vorkommt) der Trichopterenarten in den fünf Quellen spiegelt auch gleichzeitig die Verbreitung der Arten und ihre Gebundenheit an den Lebensraum Quelle wider. Keine der gefundenen Arten tritt an allen fünf Standorten auf, wohingegen drei Arten an immerhin vier der untersuchten Quellen vorkommen (Abb.3). Die ihrer biozönotischen Zuordnung nach typischen Quellbewohner (MOOG 1995) scheinen mit einer höheren Stetigkeit auf, als gleichermaßen Krenal und Rhithral bewohnende Formen (Abb.3). Arten hingegen, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Rhithral haben, sind mit Ausnahme von *Micrasema morosum* und *Hydropsyche saxonica* nur in einzelnen Quellen zu finden (Abb.3).

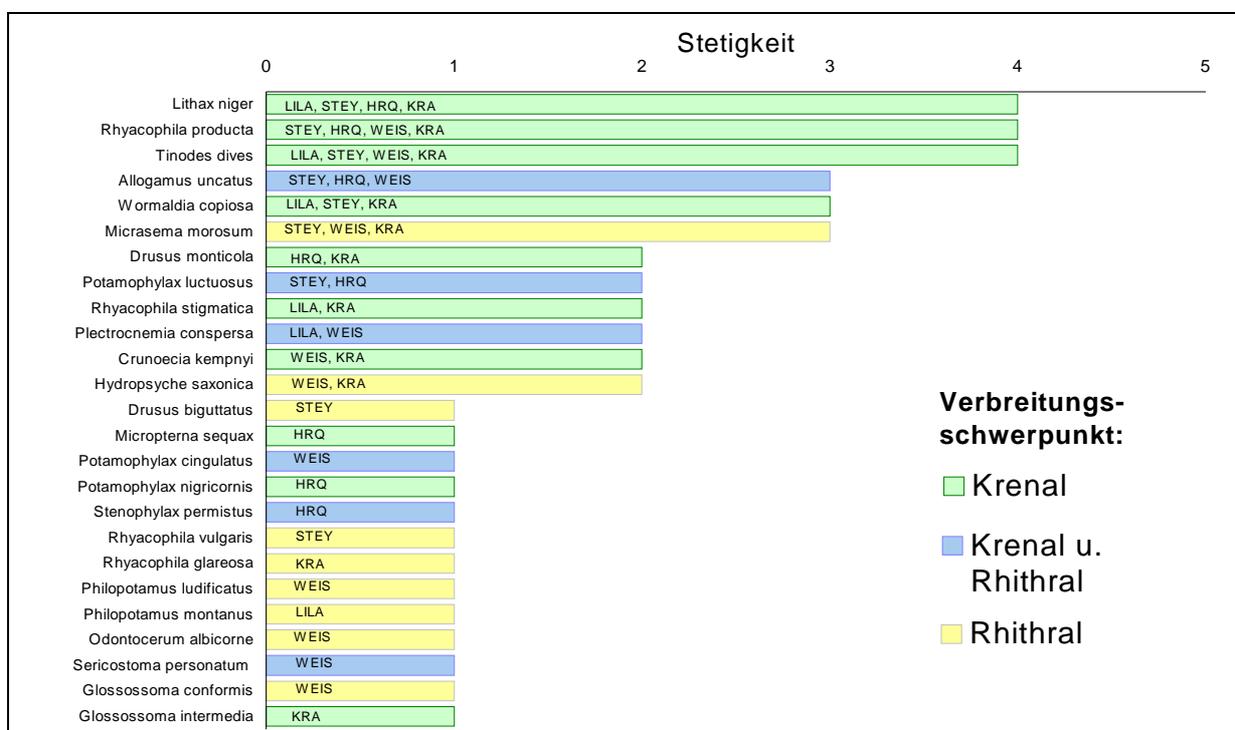


Abb.3: Stetigkeit des Vorkommens der in insgesamt fünf Quellen gefundenen Trichopterenarten

Quelltypische Arten können weiters in krenobionte (Vorkommen auf Quellen beschränkt) und krenophile (vorwiegend in Quelle und Quellbach vorkommende) Arten unterteilt werden, wobei im allgemeinen die Bindung zum Lebensraum Quelle im Tiefland enger zu sein scheint als in höheren Regionen (ROBERT 1998). *Crunoecia kempnyi* (s. Abb. 5) kommt nach WARINGER & GRAF (1996) vor allem in Quellen höherer Lage vor, FISCHER (1996) ordnet ihr Vorkommen ausschließlich Quellen zu, somit könnte sie als wirklich krenobiont bezeichnet werden. Die anderen Arten sind als weitgehend krenophil zu bezeichnen, sie können auch im oberen Gebirgsbachabschnitt (Epirhithral) vorkommen.

Bezogen auf 35 Quellen zeichnet sich ein ähnliches Bild ab (WEIGAND & TOCKNER 1996). Die mit hoher Stetigkeit vorkommenden Arten sind ebenfalls *Drusus monticola*, *Rhyacophila*

stigmatica, *Wormaldia copiosa*, *Crunoecia kempnyi* (Abb. 5) und *Tinodes dives*. Dominant ist aber auch hier *Micrasema morosum*, eine Art, die nach MOOG (1995) im Eukrenal nicht vorkommt und vor allem im Epirhithral verbreitet ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können dies nicht bestätigen, *M. morosum* tritt im Untersuchungsgebiet sowohl im Eu- als auch im Hypokrenal auf.

Habitatwahl

Während 18 Arten auf Fels, Schotter und Sand auftreten, die natürlich Biofilm bzw. vereinzelte CPOM-Einlagerungen aufweisen, finden sich in rein organischem Material (v.a. Laubansammlungen) und Quellmoosen jeweils nur 8 bzw. 7 Arten, die Individuenzahl zeigt den selben Trend. Auffällig dabei ist die Häufigkeit, mit der juvenile Trichopterenlarven in den einzelnen Choriotope vorkommen. 43% der in anorganischem Sediment gefundenen Individuen befanden sich im 1.-3. Larvenstadium, in Laubansammlungen (8%) und Moospolstern (4%) war der Anteil juveniler Formen nur von untergeordneter Bedeutung. Das heißt, die kleinen Larvenstadien bevorzugen felsig-schottriges bis sandiges Sediment, vor allem das Interstitial scheint einen optimalen Lebensraum für sie zu bieten.

Bezüglich des Vorkommens einzelner Arten in den einzelnen Choriotope läßt sich ein Muster ähnlich der Stetigkeit erkennen. Jene Arten, die mit hoher Stetigkeit vorkommen, findet man in nahezu allen Habitaten. So wurde *Lithax niger*, *Tinodes dives* und *Crunoecia kempnyi* in allen drei Choriotope gefunden, andere, ebenfalls sehr stetig vorkommende Arten wie *Rhyacophila producta*, *Micrasema morosum*, *Drusus monticola*, *Plectrocnemia conspersa* und *Hydropsyche saxonica* kommen in zumindestens zwei Choriotope vor. Somit zeigt sich, daß die typischen Quelltrichopteren den im Längsverlauf eines Fließgewässers gesehenen kleinen Abschnitt optimal besiedeln, indem sie alle Mikrohabitate nutzen. Nur hygropetrische Lebensräume scheinen von den vorkommenden Arten kaum besiedelt zu werden.

Biozönotische Längszonierung

Um einen Eindruck von der Eigenständigkeit der Quellfauna zu erhalten, wurden mit Ergänzung der Artenliste von WEIGELHOFER (1997) für die Trichopteren des Hinteren Rettenbaches und Fischbaches die Abschnitte Eukrenal, Hypokrenal und Epirhithral anhand ihrer Trichopterenvertreter abzugrenzen versucht. Den jeweils in den einzelnen Regionen vorkommenden Arten wurden ihre biozönotischen Präferenzen nach MOOG (1995) zugeordnet und daraus der Mittelwert berechnet. Abb.4 zeigt den mittleren Anteil an

Eukrenal-, Hypokrenal-, Epirhithral-, Metarhithral-, Hyporhithral-, sowie Epipotamalformen in den einzelnen Abschnitten des Quellbereichs Hinterer Rettenbach.

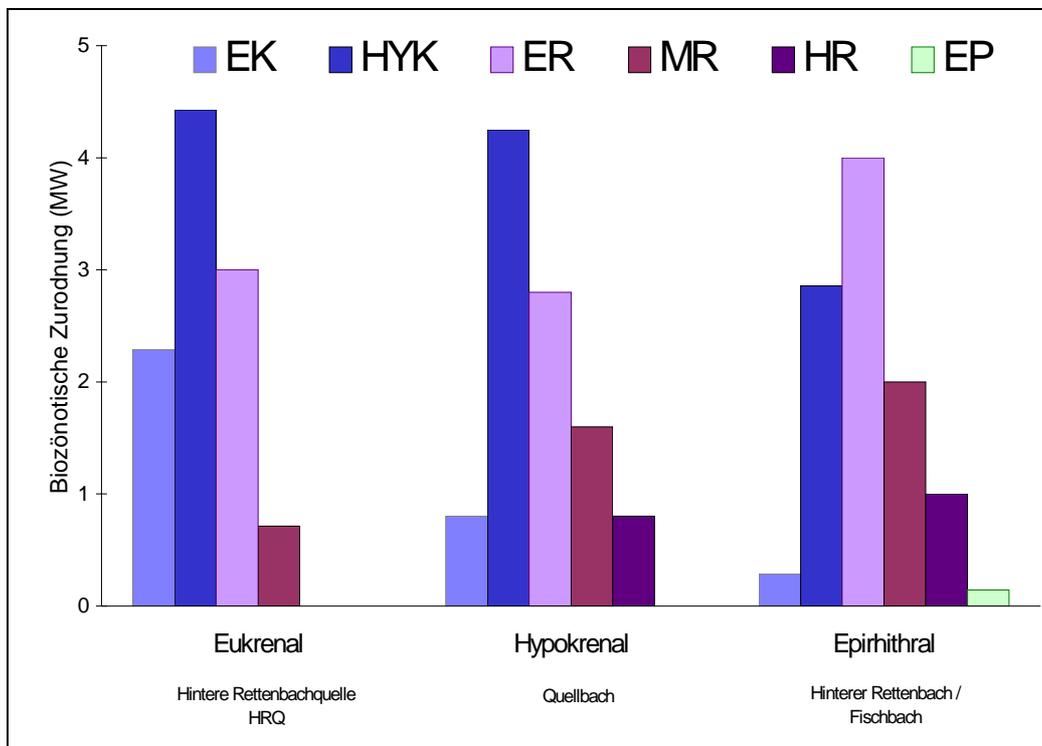


Abb.4: Biozönotische Zuordnung nach MOOG (1995). Mittelwerte der in HR-Quelle, Quellbach und Hinteren Rettenbach bzw. Fischbach gefundenen Trichopterenarten. EK ... Eukrenal; HYK ... Hypokrenal; ER ... Epirhithral; MR ... Metarhithral; HR ... Hyporhithral; EP ... Epipotamal

Während im Eukrenal noch die Krenalarten dominieren, treten im Hypokrenal schon Arten auf, die durchaus ihre Verbreitung im Metarhithral haben können (Abb.4). Im Hinteren Rettenbach und Fischbach (Epirhithral) finden sich sogar Arten mit Vorkommen im Epipotamal, Epirhithralarten überwiegen jedoch eindeutig und quelltypische Arten sind nur mehr untergeordnet vorhanden (Abb.4). Somit vollzieht sich innerhalb von ca. 50 Meter eine merkliche Änderung der Trichopterenfauna. Bei dem nahe verwandten Artenpaar *Potamophylax cingulatus* und *P.nigricornis* lässt sich die enge Einnischung gut beobachten. *P. nigricornis*, eine bekannterweise krenophile Art (HIGLER & SOLEM 1986, PITSCH 1993, MOOG 1995, FISCHER 1996, FISCHER et al. 1998, ROBERT 1998), kommt bei der Hinteren Rettenbachquelle auch nur im Eukrenal vor, während *P.cingulatus*, eine vorwiegende Rhithralart (HIGLER & SOLEM 1986, PITSCH 1993, MOOG 1995, FISCHER 1996, FISCHER et al. 1998), im Fischbach gefunden werden kann. Ähnliche Muster zeigen *Sericostoma personatum* (Abb.6), eine quelltypische Art (PITSCH 1993, FISCHER 1996), und *Sericostoma flavicorne*, ein Bewohner des Rhithrals (PITSCH 1993, MOOG 1995), wie auch die Ergebnisse unserer Studie bestätigen können.

Abb.5: *Cruneocia kempnyi*, 5.Larvenstadium (Lepidostomatidae, Trichoptera), Photo: E. Weigand

Abb.6: *Sericostoma personatum* , 5.Larvenstadium (Sericostomatidae, Trichoptera),
Photo: E. Weigand

Gefährdungsgrad und Schutzwert

Von den im Nationalpark Kalkalpen gefundenen Quelltrichopteren werden 4 Arten (*Hydropsyche saxonica*, *Sericostoma personatum*, *Chaetopteryx major*, *Potamophylax luctuosus*) in der Roten Liste für Österreich (MALICKY 1994) mit der Zahl 1 ausgewiesen. Laut Definition bedeutet für die genannten Arten, daß sie in Österreich vom Aussterben bedroht sind, wenn die verursachenden Faktoren weiterhin einwirken. Diese Faktoren können von anorganischen und organischen Belastungen der Gewässer bis hin zu Regulierung der Fließstrecke und somit Verbauung des Lebensraumes reichen. Für die Quellen im speziellen würde einerseits die Fassung, andererseits jegliche mechanische Zerstörung der wichtigen Kleinlebensräume einen massiven Eingriff für die Trichopteren-Fauna bedeuten. Aber auch Keim- und Schwebstoffbelastungen, wie sie für einzelne Quellen im Nationalpark Kalkalpen festgestellt wurden, sowie Versauerung und Schadstoffe können als limitierende Faktoren für die Organismen nicht ausgeschlossen werden, da Trichopteren im Vergleich zu anderen Wasserorganismen relativ empfindlich auf Verschmutzung zu reagieren scheinen (RESH 1992). In diesem Zusammenhang sollte man den Schutzwert der Quellgebiete als sehr hoch ansetzen. Weiters machen die engen Einnischungsmuster einzelner Arten (s.6.5.5.) den Erhaltungswert des Quellbereichs deutlich, würden doch geringfügige Änderungen, ob mechanischer, physikalischer oder chemischer Natur, eine unabsehbare Wirkung auf die eng beieinanderliegenden und sicherlich auch überlappenden Biozönosen haben. Nicht zuletzt ist für heterotope Insekten, zu denen auch die Trichopteren gehören, die Erhaltung der umgebenden Landschaft ein wichtiger Faktor, stellt das Umland von Quellen mit all seinen Strukturen doch den Lebensraum für die Adulten dar.

Literatur:

- FISCHER, J. (1996): Bewertungsverfahren zur Quellfauna. *Crunoecia* 5: 227-240
- FISCHER, J., FISCHER, F., SCHNABEL, S., WAGNER, R., BOHLE, H.W. (1998): Die Quellfauna der hessischen Mittelgebirgsregion. In: Botosaneanu, L. (ed.) *Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks*. pp 261. Leiden, Backhuys Publ.
- HIGLER, L.W.G., SOLEM, J.O. (1986): Key to the larvae of North-West European Potamophylax species (Trichoptera, Limnephilidae) with notes on their biology. *Aquatic Insects* 8: 159 - 169
- MALICKY, H. (1989): Eine ergänzte Liste der Österreichischen Köcherfliegen (Insecta, Trichoptera). *Zeitschrift der Arbeitsgemeinschaft der Österreichischen Entomologen* 41: 32-40.
- MALICKY, H. (1994): Rote Liste der gefährdeten Köcherfliegen Österreichs (Trichoptera). In: GEPP, J. (ed.) *Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs (1994)*. Grüne Reihe des Bundesministeriums f. Umwelt, Jugend und Familie. Pp.355.
- MOOG, O. (ed.) (1995): *Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
- PITSCH, T. (1993): Zur Larvaltaxonomie, Faunistik und Ökologie mitteleuropäischer Fließwasser-Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera). *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung*. Schriftenreihe des Fachbereichs Landschaftsentwicklung, Sonderheft 8.

- RESH, V.H. (1992): Recent trends in the use of Trichoptera in water quality monitoring. Proc. 7th Int. Symp. Trichoptera, 1992
- ROBERT, B. (1998): Quelltypische Köcherfliegen (Insecta: Trichoptera) in Nordrhein-Westfalen (Deutschland). In: Botosaneanu, L. (ed.) Studies in crenobiology. The biology of springs and springbrooks. pp 261. Leiden, Backhuys Publ.
- WARINGER, J., GRAF, W. (1996): A key to fifth instar larvae of the Austrian Lepidostomatidae (Insecta: Trichoptera), including a description of *Crunoecia kempnyi* Morton, 1901. Aquatic Insects 18: 29-35
- WEIGAND, E. & TOCKNER, K. (1996): Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karst-quellen im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen. - Teilprojekt 1603-7.6./95 im Rahmen des Programmes "Karstdynamik", 105 S., zahlr. Tab., Abb., Fotos. - Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, Mai 1996.
- WEIGAND, E. (1998): Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark Kalkalpen. TP. AZ: 1603-7.6./1996-1997.- Unveröff. Studie i.A. des Nationalpark Kalkalpen, Wien, Juli 1998
- WEIGELHOFER, G. (1996): Die ökologische Funktion der Bachbettsedimente in intermittierenden und perennierenden Karstgewässern. Teilprojekt 1603-9./96. Unveröff. Studie im Auftrag des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, Dez. 1996.
- WEIGELHOFER, G. (1997): Die ökologische Bedeutung des hydrologischen Regimes auf die Biozönose intermittierender Karstgewässer. Endbericht 1997. TP 1603-9./97. Unveröff. Studie im Auftrag des Nationalparks Kalkalpen. 1997

Autorenadresse: Mag. Michaela Panzenböck

Studienkoordination Ökologie, Universität Wien
Althanstr. 14
1090 WIEN
Email: micha@pflaphy.pph.univie.ac.at

3.7. Aquatische Coleoptera (Wasserkäfer)

Generell zeichnet sich die Wasserkäferfauna der nördlichen Kalkalpen aus bisher noch nicht näher erklärbaren Gründen durch eine geringe Artenvielfalt aus. Mit 11 nachgewiesenen Arten und Taxa (WEIGAND & TOCKNER 1996, WEIGAND 1998) gilt dies auch für die Karstquellen des Nationalparkgebietes o.ö. Kalkalpen. Die vorgefundenen Arten waren zu erwarten und sind in den Kalkalpen weit verbreitet (Dr. JÄCH, mündl. Mitt.). An den 4 Quellen überwiegen die Haken- oder Klauenkäfer (Dryopidae) mit den Arten *Elmis latreillei* und *E. rietscheli*. Die beiden genannten Arten sind hinsichtlich ihrer Ernährungsweise Zerkleinerer (Shredder) von grobpartikulären organischen Substanzen und Detritusfresser, bezüglich der Saprobiologie (biologische Gewässergüte) werden sie zur Zönose der oligosaprobien Zone (un- bis gering belastete Gewässer) gereiht (JÄCH et al. 1994). *E. rietscheli* gilt als ein typischer Vertreter für alpine, stark strömende Fließgewässer. Die Einwanderung dieser Art bis in den Bereich des Quellmundes ist bereits des öfteren dokumentiert (ILLIES 1978, BREHM & MEIJERING 1990, JÄCH et al. 1994, GERECKE 1996, ZOLLHÖFER 1997). Die beiden sich hinsichtlich der Autökologie ähnelnden *Elmis*-Arten kommen in Quellen nicht koexistent vor (Dr. JÄCH, mündl. Mitt.).

Das oben angeführte autökologische Bild der *Elmis*-Arten stimmt mit den hydrologischen und substratspezifischen Verhältnissen der fünf untersuchten Nationalparkquellen gut überein. Die meisten Individuen konnten bei der Krahalmquelle (KRA) beobachtet werden, wobei von den bisher 12 gezogenen Proben jede Wasserkäfer enthielt. Diese Quelle hat als einzige der fünf untersuchten Quellen einen starken epirhithralen Charakter und wird auch in hoher Zahl von Gebirgsbachformen besiedelt (WEIGAND & TOCKNER 1996, WEIGAND 1998). Der Gebirgsbachcharakter wird zudem durch den Umstand, daß diese Quelle durch Oberflächenwasser etwas höhere Temperaturen aufweist, verstärkt. Auch geht die häufige Präsenz von *Elmis* in dieser Quelle parallel mit dem reichlichen Vorkommen von Totholz und Fallaub. Neben der Krahalmquelle war *Elmis*, übereinstimmend mit dem rheophilen Charakter dieser Gattung, noch in hoher Zahl in den stärker strömenden Arealen an den Quellen STEY (Übersprung, kräftiger Quellaustritt) und LILA (Quellbeckenausfluß) vorzufinden. Nicht beobachtet wurde *Elmis* an der von typischen Quellorganismen dominierten Weißenbachquelle (WEIS) sowie überraschenderweise auch im gesamten Quellgebiet der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ), dem größten Quellsystem im Nationalparkgebiet. Eine Präferenz für eine bestimmte biozönotische Gewässerregion war bei den beiden *Elmis*-Arten nicht festzustellen, sie besiedeln sowohl den Quellbach als auch den Quellmund (WEIGAND 1998).

Von den vorgefundenen Arten ist *Hydraena alpicola* das krenophilste Element. Die Verbreitung dieser Art im alpinen Raum beschränkt sich auf den Quellaustritt, den Quellabfluß und auf den oberen Gebirgsbachabschnitt; auch ist diese Art auf (sehr) sauberes Wasser angewiesen (JÄCH et al. 1994). Die vier individuenstärkeren Fundorte an der Krahalmquelle liegen sowohl im Quellaustritt als auch im Quellbach. Hinsichtlich der Substratausstattung zeigt diese Art eine deutliche Präferenz für stärker strömende Areale mit steiniger Gewässersohle, die teils einen erheblichen Anteil von eingelagerten Fallaub sowie Quellmoosaufwuchs aufweisen (WEIGAND 1998).

Artenliste aquatische Coleoptera (Wasserkäfer) - Auflistung der in den Jahren 1996/97 an fünf ausgewählten Quellen des Nationalparks o.ö. Kalkalpen erhobenen Wasserkäferfauna. Benthos-aufsammlungen (100µm-Netz). Das angeführte Material ist auch für die Analysen der Faunen-verteilung nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen von WEIGAND (1998) herangezogen worden. Die Determination der Wasserkäfer wurde von Dr. Jäch, Naturhistorisches Museum Wien, durchgeführt.

Legende: STEY = Steyern Quellen, HRQ = Hintere Rettenbachquellen, KRA = Krahalmquelle Süd, WEIS = Weißenbachquelle, P = Probe bzw. Probenstelle (siehe Kap. 2, Beschreibung der Probenstellen in WEIGAND, 1998).

	Quelle	Probe	Datum	Arten und Taxa
1	STEY	P4	4.5.96	Esolus angustatus, 3 adult, 20 Larven
2	STEY	P6	4.5.96	Elmis sp., 19 Larven
3	STEY	P5	28.10.96	Esolus (ev. Elmis) sp., 4 sehr juvenil
4	STEY	P7	28.10.96	Elmis sp., 4 Larven
5	HRQ	P1	3.5.96	Dytiscidae, 1 Larve
6	HRQ	P3	3.5.96	Esolus angustatus ?, 1 adult
7	KRA	P1	4.5.96	Esolus angustatus, 1 adult Hydraena alpicola, 1 adult Elmis latreillei, 1 adult
8	KRA	P2	4.5.96	Esolus angustatus, 1 adult, 1 Larve Hydraena alpicola, 3 adult Elmis latreillei, 3 adult, 2 Larven
9	KRA	P3	4.5.96	Hydraena alpicola, 1 adult Riolus/Esolus, 1 sehr juv. Elmis sp., 1 Larve
10	KRA	P1	28.10.96	Esolus sp., 11 Larven
11	KRA	P2	28.10.96	Esolus angustatus, 1 adult, 10 Larven
12	KRA	P3	28.10.96	Esolus angustatus, 1 adult Elmis sp., 7 Larven Limnius sp., 1 Larve
13	KRA	P4	28.10.96	Elmis latreillei, 4 adult Elmis sp. (wahrscheinl. E.latreillei), 25 Larven Riolus subviolaceum, 1 adult Esolus angustatus, 1 adult, 1 Larve
				Hydraena alpicola, 7 adult, davon 2 männlich
14	KRA	P5	28.10.96	Scirtidae (terrestrisch), 1 Larve Hydraena alpicola, 3 adult Hydraena truncata, 1 adult Elmis sp., 2 Larven
15	KRA	P6	28.10.96	Esolus sp., 1 juvenil
16	KRA	P7	28.10.96	Hydraena alpicola, 1 adult
17	KRA	P8	28.10.96	Hydraena alpicola, 3 adult
18	WEIS	P3	2.5.96	Riolus sp., 1 Larve
19	LILA	P1	2.5.96	Elmis rietscheli, 6 adult Elmis sp., 10 Larven
20	LILA	P2	2.5.96	Elmis sp., 1 Larve Riolus sp., 2 Larven
21	LILA	P3	2.5.96	Elmis rietscheli, 2 adult Riolus subviolaceum, 5 adult Riolus sp., 43 Larven

Als Weidegänger dürfte *Hydraena* in diesem Choriotop den Aufwuchs von Steinen abweiden, wodurch sie sich von allen anderen vorgefundenen Käferarten in ihrer Ernährungsweise unterscheidet. Beim zweiten nachgewiesenen Vertreter dieser Gattung, *Hydraena truncata*, handelt es sich um eine typische Gebirgsbachform, welche die Quellregion meidet und auch im Untersuchungsgebiet nur als Einzelfund auftrat.

Die in großer Zahl an der Würfling-Siphonquelle (LILA) sowie vereinzelt an der Krahalmquelle (KRA) vorkommende Art *Riolus subviolaceum* ist nach Literaturquellen im Rhithral als auch im Hypokrenal weit verbreitet, hinsichtlich der Wasserqualität ist sie nicht sehr anspruchsvoll. Beim individuenreichen Fund an der Quelle LILA handelt sich um den Quellabfluß, der über eine steil abfallende, dicht mit Moos verwachsene Felswand führt (siehe Photo, Kap. 2, Probe 3). Das von dieser Art bewohnte Mooshabitat ist reich an eingelagertem Feinmaterial und Detritus, welche laufend vom oberhalb liegenden Quellabfluß in die unteren Bezirke verfrachtet werden und hier für die Moosbewohner als Nahrung genutzt werden können.

Esolus subviolaceum tritt mit zwei stärkeren Vorkommen in Erscheinung, jeweils im an Krahalm- und Steyernquelle angrenzenden Gebirgsbachabschnitt. In der Quellregion tritt sie nur vereinzelt auf, womit diese Art im Untersuchungsgebiet als den Lebensraum Krenal meidend einzustufen ist.

Larve von *Elmis* sp.
(Coleoptera),

Photo: E. Weigand

Elmis sp. (adult)

Photo: Weigand

4. Limnologisches Karstquellen-Schwerpunktprogramm

4.1. Ergebnisse der Aufnahmen mittels Emergenztrichterfallen

An den vier ausgewählten limnologischen Monitoringquellen - Hintere Rettenbachquelle (HRQ), Steyernquelle (STEY), Krahalmquelle (KRA) und Weißenbachquelle (WEIS) - wurde Anfang Mai 1996 jeweils eine Emergenztrichterfalle exponiert (Lage siehe Kap. 2, Beschreibung der Probenstellen siehe in WEIGAND, 1998) und über ein Jahr, mit einem Aufsammlungsintervall von rund 2 Wochen, die saisonale Entwicklung der schlüpfenden Insektenfauna beobachtet. Anhand dieser Adultfänge könnten erstmals populationsdynamische Aspekte in der Quellregion verfolgt als auch bedeutende Arten, welche im Larvalstadium nicht auf Artniveau zu bestimmen sind, analysiert werden. Beides trifft im besonderen Fall für die Plecopteren (Ord. Steinfliegen) zu, so sind sie bezüglich der Individuenzahl die zweitstärkste und in bezug auf die tierische Biomasse sogar die dominanteste Tiergruppe der Quellregion (WEIGAND & TOCKNER 1996, WEIGAND 1998). Darüber hinaus gewährleistet die Emergenzfallenmethode auch einen ausgesprochen lebensraumschonenden Eingriff und erweist sich somit für den Einsatz in dem auf mechanische Störung sehr anfälligen Biotop Karstquelle als sehr geeignet. Eine Emergenztrichterfalle hat die Maße von 55 x 55 x 40 cm und erfaßt dabei eine Gewässerbodenfläche von 0,1 m². Als Konservierungsmittel kam ein geruchreduziertes Formaldehyd zum Einsatz.

Mit diesen vier exponierten Emergenztrichterfallen wurden in dem einjährigen Untersuchungszeitraum fast 4000 Individuen erfaßt, wobei die drei hydrologisch ähnlichen Quellaustritte an der STEY, KRA und HRQ (turbulent-fließende Quellen) in ähnlicher Größenordnung liegen. Bezogen auf eine standardisierte Bodenfläche entspricht dies einer Schlüpftrate von 10.000 bis 12.000 Individuen pro m² Gewässerbodenfläche und Jahr, womit auch mit dieser Aufsammlungstechnik eine hohe Besiedlungsdichte in der Quellregion bestätigt wird.

Erwartungsgemäß wird die Insektenfauna durch Vertreter innerhalb der Chironomiden (Fam. Zuckmücken) dominiert (relativer Anteil zwischen 63 und 87%, vgl. Tab. 1, 3, 5 und 7). Es folgen die Plecopteren mit einem Anteil bis 13% an der Gesamtf fauna. Überraschend gering ist hingegen das Vorkommen der anderen Dipteren, wobei die wesentlichste Ursache in dem ausgeprägten rheokrenen Charakter und der geringen Ausstattung mit höherer Vegetation (vor allem Quellmoos) der untersuchten Gewässerstandorte zu sehen ist (WEIGAND 1998).

Bei den Ephemeropteren (Ord. Eintagsfliegen), die im Gebirgsbach arten- und individuenreich vorkommen, ist nach einjähriger Exposition in den vier Emergenzfallen nur eine einzige Adultbeobachtung nachgewiesen worden. Der Einzelfund wurde bei der HRQ-Emergenzfall-1 beobachtet, einem Quellaustritt der unmittelbar in den vorbeifließenden Bach mündet. Dies bestätigt die bisherigen Erkenntnisse über die aquatisch lebenden Larven, die im Krenal bis jetzt nahezu ausnahmslos nur in jungen Larvenstadien beobachtet wurden (vgl. Kap. 3.4). Dieses besondere Verteilungsbild, welche alle Vertreter dieser

Tiergruppe zeigen, ist ein weiterer Beleg für das Vorliegen eines sehr unterschiedlichen Lebensraumgefüges von Quell- und Gebirgsbachregion.

Wenngleich im gesamten Untersuchungsjahr fast an allen Aufsammlungsterminen geschlüpfte Tiere auftraten, sind innerhalb der einzelnen Faunengruppen doch signifikante populationsdynamische Entwicklungszyklen festzustellen. Auffallend ist hierbei die hohe Ähnlichkeit der drei untersuchten Quellaustritte aus dem Sengsenengebirge (STEY, KRA und HRQ), bzw. die zu diesen drei Quellen sich faunistisch deutlich unterscheidende Weißenbachquelle (WEIS) im Reichraminger Hintergebirge (vgl. Tab. 1 bis 8):

Adulte Plecopteren treten an den Quellen STEY, KRA und HRQ nur im Frühling und Sommer auf und die höchste Schlüpfintensität wurde im Mai/Juni festgestellt (Tab. 1 bis 8). Hingegen waren an der Weißenbachquelle bis auf mehrere Wochen im Winter das gesamte Jahr Adulttiere zu beobachten, wobei Emergenzen in höherer Zahl nicht aufgetreten sind. Die geringe Anzahl von Individuen an der HRQ-Quelle hat ihre Ursache im Quelltypus, der im Vergleich zu den untersuchten Quellaustritten an der STEY und KRA sich vor allem durch eine wesentlich geringere Wasserströmung und eine feinkörnigere Sedimentzusammensetzung unterscheidet. Dies und auch das saisonale Verteilungsmuster von Adulttieren weisen auf ein insgesamt noch zu lückenhaftes Datenmaterial hin (siehe auch Kap. 3.5).

Bei den Chironomiden sind innerhalb eines Jahres mehrere verstärkte Schlüpfperioden zu beobachten, wobei bei den untersuchten Quellaustritten STEY, KRA und HRQ das saisonale Maximum im Mai/Juni liegt; demzufolge zeitlich überlappend mit der höchsten Schlüpftrate der Plecopteren. Hingegen emergieren an der Weißenbachquelle die meisten Chironomiden im Herbst, wobei Ende Oktober die Intensität besonders hoch ist (Tab. 1, 3, 5 und 7). Zudem entwickeln sich an der Weißenbachquelle beachtlich viele Tiere während der Wintermonate zum Adultstadium.

Auch die Trichopteren (Ord. Köcherfliegen) bilden über den Großteil des Jahres erwachsene, also fliegende, geschlechtsreife Formen aus. Anhand des vorliegenden Datenmaterials scheint am untersuchten Quellaustritt der Quelle STEY (Fassung) und im geringeren Maße auch an jenem der Quelle HRQ eine erhöhte Schlüpftrate im Mai zu bestehen. Die höchste Schlüpftrate wurde an der Weißenbachquelle - Mitte August bis Anfang September - festgestellt (vgl. Tab. 1 bis 8 sowie Kap. 3.6). Fundierte Analysen, insbesondere auf Artniveau, lassen sich bei den Trichopteren aufgrund des bis dato noch zu geringen Probenmaterials nicht tätigen. Weiterführende Erhebungen sind bei dieser Tiergruppe für eine Erhärtung des bestehenden Datenmaterials notwendig und wünschenswert.

Forschungsbedarf

Die Einbeziehung der Emergenzfallenmethode erweist sich in der Quellregion als sehr geeignet. Einerseits ermöglicht diese Datenerhebungsform eine Determination von bedeutenden Arten (Plecopteren, div. Dipteren u.a.), andererseits können wertvolle Erkenntnisse über die saisonale Entwicklung und somit auch über die Populationsdynamik der Fauna gewonnen werden. Außerdem ermöglicht dieses Instrument die Betreuung von limnologischen Dauerbeobachtungen ("umweltindikatives Monitoring"), da die Emergenz-

trichterfallen bei sachgemäßer Anwendung keinen biotopschädigenden Einfluß mit sich bringen und zudem der Analyseaufwand durch stark erhöhte Probenanzahl bewältigbar ist. Fortführende Erhebungen von Emergenzdaten an den vier limnologischen Monitoringquellen würden neben einer notwendigen Erhärtung der ersten bestehenden Daten auch weitere grundlegende Erkenntnisse über den Lebensraum Karstquelle liefern. Aus diesem Grund werden in tatkräftiger Unterstützung durch die Nationalparkgesellschaft (NP-Forschungszentrum in Molln) nach wie vor regelmäßig Proben von den exponierten Emergenzfallen gezogen und rückgestellt, wobei die Probenauswertung seit Mai 1997 ansteht. Bei der Hinteren Rettenbachquelle wurde zudem im April 1998 eine Falle erstmals an einer Limnokrene (Tümpelquelle) aufgestellt und eine rege Schlüpfintensität, insbesondere von großgewachsenen Insekten, festgestellt. Da eine Emergenzfalle vorwiegend nur Daten von einer kleinen Gewässerbodenfläche (0,1 m²) liefert, könnte mit einer punktaktigen Exponierung von mehreren Emergenzfallen an einer Quellregion, nach choriotop-spezifischen Kriterien, wesentlich aussagekräftigere Ergebnisse erzielt werden. Von besonderer Bedeutung ist weiters die Erfassung von Sonderstandorten, die bezüglich des Artenreichtums von hohem Naturschutzwert sind, wie z.B. die stark exponierten Moosfluren mit geringem aber kontinuierlich fließendem Wasserfilm oder die sickerartig austretenden Quellsümpfe. Da sich bei diesen genannten Quelltypen eine hohe Artenvielfalt an Dipteren konzentriert und diese nahezu nur im Adultstadium auf Artniveau zu bestimmen sind, würde ebenfalls mit den Emergenzfallen die Dokumentation der Quellfauna im Nationalpark o.ö. Kalkalpen wesentlich vorangetrieben werden können.

Tab. 1. Anzahl und zeitliche Verteilung der vorgefundenen Individuen (Tiergruppen) aus der Emergenztrichterfalle an der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ), Sengsengebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998).

Tab. 2. Anzahl und zeitliche Verteilung der Adultfänge von Plecopteren- und Trichopterenarten aus der Emergenztrichterfalle an der Hinteren Rettenbachquelle (HRQ), Sengsengebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998). Legende: m ... männlich, w ... weiblich, n ... Nymphe.

Tab. 3. Anzahl und zeitliche Verteilung der vorgefundenen Individuen (Tiergruppen) aus der Emergenztrichterfalle an der Steyrnquelle-Fassung (STEY). Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998).

Tab. 4. Anzahl und zeitliche Verteilung der Adultfänge von Plecopteren- und Trichopterenarten aus der Emergenztrichterfalle an der Steyrnquelle-Fassung (STEY), Sengsengebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998). Legende: m ... männlich, w ... weiblich, n ... Nymphe.

Tab. 5. Anzahl und zeitliche Verteilung der vorgefundenen Individuen (Tiergruppen) aus der Emergenztrichterfalle an der Krahalmquelle Süd (KRA-S), Sengengebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998).

Tab. 6. Anzahl und zeitliche Verteilung der Adultfänge von Plecopteren- und Trichopterenarten aus der Emergenztrichterfalle an der Kraahalmquelle Süd (KRA-S), Sengsengebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998). Legende: m ... männlich, w ... weiblich, n ... Nymphe.

Tab. 7. Anzahl und zeitliche Verteilung der vorgefundenen Individuen (Tiergruppen) aus der Emergenztrichterfalle an der Weißenbachquelle (WEIS, Quelle am Großweißenbach), Reichraminger Hintergebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998).

Tab. 8. Anzahl und zeitliche Verteilung der Adultfänge von Plecopteren- und Trichopterenarten aus der Emergenztrichterfalle an der Weißenbachquelle (WEIS, Quelle am Großweißenbach), Reichraminger Hintergebirge. Lage der Emergenzfalle siehe Kap. 2, Beschreibung des Standortes siehe in WEIGAND (1998). Legende: m ... männlich, w ... weiblich, n ... Nymphe.

4.2. Erstellung von Standards für ein limnologisches Karstquellen-Monitoring

Zeitpunkt der faunistischen Aufnahmen im Freiland

Viele Krenobionten (insbesondere madicole Arten) weisen einen desynchronisierten Jahreszyklus auf. Dadurch wird erreicht, daß sich ein Teil der Population stets in der geschlechtsreifen Flugphase außerhalb des Gewässers befindet und somit die Quelle nach einer eventuellen Trockenperiode via Eiablage wiederbesiedelt werden kann (FISCHER 1993). Ein Umstand der in den Kalkgebieten von hoher Relevanz ist, da viele Karstquellen temporär trocken fallen bzw. bei Niederwasser einen weiter unten liegenden Quellaustritt haben. NOEL (1954), TILLY (1968), WARD & DUFFORD (1979), FISCHER (1991) sowie GRAF (1997) u.a. zeigen, daß die Diversität im Jahrgang Schwankungen unterliegt. Frühjahrs- und Herbstuntersuchungen eignen sich demnach am besten um einen angemessenen Teil der Zönose zu erfassen, ohne den Bestand seltener Arten zu gefährden. Bei einer einmaligen saisonalen Besammlung naturnaher Quellen (entweder Frühling oder Herbst) werden gegenüber einer zweimaligen Aufnahme (Frühling und Herbst) etwa 2/3 des Artenspektrums erfaßt (ZOLLHÖFER 1997). Wie FISCHER (1991) zeigte, können mit Emergenzuntersuchungen an naturnahen Quellen mehr als 60 Arten nachgewiesen werden. Dabei werden viele akzessorische Arten des Land/Wasser-Ökotons miterfaßt, wobei es sich meist um Dipteren handelt.

Zur Auswahl von Quellen und Probenstellen für eine Langzeitbeobachtung

Im folgenden werden die im Rahmen des limnologischen Schwerpunktprogrammes bereits mehrmalig untersuchten fünf Quellen (WEIGAND 1998, siehe auch Kap. 2 und 4.3) in Hinsicht der Betreibung eines limnologischen Monitorings beleuchtet. Dabei wird auch eine ökologisch verträgliche Datenerhebungsmethodik im besonderen Maße berücksichtigt.

Die **Hintere Rettenbachquelle (HRQ)** ist durch ihre hohe Zahl an Quellaustritten optimal für ein limnologisches Karstquellen-Monitoring, wobei man sich weiterhin auf das perennierend austretende Areal (Flußnummer 34-12-2-BE) konzentrieren sollte. Im besonderen der rheokrene Quellaustritt Q3 sowie die Limnokrene Q8 (siehe Kap. 2), welche bereits verstärkt erfaßt wurden. Eine nachhaltige negative Beeinflussung der beprobten Quellen ist nur sehr bedingt gegeben, da in unmittelbarer Nähe noch mehrere sehr ähnliche Quelltypen bestehen und somit ein reger Faunenaustausch vorausgesetzt werden kann. Im Oktober 1997 sind in diesem Areal weitere drei Proben choriotopspezifisch beprobt und vorerst rückgestellt worden. Sinnvoll wäre weiters das Einbeziehen des Quellbaches, welcher die genannten Quellaustritte entwässert. Dieser reichlich strukturierte Quellbach besticht durch den ausgeglichenen Anteil von Gestein, CPOM und Quellmoos.

Der hohe Wissenstand des Gewässersystems Hinterer Rettenbach, Fischbach und Rettenbachhöhle stellt eine ausgezeichnete Basis dar, um in Österreich erstmals ein Längsprofil eines Fließgewässers, beginnend von der Quelle bzw. sogar unter Einbeziehung der unterirdischen Gewässerregion ("Rettenbachhöhle"), bis in die Tallagen zu verfolgen. Ein solches Vorhaben würde einen Musterfall der limnologischen Forschung im Gebiet alpiner Kalkalpen darstellen.

Die **Steyern Quellen (STEY)** sind im besonderen durch die ausgewählte Quellmoosvegetation und den hydrologisch dynamischen Aspekt von Bedeutung. An dieser Quelle stehen zudem mehrere Quellaustritte des stark von einer Krenalfauna geprägten Typs "Rheokrene mit geringer Strömung und reichlich Feinsediment" zur Auswahl (siehe Quellaustritte der Probenstellen P1 und P2 vom 28. Okt. 1996, Kap. 2 sowie WEIGAND 1998). Auch die beiden Quellabflüsse, welche typische Hypokrenalzonen darstellen, sollten in ein Karstquellen-Monitoring einbezogen werden. An den Steyern-Quellen sind bislang mehrere Probenstellen dreimalig ausgewertet worden (Besammlung Mai 1995, Mai und Okt. 1996), womit bereits eine gute Datengrundlage vorliegt. Im Oktober 1997 wurden an den Quellbezirken AA und AB hinsichtlich einer langzeitigen Beobachtung weitere Proben aus den Hauptchoriotopen gezogen, deren Auswertung steht noch an. Ein durch mehrmalige Aufsammlungen nachhaltiger negativer Einfluß ist bei mehreren kleinräumigen Arealen gegeben, generell sind jedoch die Voraussetzungen für eine Langzeitbeobachtung in diesem Quellsystem günstig.

Die **Krahalmquelle Süd (KRA-S)** repräsentiert sich innerhalb der fünf Monitoring-Quellen mit dem höchsten Anteil von epirhithralen Faunenelementen. Eine Sonderstellung nimmt diese Quelle zudem durch einen zeitweise merklichen Oberflächeneinfluß ein (höhere Temperaturschwankungen, temporäre Verkeimung). Da die Krahalmquelle hinsichtlich der Choriotopausprägung und Quelltypologie in hohem Maße jener der Monitoringstelle HRQ entspricht, könnte aus rationellen Gründen ein Abgehen von dieser Quelle überlegt werden. Auch der an der Krahalmquelle ausgesprochen schön ausgeprägte Quellbach liegt am HRQ-Standort in sehr ähnlicher Form vor.

Die **Weißbachquelle (WEIS)**, welche von allen fünf Monitoring-Quellen den höchsten Anteil von Krenalarten aufweist, ist in der Besammlung durch ihre Kleinräumigkeit und hohen Anzahl von mosaikartig auftretenden Choriotopen leider sehr problematisch. Eine im Sinne des Naturschutzes über mehrere Saisonen vertretbare Aufsammlung des Benthos ist lediglich in entsprechender methodischer Vorgangsweise für das CPOM- und Gesteins-Choriotop (Quellabfluß, Strömungsrinne) des Quellabflusses Q1 (vgl. Proben P3 und P5 des Okt. 96, bzw. P1 und P2 vom Mai 96, Kap. 2 sowie Beschreibung in WEIGAND 1998) vertretbar. Gerade diese Quelle ist neben der Hinteren Rettenbachquelle für ein langzeitliches Monitoring von herausragender Bedeutung. Zudem liegen bzw. laufen in diesem Raum des Reichraminger Hintergebirges andere nennenswerte ökologische Studien, deren Ergebnisse einbezogen werden könnten. So das Integrated Monitoring Zöbelboden des Umweltbundesamtes (MORIS) und die stattgefundenen Fließgewässeruntersuchungen der Univ. für Bodenkultur (GRAF & STUBAUER 1996). Auch an der Weißbachquelle liegen bereits 3 limnologisch ausgewertete Probenzeitpunkte vor (WEIGAND & TOCKNER 1996, WEIGAND 1998), zudem Rückstellproben vom Okt. 1997.

Die **Würfling-Siphonquelle (LILA)** ist für das Monitoringprogramm durch das Vorliegen einer Siphonquelle (Repräsentant des Quelltyps einer Limnokrene) und dem bedeutenden Mooslebensraum des Quellabflusses, welcher für die Quellregion typisch ist, von maßgeblicher Bedeutung. Beide Areale sind mit entsprechender Vorgangsweise und fachlicher Erfahrung für eine saisonal einmalige Probenentnahme geeignet.

Mit dem oben angeführten Programm lassen sich eine Reihe wesentlicher Lebensräume und Quelltypen abdecken. An untersuchten Lebensräumen fehlt noch der für Quellorganismen besonders relevante Quelltypus einer Helokrene (Sumpf- und Sickerquellen). Diesbezüglich sollte unbedingt noch eine Lösung gefunden werden.

4.3. Anmerkungen zum Abbau von CPOM im Krenal

Im Gebirgsbach wird der Abbauprozess des grobpartikulären organischen Materials (CPOM, vor allem Fallaub) durch das mechanische Aufbrechen der Pflanzenzellwände, resultierend durch Sedimentumlagerung der Gewässersohle, wesentlich beschleunigt (VANNOTE 1980). Dieser Umstand ist ökologisch von hoher Bedeutung, denn erst mit dem Aufbrechen der pflanzlichen Zellwände wird für viele aquatisch lebende Organismen das CPOM als Nahrung zugänglich (ANDERSON 1979, CUFFNEY et al. 1990)

In der Mehrzahl der Quellen ist diese ökologisch bedeutsame Funktion unterbunden, da keine entsprechende hydrologische Effektivität mit Geschiebetrieb besteht. Demnach muß das mechanische Aufbrechen der Pflanzenzellen alleinig von speziellen Tierarten durchgeführt werden, wobei diese Funktion von Shreddern (Zerkleinerer von grobpartikulären organischen Material), im besonderen von Amphipoden, übernommen wird (BENFIELD & WEBSTER 1985). In der Quellregion des Nationalparkes kommt nur eine einzige Amphipodenart – die euryöke Form *Gammarus fossarum* - vor, welche auch erwartungsgemäß die mächtigen Fallaub- und Detritusansammlungen der Pools dicht besiedelt, jedoch aus bisher noch nicht geklärten Gründen die mächtigen Fallaubansammlungen im Areal des Quellaustrittes (Eukrenal) kaum annimmt (WEIGAND 1998). Damit fällt im Eukrenal die wichtigste Shredder-Gruppe aus. Anzunehmen ist aber, daß eine im begrenzten Ausmaß stattfindende CPOM-Aufschließung von Vertretern innerhalb der Plecopteren und Trichopteren erfolgt (IVERSEN 1973, BENFIELD & WEBSTER 1985, MOOG 1995).

Unter den genannten Umständen und der permanent geringen Wassertemperatur kann davon ausgegangen werden, daß der Abbauprozess von grobpartikulärem organischen Material im Eukrenal wesentlich länger dauert als in den meisten anderen heimischen Gewässern. Hierzu kommt noch, daß im Nationalpark Kalkalpen vorwiegend Buchenfallaub eingetragen wird, welches besonders schwer und langsam abgebaut wird (TOCKNER et al. 1996, Dr. M. GESSNER, mündl.Mitt.).

4.4. Tabellarische Übersicht über die Verbreitung der Wassermollusken an Karstquellen im Nationalpark o.ö. Kalkalpen

Erhebungsstand 1998

Beginn des ersten Photos, Moosvegetation, Seite 83

Die Moosvegetation ist ein typisches und besonders wichtiges Habitat der Quellregion, sie wird individuenreich und in hoher Zahl von eng an Quellen gebundenen (krenobionten) Arten besiedelt.

Die Moosvegetation des Quellabflusses der Steyrquelle (STEY, Fassung) ist Lebensraum für viele Quellschnecken der Gattung *Bythinella*. Photo: E. Weigand

Tipula sp. (Tipulidae, Diptera, Insecta) bei der Eiablage. Photo: E. Weigand

Ein Vertreter der Fam. Stratiomyidae (Waffenfliegen, Diptera). Die Moosvegetation der Quellregion wird von besonders vielen Dipterenarten (Zweiflügler, Insecta) besiedelt. Photo: E. Weigand

Der Bachflohkrebs *Gammarus fossarum* (Amphipoda) besiedelt ausnahmslos die Fallaubansammlungen der Quellregion, dringt jedoch nicht bis zum Quellaustritt vor. Photo: E. Weigand

Der augenlose Höhlenflohkrebs, *Niphargus tatrensis* (Amphipoda), zählt zu den Bewohnern der unter-irdischen Gewässer, er ist aber auch regelmäßig an den Quellen zu beobachten. Photo: E. Weigand

Quellerbsenmuschel, *Pisidium personatum* (Sphaeridae, Bivalvia). Photo: E. Weigand

Die räuberisch lebenden Strudelwürmer (Turbellaria) sind an vielen Quellen des Nationalparkes zu beobachten, wobei die Alpenplanarie, *Crenobia alpina*, am häufigsten ist. Photo: E. Weigand

Die Quellenschnecken der Gattung *Bythinella* (Hydrobiidae) sind eng an das Quellbiotop gebunden. Bei stark besonnten Quellen der tieferen Lagen kann ihr Gehäuse dicht von Algen besiedelt werden und verleihen dabei den Wasserschnecken ein grünes Erscheinungsbild.

Photos: E. Weigand

5. Höhenprofil - Quellen OFEI, FEIA, JAPO, SCHW und LEO

5.1. Höhenzonale Verteilung der Fauna

Entlang eines Höhengradienten im Kerngebiet des Nationalparks (von 610 bis 1565 m ü.M., Sengsenengebirge) wurden sechs ausgewählte Karstquellen einer erstmaligen limnologischen Bestandsaufnahme unterzogen. Ziel war eine für das Karstquellen-Monitoringprogramm des Nationalparks (KQM) begleitende Einbeziehung von biologisch-ökologischen Grunddaten sowie die Erfassung naturschutzrelevanter Aspekte. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Quellen mit Angaben zur Hydrologie, Morphologie und Geologie findet sich in HASEKE (1996).

Die einmalige Freilandhebung wurde am 25. Oktober 1996 (teils ergänzend am 26. Okt. 1997) bei saisonal frostigen Temperaturen und Schönwetter durchgeführt. Die Probenentnahme erfolgte nach bewährter Methodik mittels kescherähnlichen Stechschöpfer, der mit einem 100 µm Netz ausgestattet ist, und punktartiger Besammlung (siehe WEIGAND 1998). Die einzelnen Proben geben, unter Berücksichtigung substratspezifischer Gegebenheiten, einen repräsentativen Überblick der einzelnen Quellen wieder.

Mit der Einbeziehung von Vergleichsdaten aus der Nationalparkregion (WEIGAND & TOCKNER 1996, WEIGAND 1998) lassen sich trotz der lediglich einmaligen Aufnahme und des geringen Stichprobenumfanges einige wesentliche Erkenntnisse ableiten:

Alle sechs Quellen weisen hinsichtlich der Substratausstattung und Organismenzusammensetzung einen hohen Grad an Eigenständigkeit auf und unterscheiden sich voneinander deutlich (siehe Tab. 9 und 10). Typische Organismen der unterirdisch liegenden Gewässer - die phreatischen, stygobionten und troglobionten Vertreter *Bythiospeum*, *Hauffenia* und *Proasselus* - kommen nur in der tiefstgelegenen Quelle (LEO) vor. Wieder beobachtet wurde auch eine Abnahme der Artenvielfalt mit zunehmender Seehöhe. Bei strukturreicher Ausstattung des Quellbiotops weisen jedoch auch hochgelegene Quellen eine sehr beachtliche Artenzahl auf. Die Vielfalt an Substratausstattung ist einer der wesentlichen Faktoren für ein arten- und individuenreiches Vorkommen. So ist das Quellaustrittsareal der Oberen Feichtau-Quelle (OFEI), welches hauptsächlich mit Gestein und etwas Aufwuchs strukturiert ist, im Vergleich zu dem dicht mit Quellmoos verwachsenen Abfluß wesentlich artenärmer und um ein Vielfaches weniger stark besiedelt. Formen, die bei zunehmender Höhenlage stärker hervortreten, finden sich innerhalb der Turbellarien und diversen Insektengruppen. Die nach Individuenzahl die Quellfauna im Nationalparkgebiet dominierenden Gruppen Chironomiden und Plecopteren treten sowohl in tiefen als auch in den extrem positionierten Quellen der hohen Lagen in ähnlich hoher Zahl auf. Bei hochgelegenen Quellen (ca. >1500 m SH), die sich hinsichtlich der Gewässer Ausstattung mit viel Gestein und etwas Aufwuchs sowie dem weitgehenden Fehlen von partikulären organischen Material (Fallaub, Totholz u.ä.) und höherer Vegetation (Quellmoos, Gräser) charakterisieren, scheint es zu einer dominanten Zoozönose von Turbellarien, Plecopteren, Collembolen und Chironomiden zu kommen (mit Einbeziehung

von Beobachtungen aus anderen hochgelegenen alpinen Karstquellen). Möglicherweise dürfte an diversen Quellen das Hinzutreten von bestimmten Arten nicht selten vorkommen. Im Falle der Quelle OFEI ist es eine Trichopterenart innerhalb der Limnephiliden. Also wieder ein Vertreter innerhalb der Insekten, die generell an Extremstandorten (stark isoliert, hohe Meereshöhe) stärker hervortreten. Bemerkenswert ist noch das Auftreten der Amphipodenart *Gammarus fossarum*, welche nur an den beiden unteren Quellen (LEO, SCHW) beobachtet wurde. Als Verwerter von Fallaub hängt die Verbreitung dieser Art in erster Linie mit dem Laubwaldvorkommen zusammen.

5.2. Dokumentation der einzelnen Karstquellen

Obere Feichtauquelle oder Nockkarquelle (OFEI)

Sengsengebirge, 35-34-1-AA, SH 1565 m

Untersuchungsstandort, Probenstellen: Es handelt sich hierbei um eine der beiden höchstgelegenen Quellen im Sengsengebirge mit nennenswerter Schüttung. Die Quelle liegt genau über einer Wandkante, stürzt als Kaskade über die steile und völlig mit Moos verwachsene Wand hinab und versinkt am Fuß der Felsen bei ca. 1480 m in ein ausgedehntes Blockschuttfeld. Es ist ungewiß, ob sie im Großen Feichtausee wieder auftauchen oder ihren Weg ins Berginnere nehmen (HASEKE 1996). Die Quelle tritt stark beschattet und mit mäßiger Neigung unter einem großen Gesteinsblock hervor, fließt dann über große Steine kaskadenartig zur Wandkante (3 bis 4 m). Eine Probe stammt vom Quellaustrittsareal (siehe Photo). Eine zweite Probe wurde aus dem unteren Teil der dicht mit Quellmoos überwachsenen, steil abfallenden Wand entnommen.

Limnologischer Quelltyp: Rheokrene, leicht bis mittelstark fließende Fließquelle mit sehr hohem Isolationsgrad; perennierend.

Habitatausstattung: Probe 1: Die in geringer Neigung verlaufende Quellregion wird dominiert von größerem Gesteinsmaterial, welches mäßig mit epilithischen Algenaufwuchs bestückt ist (grünscharer Belag) und recht viel eingelagertes Feinsediment aufweist. Einige wenige Steine weisen eine Moosbedeckung auf, partikuläres organisches Material fehlt hingegen völlig (siehe Photo). Probe 2: Beim beprobten Mikrohabitat handelt es sich um eine mit Quellmoos verwachsene, hygropetrische Felsnische (etwa knapp 10 cm tief und 30 cm lang), in welcher auch beachtlich viel Feinmaterial sowie einige kleine Steine/Kies eingelagert sind.

Faunenzusammensetzung: Im Quellaustrittsareal wurde die Turbellarienart *Crenobia alpina* sowie ein Trichopterenvertreter innerhalb Fam. Limnephilidae (leider zum Aufsammlungszeitpunkt juvenil und somit nicht auf Artniveau bestimmbar) vorgefunden. Letztere ist für diese Seehöhe und extrem isolierte Lage bemerkenswert. Die Mooswand wird erwartungsgemäß von beachtlich vielen Formen innerhalb der Dipteren (Zweiflügler, Insecta) besiedelt, darunter mehrere Tipuliden-Arten. Innerhalb dieser Tiergruppe sind für das Nationalparkgebiet seltene höhere Lebensformen zu erwarten. Individuenmäßig dominieren die Chironomiden und Plecopteren, wobei in diesem

Moosbiotop eine außerordentlich hohe Besiedlungsdichte vorliegt (rund 300 Individuen pro 100 cm², dieser Wert zählt zu den absoluten Spitzenwerten, vermutlich handelt es sich um eine saisonal bedingte Aggregation). Eine weiterführende Untersuchung dieses vermutlich sehr wertvollen "hygropetrischen Mooswandlebensraumtyps" wäre sinnvoll und würde eine fundierte Einschätzung des Biotopschutzwertes erbringen.

Biotopschutzwert, Beeinträchtigung und Gefährdung: Die permanent und mit geringer Wasserführung austretende Quelle verleiht der Mooswand einen hygropetrischen Charakter, und ist damit für die Organismen besonders attraktiv. Die faunistische Artenvielfalt der Mooswand dürfte deutlich über den Durchschnitt liegen, obwohl es sich hier um eine der höchsten Quellen im Nationalpark handelt. Der Biotopschutzwert ist als sehr hoch einzustufen. Eine Beeinträchtigung sowie ein unmittelbarer Gefährdungsfaktor wurde nicht festgestellt.

Feichtaualm Rieselquellen und Ponor (FEIA)

Sengsengebirge, 35-34-1-BCB

Untersuchungsstandort, Probenstellen: Die Quellen befinden sich südlich unterhalb der neuen Almhütte Polz in der Tiefenlinie des Almbodens. Das aus zahlreichen Sicker- und Rieselquellen dotierte Gerinne benetzt eine breite Flur mit hygrophiler Vegetation auf staunassem Lehm (Probe FEIA Wiese). Bei rund 1360 m fängt ein Brunnentrog das Wasser für das Weidevieh auf, sein Ablauf wird langsam steiler, schneidet sich als Bachbett zunehmend ein und verschwindet schließlich, mit einem gegen Süd drehenden Gefälle, in einem gut 5 Meter tiefen Felsponor (Schluckloch). Die zweite Probe wurde aus dem ausgeprägten Grabenbruch, welcher unmittelbar vor dem Ponor liegt, gezogen (siehe Photo).

Limnologischer Quelltyp: Der beprobte Quellaustritt im Wiesengebiet (Probe 1) ist im Übergangsbereich einer Sumpfquelle (Helokrene) und einer Tümpelquelle (Limnokrene), wobei ersterer Typus treffender ist. Bei der Probe vor dem Ponor handelt es sich um einen rheokrenen, ruhig-fließenden Abfluß.

Habitatausstattung: Die sickerartig austretenden Quellen bilden eine ausgedehnte Sumpfwiese mit zahlreichen seichten Kleinstgewässern. Die Gewässersohle dieser Kleinsttümpel besteht aus einer mächtigen, dunkelgefärbten und in der Konsistenz sehr lockeren Feinsedimentschicht mit stark organischer Durchsetzung (viel eingelagertes Gras, auch etwas Kies). Der grabenartige Abschnitt vor dem Ponor weist sehr wenig höhere Vegetation (Quellmoos, 5%) und wenig Fallaub (CPOM, <10% Bedeckung) auf, und die Gewässersohle des Rinnsals setzt sich vorwiegend aus kleineren Steinen (mit mäßig starkem epilithischen Aufwuchs) und eingelagerten Feinmaterial zusammen.

Faunenzusammensetzung: Der beprobte Fließwasserabschnitt vor dem Ponor (Probe 2) weist eine höchst bemerkenswerte Fauna auf. Neben typischen Quellspezialisten (*Bythinella* sp. "großwüchsige Form") treten in außergewöhnlich hoher Zahl Harpacticiden (cyclopoide und harpacticoide Formen) und Oligochaeten auf. Letztere sind durch das erhöhte Vorkommen von Feinmaterial begünstigt. Weiters findet sich eine großgewachsene tiefschwarze Art innerhalb der Simuliiden, eine Tiergruppe die bis jetzt erst an wenigen Quellen beobachtet wurde und auf ein perennierendes Fließgewässer angewiesen ist. Nach der Lettneralmquelle (LETT) ist diese Quelle der

zweite Fundort einer existierenden Muschelpopulation, ebenfalls wieder ein Vertreter der Gattung *Pisidium*, vermutlich *P. personatum*. Beide Molluskenarten weisen eine für die höheren Lagen und starke Sonneneinstrahlung typische tiefschwarze Periostrakumfärbung auf. Die höchsten Individuenzahlen erreichen an diesem Quellabfluß die Plecopteren, während die Chironomiden in ungewöhnlich geringer Dichte vertreten sind. Ähnlich artenreich und faunistisch spektakulär sind die sumpfigen Quellaustritte im Wiesengebiet der Feichtau. Die sich im Sommer infolge des geringen Quellausflusses stark erwärmenden Gewässer sind für mehrere Amphibienarten ausgesprochen attraktiv, besonders als Laichhabitat, und werden in hoher Individuenzahl besiedelt (WEISMAIER 1992). Interessant auch das Artenspektrum an wirbellosen Tieren, welches jener des Quellabflusses (Probe 2) sehr ähnlich ist. Erhebliche Unterschiede wurden hingegen in der Häufigkeit der einzelnen Arten vorgefunden, wobei die seltenen Formen an der beprobten Sumpfquelle nur spärlich auftreten. Dominiert wird die Fauna der beprobten Rieselquelle ebenfalls von Vertretern innerhalb der großgewachsenen Plecopteren, womit für die Amphibien eine reichhaltige Nahrung vorliegt.

Biotopschutzwert, Beeinträchtigung und Gefährdung: Das Quellgebiet der Feichtaualm besitzt durch das Vorkommen mehrerer faunistischer Besonderheiten und als sehr bedeutendes Amphibienlaichgebiet (WEISMAIER 1992) einen hohen Biotopschutzwert. Neben mehreren seltenen Arten weist die außergewöhnliche Gesamtfauenzusammensetzung auch auf das Vorliegen einer bemerkenswerten Quelle hin. In diesem Quellgebiet wäre eine weiterführende faunistisch-limnologische Untersuchung anzustreben, wobei durch die bestehenden Beeinträchtigungen auch ein angewandter Aspekt verfolgt werden sollte ("Fallbeispiel Feichtau-Rieselquellen"). Im Quellareal liegen erhebliche, teils besorgniserregende, Beeinträchtigungen vor. Beim "Wiesensumpfareal" kommt es durch die Weideviehhaltung zu einem unnatürlich hohen Eintrag von Nährstoffen sowie zu starker Trittbelastung (siehe auch HASEKE 1996). Weiters wurde festgestellt, daß der im Graben liegende Quellabfluß samt Ponor vom Menschen als Abfallort für organische und anorganische Bestandteile herangezogen wird. Neben dem generell nationalparkbewußten Verhalten wird hier vom Menschen sichtlich nicht erkannt, daß es sich um einen sehr wertvollen Kleinlebensraum des Nationalparkes handelt. Die vermutlich für die Nationalparkgesellschaft schwierige Öffentlichkeitsarbeit könnte nun an dieser Quelle durch die vorliegenden Ergebnisse und anschaulichen Tierphotos unterstützt werden.

Ponore im Jaidhausgraben (JAPO)

Sengsengebirge, 37-10-AC, ca. SH 1380 m

Untersuchungsstandort, Probenstellen: Beprobt wurde einer der obersten Quellaustritte, welcher nur wenige Meter vom Fußweg entfernt und in einem 1 bis 2 m tiefen Graben liegt (siehe Photo). Mehrere punktartige Aufnahmen vom Quellaustritt bis rund 5 m Entfernung.

Limnologischer Quelltyp: Rheokrene, leicht fließende Fließquelle (RK-Typ 5).

Habitatausstattung: Das kleine mit mäßiger Neigung verlaufende Quellgerinne weist keine höheren Wasserführungen auf und es wirken auch keine stärkeren Erosionskräfte ein

(im Charakter eines kleinen Wiesenbaches). Das einer Waldwiese ähnliche Umland ist sehr sumpfig und teils mit Sphagnum bestückt. Die Gewässersohle setzt sich vorwiegend aus Kies sowie aus etwas Sand und Feinmaterial zusammen (vermutlich der rötliche Jurakalk). Der Anteil an partikulären organischen Material ist hoch und das Ufer wird von hineinhängendem Gras gesäumt.

Faunenzusammensetzung: Bemerkenswert ist eine reichhaltige Trichopterenfauna, wobei mit *Potamophylax nigricornis* eine an Quellen sehr seltene Art vorkommt (bis jetzt der zweite Nachweis). Weiters ist es die zweite Quelle, welche ein hohes Ostracoden-Vorkommen (Muschelkrebse) aufweist (Faunenanteil von 25% mit beachtlichen 4 Arten). Das außergewöhnliche Faunenspektrum wird auch durch zwei seltene Gruppen innerhalb der Dipteren (Ceratopogonidae, Dixia) bereichert.

Biotopschutzwert, Beeinträchtigung und Gefährdung: Der Biotopschutzwert ist aufgrund der beobachteten außergewöhnlichen Faunenzusammensetzung sowie dem Vorkommen von in Quellen seltenen Arten als hoch einzustufen. Eine wesentliche Beeinträchtigung wurde im untersuchten Quellareal nicht vorgefunden. Da die Lage dieses großen Quellhorizonts aber in einer lichten Waldweide liegt, könnte eine Gefährdung vorliegen.

Schwarzlacken Quelle (SCHW)

Sengsengebirge, 37-10-HB, SH 880 m

Untersuchungsstandort, Probenstellen: Beprobte wurde nicht direkt unter der Straßenböschung liegende große Quellbereich, sondern ein rund 20 m links im steilen Hang gelegener kleiner Austritt, welcher im Vergleich zum Hauptaustritt auch Quellenschnecken der Gattung *Bythinella* beherbergt. Beprobung des Quellaustrittes und des unmittelbaren Abflusses.

Limnologischer Quelltyp: Rheokrene, turbulent fließende Fließquelle.

Habitatausstattung: Es handelt sich hier um ein kleines, leicht in den Hang eingegrabtes Gerinne mit kaskadenartigen Abfluß. Reichhaltige Substratausstattung aus größeren Steinen und viel im Gewässer lagerndem Totholz, diese jeweils stark mit Moos verwachsen. Wesentliche erodierende Kräfte treten nicht auf und die Wasserführung ist immer recht gering.

Faunenzusammensetzung: Neben der genannten Quellenschnecke haben die ersten Analysen noch keine erwähnenswerten Faunenbestandteile erkennen lassen. Es handelt sich um eine stark von Plecopteren und in etwas geringerem Ausmaß von Chironomiden dominierte Quelle, welche für das Nationalparkgebiet als typisch anzusehen ist.

Gefährdung: Das Fehlen der Bythinellen im Hauptaustritt ist höchst merkwürdig und könnte auf den einstigen Bau der unmittelbar anliegenden Forststraße (vor allem durch einen hohen Input von Feinmaterial) oder durch ein extrem forstwirtschaftliches Vorgehen (erhöhter Nährstoffeintrag und länger andauernde pralle Sonneneinstrahlung) zurückzuführen sein (vgl. auch HASEKE 1996). Nach der Lebensraumausstattung würde dieser Quellaustritt einem für diese Art sehr geeignetem Lebensraum entsprechen, wesentlich besser als jener der beprobten Hangquelle, welche zudem in ihrer Ausdehnung stark begrenzt ist. Da die nahegelegene Hangquelle, die nicht im

unmittelbaren Einflußbereich der Forststraße steht, noch eine kleine Population beherbergt, kann auf eine Wiederbesiedelung des Hauptaustrittes gehofft werden. Über die Besiedlungsfähigkeit von Bythinellen ist noch wenig bekannt, wobei sie derzeit von Fachleuten als sehr gering eingestuft wird. Die Schwarzlacken-Quelle ist ein mahnendes Beispiel wie leicht typische Quellformen verschwinden können. Aus den vorliegenden Ergebnissen ist zu vermuten, daß etliche Quellen im Nationalparkgebiet bereits wesentliche Faunenelemente vermissen lassen. Für eine fundierte Abklärung müßten jedoch noch zielorientierte Erhebungen angestellt werden.

Quelle Leonsteiner Bach (LEO)

Sengsengebirge, 37-10-J, SH 610 m

Untersuchungsstandort, Probenstellen: Diffuse Blockquellaustritte, die sich auf mehrere Strenge aufteilen. Der Ursprung bleibt bei wechselnden Wasserständen konstant an der selben Position. Der wenige Sekundenliter führende, stark moosige Quellbach hat nur eine Lauflänge von wenigen Dutzend Meter, dann versiegt er weitab in den Kalkblöcken. Punktartig beprobt wurde das Quellaustrittsareal und der unmittelbare Bereich des Quellabflusses.

Limnologischer Quelltyp: Rheokrene; turbulent fließende Fließquelle mit hohem Isolationsgrad.

Habitatausstattung: Reichhaltige Substratausstattung aus größeren Steinen (kaskadenartiger Verlauf des abfließenden Wassers) und viel im Gewässer lagerndem Totholz sowie mächtigen Fallaubansammlungen (Buche). Größere Steine und Totholz sind dicht mit Moos überwachsen. Wesentliche erodierende Kräfte treten nicht auf. Das Vorkommen von Simuliiden belegt das Vorliegen einer perennierend fließenden Quelle.

Faunenzusammensetzung: Bemerkenswert ist die starke Durchsetzung der stygobionten Formen *Proasselus*, *Hauffenia* und *Bythiospeum*. Bei der letzteren handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um eine für die Wissenschaft erst jüngst anerkannte und bisher nur im Nationalparkgebiet (neben dieser Quelle noch an der REUT und WULU) nachgewiesene Art (HAASE et al., in press.). Bemerkenswert ist weiters das vermutliche Vorkommen der Trichopterenart *Tinodes unicolor* (siehe Kap. 3.6), denn es wäre der Erstnachweis an einer Karstquelle im Nationalpark. Ansonsten entspricht die Quelle einer für das Nationalparkgebiet typischen Faunenzusammensetzung mit der Dominanz von Plecopteren und Chironomiden sowie aufgrund des Substratreichtums und geringen Höhenlage einer sehr hohen Artenvielfalt.

Biotopschutzwert: Aufgrund einiger bemerkenswerter Faunenelemente besteht nach vorliegenden Daten ein beachtlicher Schutzwert.

Obere Feichtauquelle oder Nockkarquelle (OFEI), 1565 m ü.M., Sengsengebirge. Photo: E. Weigand

Quelle Leonsteiner Bach (LEO)
610 m ü.M., Sengsengebirge

Photo: E. Weigand
25.10.1996

Pore im Jaidhausgraben (JAPO)
ca. 1380 m ü.M., Sengsengebirge

Photo: Weigand
26.10.1997

Feichtaualm Rieselquellen bei Ponor (FEIA), ca. 1360 m ü.M., Sengsengebirge. Photo: E. Weigand

Tab. 9. Quellfauna - Beobachtete Individuen (Absolutwerte) an den Quellen OFEI (Obere Feichtauquelle), FEIA (Feichtau Rieselquellen und Ponor), JAPO (Quellaustritt Jaidhausgraben), SCHW (Schwarzlacken Quelle) und LEO (Quelle Leonsteiner Bach) im Sengsengebirge, Nationalpark o.ö. Kalkalpen. Einmalige Benthosaufnahme vom 25. Okt. 1996, entspricht in etwa einer Gewässerfläche von 200-250 cm².

Tab. 10. Quellfauna - Relativer Anteil (Prozent) der Fauna an den Quellen OFEI (Obere Feichtauquelle), FEIA (Feichtau Rieselquellen und Ponor), JAPO (Quellaustritt Jaidhausgraben), SCHW (Schwarzlacken Quelle) und LEO (Quelle Leonsteiner Bach) im Sengsengebirge, Nationalpark o.ö. Kalkalpen. Einmalige Benthosaufnahme vom 25. Okt. 1996.

6. Limnologische Untersuchungen in der Rettenbachhöhle

6.1. Einleitung und Zielsetzung

Makrobiologische Aufnahmen der Rettenbachhöhle gibt es derzeit nur für die trockenen Abschnitte (WEISSMAIER & HAUSER 1992). Die nun vorliegende erstmalige Untersuchung der aquatischen Lebensräume und Organismengemeinschaften ist in Form einer Pionierstudie mit limnologischer Ausrichtung gehalten. Diese ersten, orientierenden Befunde sollen Anregungen für weitere Aktivitäten geben und Forschungsdefizite aufzeigen.

Wie schon bei den Karstquellen wurde seitens der Nationalparkgesellschaft wiederum das Ziel, biologisch-ökologische Grundlagen interdisziplinär in das bestehende Monitoringprogramm der Karstquellenforschung (KQM) einzuarbeiten, verfolgt. Detaillierte und seit längerem laufende Erhebungen in der Rettenbachhöhle gibt es vor allem seitens der Hydrologie (WIMMER 1995) und der Kartographie (THALER 1976) sowie neuerdings auch der Karstmikrobiologie (MENNE 1996). Diese umfassenden interdisziplinären Datensammlungen machen diese Höhle zu einem sehr geeigneten Objekt für limnologische Studien.

Im Vergleich zu vielen Nachbarstaaten hat in Österreich die limnologische Erforschung von Höhlen- und Spaltengewässer keine große Tradition und war auch noch nie ein Schwerpunktprogramm der heimischen Limnologie. Die Vernachlässigung dieser Grundlagenforschung ist als eine große Lücke anzusehen, da sie in wirtschaftlichen und gutachterlichen Fragen von hoher Relevanz ist. Hierbei steht an vorderster Stelle der Schutz der Trinkwasserreserven, die in Karstgebieten in reichem Ausmaße vorhanden sind und auch den Hauptteil der österreichischen Trinkwassernutzung ausmachen.

6.2. Untersuchungsgebiet, Probenstandorte, Material und Methodik

Die Rettenbachhöhle (auch Teufelsloch) im Sengsengebirge ist das größte Höhlensystem im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen (siehe Lageplan, folgende Seite). Die sehr heterogen gestaltete großräumige Höhle erstreckt sich über eine Gesamtlänge von rund 1180 m. Der Normalzugang verläuft über das Hintere Rettenbachtal bei Windischgarsten, Gemeinde Roßleiten (Einstieg bei 660 m ü.M., maximale Höhendifferenz von 140 m). Die geologischen Verhältnisse charakterisieren sich vor allem durch Wettersteinkalk und Hauptdolomit und jene der hydrologischen durch hohe Dynamik.

Lageplan, A4 eingeklapt

Gescannte Photos von Klasumfalle und Probenstelle

Die erste orientierende Aufsammlung der freispiegelnden Gewässer (Benthos, epilithischer Aufwuchs und Plankton) erfolgte am 26. Okt. 1996, weitere Erhebungen mit nachfolgender detaillierter Probenauswertung erfolgten am 16. November 1997, 28. Feber und 18. April 1998. Proben wurden vom gesamten zugänglichen Bereich der Höhle (vom Eingangssunk, L1, bis zum Endsee, L14) entnommen und dabei alle bedeutenden Wasseransammlungen erfaßt (siehe Lageplan auf folgender Seite). Bei den großen schwer zugänglichen Kleinseen sowie dem Edlschacht beschränkte sich die Entnahme auf die vom Trockenen aus erreichbaren litoralen Abschnitte. Die Benthosproben wurden mit einem kescherartigen Stechschöpfer (100 µm Netz) gezogen. Die Beprobung der steileren epilithischen Felsflächen erfolgte mit Hilfe eines Schabers (Hartgummischaber und/oder breiter steifer Pinsel) und einem darunter exponierten Flachnetz (ebenfalls 100 µm), welches durch einen Gummiabschluß eng an der Gesteinsoberfläche verlaufend entlang gezogen werden konnte. Das Plankton wurde mit einem 30 µm Netz erfaßt.

Um aus dem unterirdischen Spaltensystem (Klasum) ausdriftende Organismen und partikuläre Materialbestandteile zu erfassen wurden spezielle Fallen installiert. Eine Klasumfalle steht in der stärksten Tropfwasserzone am Mittagberg (Standort 9326, siehe Lageplan), im phreatisch nicht beeinflussten Bereich, die zweite Falle erfaßt das perennierend fließende Gerinne der Dückenröhre (Standort 9328, siehe Lageplan). Die Dückenröhre wird bei (sehr) hohem Wasserstand überflutet. Am 18. April 1998 wurde eine stabile Exponierung von methodisch ausgereifteren Klasumfallen vorgenommen, um eine langzeitige Beobachtung zu gewährleisten, wobei die Fallen weiterhin betreut und die Proben rückgestellt werden. Die beiden Fallen enthalten eine auf einem Schlauch installierte Auffangvorrichtung (Trichter bzw. Dichteabschluß). Der Schlauch wiederum führt in einen dichtschießenden Behälter (Eimer mit 6 Liter Fassungsvermögen), welcher im oberen Teil mehrere, mit einem 100 µm Netz versehene, Öffnungen aufweist (siehe Photo). Neben einer äußerlichen Fixierung wurde der Behälter zudem mit 3 innenliegenden Steinen beschwert und damit gleichzeitig ein Ersatzhabitat für epilithische Organismen und Spaltenbewohner geschaffen.

Die Proben wurden in kühl gehaltender Form ins Labor transportiert, dort entweder gleich einer Auswertung zugeführt oder zwischenzeitlich mit Ethanol konserviert.

6.3. Charakterisierung der aquatischen Gewässer und Lebensräume

Die hydrologischen Gegebenheiten des Höhlensystems sind von hoher Dynamik und die reichlich vorkommenden aquatischen Lebensräume mit Ausnahme des Fehlens von ausgeprägten hyporheischen Interstitialen (Bettsedimente aus losem Material) mannigfaltig. Im hinteren Abschnitt der Höhle, dem hydrologisch aktiveren, existiert ein temporäres Fließgewässer, welches meist nur schwach (< 0,1 bis 1 l/sec), bei Hochwasser aber mit mehreren m³ Wasserführung fließt (bei ca. 180 l Überstau). Beim Versiegen des Wasserzuflusses bleiben eine Reihe von größeren Restwasserbecken zurück (Vordersee, Angstlacke, Dückensee, Endsee und kleinere Pools). Im vorderen Abschnitt der Höhle, der

bei Hochwasser ebenfalls weitgehend geflutet wird, treten im Normalfall neben kleinen perennierenden Rinnsalen viele mit Tropfwasser gespeiste Pools sowie ausgedehnte mit Wasser benetzte Flächen auf. Von besonderer gestaltender Bedeutung sind die kurzzeitig auftretenden Hochwasserereignisse mit stark erodierender Wirkung. Dabei werden vor allem im hinteren Abschnitt die sukzessiv in die Höhle eingetragenen losen Materialbestandteile nahezu vollständig abtransportiert. Das weitgehende Fehlen von auf dem Gewässergrund liegendem Material läßt ausgedehnte blanke Felsflächen hervortreten, die das Erscheinungsbild der Höhle prägen und auf ein extremes und generell sehr lebensfeindliches Fließgewässer hinweisen. Lediglich in stark strömungsgeschützten Arealen kommt es zur Anlandung von Material, wobei die intensiven hydrologischen Einwirkungen eine ausgeprägte Korngrößensortierung hervorrufen. Am offensichtlichsten ist dies durch das nahezu vollständige Fehlen von Feinmaterial (vgl. die beiden Abb. der folgenden Seiten, "Korngrößenanalysen"). Beim Vordersee handelt es sich um einen im strömungsgeschützten Areal befindenden Schwemmkegel, welcher sich aus Kies (vor allem Mittelkies, MK) mit sehr wenig eingelagerten feinkörnigeren Material (Sand und Schluff) zusammensetzt. Beim Schönsee wurde das lose Material einer Felsnische (kleine seitliche Bucht) eingesammelt, deren Korngrößenspektrum dominant von mittleren und größeren Sandfraktionen (MS, GS) bestimmt wird und ebenfalls kaum Feinsediment aufweist. Beobachtet wurde weiters, daß Starkwasserereignisse die Verlagerung von Rinnsalen bedingen können. Die hydrologischen Aktivitäten machen klar ersichtlich, daß lose organische Bestandteile im großräumigen Höhlensystem eine Rarität sind und folglich für die Organismen Lebensraumstrukturen und Nahrungsressourcen nur im ausgesprochen eingeschränkten Maße zur Verfügung stehen.

Im Vergleich zu den geräumigen Höhlengewässern scheint in ökologischer Hinsicht das für den Menschen nicht zugängliche, unterirdisch im Karst weit verzweigte Spaltlückensystem von höherer Bedeutung zu sein. Große Teile des Kluft- und Spaltensystems sind mit Wasser gefüllt oder mit einem Wasserfilm benetzt. Nach den Ergebnissen der Klasumfallen (Tab. 11 und 13) ist anzunehmen, daß vor allem durch den Wasserzustrom ausreichend organische und anorganische Partikeln in das Kluftsystem gelangen (vgl. hierzu Kap. 6.4 und 6.5). Dabei entwickelt sich an den Gesteinsoberflächen ein Biofilm aus Mikroorganismen und anorganischen Substanzen (MENNE 1998). Dieser nahrhafte Belag ist wiederum die Nahrungsbasis für zahlreiche Spalten- und Spalthöhlenbewohner (Tab. 13). Über die flächenmäßigen Ausmaße dies unterirdischen Spalten-Ökosystems (Klasum) und Individuenreichtums lassen sich derzeit erst Spekulationen anstellen, wobei nach ersten Ergebnissen der Klasumfallen sicher ist, daß dieser Lebensraum im Vergleich zur "Rettenbachhöhle" von vielfach größerer Ausdehnung und stärkerer organischer Besiedlung ist. Diese Aussage stützt sich auch auf die im gesamten zugänglichen Abschnitt der Rettenbachhöhle immer in höherer Zahl beobachteter Leergehäuse der spaltenbewohnenden Schneckenart *Hauffenia* (Abb. 11 und 12, Kap. 6.4 und 6.5).

Des weiteren ist anzunehmen, daß neben den anorganischen und organischen Bestandteilen auch die Fauna durch Hochwasser starken Driftereignissen ausgesetzt ist. Ein beachtlicher Teil wird sich jedoch in den zahlreich vorkommenden Spalten, welche geeignete Zufluchtsräume (Refugialstandorte) darstellen, zurückziehen können. Damit ist auch eine nachfolgende rasche Wiederbesiedlung des geräumigen Höhlenraumes gewährleistet.

Abb. Korngröße Vordersee-Schwemmkegel

Abb. Korngröße Dückensee

6.4. Besiedelung der freispiegelnden Höhlengewässern

In allen untersuchten Gewässern wurden höhere Lebensformen vorgefunden und an fast allen Gewässern ein Einfluß von der Erdoberfläche festgestellt (siehe Tab. 11 und 12):

Im vorderen Höhlenabschnitt (etwa Regenhalle bis Dückenröhre) befanden sich im geringem Ausmaß auch frische Pflanzenteile (Chlorophyll, Blattgrün) in den Proben, wobei der höchste organische Anteil in den Gewässern entlang der Langen Kluft, im besonderen an der Probenstelle L5 (Pegel), beobachtet wurde. Nach dem Vorkommen von Fauna und Flora ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die Lange Kluft im stärkeren Einfluß einer oberhalb liegenden Quelle steht. Neben Quellmoos (abgerissene Äste mit frischen Blattgrün) finden sich mehrere typische oberirdische Bewohner innerhalb der Oligochaeten (4 Arten) sowie mit der Quellschnecke *Bythinella* ("kleinwüchsige Form") eine eng an die Quellregion gebundene Art. Das reichhaltige Schneckenmaterial läßt interessante Rückschlüsse über die Verhältnisse in der Langen Kluft zu. Das Material setzt sich dominant aus lebendfrischen Leerschalen (teils noch mit Weichkörperresten), einigen Lebewesen und wenig älteren Leerschalen sowie Leerschalenfragmenten zusammen. Die geringe Zahl an alten Leerschalen läßt den Schluß zu, daß Hochwasserereignisse zu einer krassen Verdriftung führen. Die wenigen Lebewesen und vielen lebendfrischen Leerschalen weisen auf nur bedingt geeignete Lebensraumverhältnisse für diese Schneckenart in der Langen Kluft hin. Es ist auszuschließen, daß eine eigenständige Population ohne Input von den oberirdischen Quellen in den kleinen Höhlengewässern lebensfähig ist. Im Vergleich zur Langen Kluft ist der Oberflächeneinfluß der temporären Lacke unmittelbar nach dem Höhleneinstieg (L1) deutlich stärker, aber nicht von einer Quellbiozönose geprägt.

Auch der hintere Höhlenabschnitt weist mit regelmäßigen Funden von organischen Pflanzenresten (vor allem kleine Holz- und Buchenlaubstücke) sowie von abgestorbenen Tieren und tierischen Fragmenten (Schneckenresten), die eindeutig zur erdoberflächigen Fauna zu zählen sind, einen deutlichen Konnex mit der oberirdischen Region auf. Die Besiedelung des Höhlenabschnittes mit den Kleinseen ist hinsichtlich der Artenzahl beachtlich, die Besiedlungsdichte als spärlich zu charakterisieren. Die hohe hydrologische Erosionseinwirkung läßt kaum loses attraktives Substrat sowie wertvolle organische Substanzen für die Besiedelung zurück. Die hydrologische Situation ist wohl auch der Umstand, daß in den Kleinseen kein Zooplankton existieren kann. Planktisch nachgewiesen wurden lediglich Einzelfunde von cyclopoiden Krebsen (vermutlich die selbe Form wie sie bereits in den großen oberirdig liegenden Quellbecken beobachtet wurde) sowie der überraschende Fund eines Vertreters innerhalb der Chironomiden (3. und 4. Larvenstadium). Mehrere Individuen dieser Dipterenlarve konnten im Februar und April 1996 in fast allen Seen planktisch lebend beobachtet werden, hingegen fand sich im Benthos kein und an den epilithischen Felsfläche nur ein Lebendnachweis.

Tab. 11. Semiquantitatives Vorkommen von anorganischen und organischen Bestandteilen sowie der in den Spalten- und Höhlengewässern der Rettenbachhöhe lebenden Fauna (Individuen in Absolutzahlen). Nationalpark o.ö. Kalkalpen, 1996/97. Semiquantitative Darstellung: + ... Einzelfunde, ++ ... Vorkommen mit geringer Anzahl, +++ ... Vorkommen mit mittlerer und massiger Anzahl.

Tab. 12. Anzahl der beobachteten benthischen, epilithischen und planktischen Fauna (Individuen in Absolutzahlen) in den Höhlengewässern der Rettenbachhöhle bei Windischgarsten, Nationalpark o.ö. Kalkalpen.

Tab. 13. Anzahl der nachgewiesenen Fauna aus den Klasmusfallen (Individuen in Absolutzahlen) vom Mittagberg und Dückenröhre der Rettenbachhöhle bei Windischgarsten, Nationalpark o.ö. Kalkalpen.

Hierher gescannte Hauffenias

Alle Gewässer zeigen einen erheblichen Einfluß vom oberhalb liegenden Spaltlückensystem. Mit den bisher vorliegenden Daten läßt sich dieser Einfluß am deutlichsten mit der Quellschnecke der Gattung *Hauffenia*, vermutlich der typischste Vertreter der Spaltlücken, nachvollziehen. Der gesamte aquatische Höhlenbereich ist übersät mit Leerschalen dieser Schneckenart. Die stärkste Anlandung mit vielen Tausenden Schalen auf engstem Raum findet sich hinter dem Mittagberg, wobei vor allem aus der Dückenröhre viele angeschwemmt werden. Lebende Individuen sind in der Höhle nur an sehr wenigen Stellen zu beobachten. So wurden einzelne Individuen nach einem längerem Ausbleiben eines Hochwassereinflusses im Feber und April 1996 an den steilen Felsflächen des Vordersees gefunden, wo sie am rotbraunen epilithischen Biofilm weideten. Derartige Stellen scheinen ein zeitweises Existieren dieser Art zu gewährleisten und dokumentieren ihre enge Anpassung an kompakte Felsflächen. Des Weiteren wurden verdriftete Einzelindividuen in Schwemmkegeln gesichtet. Der Nachweis von lebenden Tieren dieser Gattung ist, wie in Fachkreisen bekannt, selten.

Typische Vertreter der freispiegelnden Gewässer der Rettenbachhöhle sind neben der bereits erwähnten Quellschnecke *Hauffenia* die harpacticoiden und cyclopoiden Copepoden (Ruderfußkrebse), die mehrmals nachgewiesene Höhlenassel (*Proasselus cavaticus*) und der im gesamten Höhlenraum verbreitete Höhlenkrebs (*Niphargus tatrensis*). Bemerkenswert ist die Oligochaetenart *Dorydrilus michaelseni* sowie vermutlich auch *Pristina foreli*, welche beide nicht zum engeren Kreis stygobionter und stygophiler Vertreter zählen und doch in der Höhle weiter verbreitet zu sein scheinen (im besonderen in den Tropfwasserpools).

6.5. Besiedelung der Spaltlückenraumgewässer (Klasum)

Die beiden Klasumfallen am Mittagberg und an der Dückenröhre haben erste, sehr interessante, Einblicke in dieses für den Menschen nicht zugängliche Spaltlückenraum-system des Karstes erbracht. Wie bereits in Kap. 6.3 eingehender angesprochen, handelt es sich wahrscheinlich um einen ausgedehnten Lebensraum der individuenreich besiedelt wird und mit Sicherheit eine sehr spezielle Fauna aufweist. Die ersten Ergebnisse sind jedoch mit Vorsicht zu deuten, da es sich bei dem bezugnehmenden Probenmaterial um Driftbestandteile handelt, welche in dieser Form keinen direkten quantitativen Rückschluß erlauben. Auch ist der Umfang des Materials noch sehr bescheiden.

Am kleinen Rinnsal der Dückenröhre driften durchschnittlich täglich einige wenige lebende Tiere sowie Schneckenleerschalen und im geringen Maße auch organische Bestandteile (Tab. 11 und 13). Im Schwemmkegel bei der Dückenröhre, der sich in den großen Höhlenraum hineinstreckt, sammeln sich im Laufe der Zeit tausende Leergehäuse der Gattung *Hauffenia* an, lebende Tiere findet man hier jedoch nur vereinzelt. Neben dieser Schneckenart, die zu den typischen Besiedlern der unterirdischen Spaltenräume zählt, konnten in ähnlich starker Individuenzahl gedriftete harpacticoiden Copepoden beobachtet

werden. Weiters wurden bis jetzt in geringer Anzahl cyclopoide Copepoden, Nematoden und der Höhlenflohkrebs *Niphargus* in den Klasumfallen vorgefunden.

Bei den harpacticoide Krebsen dürften es sich um zwei verschiedene Arten handeln, beide von kleiner Körpergröße. Etliche dieser Tiere weisen eine schwarzviolette ("heidelbeerblau") Körperfärbung auf. Da es sich um die gleiche Farbe handelt, wie bestimmte in geklumpter Form vorkommender Bakterienwatten (ebenfalls in den Driftproben), ist anzunehmen, daß sich diese Copepoden bevorzugt von diesen Bakterienansammlungen ernähren.

6.6. Forschungsbedarf, weiterführende Erhebungen

Unter Berücksichtigung des enormen Flächenausmaßes des Spaltlückenraumsystemes im Karst wird die ökologische Bedeutung dieses Lebensraumes ersichtlich. Für den Nationalpark o.ö. Kalkalpen steht hier noch ein umfangreiches und sehr wichtiges Forschungspotential an, welches durch die brisante Frage der Trinkwasserqualität auch für die Praxis von höchster Relevanz ist.

Die beiden Klasumfallen, welche im Winter 1996 in der Rettenbachhöhle (Mittagberg, Dückenröhre) exponiert wurden, werden weiterhin unter sachgemäßer Rückstellung der Proben betreut. Nach der ersten Grundlagenerhebung wird seitens der Hydrogeologie und Limnologie einer weiterführenden zielgerichteten Auswertung der seit dem Herbst 1997 rückgestellten Klasumproben große Erwartungen gesetzt. Dabei wäre neben einer quantitativen Aufnahme der Spaltenorganismen auch eine vollständige Erfassung ausgedrifteter partikulärer Substanzen anzustreben. Mit diesen Daten könnten bedeutende Einblicke über das Ausmaß und die saisonale Dynamik von In- und Output-Vorgängen im Karst erzielt werden. Derartige Untersuchungen sind zudem von hoher Aktualität, da nach neuesten Erkenntnissen bei der Ausformung von Karsterscheinungen den biotischen Prozessen an benetzten Flächen eine zentrale Rolle zukommt.

7. Literaturgrundlagen

- ANDERSON, N.H. & J.R. SEDELL (1979): Detritus processing by macroinvertebrates in stream ecosystems. *Annual Review of Entomology* 24, 351-377.
- BALTANAS, A., D.L. DANIELOPOL, J.R. ROCA & P. MARMONIER (1993): *Psychodromus betharrami* n. sp. (Crustacea, Ostracoda): Morphology, Ecology and Biogeography. - *Zool. Anz.* 231, 1/2, 39-57, Gustav Fischer Verlag Jena.
- BAUER, F. (1984): Karstwasser als Trinkwasser - Gefährdung und Schutz. *Die Höhle* 35(3/4), 105-108, Wien.
- BAUERNFEIND, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta, Ephemeroptera), 1. Teil. - Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Wasser und Abwasser, 1-92.
- BAUERNFEIND, E. (1995): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen (Insecta, Ephemeroptera), 2. Teil. - Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Wasser und Abwasser, 1-96.
- BAUERNFEIND, E., MOOG, O. & WEICHSELBAUMER, P. (1994): Ephemeroptera. In: MOOG, O. (ed.) (1995): *Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs*. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- BENFIELD, E.F. & J.R. WEBSTER (1985): Shredder abundance and leaf breakdown in a Appalachian Mountain stream. *Freshwater biology* 15, 113-120.
- BEGON, M., HARPER, J.L. & TOWNSEND, C.R. (1991): *Ökologie*. - Birkhäuser Verlag, Basel, deutschsprachige Ausgabe, 1024 S.
- BENISCHKE, R., HASEKE, H. & KATZENSTEINER, K. (1994): Projekt Karstdynamik im Nationalpark Kalkalpen. Forschungsbericht, Verein Nationalpark Kalkalpen, 41 Seiten, Graphiken und Abbildungen - Molln-Graz-Salzburg-Wien, März 1994.
- BINDER, H. (1993): Die Karsterscheinungen und das Alter der Verkarstung. *Karst und Höhle* 1993, 113-117, München.
- BISHOP, J.E. & HYNES, H.B.N. (1969): Upstream movements of the benthic invertebrates in the Speed River, Ontario. - *J. Fish. Res. d. Canada* 26, 279-298.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, H. 24.
- BREHM, J. & MEIJERING, M.P.D. (1990): *Fließgewässerkunde*. Quelle & Meyer, 1-295.
- BRETSCHKO, G. & KLEMENS, W.E. (1986): Quantitative methods and aspects in the study of the interstitial fauna of running waters. - *Stygologia* 2, 297-316.
- BROHMER, P., EHRMANN, P. & ULMER, G. (1956): *Die Tierwelt Mitteleuropas - Band II (Mollusca, Crustacea, Isopoda, Myriopoda)*. Verlag von Quelle & Meyer, Leipzig.
- CABELA, A., H. GRILLITSCH, & F. TIEDEMANN (in press, 1999): *Atlas zur Verbreitung und Ökologie der Amphibien und Reptilien in Österreich*. Umweltbundesamt Wien, 800 S.
- CANTONATI, M., E. ROTT & E. PIPP (1996): Ecology of cyanophytes in mountain springs of the River Sarca catchment (Adamello-Brenta Regional Park, Trentino, Northern Italy) - *Algol. Stud.*, 83, 145-162.
- CANTONATI, M. & K. ORTLER (1998): Using spring biota of pristine mountain areas for long term monitoring - Hydrology, Water Resources and Ecology in Headwaters (Proceedings of the Headwater '98 Conference held at Merano/Meran, Italy, April 1998). *IAHS Publ.*, 248, 379-385.
- CANTONATI, M., ed. (1998): *Le Sorgenti del Parco Adamello-Brenta. Ricerche idrobiologiche su fonti non captate*. Strembo (TN), aprile 1998, 1-177.
- CENTRO DI ECOLOGIA ALPINA (1997): A research on benthonic and interstitial fauna in Alpine and pre-Alpine springs. Report N. 8, Trento 1996.
- CUFFNEY, T.F., J.B. WALLACE & G.JU. LUGTHART (1990): Experimental evidence quantifying the role of benthic invertebrates in organic matter dynamics of headwater streams. *Freshwater Biology* 23, 281-299.
- DANIELOPOL, D.L., C. CLARET, P. MARMONIER & P. POSPISIL (1997): Sampling in Springs and other Ecotones. Conference "Conservation and Protection of the Biota of Karst", Special Publication 3, Karst Water Institute, Charles Town.
- FISCHER, J. (1991): Faunistische und ökologische Untersuchungen an Waldquellbiotopen im Marburger Raum. Diplomarbeit der Philipps-Universität Marburg. 159 S.
- FISCHER, J. (1993): Hygropetrische Faunenelemente als Bestandteile naturnaher Quellbiotope. *Crunoecia* 2: 69-77.
- GERECKE, R. (1995): Untersuchungen zur Fauna von vier ausgewählten Quellen im Nationalpark Berchtesgaden. Abschlussbericht, NP Berchtesgaden.

- GIBERT, J., DANIELOPOL, D.L. & STANFORD, J.A.: Groundwater Ecology. Academic Press.
- GLAZIER, D.S. & J.L. GOOCH (1987): Macroinvertebrate assemblages in Pennsylvania (U.S.A.) springs. - Hydrobiologia 150: 33-43.
- GRAF, W. (1997): Ein Beitrag zur Köcher- und Steinfliegenfauna Kärntens (Insecta: Trichoptera, Plecoptera): Das Oswaldbachsystem (Nockberge, Kärnten). Dissertation, Formal- und Naturwiss. Fakultät der Univ. Wien, 250 S.
- GRAF, W., GRASSER, U. & WARINGER, J. (1994): Trichoptera. In: MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- GRAF, W., GRASSER, U. & WEINZIERL, A. (1994): Plecoptera. In: MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- HYNES, H.B.N. (1983): Groundwater and stream ecology. - Hydrobiologia 100, 93-99.
- FISCHER, J. (1996): Kaltstenothermie - einziger Schlüssel zum Verständnis der Krenobionten. Crunoecia 5, 91-95.
- FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge - Die Süßwasserökosysteme der Hochgebirge. Ulmer Verlag, 395-488.
- GRIMS, F. (1993): Karstquellen-Monitoring: Moosaufnahme. Forschungsbericht, Verein Nationalpark Kalkalpen. NPK 1993. Beilage zu: HASEKE (1993)
- HAASE, M. (1993): *Belgrandiella ganslmayri*, a new hydrobiid species from Upper Austria (Caenogastropoda). - Ann. Naturhist. Mus. Wien, 94/95, B, 181-186.
- HAASE, M. (1993): *Hauffenia kerschneri* (ZIMMERMANN 1930): zwei Arten zweier Gattungen (Caenogastropoda: Hydrobiidae). - Arch. Moll. 121: 91-109.
- HAASE, M. (1994): Differentiation in *Belgrandiella* and the redefined genus *Graziana* (Gastropoda: Hydrobiidae). Zool. J. Limn. Soc. 111: 219-246.
- HAASE, M. (1995): The stygobiont genus *Bythiospeum* in Austria: a basic revision and anatomical description of *B. cf. geyeri* from Vienna (Caenogastropoda: Hydrobiidae). - American Malacological Bulletin, Vol. 11(2): 123-137.
- HAASE, M. (1996): The radiation of spring snails of the genus *Belgrandiella* in Austria (Mollusca: Caenogastropoda: Hydrobiidae). Hydrobiologia 319, 119-129.
- HAASE, M., & E. WEIGAND (1998, in press.): Two new species of the family Hydrobiidae (Mollusca: Caenogastropoda, *Belgrandiella* and *Bythiospeum*) from Austria. - The Veliger, Californian Malacological Society, San Francisco.
- HAASE, M., & E. WEIGAND (in Vorb.): A new species of the family Hydrobiidae (Mollusca: Caenogastropoda, *Hauffenia*) from Austria. - The Veliger, Californian Malacological Society, San Francisco.
- HASEKE, H. et al. (1993): Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring 1993. 24 Seiten., Beilagen (Einzelberichte zu speziellen Themen). - Bericht für den Nationalpark Kalkalpen. Molln-Salzburg März 1994.
- HASEKE, H. (1994): TP 1603-7.3/.94. Quelldokumentation Teil I im Nationalpark Kalkalpen. Planungsabschnitt 1. - Hauptbericht 27. S., 17 Quelldossiers (Mappen) mit zahlr. Beilagen, 17 Meßstellen-Stammdatenblätter. - H. Haseke, Molln-Salzburg, Februar 1995.
- HASEKE, H. (1995): TP 1603-7.3/.95. Quelldokumentation Teil II im Nationalpark Kalkalpen, Planungsabschnitt 1 und Randgebiete. - Hauptbericht, 34 Quelldossiers (Mappen) mit zahlr. Beilagen, 34 Meßstellen-Stammdatenblätter. - Molln-Salzburg, Dezember 1995.
- HASEKE, H. (1996): Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring 1995. 2. Zwischenbericht, TP 1603/95.
- HASEKE, H. (1998): Nationalpark Karstprogramm, Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring und Ereigniskampagnen 1997. - 82 S., 44 Abb., Tabellen. - Unveröff. Bericht i.A. der Nationalpark o.ö. Kalkalpen GesmbH, Salzburg / Austria, März 1998.
- HASEKE, H. et al. (1995): TP 1603-7.1.&7.2./95, Forschungsprojekt Karstquellen-Monitoring 1995. 89 Seiten, zahlr. Diagramme, Tabellen und Beilagen (Einzelberichte zu speziellen Themen, Karte). - Bericht für den Nationalpark Kalkalpen, H. Haseke, Molln-Salzburg, Jänner 1996.
- HASEKE, H. & WEIGAND, E. (1997): Quellen - Lebensspender und Lebensräume. - Journal der Nationalparkbehörde o.ö. Kalkalpen, Aufwind, Heft 2/97, Juli 1997, S. 26-29.
- HERLICSKA, H. & K. GRAF (1992): Dokumentation karsthydrologischer Untersuchungen in Österreich. - Umweltbundesamt Wien, Report UBA-92-057.
- ILLIES, J. (1961a): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. Int. Revue ges. Hydrobiol. 46, 2, 205-213.
- ILLIES, J. (1961b): Gebirgsbäche in Europa und in Südamerika - ein limnologischer Vergleich. Int. Revue ges. Hydrobiol. 46, 2, 205-213.

- ILLIES, J. (ed.) (1978): Limnofauna Europaea. Gustav Fischer Verlag, 1-532.
- ILLIES & BOTOSANEANU (1963): Problemes et methodes de la classification et de la zonation ecologique des eaux courantes, considerees surtout du point de vue faunistique. - Int. Verein. theor. und angew. Limnologie 12: 1-57.
- IVERSEN, T.M. (1973): Decomposition of autumn-shed beech leaves in a springbrook and its significance for the fauna. Archiv für Hydrobiologie 72, 305-312.
- JÄCH, M., KODADA, J. & MOOG, O. (1994): Coleoptera. In: MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- JANKOVIC, M. (1973): Die Chironomidenfauna aus dem Periphyton in der jugoslawischen Donaustrecke. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 44 (2), 249-257.
- KARAMAN, G.S. & PINKSTER, S. (1977): Freshwater *Gammarus* Species from Europe, North Africa and adjacent Regions of Asia (Crustacea - Amphipoda). Part I. *Gammarus Pulex*-Group and related Species. Bijdragen Tot De Dierkunde, 47 (1), 97 pp.
- KAULE, G. (1991): Arten- und Biotopschutz. UTB, Ulmer-Verlag, 2. Aufl.
- KREBS, C.J. (1989): Ecological Methodology. - Harper & Row, New York, 654 pp.
- LAMPERT, W. & SOMMER, U. (1993): Limnoökologie. - Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 440 S.
- MALICKY, H. (1994): Rote Liste gefährdeter Köcherfliegen (Trichoptera) Österreichs. In: GEPP, J. (Hrsg.): Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. - Grüne Reihe des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie; Styria-Verlag.
- MARMONIER, P., C. MEISCH & D.L. DANIELOPOL (1989): A Review of the Genus *Cavernocypris* Hartmann (Ostracoda, Cypridopsinae): Systematics, Ecology and Biogeography. - Bull. Soc. Nat. luxemb., 89, 221-278.
- MENNE, B. (1997): Myxobakterien in der Rettenbachhöhle. Eine karstmikrobiologische Studie. - Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 43 Jg.-1997/1, Gesamtfolge 102. Linz 1997: 11-26.
- MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- MOOG, O., U. HUMPESCH & M. KONAR (1995): The distribution of benthic invertebrates along the Austrian stretch of the River Danube and its relevance as an indicator of zoogeographical and water quality patterns - part 1. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 101, 2, 121-213.
- MÜLLER, E. (1966): Die Tagesperiodik von Fließgewässerorganismen. - Z. Morph. Ökol. Tiere 56, 92-142.
- NADIG, A. (1942): Hydrobiologische Untersuchungen in Quellen des Schweizerischen Nationalparks im Engadin (unter besonderer Berücksichtigung der Insektenfauna). - Verlag H.G. Sauerländer & Co., Aarau.
- NESEMANN, H. & MOOG, O. & PÖCKL, M. (1994): Crustacea: Mysidacea, Amphipoda, Isopoda, Decapoda. In: MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- NESEMANN, H. & REISCHÜTZ, R.L. (1995): Mollusca: Gastropoda, Bivalvia. In: MOOG, O. (ed.) (1995): Fauna Aquatica Austriaca - Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- NEUHERZ, G. (1979): Das Klasum - ein unterirdisches Ökosystem. - In: Höhlenforschung in Österreich. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum Wien. Neue Folge 17, 71-76.
- NOEL, M.S. (1954): Animal ecology of a New Mexico springbrook. Hydrobiologia 6: 120-135.
- ROUCH, R., & D.L. DANIELOPOL (1997): Species Richness of Microcrustacea in Subterranean Freshwater Habitats. Comparative Analysis and Approximate Evaluation. - Int. Rev. ges. Hydrobiol. 82, 2, 121-145.
- SEDLAK, E. (1987): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). Bundesanstalt für Wassergüte des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1-163.
- SCHMID, P. & TOCKNER, K. (1990): Faunistisch-ökologische Untersuchung ausgewählter Fließgewässer im Sengengebirge. Forschungsbericht, Verein Nationalpark Kalkalpen.
- SCHMIDT, S. (1995): Karstprogramm 1995 - Mikrobiologische Beprobung, Analysen und Auswertung der Quellwässer. Projektendbericht Teil 1. - 54 Seiten, Forschungsbericht Verein Nationalpark Kalkalpen.
- SCHÖNBORN, W. (1992): Fließgewässerkunde. Gustav Fischer Verlag, 1-504.
- SCHWOERBEL, J. (1961): Über die Lebensbedingungen und die Besiedlung des hyporheischen Lebensraumes. - Arch. Hydrobiol. Suppl. 25, 182-214.
- SCHWOERBEL, J. (1962): Hyporheische Besiedlung geröllführender Hochgebirgsbäche mit bewegter Stromsohle. - Die Naturwissenschaften 49, 67
- SCHWOERBEL, J. (1964): Die Bedeutung des Hyporheals für die benthische Lebensgemeinschaft der Fließgewässer. - Verh. int. Ver. Limnol. 15, 215-226.
- SCHWOERBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie. Gustav Fischer, 7.Aufl., 1-387.

- STATZNER, B. & MÜLLER, R. (1989): Standard hemispheres as indicators of flow characteristics in lotic benthos research. - *Freshwat. Biol.* 21, 445-459.
- STEINMANN, P. (1915): *Praktikum der Süßwasserbiologie. Teil 1: Die Organismen des fließenden Wassers.*
- STINY, J. (1933): *Die Quellen - Die geologischen Grundlagen der Quellenkunde für Ingenieure aller Fachrichtungen sowie für Studierende der Naturwissenschaften.* 256 S.
- THALER, H. (1976): *Höhlenplan der Rettenbachhöhle (Teufelsloch) bei Windischgarsten O.Ö. Kataster Nr. 1651/1.*
- THIENEMANN, A. (1910): *Orphnephila testacea* MACQ. Ein Beitrag zur Kenntnis der Fauna hygropetrica. - *Annales de biologie lacustre* 4: 53-87.
- THIENEMANN, A. (1924): Hydrologische Untersuchungen an Quellen. *Arch. Hydrobiol.* 14: 151-190.
- THORUP, J. (1964): Substrate type and its value as a basis for the delimitation of bottom fauna communities in running waters. *Spec. Publ. Pymatuning Lab. Fld. Ecol* 4: 59-74.
- TILLY, L.J. (1968): The structure and dynamics of cone spring. *Ecol. Monogr.* 38/2: 169-197.
- TOCKNER, K. (1992): *Limnologische Langzeitstudie (Monitoring) Hinterer Rettenbach.* - Forschungsbericht Verein Nationalpark Kalkalpen.
- TOCKNER, K. (1996): *Organischer Kohlenstoff und Schwebstoffe im Karstwasser.* Forschungsbericht Verein Nationalpark Kalkalpen.
- TOCKNER, K., WEIGAND, E. & J.F. WARD (in Vorb., 1998/99): *Biodiversity in Springs.* Abt. für Limnologie der EAWAG/ETH Zürich und der Universität Wien.
- VORNATSCHEK, J. (1965): *Amphipoda.* - *Catalogus Faunae Austriae, Teil VIII f: 1-3,* Akademie der Wissenschaften Wien.
- WARD, J.V. (1994): Ecology of alpine streams. *Freshwater Biology* 32, 277-294.
- WARD, J.H. & DUFFORD, R.G. (1979): Longitudinal and seasonal distribution of macroinvertebrates and epilithic algae in a Colorado springbrook-pond system. *Arch. Hydrobiol.* 86/3: 284-321.
- WARINGER, J. & -W. GRAF (1997): *Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Köcherfliegen-Larven (Insecta, Trichoptera).*
- WEIGAND, E. (1994): *Lebensraum Phytal - Zur Ökologie der Biozönosen submerser Makrophytenbestände in einem Donaustauraum (Altenwörth, Österreich).* *Wiss. Mitt. aus dem Niederösterreich. Landesmuseum,* 8, 91-109.
- WEIGAND, E. & TOCKNER, K. (1996): *Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen.* - Teilprojekt 1603-7.6./95 im Rahmen des Programmes "Karstdynamik", 105 S., zahlr. Tab., Abb., Fotos. - Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, Mai 1996.
- WEIGELHOFER, G., TOCKNER, K. & WEIGAND, E. (1994): *Organischer Eintrag und Dekomposition in einem rhithralen Fließgewässer am Beispiel des Hinteren Rettenbaches im Sengsengebirge, Nationalparkgebiet Kalkalpen.* Forschungsbericht im Auftrag des Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Publ. in: *Ber. d. Biolog. Station Lunz,* 1995.
- WEIGELHOFER, G. (1996): *Die ökologische Funktion der Bachbettsedimente in intermittierenden und perennierenden Karstgewässern.* Teilprojekt 1603-9./96. Unveröff. Studie im Auftrag des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, Dez. 1996.
- WEISSMAIR, W. (1992): *Aufnahme der Amphibienfauna entlang eines Transektes im Sengsengebirge, Nationalparkgebiet o.ö. Kalkalpen.* Unveröff. Bericht der NP-Behörde, 89 S.
- WEISSMAIER, W. & E. HAUSER (1992): *Biospeläologische Untersuchungen zur Fauna der Rettenbachhöhle bei Windischgarsten.* Nationalpark Kalkalpen, Jahresbericht 30.01.1992, Leonstein.
- WESENBERG-LUND, C. (1939): *Biologie der Süßwassertiere - Wirbellose Tiere.* Julius Springer Verlag, Wien.
- WETZEL, R. (1985): *Limnology.* Saunders College Publishing, Second Edition, 1-767.
- ZOLLHÖFER, J.M. (1997): *Quellen - Die unbekanntenen Biotope im Schweizer Jura und Mittelland.* Bristol-Schriftenreihe Band 6, 153 S.