



Harald Haseke
QUELLKARTIERUNG
2003



QUELL - AUFNAHME

**1. TEIL
2003**

Harald Haseke

Dr. Harald Haseke
Jakob Hacksteiner Weg 8
A - 5020 Salzburg
☎ 0699 126 323 49
harald.haseke@apanet.at

INHALTSVERZEICHNIS

1	Kurzfassung / Abstract	3
2	Allgemeines zur Quellaufnahme Nationalpark Gesäuse	4
2.1	<i>Zur Bedeutung von Quellen im Nationalpark.....</i>	4
2.2	<i>Zielsetzung der Quellaufnahme</i>	5
2.3	<i>Methode.....</i>	7
3	Quellaufnahme 2003	17
3.1	<i>Kartierungs-Zeitraum</i>	17
3.2	<i>Kartierungsgebiete.....</i>	17
3.3	<i>Hinweise</i>	17
3.4	<i>Kartierungsgebiet 1: Johnsbach Uferbereich zwischen Mündung und Silberreith.....</i>	18
3.5	<i>Kartierungsgebiet 2: Enns Uferbereich zwischen Johnsbach und Kummerbrücke</i>	20
3.6	<i>Kartierungsgebiet 3: Gstatterbodenkessel – Klausbach - Hinterwinkel</i>	22
3.7	<i>Kartierungsgebiet 4: Sulzkarbach - Hartelsgraben</i>	26
4	Statistische Bearbeitungen	31
4.1	<i>Gemessene Parameter.....</i>	31
4.1.1	<i>Exposition (Seehöhe) der Quellen</i>	31
4.1.2	<i>Schüttungsklassen der Quellen</i>	32
4.1.3	<i>Wassertemperatur der Quellen</i>	33
4.1.4	<i>Leitfähigkeitswerte der Quellen</i>	34
4.2	<i>Klassierungen nach Merkmalsgruppen</i>	35
4.2.1	<i>Hydrobiologische Quelltypen</i>	35
4.2.2	<i>Texturtyp der Quellen (Anorganischer Morphotyp)</i>	36
4.2.3	<i>Typisierung nach POM (Particular Organic Matter) in den Quellen.....</i>	37
4.2.4	<i>Typisierung nach Vegetation in den Quellen</i>	38
4.2.5	<i>Isolationsgrad der Quellen.....</i>	39
4.2.6	<i>Einstufung der Quellen nach "Biostrukturellen Güteklassen"</i>	40
5	Dokumentation der Erhebungen 2003	41
6	Literaturliste	43
7	Anhang: Tabellen der vorgeschlagenen Vorzugsquellen.....	45

1 Kurzfassung / Abstract

Der Bericht dokumentiert den Beginn einer ökologisch angelegten Quellkartierung des Nationalparkes Gesäuse (Obersteiermark, Österreich) im Herbst 2003. Neben zwei Flussabschnitten an Enns und Johnsbach wurde auch je ein größeres Seitenkar in der Buchsteingruppe (Gstatterboden-Tal) und in der Hochtorggruppe (Hartelsgraben-Sulzkar) kartiert. Die derzeit kartierte Fläche nimmt rund 15% des Nationalparkes ein. Insgesamt 200 Gewässerpunkte (auch Versinkungen und Tümpel), davon 151 Quellen wurden mit GPS lagegenau aufgezeichnet und neben einigen hydrogeologischen Grundparametern mit einer Reihe von hydrobiologischen Kennzeichnungen charakterisiert. Für die Dokumentation wurde die MS-ACCESS-Labordatenbank des Nationalparkes öö. Kalkalpen übernommen und modifiziert.

Die Quellen des Gesäuses entstammen zu einem großen Teil dem typischen nordostalpinen Karstmilieu, doch prägen auch Kluftquellbezirke aus Dolomit, Schichtgrenzquellen und Moränen- sowie Alluvialquellen größere Areale. Die kartierten Quellen haben durchwegs geringe bis mittlere Schüttungen, nur wenige Karstquellbezirke überschreiten die 100 Sekundenliter – Marke. Viele Quellen sind aber aus quellökologischer Sicht vielversprechend, reich mit Mikrohabitaten ausgestattet und zum überwiegenden Teil unberührt. 14% der kartierten Quellen sind in irgend einer Form genutzt, meist als Weide- oder Wegbrunnen, und unterschiedlich stark beeinträchtigt. Geschädigte Quellen findet man auch im Vertrittbereich der Almen und an den Forststraßen.

Für 40 Quellen und Quellhorizonte werden weitergehende Untersuchungen in Hydrochemie, Mikrobiologie und Quellbiologie (Zoobenthos) vorgeschlagen, 14 davon für ein längerfristiges Monitoring empfohlen.

Abstract

The report marks the beginning of an ecological spring mapping in the National Park Gesäuse (Northern Styria, Austria), completed in the autumn of 2003. The investigations took place at 4 different areas, covering about 15% of the NP. The summary of 200 water points was surveyed with GPS, containing 151 karst and alluvial sources, but also creek ponors and ponds. The focal points of the documentation are equally the topographical, hydrogeological and spring-ecological basics. As the main data bank, the MS ACCESS laboratory system of the National Park Kalkalpen (Upper Austria) was adopted.

The springs of the Gesäuse are typical phenomena of the Northern Limestone Alp Karst, but we find also fissure springs in the dolomitic rocks, bedding borderline springs, and groundwaters stored by quaternary and alluvial gravels. Most of the springs are small, only a few of them cross the 100 litre-per-second mark. But a wide range of sources is very promising in the ecological view, rich of microhabitats and mostly pristine. Only 14 percent of the springs are used, mainly as a drinking water supply for people and cattle, and often in a damaged state. Disturbed springs are also proofed in the mountain pastures, caused by the hooves of the cattle, and also closely beside the forestry tracks.

40 springs and spring areas are suggested for further investigations in water chemistry, microbiology and faunistic ecology (zoobenthos). 14 of them are proposed as "monitoring springs".

2 Allgemeines zur Quellaufnahme Nationalpark Gesäuse

2.1 Zur Bedeutung von Quellen im Nationalpark

Gewässer sind ein essentielles Schutz- und Managementziel in Nationalparks, insbesondere in Karstgebieten, deren Gesamtlandschaft in besonderem Maß von der Hydrologie geprägt ist. Die Quellen, als Schnittstellen zwischen dem unterirdischen Karstmilieu und der Landoberfläche, nehmen unter den verschiedenen Erscheinungsformen des Wasserkreislaufes einen besonderen Stellenwert ein.

Das Management eines Nationalparkes ist ein ökologisches Langzeitprojekt. Die Kernziele österreichischer Nationalparke sehen vor, dass eine möglichst umfassende Kenntnis des Naturraumes und bei Bedarf daran gekoppelte Forschungen Basis und Teil des Arbeitspensums der Nationalpark-Verwaltungen sind.

"Quellen zählen in Mitteleuropa zu jenen Lebensräumen, die am stärksten vom Menschen beeinträchtigt werden (...). Die Gründe dafür sind vielfältig. Weithin bekannt ist die Wassernutzung direkt an Quellenaustritten, womit immer nachhaltige ökologische Eingriffe in das Gewässer einhergehen (Grabungen, Wasserreduktion). Zur Verhinderung von Verunreinigungen wird nach Möglichkeit ein massives Bauwerk mit Vollfassung errichtet und damit der Lebensraum samt Biozönose völlig ausgelöscht. Bislang noch kaum bekannt ist das Ausmaß jener Folgen, die in Zusammenhang mit land- und forstwirtschaftlichen Tätigkeiten hervorgerufen werden (...). (Eine intensiviertere Aufnahme hat das) Ziel, die anthropogen bedingten Auswirkungen auf Quellen (...) durch Forstwirtschaft (...) und Almbetrieb mit freilaufenden Rindern und Pferden zu erheben. Der Nachweis soll prioritär mit den Bewohnern der Quellen, der Quellfauna, geführt werden.

Völlig naturbelassene Quellen sind heute in den Alpen, vor allem in Lagen unterhalb der Waldgrenze, recht selten geworden, wenn man den Hemerobiegrad der Quellumgebung mit einbezieht (...). Dies gilt auch für die weitläufigen und unbesiedelten Bergwald-Nationalparks in den österreichischen Kalkalpen, wo über Jahrhunderte eine rege Forst- und Almwirtschaft betrieben wurde. Die Almen sind zwar nicht als Nationalpark-Kernzone ausgewiesen, (...), als „Bewahrungszone“ aber ein wichtiger Bestandteil der Nationalparks. Ein naturschutzorientiertes Management von sensiblen Lebensräumen in diesen Almflächen ist also dringend gefordert. " (WEIGAND et al. 2002)

Die Quellen und die Karsthydrologie des Gesäuses sind größtenteils kartiert und hinlänglich bekannt, wie aus mehreren Schwerpunktuntersuchungen hervorgeht. Hier seien stellvertretend genannt: die Aufnahmen von W. KOLLMANN (1975) in der Buchsteingruppe, die Zusammenstellungen und Kartierungen des Institutes für Hydrogeologie am Joanneum Research Graz (BENISCHKE et al. 1998, i.A. der Steiermärkischen Landesforste) und Beobachtungen im Rahmen der Österreichischen Karstgefährdungskarte (STUMMER 2001). Eine weitere Quellaufnahme der Gesäuseberge nach hydrogeologischen Kriterien wäre also in erheblichem Ausmaß redundant.

Wenn nun für den Bedarf der mit Ende 2002 gegründeten Nationalpark Gesäuse GmbH eine Quelldokumentation im Gelände und unter Einbeziehung der Literatur angegangen wurde, dann hat dies mehrere Gründe.

2.2 Zielsetzungen der Quellaufnahme

- 1. Vollständigkeitsgrad:** Quellaufnahmen im (karst)hydrologischen Fach sind zumeist auf wenige, fachlich und schüttungsmäßig ergiebige Quellhorizonte fokussiert. Diese werden dann immer wieder aufgesucht und bearbeitet. Geländeabschnitte, in denen hydrologisch aus verschiedenen, oft lithologischen Gründen wenig zu erwarten ist, werden je nach Bearbeiter nur sehr extensiv bis gar nicht dokumentiert. Wir werden sehen, dass dies aus hydrobiologischer Sicht unbefriedigend ist.
- 2. Parallelitäten:** Eine Kompilation von bereits vorhandenen Quellaufnahmen ist schwierig, weil jeder Bearbeiter die Erhebungen nach seinen eigenen Methoden durchführt und oft wenig Bezug auf bereits Vorhandenes, zumindest am konkreten Objekt, nimmt. Lage-Unschärfen, die vor allem bei älteren Aufnahmen wegen des früher mangelhaften Kartenmaterials auftreten, machen es oft sehr schwierig, Daten verschiedener Herkunft verlässlich einem bestimmten Quellaustritt zuzuordnen, wenn man lediglich die Literaturhinweise kennt.
- 3. Topografische Genauigkeit:** Die Möglichkeiten des lagegenauen Einzeichnen von Geländeerscheinungen haben in den letztvergangenen Jahren drastisch zugenommen. Waren früher auf 1:10.000 vergrößerte ÖK-Blätter, bzw. die AV-Karte 1:25.000 oder Autographen-Schichtenpläne im Maßstab 1:10.000 die bestmögliche Basis von Geländeaufnahmen, so setzen heute Orthofotos mit Auflösungsvermögen von unter 0,5 Meter und GPS-Ortungen ganz neue Kriterien. Mit der Freigabe der GPS-Satelliten durch das US-Militär sind heute auch mit kleinen Handgeräten bereits Genauigkeiten von +-1 Meter erreichbar. Eine zusätzliche Verifizierung und Feinabstimmung am Orthofoto schafft die Möglichkeit, dass andere Fachbearbeiter den eingemessenen Geländepunkt später mit einem GPS-Gerät wieder gezielt ansteuern und eindeutig identifizieren können. Das darf für eine GIS-verknüpfte Datenbankhaltung und für damit unterstützte interdisziplinäre Forschungsprogramme als essentiell wichtig bezeichnet werden.
- 4. Hydrobiologische Bedeutung „uninteressanter“ Quellen:** Die langjährigen Forschungen im Nachbar-Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen und auch im Nationalpark Berchtesgaden (D) haben Überraschendes gezeigt (vgl. HAASE et al. 2000, HASEKE 1999, 2003; WEIGAND 1996, 1998, 2003): Die Annahme, eindrucksvolle Karstriesenquellen wären auch biologisch die interessantesten Objekte, hat sich bis auf Ausnahmen nicht bestätigt. Vielmehr zeigte sich der höchste Biodiversitätsgrad, der größte Anteil an seltenen bis neuen und endemischen Arten in eher kleinen, oftmals isolierten und wenig dynamischen Kleinquellen. Im Interesse der Erstellung eines Faunenkataloges und der biozönotischen Charakterisierung typischer Quellhorizonte im Nationalpark Gesäuse schien es daher geboten, eine Basisdokumentation auch hydrologisch wenig spektakulärer Gebietsabschnitte, wie z.B. im Dolomit und im Alluvialbereich, zu beginnen.

- 5. Forschungsvorhaben "Quellbiologisches Alpentransekt":** Seit dem Jahr 1996 wird, nicht zuletzt aufgrund internationaler Kontakte, seitens der Karstforschungsgruppe des Nationalparkes Kalkalpen (OÖ) die Idee einer quellökologischen Alpentransversale verfolgt. Die Finanzierung der Intensivaufnahmen im NP Kalkalpen wäre ab 1998 mit der Förderungssachse Bund-Bundesländer-Kooperation gedacht gewesen, konnte aber dann in das LIFE-Projekt als „Beweissicherung“ integriert werden. Mit der Einbeziehung des Nationalparkes Gesäuse wäre nun der Anschluss in die südlich anschließende Kalkalpenbasis und die Grauwackenzone gegeben. Vom Hintergebirge und den Mollner Bergen aus (Nationalpark Kalkalpen) ist der Konnex zur nördlich angrenzenden Flyschzone und Molasse herstellbar.
- Mit dem derzeitigen Kenntnisstand wäre es m.E. erfolversprechend, ein Projekt zur Schaffung eines „quellökologischen Großtransektes“ quer über die Nördlichen Kalkalpen zu formulieren. Das Forschungsvorhaben sollte tief genug in die angrenzenden Quellregimes von Kreide und Tertiär (Norden) und in die paläozoischen Eisenerzer Alpen ausgreifen, um repräsentative Unterschiede zum Nordalpen-Karst herauszuarbeiten.
- 6. Erfassung weiterer Gewässerphänomene:** In allen kartierten Gelände-Abschnitten werden neben den Quellen auch Schwinden und Versickerungen, alle Bachläufe mit ihrer aktuellen Wasserführung (auch intermittierende bzw. trockene!) sowie permanente wie temporäre stehende Kleingewässer erfasst. Lineare Gewässer werden dabei kartographisch festgehalten, alle anderen Strukturen und Messstellen wie die Quellen punktförmig verortet und in der Datenbank entsprechend kodiert.

2.3 Methode

2.3.1. Kartierungs-Grundsätze: Die Geländeaufnahme folgt dem bewährten Aufnahmeschema der Hydrogeologie, aber mit etlichen Ergänzungen. Prinzipiell wird die Quelle als eindeutig verortbares, punktförmiges und räumlich unveränderliches Naturphänomen im Gelände behandelt, und als solches mit Lagekoordinaten fixiert. Im Unterschied z.B. zu Biotop-Kartierungen oder zu dynamischen Verteilungsmustern von Fauna und Flora soll dieser Geländepunkt die Bezugskoordinaten für alle möglichen Arten von naturwissenschaftlichen Untersuchungen herstellen. Das bedeutet aber auch, dass z.B. ausgedehntere Quellhorizonte nicht als „eine Quelle“ im Sinne der Schnittfläche eines (einheitlichen) Grundwasserkörpers mit der Oberfläche behandelt werden dürfen, sondern dass fallweise eine Vielzahl von Bezugspunkten notwendig ist. Hydrogeologisch ist dies meist nicht nutzbringend, hydrobiologisch aber eine *conditio sine qua non*, wie die biozönotischen Verteilungsmuster innerhalb größerer Quellfelder zeigen (Mikrohabitate, hydrodynamische Unterschiede). Da der Aufwand aber örtlich fast ins Unendliche gehen kann (Beispiel: Quellhorizonte „Im Rohr“, Weißenbachl, Sulzkar Nordwestflanke), liefert diese Basisaufnahme die Referenz für eindeutig identifizierte, „individualisierbare“ Quellaustritte, die aber allenfalls noch verfeinert werden muss – bis hin zu terrestrischen Detailvermessungen.

Die Gründe für die – zusätzlich zu hydrogeologischen Grundparametern - biologisch ausgerichtete Erstcharakterisierung der Quellen, wie sie meines Wissens im Zuge einer flächendeckenden Aufnahme in den Kalkalpen noch nicht durchgeführt wurde, seien mit WEIGAND (2003) kurz angerissen:

"Die Lebensgemeinschaft der Waldquellen ist (...) an Beschattung sowie auf Falllaub, Nadelstreu und Totholz standortgerechter Baumarten angewiesen. Die Beschattung schützt vor zu hohen Temperaturschwankungen und Laub sowie (...) Totholz stellen die Hauptnahrungsgrundlage der Quellzoozönose. Formen, die das partikuläre organische Material zerkleinern sowie Weidegänger, die den Aufwuchs vom festen Substrat abweiden, sind an standorttypische Baumarten und deren Eigenheiten eng angepaßt."

Bis auf die Hochkarstquellen, die Alluvialquellen und einige Moorquellen waren alle Wasseraustritte des Gesäuses wohl ursprünglich Waldquellen. Starke Veränderungen bedeuten nach Hemerobie-Kriterien jedenfalls eine Degradation. Daher wurde das aktuelle Dargebot an Substrat, an POM und Vegetation kurz definiert.

2.3.2. Empirische Messungen: Die Quellaustritte im Gelände werden, wenn möglich, mit folgenden empirischen Methoden dokumentiert:

- a) **GPS-Koordinaten und Verifizierung:** Im Kartierungsjahr 2003 kam ein kleines GPS-Handgerät „Magellan SporTrac“ zum Einsatz. Es zeigte sich, dass bei einiger Ausdauer und mit mindestens 4 stabil eingelesenen Satelliten Ortungen auf den Meter genau möglich waren. In problematischen Lagen (tiefe Gräben etc.) waren davon Abstriche zu machen. Neben der GPS- Messung wurden die Quellen, wo eindeutig verortbar, auch im Gelände bereits auf Orthofoto-Prints verzeichnet. Die Genauigkeit müsste generell bei unter +-2 Meter liegen. - Sämtliche Ortungen wurden über EDV auf die seit November 2003 verfügbare Orthofoto-Serie mit einer Auflösung von unter 1 Meter projiziert und wenn notwendig lagerichtig korrigiert. Am Screen konnte bis zu Maßstäben von 1:700 (!) noch sinnvoll gearbeitet werden, darauf sind z.B. einzelne größere Steine und vielfach der Quellaustritt selbst eindeutig erkennbar.
- b) **Barometrische Höhenmessung:** In Ergänzung der Horizontalprojektion durch GPS wurde bei jeder Quelle die Meereshöhe mittels *Thommen 5000* (analog) abgelesen. Das Gerät wurde mehrfach täglich anhand von Geländekoten der AV-Karte nachgestellt. Die Genauigkeit liegt ablesebedingt bei +- 3 Meter. Die Verifizierung mit der AV-Karte 1:25.000 wurde durchgeführt, eine weitere mittels der Verschneidung mit dem DGM steht noch aus.
- c) **Wassertemperatur und Leitfähigkeit:** Die klassischen hydrologischen Erstaufnahme-Parameter wurden mit WTW-Multi 340i (Sonde: Tetracon 325, Interne Nr.: SA-020) des Nationalpark Kalkalpen Labors gemessen. Das Leihgerät war unmittelbar vor Kartierungsbeginn kalibriert worden. Die elektrolytische Leitfähigkeit ist auf 25°C referenziert.

2.3.3. Anschätzungen: Aus Zeitgründen nicht empirisch ermittelte Daten bzw. Anschätzungen sind ebenfalls in der Datenbank dokumentiert. Diese Angaben sollen einen groben Überblick der Dimension bzw. der möglichen Bedeutung der einzelnen Quellen erlauben:

- a) **Schüttung:** Quellschüttungen werden zum Zeitpunkt der Erstaufnahme immer geschätzt und in Liter pro Sekunde angegeben. Um in der Datenbank keine Pseudo-Genauigkeit vorzutäuschen, werden die Aufzeichnungen für die Stammdaten in festgelegte Schüttungs-Kategorien bzw. Größenklassen umgewandelt:

Schüttungsklassen: (Klassenteilung nach Sekundenliter)

0	stehend oder (zum Zeitpunkt der Aufnahme) trocken
1	< 0,10
2	0,10 - 0,49
3	0,50 - 0,99
4	1,00 - 4,99
5	5,00 - 14,99
6	15,00 - 49,99
7	50,00 - 99,99
8	100,00 - 499,99
9	> 500,00

- b) **Größe des Eukrenals in qm:** Für einen ersten Anhaltspunkt, welche Ausdehnung dieser biologisch besonders wichtige Lebensraum („die eigentliche Quelle“) hat, wird hier ein Flächenschätzwert angegeben. Etliche Tierarten (z.B. Hydrobiiden) können tatsächlich nur den meist wenige Quadratmeter großen, kaltstothermen Quellmund nutzen. Zusammenhängende Quellfelder mit vielen vernetzten Einzelaustritten stellen daher ungleich bessere Standortbedingungen z.B. für Quell-Endemiten dar als ein spärlicher Singulär-Austritt.



Foto 01: Ausgedehntes Eukrenal (>1000 qm): Teil der zahllosen Austritte von HG03-2 im Hartelsgraben.



Foto 02: Singuläres, kleines Eukrenal (=<1 qm): Quelle GST6 im Scheibengraben /Klausbach.

- c) **Länge des Hypokrenals in m:** Auch dieser für die Quell-Biozöosen hoch relevante Gewässerabschnitt (der Übergang von der Quellen- zur Fließgewässer-Biozönose) wird mit einem Schätzwert belegt. Die Länge des Quellbaches wird entweder bis zur Mündung in den nächsten Vorfluter (das kann ein Gebirgsbach/Epirhithral oder auch ein dominantes Hypokrenal einer größeren Quelle sein), bis zu einer Entfernung von =>50 Meter vom Quellmund oder bis zu einer Schwinde oder Versickerung geschätzt. Der angegebene Höchstwert ist 50 Meter, ungeachtet der Gesamtlänge des Hypokrenals und einer (derzeit ausstehenden) faunistischen Charakterisierung. Bei manchen Quellbächen wie z.B. dem Hüttenkarbach südlich der Sulzkaralm besteht der Verdacht, dass sie auf vielen hundert Metern möglicherweise gar kein Rhithralstadium entwickeln (keine Fische, kein gebirgsbachartiges, erosives Fließen).

2.3.4. Fachliche Einschätzungen: Zu diesem „gutachterlich“ aufzufassenden Themenblock gehören einerseits die Zuweisungen zu den nach hydrogeologischen und hydrobiologischen Kriterien festgelegten Quelltypen. Zum anderen werden grobe Aussagen über die mikromorphologische Struktur der Quelle, die Substrat- und die Vegetations-Ausstattung getroffen.

- a) Quelltyp hydrogeologisch:** Einordnung in die klassischen Quelltypen nach STINY, z.B. in Kluft-, Schichtgrenz-, -Höhlen- oder Alluvialquellen. Zur Vermeidung von auswertetechnisch problematischen Mehrfachnennungen wird in „Quellart morphologisch“ und „Quellart geologisch“ unterteilt, sodass z.B. der häufige Typ der „verdeckten Quelle“ als Morphotyp „Schuttquelle“ wie auch als Geotyp „Karstquelle“ präzisiert werden kann.

?	Einschätzung unsicher
B	Bachlauf, Gerinne
F	Folgequelle
K	Kluftquelle, Spaltquelle
KA	Karstquelle, Höhlenquelle
NN	Unbekannt
PO	Ponor, Schwinde, Versickerung
S	Hangschuttquelle, Blockquelle
SEE	See
SIG	Schichtgrenz-, Schichtstau-, Grenzflächenquelle
SU	Sumpfaustritt, Moorquelle, Naßgallen
TÜ	Tümpel, Lacke, Teich

- b) Quelltyp (hydrobiologisch):** Strömungsdynamische Grobeinteilung in die vier Hauptquellarten. Manche Fachleute scheiden darüber hinaus viele Unterkategorien aus, hier sind nur zwei häufiger vorkommende genannt.

11	rheokren (Fließquelle)
22	helokren (Sicker- oder Sumpfquelle)
33	limnokren (Tümpel- oder Wallerquelle)
44	hygropetrisch (Rieselquelle)
14	rheokren-hygropetrisch (Traufen- bzw. Wasserfalltyp)
23	helo-limnokren (Flachtümpel)
99	nicht zu beurteilen (z.B. Verbauung)
0	keine Quelle



Foto 03: Rheokrene Quelle Typ 11; hydrogeologisch: verdeckte Karstquelle. – Weißenbachquelle WBQ8.



Foto 04: Limnokrene Quelle Typ 33 („Moorauge“); hydrogeol.: Wallerquelle. – Jahrlingmauer SA37.



Foto 05: Helokrene Quelle Typ 22; hydrogeologisch: Sumpf-, Sickerquelle. – Sulzkaralm SA19.



Foto 06: Helo-Limnokrene Quelle Typ 23; hydrogeologisch: Schuttquelle. – Sulzkar SA16.



Foto 07: Hygropetrische Quelle Typ 44; hydrogeologisch.: Karstquelle. – Hartelsgraben HG 11.



Foto 08: Hygropetrische Qu. Typ 14; hydrogeol.: Schichtquelle, Traufe. – Hartelsgraben HG12.

c) Struktur (hydrobiologisch): Gibt das Struktur-Dargebot im Quellbereich und im obersten Hypokrenal (Quellbach) an. Nicht numerische, subjektive Wertung nach Strukturierungsgrad, sprich Angebot und Mix an Habitaten und Nischen. Soll nur die Auswahl "vielversprechender" Quellen erleichtern und ist keinesfalls als Hemerobie-Klassierung zu interpretieren. Wertung 0 = keine Struktur (z.B. Alluvialquelle aus Schotter und Sand), Wertung 3 = sehr reichhaltig gegliedert.

- | | |
|---|--|
| 0 | kaum biologisch wirksame Strukturunterschiede, i.a. nicht beschattet |
| 1 | mäßig strukturiert, wenig Bewuchs, nicht oder sehr stark beschattet |
| 2 | gut strukturiert, mäßig differenziert, wenig oder starke Beschattung |
| 3 | sehr gut strukturiert, hoch differenziert, verschiedenartige Beschattung |



Foto 09 und 10: Biologische Strukturbewertung Null. – Weißenbachquelle WBQ1 und „Zigeunerbründl“ ER06.



Foto 11 und 12: Biologische Strukturbewertung 1. – Sulzkar/Hüttenkar SA16-1 und Tümpelquelle beim Stauwehr Gstatterboden WF1.



Foto 13 und 14: Biologische Strukturbewertung 2. – „Siebenbrunn“ 7B2-4 und „Brunngraben Bründl“ RB01.



Foto 15 und 16: Biologische Strukturbewertung 3. – Quelle Im Rohr RO8 und Hochreid Traufquelle HG12.

d) Textur (sediment-morphologisch): Gibt die im Quellbereich und im obersten Hypokrenal vorherrschende Sedimentkörnung bzw. das Fehlen von Sediment an. Nicht-numerische, taxative Anschätzung aufgrund des vorherrschenden Eindruckes. Es wird immer eine dreifache Buchstabenkombination angegeben, wobei der erste Code die häufigste Sedimentart (oder „Fels“) bezeichnet.

FFF	Fels pur
FFS	Fels mit wenig Schotter/Blockwerk
FSS	Fels mit viel Schotter/Blockwerk
FFM	Fels mit wenig Lehm/Sand/Schlammauflage
FMM	Fels mit viel Lehm/Sand/Schlammauflage
SSS	Blockwerk, Schutt, Schotter pur
SSM	Blockwerk, Schutt, Schotter mit wenig Feinsubstrat
SMM	Blockwerk, Schutt, Schotter mit erhöhtem Feinsubstrat, aber unter 50%
MMM	Sand, Lehm, Schlamm pur
MMS	Sand, Lehm, Schlamm mit geringfügigem Steinanteil
MSS	Sand, Lehm, Schlamm mit bis zu/unter 50% Steinanteil



Foto 17 bis 19: Quellmorphologische Texturtypen: Reintypen Felsquelle (FFF, links, Wasserfallquelle "Eng"/Hartelsgraben HG02-1), Blockschuttquelle (SSS, Mitte, Quelle HG05 Hartelsgraben) und Schlammquelle (MMM, rechts, Dammquelle Gstatterbodenwehr WF02)

- e) Substrat (biosediment-morphologisch):** Gibt den im Quellbereich und im obersten Hypokrenal vorherrschenden Eintrag an biogenen Sedimenten bzw. das Fehlen derselben an. Nicht-numerische, stark vereinfachte Charakterisierung. Es wird immer eine dreifache Buchstabenkombination für die Faktoren E = „Erde/Humuseinschwemmung“, L = „Fall-Laub/verrottende Blätter“ und H = „Holz“ angegeben, wobei der erste Code die häufigste Sedimentart bezeichnet und „0“ die Abwesenheit eines Faktors. Quellen mit Code „000“ sind frei von biogenen Sedimenten (z.B. alluvial oder im Hochkarst).

E	Erde, Humus
L	Laub, Falllaub, Blattstreu
H	Holz, Fallholz, Aststreu
	Häufigkeit des Auftretens: 1. Ziffer = häufigstes, Fehlen eines Faktors = 0
E00	Reine Erdquelle (z.B. in Plaiken oder zertrampelt auf Almen)
EL0	Erdquelle mit etwas Laubstreu
ELH	Erdquelle mit etwas Laubstreu und wenig Holz
EH0	Erdquelle mit etwas Holz
EHL	Erdquelle mit etwas Holz und wenig Laub
L00	Reine Laubquelle (z.B. kleinere Poolquellen im Buchenwald)
LE0	Laubquelle mit Humus-Einschwemmungen
LEH	Laubquelle mit Humus-Einschwemmungen und wenig Holz
LH0	Laubquelle mit etwas Holz
LHE	Laubquelle mit etwas Holz und wenig Humus-Einschwemmung
H00	Quelle nur mit Stammteilen oder Astwerk (z.B. in fichtenreichen Hochlagen)
HE0	Quelle mit Stammteilen oder Astwerk und Humus-Einschwemmungen
HEL	Quelle mit Stammteilen oder Astwerk, Humus-Einschwemmungen und wenig Laub
HLO	Quelle mit Stammteilen oder Astwerk und Laub
HLE	Quelle mit Stammteilen oder Astwerk, Laub und wenig Humus
000	Kein Substrat (z.B. bei Höhlen- und Schuttfeldquellen)

f) Vegetation, Bewuchs: Kennzeichnet den im Quellbereich und im obersten Hypokrenal vorherrschenden Vegetationstyp an und unter der Wasserlinie bzw. das Fehlen derselben. Nicht-numerische, stark vereinfachte Charakterisierung. Es wird immer eine dreifache Buchstabenkombination für die Faktoren A = „Algenaufwuchs, Bakterien- und Biofilme“, M = „Moosflora“ und V = „Höhere Vegetation“ angegeben, wobei der erste Code die häufigste Bewuchsart bezeichnet und „0“ die Abwesenheit eines Faktors. Quellen mit Code „000“ sind frei von erkennbarem Bewuchs (z.B. Alluvialquellen in der Erosionszone oder Felsquellen im Hochkarst).

A	Algenaufwuchs, Bakterienfilm im Quellbereich
M	Moos im Quellbereich
V	Höhere Vegetation (HV) im Quellbereich
	Kombinationen nach Häufigkeit des Auftretens: 1. Ziffer = häufigstes, Fehlen eines Faktors = 0
A00	Nur Steine oder Schlamm mit Algen- bzw. Bakteriencovers (z.B. eutroph auf Almen)
AM0	Dominant Steine oder Schlamm mit Algen- bzw. Bakteriencovers, etwas Moos
AMV	Dominant Steine oder Schlamm mit Algen- bzw. Bakteriencovers, etwas Moos, wenig HV
AV0	Dominant Steine oder Schlamm mit Algen- bzw. Bakteriencovers, etwas HV
AVM	Dominant Steine oder Schlamm mit Algen- bzw. Bakteriencovers, etwas HV, wenig Moos
M00	Reine Moosquelle (viele Karstquellen)
MA0	Moosquelle mit Algen/Bakterienüberzügen
MAV	Moosquelle mit Algen/Bakterienüberzügen, wenig HV
MV0	Moosquelle mit höheren Pflanzen
MVA	Moosquelle mit höheren Pflanzen und Algen/Bakterienüberzügen
V00	Nur höhere Vegetation in der Quelle (z.B. Gras-Pletschenquelle auf Almfluren)
VA0	Höhere Vegetation mit Algen- / Bakterienaufwuchs
VAM	Höhere Vegetation mit Algen- / Bakterienaufwuchs und wenig Moos
VMO	Höhere Vegetation mit untergeordnetem Moos
VMA	Höhere Vegetation mit Moos und wenig Algen- / Bakterienaufwuchs
000	kein Bewuchs (z.B. Alluvialquellen aus blankem Schotter)



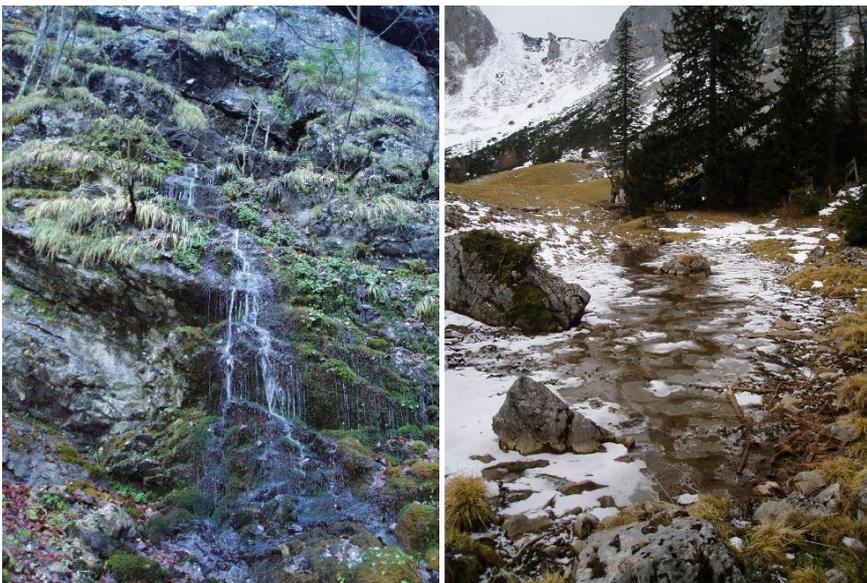
Fotos 20 bis 22: Quell- Vegetationstypen: Reintypen Algen- / Biofilmquelle (A00, links, Plaikenquelle Draxlgraben GB10), Moosquelle (M00, Mitte, Quelle Rohrmauer RO05) und Gras- / Krautquelle (V00, rechts, Quelle am Hellichter Stein/Johnsbach JBR05)

g) Isolationsgrad: Charakterisiert die Anbindung der Quelle (bzw. des Gewässers) an den nächsten Vorfluter bzw. an das zusammenhängende Gewässernetz, wobei „0“ die Lage direkt an einem Hauptvorfluter kennzeichnet (z.B. Alluvialquellen an der Uferlinie des Johnsbaches) und der Höchstfaktor „4“ z.B. eine Quelle-Schwinde-Kombination im Hochkarst. Fließen einzelne Quellen einer hängenden Vorflut zu, die keinen rhithralen Charakter hat und selbst keine Anbindung ans Gewässernetz, so wird der „Isolationsgrad“ ebenfalls mit 3 oder 4 bewertet.

- | | |
|---|--|
| 0 | Gewässer direkt an Vorflut |
| 1 | kurzes Hypokrenal u/o gut gängig |
| 2 | Hypokrenal lang u/o schwer überwindbar |
| 3 | keine benetzte Anbindung |
| 4 | Gewässer völlig isoliert (Karst) |



Fotos 23 und 24: Isolationsgrad 0 (JBR05-5 Johnsbach) und 1 (RO06-8 Rohrloch)



Fotos 25 und 26: Isolationsgrad 3 (HG12 Hartelsgraben) und 4 (SA16 Hüttenkar)

3 Quellaufnahme 2003

3.1 Kartierungs-Zeitraum

Die nachfolgend beschriebenen Kartierungsarbeiten fanden zwischen 22.10. und 19.11.2003 statt. An insgesamt 13 Tagen wurden durchwegs herbstliche bis frühwinterliche Niederwasser-Verhältnisse angetroffen. Bereits vom 23. – 24.10. kam es zu einem frühen Winter einbruch bis in die Tallagen, in Schattenlagen oberhalb 1000 Meter blieb eine dünne Schneedecke erhalten. Es war durchwegs kalt bis kühl, weder Regen noch Schneeschmelze änderten in merkbarem Ausmaß etwas an der ruhigen und stabilen MNQ- bis NQ-Situation.

3.2 Kartierungsgebiete

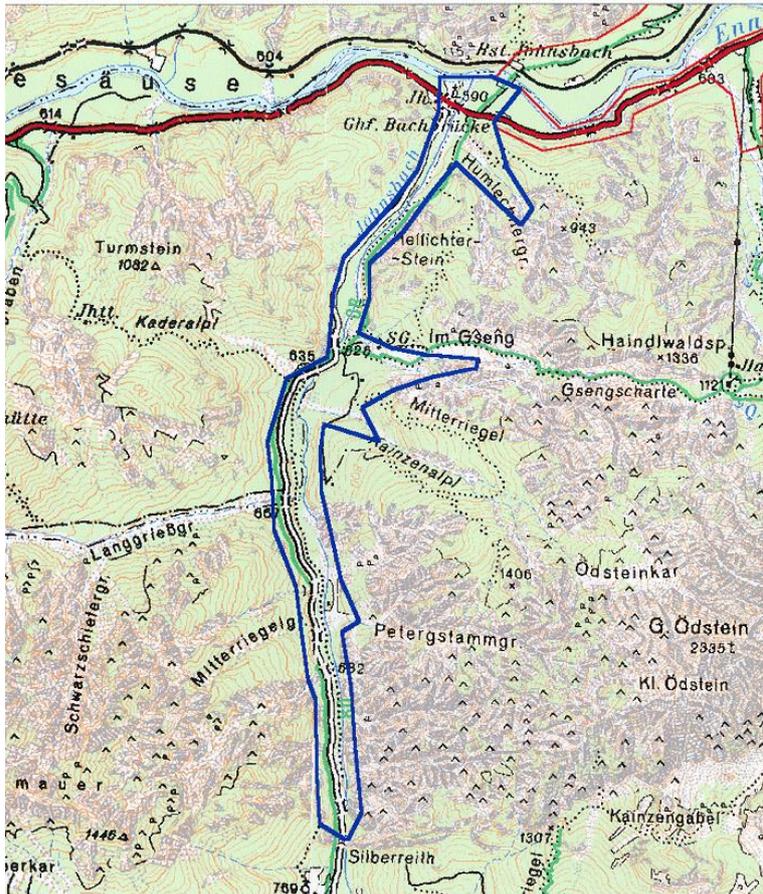
- a) Johnsbach Uferbereich bis etwa +100 Meter in Seitengräben zwischen Nationalparkgrenze und Ennsmündung (vollständig)
- b) Enns Ufer- und Unterhangbereiche zwischen Johnsbach und Gstatterboden Wehr (unvollständig, Wasserlinie fehlt)
- c) Gstatterboden Kessel – Scheibenalmen – Rohr – Weißenbach unterhalb 1.200m Seehöhe (bis auf einige Grabensegmente vollständig)
- d) Hartelsgraben – Sulzkarbach – Sulzkaralm – Hüttenkar (weitestgehend vollständig)

3.3 Hinweise

Die meisten Ortsbezeichnungen sind der Karte 1:25.000 Nr. 16: "Ennstaler Alpen – Gesäuse", Ausgabe 1994, des Österreichischen Alpenvereins entnommen.

Relative Lagebezeichnungen („links“ und „rechts“) sind immer orographisch, also in Fließrichtung/abwärts gesehen, zu interpretieren.

3.4 Kartierungsgebiet 1: Johnsbach Uferbereich zwischen Mündung und Silberreith



Karte 1: Kartierungsgebiet Johnsbach

Geologisch – morphologische Übersicht

Der Lauf des Johnsbaches im Nationalparkgebiet umfasst die schluchtartige „Zwischenmauerstrecke“ und die Mündungsstrecke. Der Klammeingang zur beschriebenen Strecke klapft im Dachsteinkalksporn der „Silberreith“. In weiterer Folge bildet mächtiger, bizarr zerklüfteter Wettersteindolomit die Talflanken. Breite Dolomit-Seitengraben bringen mächtige Schuttmassen zutal, die im „Gseng“ und am „Langgries“ sogar abbauwürdig sind. Die großen Schuttmengen haben mehrfach zu Verwüstungen des Talbodens geführt, sodass der Johnsbach heute streckenweise reguliert ist. Beim „Hellichter Stein“ tritt wieder Dachsteinkalk ans Ufer heran.

Hydrologisch ist die Strecke wenig spektakulär. Die Zubringer versickern durchwegs in ihren Mündungskegeln, und außer einigen Alluvialquellen scheint es kaum unterirdische Entwässerungsbahnen zu geben. Die Aufnahme 2003 erfasste nur den näheren Vorflutbereich, die Quellgebiete der Dolomitgräben und die Hochlagen sind noch nicht kartiert.

Quellen

In Vorflutnähe gibt es auf der 5,5 km langen Strecke nur einen erkennbaren Quellhorizont. Dieser tritt unscheinbar beiderseits an den Uferlinien dort auf, wo der „Hellichter Stein“ mit einem Felswändchen direkt ans Ufer rückt (nah am Wanderweg) und daran eine Grundschwelle angebunden ist. Während die Quellen orographisch rechts ca. 50 Meter von der Schwelle bachaufwärts eine gewisse Eigenständigkeit haben (Vegetation, kurze Hypokrenalstrecken) und biologisch durchaus eigenständig sein könnten, „safteln“ die linken Quellen zwar auf eine größere Uferstrecke, aber morphologisch völlig untergeordnet direkt am Erosionsanriss der Wasserlinie aus. Ihr biologischer Strukturwert ist Null. Die Herkunft der Wässer ist ungewiss: Möglich wäre das Herausdrücken von Begleitgrundwasser (bzw. versickerten Grabenwässern) aus dem Alluvium, aber auch das Austreten verdeckter Felsquellen aus dem talquerenden Kalkriegel. Plausibler ist die Vermutung von Grundwasser. Die Gesamtschüttung ist, wie in solchen Fällen üblich, sehr schwer zu eruieren. Die sichtbaren Austritte summierten sich jedenfalls auf über 20 Sekundenliter, die Messwerte sind recht homogen. Rechts hatten die Quellen durchwegs 8.2°C, links bis 8.7°C und waren damit wesentlich wärmer als der Johnsbach. Die Leitfähigkeitswerte dokumentieren mittel aufgehärtetes, gebietstypisches Dolomitwasser und ähneln jenen des Johnsbaches.

Ein kleiner Quellhorizont aus Dolomit oder dolomitischem Kalk entspringt im Gseng aus der linken Talflanke, am Beginn der sich aufsteilenden Schlucht. Die beiden Austritte sind für das Asphaltmischwerk genutzt, aber durch die provisorische Schlauchfassung nicht allzu beeinträchtigt.

In allen größeren Gräben wurden Vollversickerungen der Dolomitbäche kartiert. Keines der Gerinne erreicht den Johnsbach. Auch waren an keinem der Mündungskegel Folgequellen nachweisbar.

Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Übersichtsaufnahme Hydrobiologie:

JBR05-05-3	Quellhorizont Hellichter Stein
JBR02+03	Dolomitquellen im Gseng

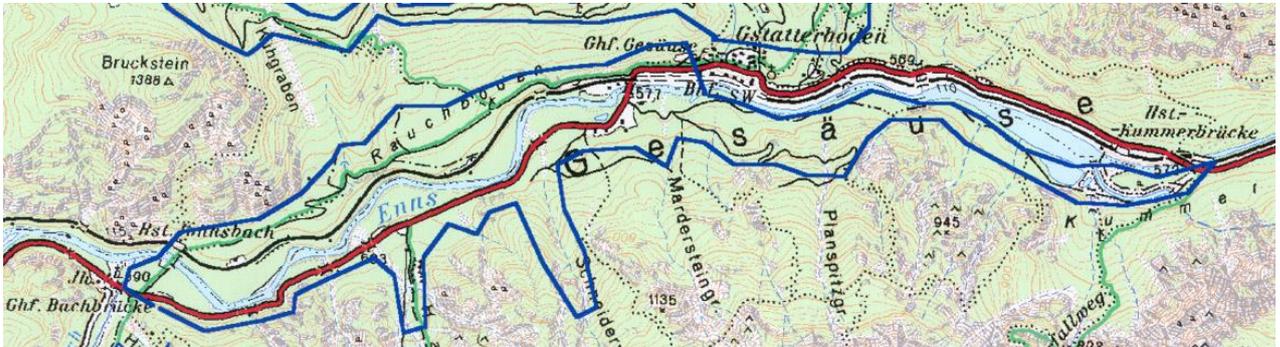
Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Intensivaufnahme Hydrobiologie:

derzeit keine

Empfehlung zur Einbindung in ein längerfristiges integriertes Monitoring:

derzeit keine

3.5 Kartierungsgebiet 2: Enns Uferbereich zwischen Johnsbach und Kummerbrücke



Karte 2: Kartierungsgebiet Enns

Geologisch – morphologische Übersicht

Die Flussstrecke der Enns zwischen der Johnsbachmündung und dem Rückstau des Wehres Gstatterboden ist der ruhigste Abschnitt des Gesäuses. Flussaue und Talquerschnitt erreichen hier ihre größte Breite. Vereinzelt steht der Fels (im Westen der Strecke durchwegs Wettersteindolomit, gegen Norden und Osten zunehmend Dachsteindolomit und Kalk) am Flussufer an. Meist jedoch erfüllt ein stets wechselndes und verzahntes Gemenge von Flussschotter, verschwemmter Moräne, Bergsturzböcken und Hang-, Muren- und Lawinenschutt den Talboden. Die Sedimente formen örtlich auch Reste von Terrassen. In der Weitung von Gstatterboden lagern die Klastika labil auf Seetonen und Schluffen, die Felssohle dürfte hier erst 100 Meter unter dem rezenten Talboden liegen. – Nord- und Südflanke des Talabschnittes unterscheiden sich sehr deutlich: Während an der südlichen Talflanke (Hochtor) der brüchige Wettersteindolomit mit seinen Runsen und Rinnen die Szenerie gestaltet, herrscht nördlich des Flusses (Buchstein) der Karstaspekt mit kompakteren Formen vor.

Quellen

Ich muss darauf hinweisen, dass die genaue Aufnahme der Uferbereiche noch ausständig ist. Doch ähnlich dem Johnsbach sind auch in diesem Enns-Abschnitt die Quellen selten, sodass mit keinen wesentlichen Entdeckungen mehr zu rechnen ist. Auch die recht genaue Aufnahme von KOLLMANN verzeichnet nordseitig keine zusätzlichen Quellen mehr.

a) Nordseite (Buchstein): Entlang und unterhalb des Rauchbodenweges einige kleine Quellen, deren weitaus bedeutendste das „Brunngrabenbründl“ direkt am Weg ist. Diese echte Karstquelle mit zwei Hauptaustritten, ausgeprägter Quellnische und Übersprung ist strukturreich und könnte biologisch ergiebig sein. KOLLMANN (1975: 206-209) beschreibt sie unter „Rauchbodenquelle R18“ als Karst-Schutt-Folgequelle und gibt eine mittlere Schüttung von 7 l/s, mit den Extremen 1 – 29 l/s, an. Eine weitere, weit schwächere Quelle befindet sich im Steilabhang bei der Doppelkehre am „Räuerlboden“. Auch entlang der Bahntrasse gibt es unbedeutende Austritte. Der wasserlose Oberhang der Rauchbodenstrecke ist vom Karst

geprägt, zwei mächtige Muren- und Lawinenrinnen sind bis weit in den Hochbereich verbaut, aber meist trocken.

b) Südseite (Hochtor): Nicht uninteressant ist der „Zigeunerbrunnen“ rund 500m östlich der Bachbrücke, der zwar mit einem Wasserschloss voll verbaut ist, jedoch unterhalb Sekundäraustritte mit breitflächig helo-limnokrener Struktur und Versinkung in der Auenterrasse hat. Das knapp an der Quelle gelegene Tunnelportal der Bundesstraße führt spärliche Wässer ab, die nach den Messwerten dem selben Aquifer, mutmaßlich nur gering dolomitischem Wettersteinkalk, entstammen. – Weiter nach Osten gibt es bis zum Tümpel bei der „Dietzkeuschn“ (Campingplatz Gstatterboden) keine Quellvorkommen, nur samt und sonders trockene, mit Schuttströmen erfüllte Gräben im Wettersteindolomit. Wie im Johnsbachtal, verschwinden auch hier die spärlichen Bäche bei NQ weit über dem Talboden in den Schuttströmen und tauchen nicht mehr auf. Der erwähnte große Tümpel ist vermutlich ein alter Arm der Enns, heute völlig abgetrennt und vom Grundwasser gespeist. Zutritte von der Bergseite konnten nicht nachgewiesen werden. Der Tümpel entwässert unterirdisch, eine gut 100 Sekundenliter starke Alluvialquelle mündet nach wenigen Metern in die Enns. – Eine weitere Alluvial-Tümpelquelle speist mit rund 10 l/s den flachen Quellpool im „Zinöldreieck“ südlich des Wehres Hieflau. Das zutretende Wasser unterläuft vermutlich nur den Damm des großen Teiches neben der Enns. Ansonsten gibt es auf dieser Strecke nur herbsttrockene Steilgräben.

Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Übersichtsaufnahme Hydrobiologie:

ER01+02	Tümpel und Quelle "Dietzkeuschn" (Campingplatz, Alluvialquelle)
WF01	Quelltümpel im "Zinöldreieck" (Alluvialquelle)

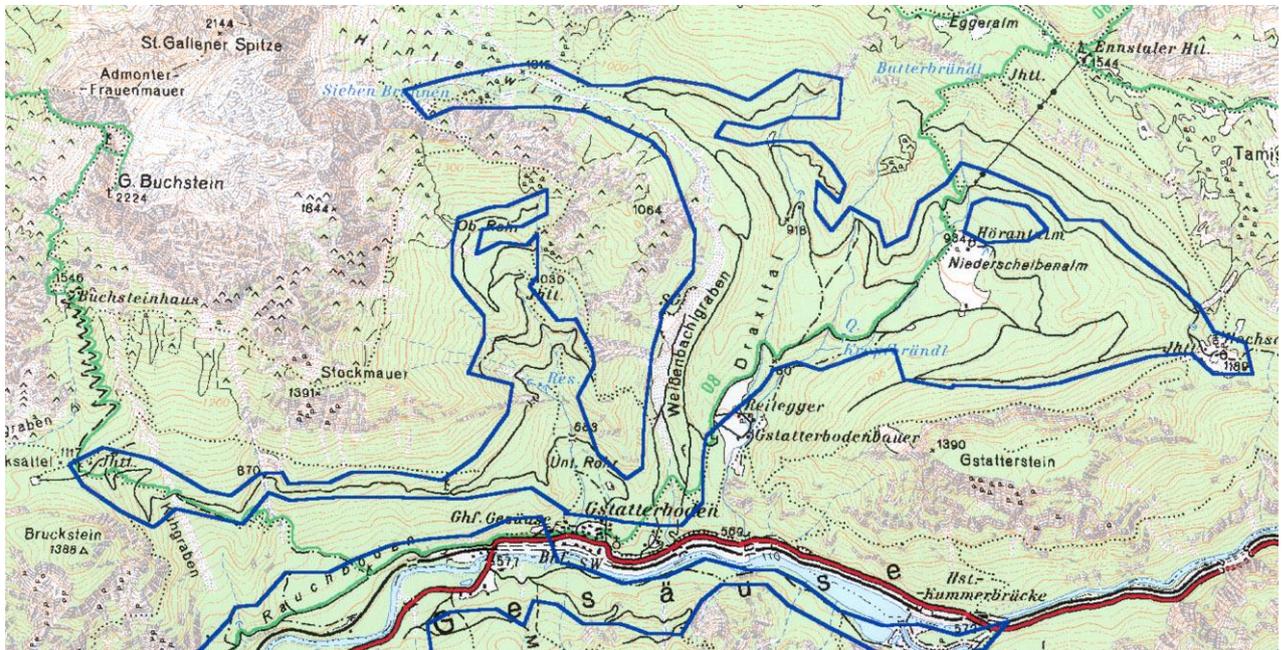
Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Intensivaufnahme Hydrobiologie:

RB01	Brunngraben Bründl
ER06	Zigeunerbrunnen

Empfehlung zur Einbindung in ein längerfristiges integriertes Monitoring:

RB01	BRUB	Brunngraben Bründl
ER06	ZIB	Zigeunerbrunnen

3.6 Kartierungsgebiet 3: Gstatterbodenkessel – Klausbach - Hinterwinkel



Karte 3: Kartierungsgebiet Gstatterboden-Tal

Geologisch – morphologische Übersicht

Das große kesselartige Kar zwischen Buchstein und Tamischbachturm ist hydrologisch recht komplex aufgebaut. Dafür sorgt nicht zuletzt die riesige Gesäusestörung, die hinter Bruckstein und Gstatterstein talparallel durchschlägt und den südlichen Flügel um hunderte Meter abgesenkt hat. Die großen Quellhorizonte im „Rohrloch“ und im Klausgraben sind an diese Störung gebunden. Nach der Meinung früherer Bearbeiter ist das mächtige Kar des "Hinterwinkels" als Karst-Sacktal angelegt, wobei der Quellhorizont „Siebenbrunn“ maßgeblich beteiligt gewesen sein könnte. Die zentrale Talachse wird vom meist wasserlosen Weißenbachl gebildet, das von mächtigen Seitenmoränen begleitet und von Schuttmassen förmlich ertränkt wird. Hier wird auch noch Schutt abgebaut, ein Zustand, der hoffentlich bald der Vergangenheit angehört. Dem gegenüber sind Draxlital und Klausbach teils durchflossen und nur örtlich mit Schutt und Blockwerk erfüllt. Die Hydrologie macht insgesamt einen sehr unreifen Eindruck, denn die drei Hauptbäche münden bei Gstatterboden mit geringem Abstand jeweils separat in die Enns und sind von unübersichtlichen Versickerungsstrecken und Umläufigkeiten geprägt.

Als Leitgestein und Aquifer tritt fast überall Wettersteinkalk und –dolomit auf. Entlang der Linie Rohrmauer – Gstatterstein steht westlich nur als Sporn (Rohrmauer), östlich aber massiv der Dachsteinkalk an. Auch die krönenden Wandfluchten bestehen über einem Sockel aus Raibler Schichten und Dachsteindolomit aus diesem Gestein.

Quellen

Der ausgedehnte Talkessel hat mehrere Quellbezirke. Auch hier ist darauf hinzuweisen, dass die Aufnahme noch nicht ganz vollständig ist. Einzelne Grabenabschnitte sind noch zu kontrollieren, ebenso fehlen die Hochlagen. Aller Voraussicht nach sind aber nur mehr Kleinquellen zu erwarten, denn auch die Detailaufnahme von KOLLMANN (1975) weist keine nennenswerten Wasservorkommen mehr aus. Auffallend ist, dass viele Quellen in eher moderater Weise gefasst sind, wobei sich der biologische Impact, aufgrund der alten und angepassten Bauweise, in Grenzen hält. Von West nach Ost sind im Gstatterkessel folgende Quellgebiete kartiert:

a) Quellen „Im Rohr“: Die Gräben oberhalb 800 Meter waren bei der Aufnahme fast alle trocken oder äußerst spärlich durchflossen, eigenständige Quellen kommen so gut wie keine vor. Das ändert sich erst bei 800m Seehöhe im Talkessel „Rohrloch“, wo eine eindrucksvolle Quellserie aus der nördlichen Talflanke quillt.

Die Rohrmauer ist ein schmaler, West-Ost gestreckter Sporn aus Dachsteinkalk, der entlang der Gesäusestörung ins Gebiet des Wettersteindolomits hinein zieht. Dieser hoch verkarstungsfähige Aquifer, in der Verwerfung eingeklemmt, sammelt beträchtliche Wassermengen aus den verkarsteten Hochlagen und bringt sie am tiefsten Anschnitt, eben im "Rohrloch", als Stauquellen zutage. Der breit angelegte Horizont, der mit über einem Dutzend Einzelquellen bis in den von oben herabziehenden "Futterbodengraben" ausgreift, wartet mit biologisch höchstwertigen, schräg über die Kalkplatten herab schießenden Rheokrenen auf. Gemeinsam mit den eindrucksvollen Quellbezirken im Weißenbachl und im mittleren Hartelsgraben nehmen die Moosquellen im Rohr den Spitzenplatz im ökologischen Ranking der 2003er Aufnahmen ein. Die Schüttung summierte sich zum Aufnahmedatum auf geschätzte 250 Sekundenliter (mäßiges Mittelwasser), wobei rund 30% aus den Futterboden-Grabenquellen kommen. Eine der Quellen, wahrscheinlich die auf Dauer ergiebigste und verlässlichste, ist mit einer kleinen alten Quellstube überbaut. - Die westlichste Rohrquelle wurde von KOLLMANN (1975: 200-205) näher untersucht. Er bezeichnet „R10 im oberen Rohr“ als Karst-Schlauchquelle mit starken Schwankungen, die Schüttung reicht von 4.5 bis 130 l/s, das Mittel liegt bei 65 l/s. Hydrochemisch sind die Rohrquellen typische Karstquellen. Interessant ist die ermittelte Verweildauer von 1½ Jahren – für alpine Karstquellen hoch, deutet dieser Wert auf sehr ausgeglichene und biozönotisch vielversprechende Verhältnisse hin.

Von der Rohrmauer und der Südflanke treten auch einige kleine Quellen zu, sie sind aber sehr untergeordnet und dürften mit dem Hauptquellniveau nicht im Zusammenhang stehen. Eine davon entspringt als nette kleine Karstquelle direkt an der Straße. Die Abflüsse müssen sich meist unterirdische Pfade durch den Blockversturz unter der Rohrmauerstraße suchen.

b) Untere Rohrquellen: An der Straße, die nach Westen zum Brucksattel zieht, entspringen knapp unterhalb 700m Seehöhe zwei gefasste Quellen aus grobem Kalkblockwerk. Beide verlieren ihre Abflüsse rasch in den riesigen Blockschuttmassen von Gstatterboden, auch der Abfluss der Rohrlochquellen teilt dieses Schicksal, bei trockenen Verhältnissen, zum Großteil. Nach KOLLMANN (1975: 184-190) stammt die Quelle R1 (nahe Bachbett) aus dem Randbereich des Karstwasserkörpers und dürfte auch oberflächennahe Einflüsse haben (Bachversickerung). Im Gegensatz zu den Quellen im "Rohrloch" haben diese Quellen keine langen Verweilzeiten.

c) "Sieben Brunn": Dieser seltsame Traufen-Horizont entspringt hoch oben im Hinterwinkl auf 1245 Meter Seehöhe, unterhalb des Plattenkogels. Die Sieben Brunn sind weit und breit das einzige Wasservorkommen in dieser von Dolomit-Runsen, mächtigen Schutt-

strömen und Seitenmoränen gestalteten Landschaft. Wahrscheinlich am Raibler Band aus dem Berg gedrückt, stürzen die Quellen in breiten Kaskaden zum Wandfuß nieder. Dem Quellbach ist kein langes Leben beschieden: Er versickert rasch im Blockschutt. Die einzelnen Quellen sind etwas umständlich von orographisch rechts her über einen Waldrücken und bei normalen Witterungsverhältnissen relativ gefahrlos von oben querend zu erreichen. Dem neugierigen Biologen empfehlen sich allerdings ein Top-Rope und Abseilgerät/ Jümarklemmen zur Arbeit am sehr hydropetrischen Hypokrenal.

d) Weißbachl-Quellen: Mächtiger, weit verzweigter Horizont aus den Seitenmoränen des unteren Weißbachtals bei 620 Meter Seehöhe. Die obersten Quellen kommen an der Querung des Wanderwegs aus dem Rohschutt des Trockenbettes zutage, dann aber schießen in rascher Folge links wie rechts des Baches reich strukturierte Rheokrenen, teils mit limnokrenen Ansätzen und alle mit gut entwickelten Hypokrenalstrecken, immer mehr Wasser zu. In Summe ist dieser Quellhorizont mit dem Hinteren Rettenbach bei Windischgarsten vergleichbar, der vom Nationalpark Kalkalpen sehr eingehend erkundet wurde (vgl. HASEKE&WEIGAND 2000).

KOLLMANN (1975: 210-215) gibt eine mittlere Schüttung von rund 260 l/s an und identifiziert den Weißbach Ursprung als verdeckten Karstwasseraustritt mit zusätzlichem Retentionsraum in den Kalkschutt-Moränen. Die Bestimmung der Verweildauer mittels Isotopen ergab eine mittlere Speicherzeit von 3½ Jahren (!), was für alpinen Karst schon als überaus lange Verweildauer bezeichnet werden kann.

Die von rechts zufließenden Quellen werden zur Speisung einer Kette von Fischteichen verwendet. Die Schüttung dürfte bei Hochwasser 1000 l/s deutlich überschreiten.

e) Quellen im Draxlgraben: Hier kommen keine ausgeprägten Großquellen vor. Die Gräben nähren sich aus kümmerlichen Zuschüssen, deren oberste wieder am tonig-sandigen Band der Raibler Schichten am Wandfuß liegen. Dieser oberste, spärliche Horizont ist witterungsbedingt noch nicht auskartiert. Aus den Grabenflanken sickern dann da und dort weitere kleine, flache Wasseradern heraus. Kein Graben ist durchgängig dotiert, die Gerinne versickern meist rasch wieder. Die einzige größere Quelle ist mit rund 3 l/s die "Draxlta Quelle" in 910m Seehöhe, knapp oberhalb eines querenden Forststraßen – Abschnittes und einer alten Holzhütte. Die alte Holzfassung der Quelle ist bereits weitgehend zerfallen, der Quellbach verschwindet bald nach dem Austritt im Schutt.

f) Quellen im Klausgraben: Der Klausbach entspringt in 825m Seehöhe aus einem Quellhorizont direkt an der sich hier verzweigenden Forststraße. Das "Kropfbründl" (GST 2 bei KOLLMANN) etwas weiter talauswärts am rechten Hang zählt ebenfalls dazu. Bemerkenswert ist, dass die im Mittel 100 Sekundenliter starke Quellgruppe nicht nur an ein älteres Talboden-Niveau, sondern auch an ein Vorkommen von Bändertonen unter den Moränen gebunden ist. Die Seeablagerungen und Brekzien sind die Reste einer einstigen gigantischen Verschüttung des Gesäuses, die bis in diese Höhe gereicht hat. Aus biologischer Sicht ist die wenig sensible Anlage der Schotterstraße direkt über den Quellhorizont hinweg zu beklagen, doch sind rund die Hälfte der Waldrheokrenen ungestört und dürften ein interessantes Untersuchungsobjekt darstellen.

KOLLMANN (1975: 240-251) stuft die Klausbachquellen als Mischwässer aus verschütteten Karstschläuchen und Folgewässern aus den mächtigen Seitenmoränen ein. Die oberen Quellen wie z.B. das Kaltenbründl versickern alle oberhalb, das zur Kroissenalm weiterziehende Bachbett dürfte nur selten durchflossen sein. Es liegt nahe, dass die wohl entlang der Tiefenlinie absickernden Wässer im Klausbach Ursprung wieder zutage kommen. Die Verweilzeit ist hier nicht hoch, sie dürfte etwa um 2 Monate liegen.

g) Quellen zwischen Niederscheiben Alm und Kaltenbründl: Eine Reihe von Sickerquellaustritten zwischen 940 und 1050m Seehöhe gestaltet das hydrologische Milieu des Hanges südöstlich, weniger auch nordwestlich der Niederscheiben Alm. Das Kaltenbründl (KOLLMANN 1975: 251-257) ist mit $MQ = 6.5 \text{ l/s}$ die größte davon. Es dürfte oberflächennahe gespeist sein und hat eine kurze Verweilzeit von rund 1-2 Wochen. Interessant könnten die Ursprünge deswegen sein, weil sie sehr verschieden exponiert und in ungleich hohem Maß vom Weidegang beeinträchtigt sind: Starke Zertrampelung auf der Niederscheiben Alm, so gut wie unversehrt im Scheibengraben und Umgebung. Wie schon erwähnt, fließt bei wenig Wasser keine Quelle oberirdisch ab.

Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Übersichtsaufnahme Hydrobiologie:

GB20	Draxltal Quelle
GB03	Niederscheiben Almquelle
GB06	Quelle Graben W Beigartnerriedl
GST02	Kropfbründl
RO01	Quelle links im Unteren Rohr

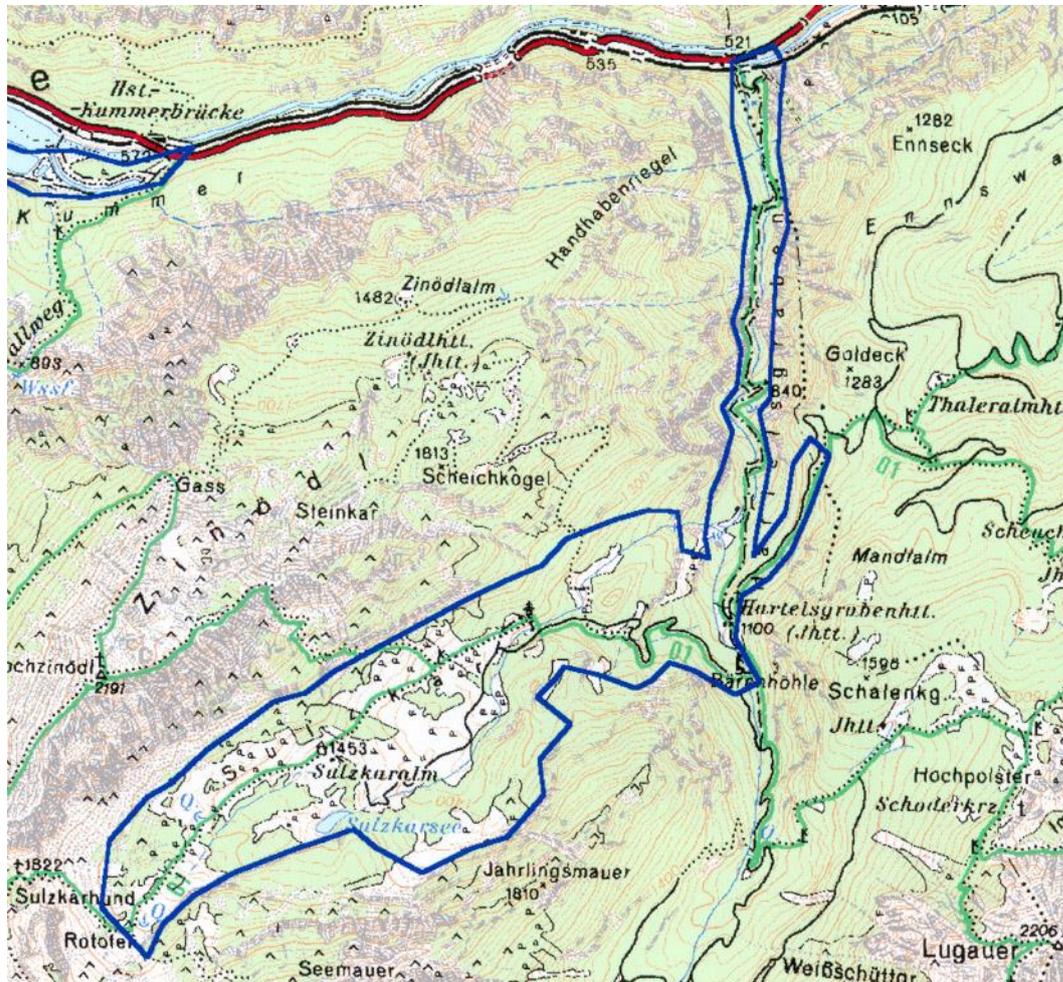
Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Intensivaufnahme Hydrobiologie:

GST05	Kaltenbrünnl
GST31-34	Quellfeld Klausgraben Ursprung
RO05	Rohrmauer Quelle
RO06-14	Quellfeld "Rohrloch"
7B1-B5	Sieben Brünn
WBQ01-08	Weissenbachl Quellgruppe
RO02	Quelle rechts im Unteren Rohr

Empfehlung zur Einbindung in ein längerfristiges integriertes Monitoring:

GST05	KALB	Kaltenbrünnl
GST032-1	KLAU	Quellfeld Klausgraben: Einer der Austritte, nach I-Aufnahme
RO02	URO	Quelle rechts im Unteren Rohr
RO08	ROLO	Quellfassung "Rohrloch"
7B3	SIEB	Sieben Brünn, Quelle Ost
WBQ02	WEIB	Weissenbachl Quelle, oberes Niveau, rechts

3.7 Kartierungsgebiet 4: Sulzkarbach - Hartelsgraben



Karte 4: Kartierungsgebiet Hartelsgraben - Sulzkarbach

Geologisch – morphologische Übersicht

Der Hartelsgraben durchschlägt als eindrucksvolle, wasserreiche Kaskadenstrecke die Dachsteinkalk-Mauern zwischen Ennseck und Zinödl. Ein mächtiger Quellhorizont beim "Hochreid" spendet das meiste Wasser. Der klammartige Charakter ändert sich beim Höllboden: Hier stürzt von Westen der Sulzkar-Wasserfall über Kalkbänke herunter, südlich zieht das Trockenbett östlich der Langbodenmauer zu Hüpfinger- und Haselkaralm hinauf.

Oberhalb des Sulzkar-Wasserfalles ändert sich der Talcharakter. Im unteren Teil noch eine schmale Klamm, sammelt der Sulzkarbach bei zunehmender Seehöhe mit immer flacherem Gefälle eine Reihe kleiner Quellen ein und fließt durch das moränenreiche Hochtal, bis er unterhalb des Sulzkarsees aus einer Schuttquelle entspringt. Ob dies der Wiederaustritt des vor der Sulzkaralm versiegenden Hüttenkar-Baches ist, kann man derzeit nicht sagen. Am nordöstlichen Ausgang des lang gestreckten tertiären Talrumpfes bestimmen rote Jura-Crinoidenkalke das Bild, weiter Richtung Sulzkaralm treten vor allem an der nördlichen Tal-

flanke Lias-Fleckenmergel auf. Etliche Quellen dürften an die Schichtgrenze zum Dachsteinkalk gebunden sein. Oberirdische Zuflüsse von den Hängen her empfing der Sulzkarbach in der Kartierungsperiode nicht.

Südlich der Sulzkar Alm ist das "Hüttenkar" der oberste Abschnitt des komplexen hydrologischen Systems. Mächtige Seiten- und Endmoränenmassen, zum Teil mit bergsturzartig groben Kubaturen, generieren ein verwirrendes Mosaik von Karst- und Blockquellen mit mannigfachen Umläufigkeiten, Versinkungen und Wiederaustritten. Entlang der Seitenmoränen treten weitläufige Quellhorizonte auf. Der Hüttenkarbach versinkt im Talrumpf noch vor der Sulzkaralm, und das bergab ziehende kleine Bachbett wird wohl nur bei Hochwässern durchgehend dotiert. Der Sulzkarsee wäre an sich ein stagnierender, vielleicht sogar nur periodisch gefluteter flacher Karsttümpel ohne permanenten Zu- und Abfluss, doch ist er gegenwärtig künstlich gespeist. Sowohl dies wie auch die erst seit kurzem angesetzte Fischzucht sind mit der Nationalpark Kernzone nicht vereinbar!

Quellen

Die Quellen von Hartelsgraben und Sulzkar wurden wegen des dort laufenden Sonderprojektes "Sulzkaralm" mit einer Reihe interdisziplinärer Untersuchungen besonders genau kartiert. Unter anderem fanden auf der Sulzkaralm auch bereits hydrobiologische Vorerhebungen statt.

a) Unterer Hartelsgraben: Die gesamte Klammstrecke unterhalb des Höllbodens verläuft im Dachsteinkalk. Der unterste Hartelsgrabenbach stürzt als cholerisch schäumender Katarakt über ein Blockchaos aus Dachsteinkalkblöcken, die zum Teil Eigenheimgröße erreichen, herab. Beim Bau des Triebwasserstollens des Kraftwerkes Hieflau wurde der Klammeschnitt unterhalb der 620 Meter Isohypse durchfahren. Die Schlucht ist hier über 60 Meter tief mit Trümmerwerk erfüllt, die Kalkblöcke sind in eine sandig-lehmige Matrix, die wasserstauend wirkt, eingebettet. In dieser unübersichtlichen Schlucht tritt ein schwer einzustufender, wasserreicher Quellhorizont orographisch links aus dem Fels. Sein unterster Austritt (HG15, alte Fassung) liegt knapp unter der ersten Brücke bei 545 Meter und kommt eindeutig aus dem Fels. Die weiteren, teils mächtigen Quellen drücken aus dem wüsten Blockchaos heraus, meist direkt am Bachufer. Die zentralen Austritte sind etwa gegenüber dem großen Wasserbehälter mit alter Wehranlage zu finden. Es ist derzeit nicht entscheidbar, ob es sich um Umläufigkeiten der Kataraktstrecke oder um verdeckte Karstquellen handelt. Beides ist möglich, und vor allem HG13 ist eindeutig ein beständiger Austritt. Die Serie wird nach oben von einem alten verbrochenen Stollenmundloch bei 580m abgeschlossen, das als episodische Quelle fungiert.

Bei 720 Meter Seehöhe stürzt links ein moosiger Wasserfall (HG1) herunter. Er entspringt der "Handhabenhöhle" bei 755m, hier sind einige Karsthöhlen bekannt (STUMMER 2001).

b) Oberer Hartelsgraben: Bei 780m, knapp oberhalb der Brücke in der "Eng", ist von der Straße aus ein eindrucksvoller Speier in der rechtsufrigen Felswand zu sehen. Die Wasserfallquelle HG2 auf knapp 800m Höhe ist Teil eines tausende Quadratmeter mächtigen Quellhorizontes, der mit zahllosen Austritten und Traufen den Kessel der "Hochreid" mit vielfältigem Rauschen und Geplätscher erfüllt. Der gesamte Horizont ist ökologisch höchstwertig und vereint bis auf Limnokrenen alle Quelltypen in sich. Vor allem die Traufenserie HG12 im talquerenden Felsriegel sucht ihresgleichen. Die höchst gelegenen Quellen (HG5, bis 875m) sind im Unterschied zu den verästelten, tieferen Block-Rheokrenen singuläre, punktförmige Austritte. Bis auf eine Quelle (HG11) kommen alle auf der rechten Talseite

zutage, sind eindeutig als Karstquellen erkennbar und das Einzugsgebiet dürfte – mit einer angeschätzten Gesamtschüttung von mindestens 250 l/s bei NQ - bis Scheicheck und Lugauer ausgreifen.

Bei 925m kam der Hartelsgrabenbach zur Gänze aus dem Blockwerk des Bachbettes, rund 50-70 l/s stark (HG10). Die Versinkungsstelle lag bei 990m am Nordausgang des Höllbodens, der unterirdische Wasserweg dürfte nicht mit dem Bachbett konform gehen. Am Höllboden vereinigen sich die beiden Talachsen vom Sulzkar und vom Haselkar. Der ebene Karboden ist lehmig und von Bachmäandern und einigen Suhltümpeln gegliedert. Für die Gewässerökologie ist es ein Segen, dass die Wildfütterung aus dem Gebiet verbannt wurde.

c) Langbodenmauer bis Grabenjäger: Das mächtige Bachbett ist trocken. Noch am Höllboden stürzt von links ein hoher Wasserfall aus der Langbodenmauer. Seine Karstquelle wurde noch nicht aufgesucht. Bis auf winzige Rinnsale war das Bachbett bis zum Grabenjäger trocken. Dies betrifft auch die mutmaßliche Folgequelle HG21 des Gerinnes in der Steilstufe (USB14-HG20) zum Sulzkar.

d) Sulzkar Wasserfall – Sulzkarbach Ursprung:

Der Name "Sulzkar" weist auf Vernässungen hin, zumal die tertiäre Talwanne zwischen Zinödl und Seemauer in einem eher trockenen Karstmilieu situiert ist.

d1) Bachnahe Quellen: Bis hinauf zum "Rechten Kammerl" sind keine Quellen bekannt. Die eigentliche Wasserfallstrecke (1020-1130m) wurde allerdings nicht beklettert. Auf der flachen Wiesenweitung des "Rechten Kammerls" tritt von links bei 1260 erstmals ein kleiner Quellbach (USB1) aus Helokrenen zu. Stärkere, schwer erkennbare Zutritte kommen rechtsufrig unweit der Wegtafel aus der Straßenböschung bei 1290m zutage. Ab 1320m beginnt dann eine Serie von ökologisch hochwertigen Helo- und Rheokrenen, die alle den Moränenwällen knapp über dem Vorfluter Sulzkarbach, meist linksufrig, entspringen. Diese Zone USB 4-11 reicht bis 1365m hinauf, wo der Sulzkar Bach einem Steinfächer als große Rheokrene entspringt, unterhalb der Schwelle zum Sulzkar See.

d2) Quellen der linken Talflanke: Beim eben erwähnten, bachnahen Quellhorizont könnte es sich um Folgequellen aus dem breiten, helokren geprägten Quellhorizont unterhalb der Zinödlwand handeln. An diesem hunderte Meter lange Horizont sind Dutzende meist sehr kleiner Quellen zwischen 1405 und 1450m Seehöhe aufgefädelt. Insgesamt erreichen sie aber einige Sekundenliter. Fast alle Quellen dürften der Schichtgrenze Dachsteinkalk-Fleckenmergel entstammen und verlieren sich dann rasch im Verzahnungsbereich von Hangschutt und Moränenwällen. Zum Teil sind sie stark vertrittgeschädigt. In den darunter anschließenden Moränen tauchen immer wieder Bachbetten, die zur Aufnahmezeit alle trocken waren, und dolinenartige Senken auf. Die Situation ist sehr unübersichtlich.

d3) Quellen der rechten Talflanke: Unterhalb von Jahrlingmauer und Lärchkogel gibt es einige kleine Quellen in den dolinenartigen Karen, die im Dachsteinkalk liegen und teils von Mooren und Anmooren erfüllt sind. Ökologisch hochwertige Feuchtbereiche sind vor allem nördlich der "Trög" (Weißmauer Moor, 1340m) sowie bei SA36 (1400m) und SA37 (1415m) erkennbar. Letztere Quelle dringt als echte Limnokrene ("Moorauge") aus dem Wasen heraus und verschwindet sofort wieder in einem Ponor.

e) Hüttenkar – Sulzkar See: Der längliche Talrumpf bergwärts der Sulzkar Almhütte ist von einem eigenständigen Gerinne, das hier als "Hüttenkarbach" bezeichnet wird, durchflossen. Bei der Aufnahme hatte dieser Bach keinerlei Verbindung mit dem Sulzkarbach,

obwohl eine solche als schmales Trockenbett vorhanden wäre. Es ist fraglich, ob das hängende Gerinne unterirdisch die Sulzkarbach Quelle speist. Die Quellzonen lassen sich in zwei Gruppen einteilen.

e1) Hüttenkarbach Quellen: Die tiefere Quellzone formiert sich vorflutnahe in den grobblockigen Moränenzügen der zentralen Talachse. Unübersichtliche, teils bifurkierende und kurzfristig interstitial fließende Gerinnesegmente werden aus steinigen Rheo- und Helokrenen genährt, die recht verschieden mineralisiert sind: Bei intensiverem Kontakt mit Lehmanten zeichnen sich die Moränenquellen durch generelle Aufhärtung und höhere Silikatanteile aus. Geophysikalisch wurde bis über 17m Mächtigkeit in den Moränen ausgelotet, sie zeigen blockige, sandig-kiesige und tonige Wechsellagerungen. (PAVUZA et al. 2003). Alle Quellen liegen zwischen 1485 und 1510 Meter; der oberste Ursprung SA9 erstreckt sich breit über den Weidezaun hinweg unterhalb des Wanderweges.

e2) Quellen am Moränenrücken unterm Zinödl: Dieser linksseitige Horizont ähnelt der sich weiter nordöstlich hinziehenden Quellgruppe d2. Hier sind aber die Quellen weniger, besser abgrenzbar und teils auf den Moränenrücken mit Tümpeln vergesellschaftet. Die bedeutendsten Austritte sind die starke Karstquelle SA10 (1535m), die die Almhütte und derzeit auch den See versorgt, und die Tümpelquelle SA16 (1517m). Mehrere tiefer gelegene Plaikenquellen bewässern schöne Seggenrieder und Feuchtzonen. Obwohl keiner der Quellbäche den Hüttenkarbach erreicht, dürfte das versickerte Wasser zum Großteil im Gebiet bleiben (Folgequellen).

e3) Sulzkarsee: Die weitgehend zuflusslose, unterirdisch entwässerte Karstwanne mit max. 7 Meter Tiefe ist derzeit künstlich dotiert und durch Weidegang eutrophiert. Der See war 2003 Gegenstand eigener Untersuchungen (PAVUZA et al. 2003). Einen temporären Zuschuss bekommt der See vermutlich vom (meist trockenen) Karstgerinne aus dem Brunnkar, dessen höchst gelegener Ursprung zur Aufnahmezeit auf 1650m kartiert wurde.

Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Übersichtsaufnahme Hydrobiologie:

HG15	Kluftquellen an Brücke unterster Hartelsgraben
HG13	Blockquelle gegenüber Wasserbehälter Hartelsgraben
HG05	Moosquelle Hochreid an Straße, Hartelsgraben
HG10	Hartelsgraben Ursprung
USB01	Quelle im Rechten Kammerl, Sulzkarbach
SA18+24	Quellen aus Horizont unter Zinödlwand, Sulzkarbach
SA10	Quelle unter Zinödl (Fassung Almhütte), Hüttenkarbach
SA12	Sumpfquelle Zinödl, Hüttenkarbach

Empfehlung zur Einmalbeprobung Hydrologie und Intensivaufnahme Hydrobiologie:

HG01	Quelle und Höhlen Handhabengraben, Hartelsgraben
HG02	Wasserfall- und Blockquelle oberhalb "Eng", Hartelsgraben
HG03-2	Hochreid Quellfeld unter Straße, Hartelsgraben
HG12	Traufen Hochreid unter Straße, Hartelsgraben
HG08	Höllboden Wasserfallquelle
USB04-06	Quellen links am Sulzkarbach
USB10-11	Ursprung Sulzkarbach
SA06-072	Quellen rechts am Hüttenkarbach
SA09	Ursprung Hüttenkarbach
SA14-1	Hüttenkar Plaikenquelle
SA16	Hüttenkar Tümpelquelle
HG23-24	Quelle, Moortümpel und Schwinde Weißmauer Moor
SA36	Quelle/Ponor östliches Moor Jahrlingmauer
SA37	Moorauge/Ponor westliches Moor Jahrlingmauer

Empfehlung zur Einbindung in ein längerfristiges integriertes Monitoring:

HG01	HAND	Quelle Handhabenhöhle, Hartelsgraben
HG03-2	HORE	Hochreid Quellfeld unter Straße, Hartelsgraben
USB11	SUKA	Ursprung Sulzkarbach
SA09	HUEQ	Ursprung Hüttenkarbach
SA16	HUTU	Hüttenkar Tümpelquelle
SA37	JAMO	Moorauge/Ponor westliches Moor Jahrlingmauer

4 Statistische Bearbeitungen

Von den exakt 200 mit GPS verorteten Probenpunkten sind 151 als Quellen ausgewiesen. Davon liegen 25 = 17% in den Gebieten Johnsbach und Enns, 59 = 39% im Gstatterbodental und 67 = 44% im Hartelsgraben-Sulzbach. 21 Quellen = 14% sind in irgend einer Form genutzt, oft als Weide- oder Wegbrunnen.

Für eine statistische Auswertung ist es genau genommen noch zu früh. Das bisherige Aufnahme-Sample ist für das Gesamtgebiet zu klein, und auch die orografischen Teilgebiete sind nicht fertig auskartiert. Einzelne Quellhorizonte schlagen aufgrund ihres Reichtums an Einzelaustritten überproportional durch. Was hier geboten werden kann, ist eine erste Übersicht der Grundparameter und der mutmaßlich häufigeren Quelltypen im Gesäuse.

4.1 Gemessene Parameter

4.1.1 Exposition (Seehöhe) der Quellen

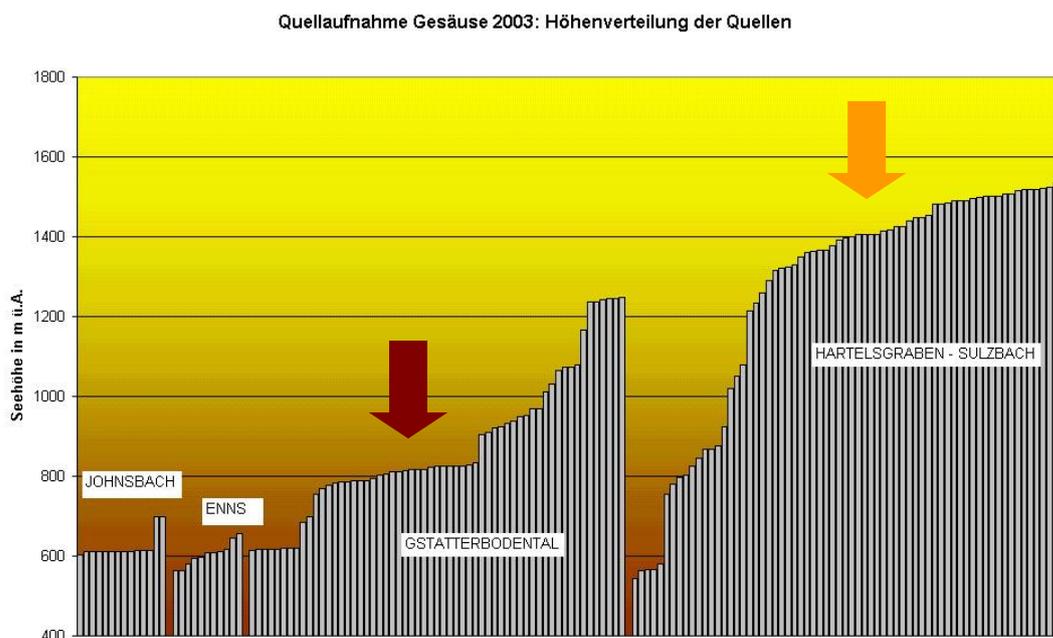


Diagramm 1

Aufgrund der nur schmalen, ufernah kartierten Segmente sind die Hypsographien der beiden Flussabschnitte Johnsbach und Enns weitgehend aussageelos.

Interessanter schon die beiden großen Kare und Talschaften, denn hier scheinen sich ältere Vorflutniveaus abzubilden. Im Gstatterbodental 800-900m stellt vermutlich der "Präglaziale Talboden" (dunkler Pfeil) die Erosionsbasis für einige Quellhorizonte dar, während der sich von 1300 - 1500m erstreckende Hochtalboden des Sulzkares vererbte, jungtertiäre Entwässerungssysteme trägt (heller Pfeil). Beides sind Phänomene, die weithin in den Nördlichen Kalkalpen auftreten.

4.1.2 Schüttungsklassen der Quellen

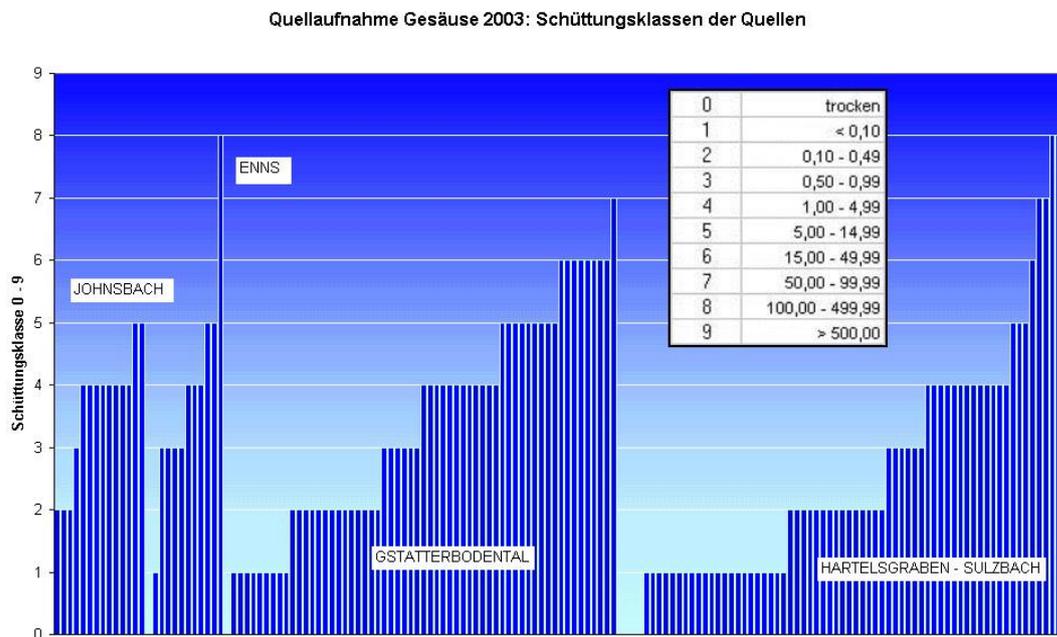


Diagramm 2

Es wurde schon darauf hingewiesen, dass die Einstufung in einen Klassierungsrahmen erfolgt, der auch aufgrund der Quellmorphologie einen plausiblen Durchschnittswert darstellt. Daher weist die obige Grafik keine reine Momentaufnahme (wie bei Temperatur und Leitfähigkeit), sondern eine Einschätzung des Schüttungsmedianes aus. Genau genommen sind es also quantifizierte Angaben, aber keine Messwerte.

Das Diagramm zeigt, dass die überwiegende Mehrzahl der Quellen eher geringe Wassermengen führt, mit Schüttungen unter 5 Sekundenliter. Große Quellen, das wissen wir auch bereits aus früheren Bearbeitungen, sind im Gesäuse selten. Wahrscheinlich ist die extreme Zergliederung der Berggruppen dafür maßgebend.

4.1.3 Wassertemperatur der Quellen

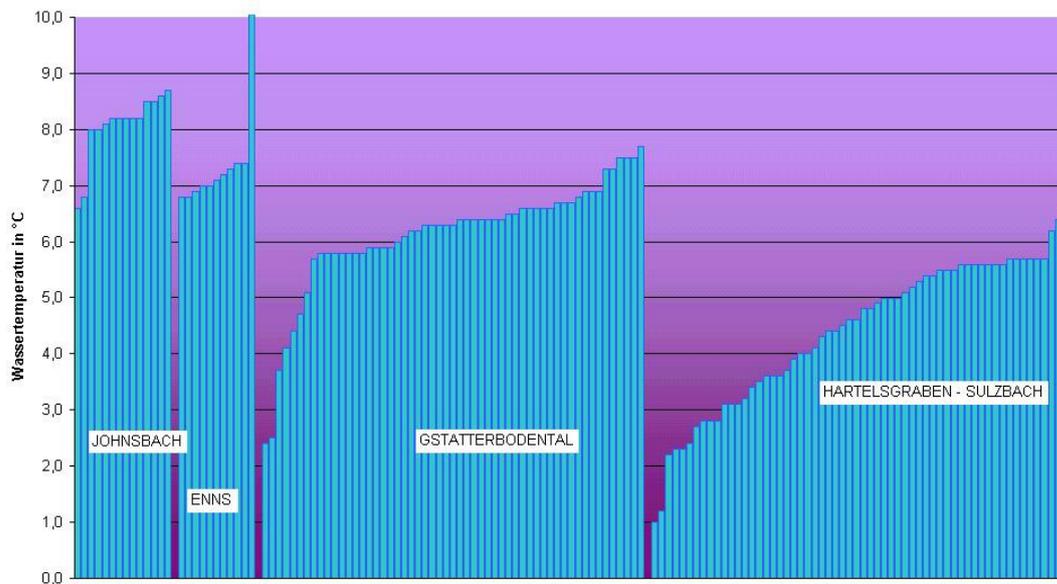


Diagramm 3

Einmalig gemessene Quelltemperaturen sind im Vergleich zueinander immer verzerrt. Denn neben großen, eigenständigen Wasserkörpern ohne merkbare Jahreszeitenschwankung gibt es auch viele, vor allem kleine Quellen, die eine sehr große Amplitude je nach Umgebungsklima fahren. So wären wahrscheinlich etliche seichte Kleinquellen, die hier – bei Aufnahmetemperaturen um Null Grad und erster Schneelage – mit 1 - 3°C präsent sind, im Hochsommer vermutlich bei 12°C und mehr dokumentiert.

Auffallend die relativ breite Plattform temperaturkonsolidierter Quellen im Gebiet Gstatterboden: Hier drücken sich die großen Horizonte im Klausbach, Rohr und Weißenbachl mit 6 – 7°C aus. Tiefer temperiert sind die großen Quellen im Hartelsgraben. Auffallend sind auch die relativ hoch temperierten Alluvialquellen beim Hellichten Stein im Johnsbach.

4.1.4 Leitfähigkeitswerte der Quellen

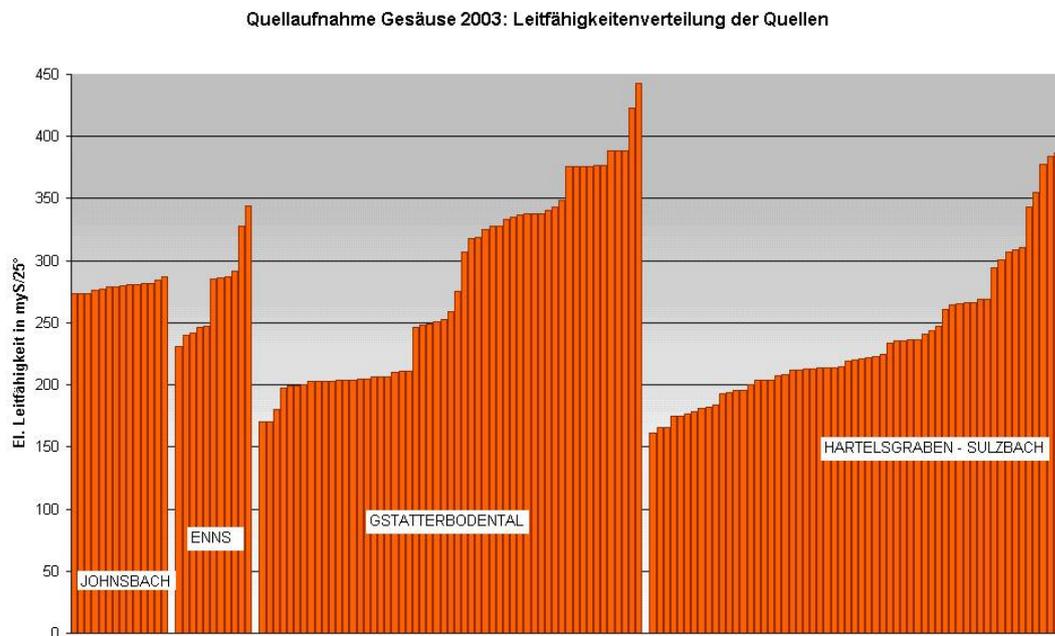


Diagramm 4

Im Karst bildet die elektrolytische Leitfähigkeit hauptsächlich die Gesamthärte des Wassers ab. Vereinfacht gesagt, deuten "weiche" Wässer, also solche mit geringen Gehalten an Calcium, Magnesium und Hydrogenkarbonat, auf schnell durchlaufende Kalk-Karst drainagen hin, während stärker aufgehärtete Quellwässer dem Dolomit-Typ mit höheren Magnesiumgehalten entsprechen. Auch andere karbonathaltige Gesteine, wie Kalksandsteine, Kalkmergel etc. führen aufgrund verringerter Kluftweiten zu stärkerer Minerallösung und damit zu höheren Leitfähigkeitswerten.

Im Gesäuse sind diese Klassen recht gut erkennbar: Johnsbach, Enns und ein Teil des Gstätterbodentales tendieren zu dem, auch mit dem Geländebefund konvergenten Dolomit-Typ. Die meisten Quellfluren des Hartelsgrabens und auch die mächtigen Horizonte von Rohrloch und Weissenbachl deuten auf Karstverhältnisse hin. Der Klausbach-Quellhorizont ist dagegen deutlich aufgehärtet: Dies kann auf das dolomitische Einzugsgebiet, aber auch auf die glazialen Lehmdecken in der Quellumgebung hinweisen. Am Sulzkarbach finden wir die aufgehärteten Quellen im Bereich der Fleckenmergel und Moränen.

4.2 Klassierungen nach Merkmalsgruppen

4.2.1 Hydrobiologische Quelltypen

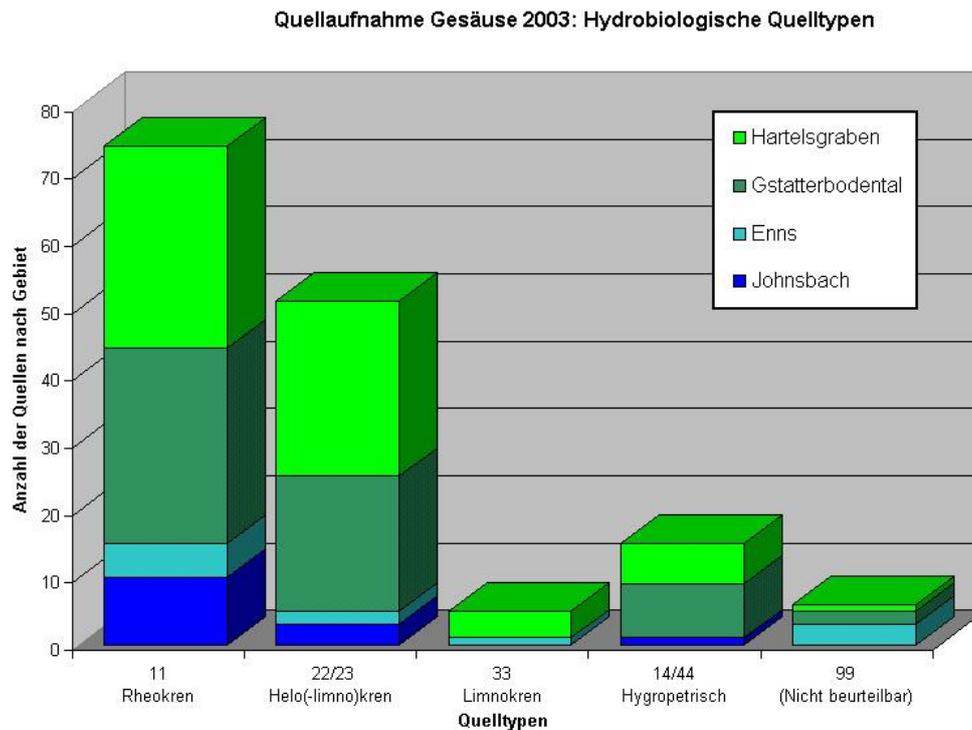


Diagramm 5

Auf den ersten Blick ist erkennbar, dass die bislang kartierten Quellen ganz überwiegend dem Fließquellen- und dem Sickerquellentyp zugerechnet werden können. Tümpel-, Poolquellen sind selten, etwas häufiger noch sind Trauf- und Felsbenetzungsquellen an Steilwänden.

Eine klare Bevorzugung eines bestimmten Quelltyps in einem der Einzugsgebiete ist bislang nur in Ansätzen erkennbar: Rheokrene im Johnsbachtal und Limnokrene in den flachmoorigen Quellsenken des oberen Sulzkarbaches. Der Typus "nicht einstuftbar" ist meist aufgrund der Überbauung ausgewiesen.

4.2.2 Texturtyp der Quellen (Anorganischer Morphotyp)

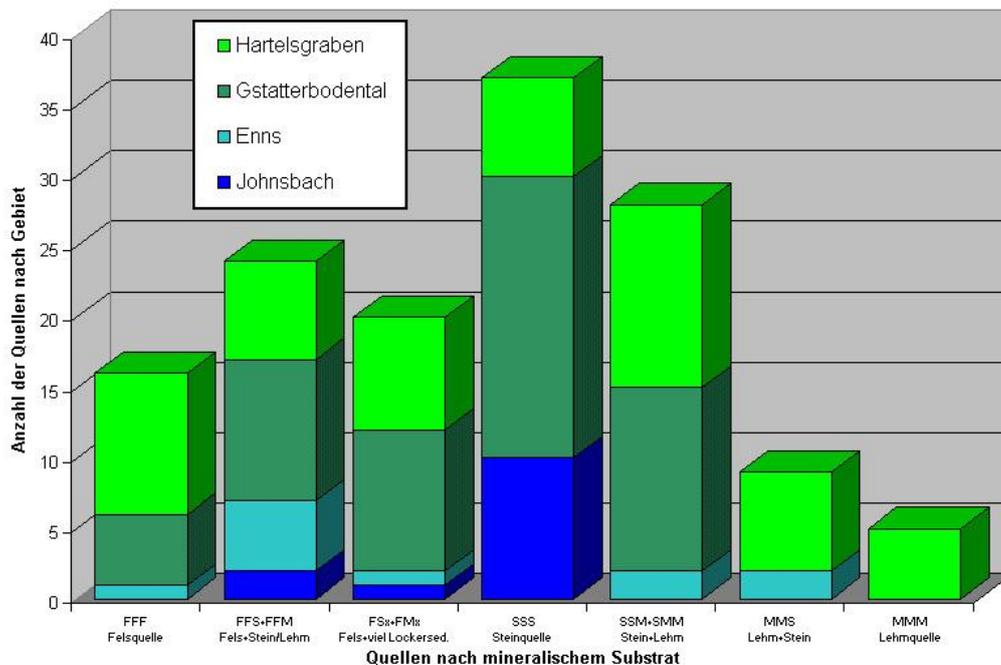


Diagramm 6

Diese Grobeinteilung kennzeichnet die Quellen danach, ob ihre benetzte Fläche aus Festgestein oder aus Lockermaterial besteht. Letzteres gliedert sich in Steinanteil (Schutt, Schotter, Kies) und in Feinmaterial (Sand, Lehm, Ton, Schlamm). Mischtypen sind natürlich allenthalben anzutreffen und auch ausgewiesen.

Relativ selten sind Quellen mit durchwegs feinem Substrat ("M"). Der hier stark vertretene Hartelsgraben verdankt diese Einstufung den Fleckenmergeln und Moränen. Felsquellen, unter die alle Kluft – und Karstquellen fallen, sind mittelstark vertreten. Bei Quellen, die aus sehr großen Blöcken kommen, wurde "Fels" ("F") eingesetzt, da das benetzte Flächendargebot für die Biologie entscheidend ist. Hier unterscheidet sich die Klassifizierung von der hydrogeologischen.

Am häufigsten sind Austritte über steinigem Lockermaterial ("S"), wobei die "reinen" Schotter- oder Schuttquellen gegenüber den Mischtypen in der Überzahl sind.

4.2.3 Typisierung nach POM (Particulary Organic Matter) in den Quellen

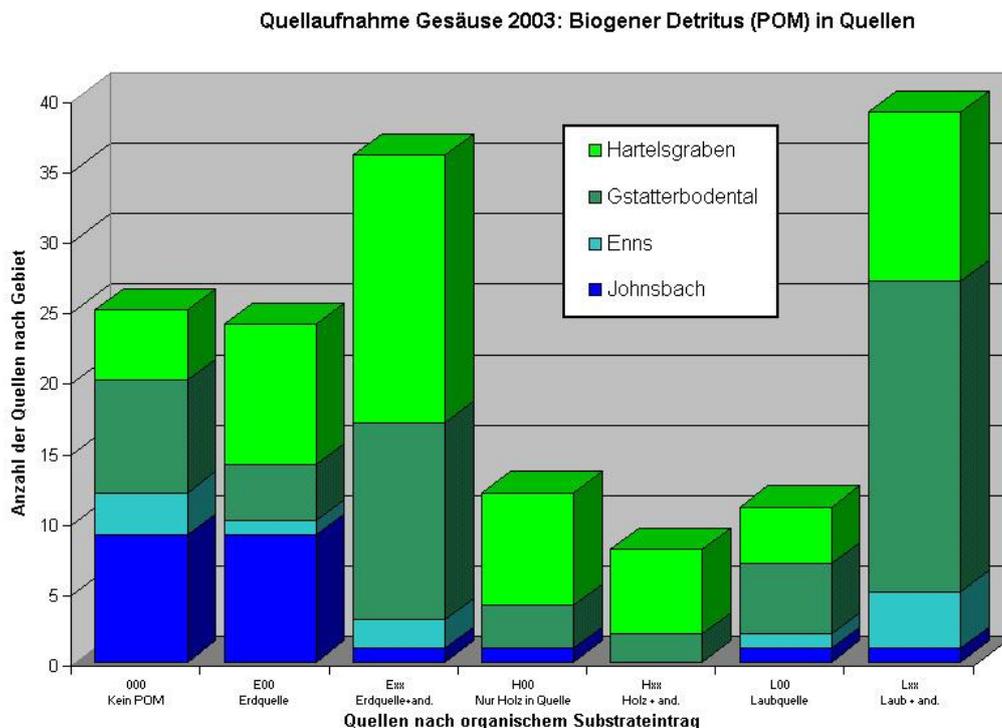


Diagramm 7

Dem mineralischen Substrat lagert in den meisten Fällen organisches Material auf, das aus der unmittelbaren Quellumgebung in die Quelle fällt und dort einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung des Zoobenthos ausübt. Auch hier entstammen die Angaben nur einem raschen Lokalaugenschein und können eine hydrobiologische Analyse natürlich nicht ersetzen. Der erste Buchstabe des Kürzels bezeichnet die optisch vorherrschende Eintragsform.

Ziemlich deutlich vertreten sind Quellen ohne organischen Detritus. Es handelt sich fast durchwegs um Quellen entlang der Erosionslinie von Bachufern, aus aktiven Schuttströmen oder aus Umgebungen, wo nichts wächst. Quellen, die von Humuseinschwemmungen gekennzeichnet sind, erreichen vor allem als Mischtyp eine stattliche Anzahl. Es sind hauptsächlich Quellen auf Almen, unter Einfluss des Viehbetritts; eine nicht unbedingt positive Einstufung.

Relativ gering vertreten sind Quellen, deren vorherrschendes Biosediment Holzteile sind; oft kommt hier auch eine meist spärliche Nadelstreu hinzu. Wenn in einer felsigen Umgebung nur Fichten stehen, wie im Hüttenkar des Hartelsgrabens, ist dieser Typ am ehesten anzutreffen. Stattlich ist die Anzahl laubführender Waldquellen, wobei auch hier die Kombinationen überwiegen. Laubreiche Quellen zählen zu jenen mit besonders reichem Nahrungs- und Mikrohabitat-Angebot.

4.2.4 Typisierung nach Vegetation in den Quellen

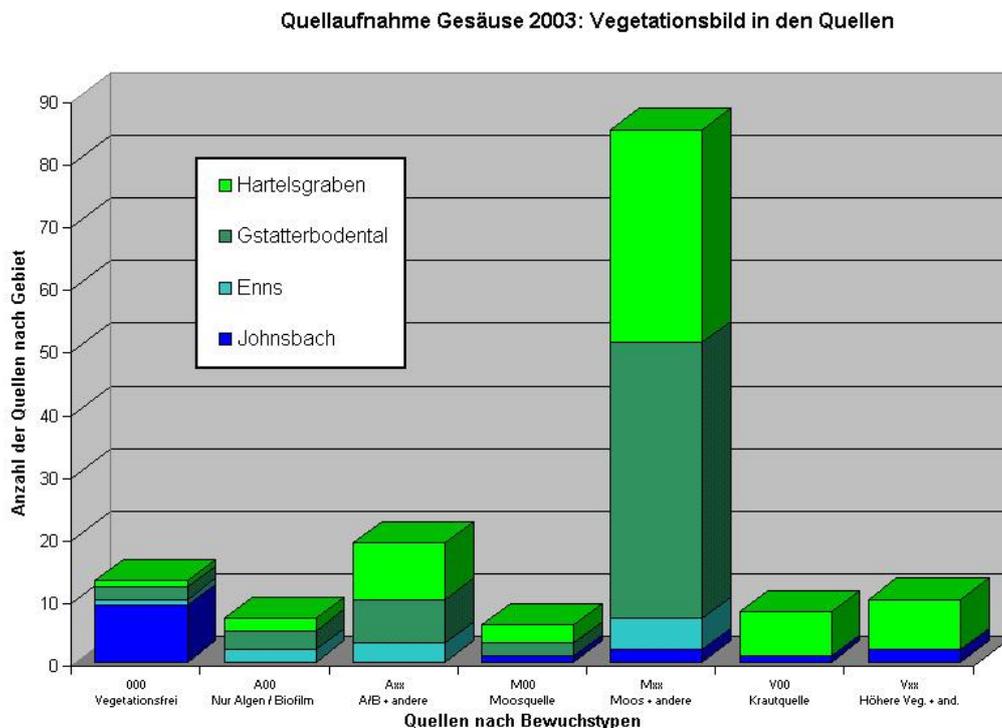


Diagramm 8

Die grobrasterige Klassifizierung weist einen klaren Vorzugstyp aus: Die von Moosen dominierte, und auch weitere Vegetationselemente enthaltende Quelle. Den Quellmoosen sollte besonderes Augenmerk geschenkt werden, denn im Nachbar-Nationalpark "OÖ. Kalkalpen" wurden über 70 verschiedene Moosarten in und an Quellen identifiziert. Sehr artenreiche Quellen brachten es auf fast 30 Moos-Species. Einige Arten sind in diesem Raum nur punktuell an Quellen, weit von ihrem meist südlichen Verbreitungsgebiet entfernt, anzutreffen. Letztlich bieten Moospolster in Quellen auch besonders günstige Mikrohabitate für die Quellfauna.

Relativ bedeutend ist auch die Zahl der Quellen ohne erkennbare Vegetation (hauptsächlich im Alluvialmilieu) und die Anzahl der Quellen mit biofilm – und algendominiertem Aufwuchs am Substrat. Quellen mit dominant höherer Vegetation, also raschwüchsiger grasiger oder krautiger Flora, treten fast nur im Einzugsgebiet Hartelsgraben in Erscheinung. Es sind hauptsächlich die besonnten, im Feinmaterial aussickernden Weidequellen rund um die Sulzkaralm, in denen sich durch ständigen Vertritt nur die seitlich hereinwachsende Flora feuchterer Böden halten kann. Algenwachstum tritt bei Eutrophierung zusätzlich auf, Moose sind dann fast immer unterdrückt.

4.2.5 Isolationsgrad der Quellen

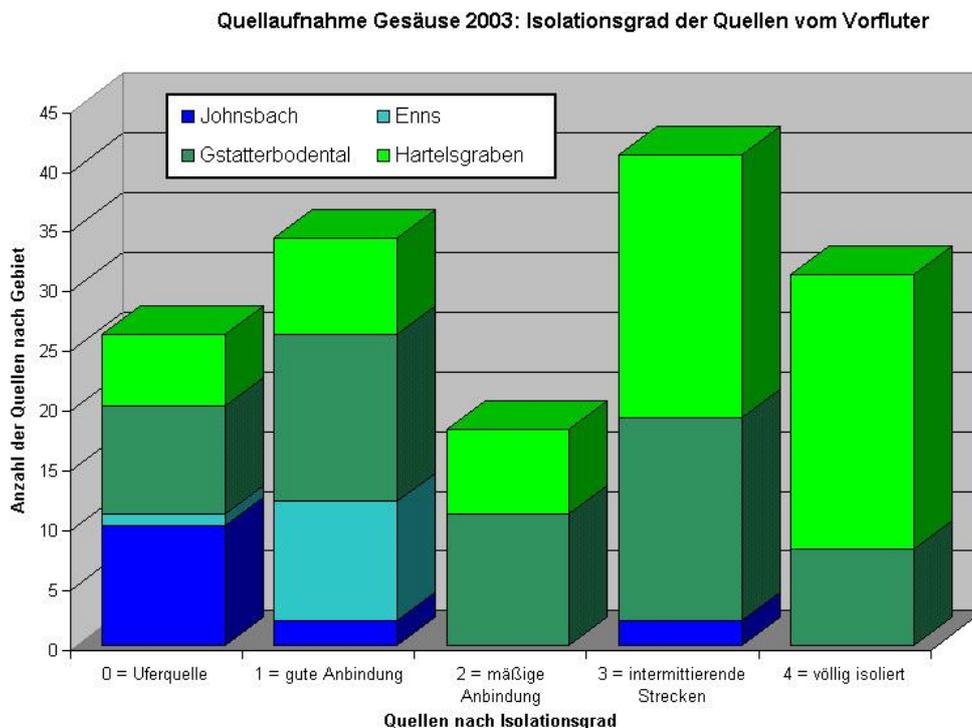


Diagramm 9

Das relativ ausgewogene Verteilungsdiagramm scheidet zwei Hauptgruppen von Quellen aus: Solche mit vorflutnaher, gut mit dem Rhithral vernetzter Lage und solche mit zumindest temporärer bis völlig oberirdischer Abkoppelung vom Gerinnenetz.

In letzterer Gruppe 4 drückt sich vor allem der Karstaspekt aus, und dem gemäß führt hier der Hartelsgraben die Wertung an. In der Gruppe 3 weist auch der Gstatterboden-Kessel einen hohen Anteil auf, bedingt durch die meist intermittierenden Abflussrinnen. Doch auch Quellen, die entlang der großen Dolomit-Torrentes entspringen, die nur bei Hochwasser kurzzeitig geflutet werden, können als hochgradig isoliert bezeichnet werden. Die Dynamik der labilen Muren-Schuttströme kann wohl kaum als migrationsfähige Anbindung ans Rhithral gedeutet werden.

4.2.6 Einstufung der Quellen nach "Biostrukturellen Güteklassen"

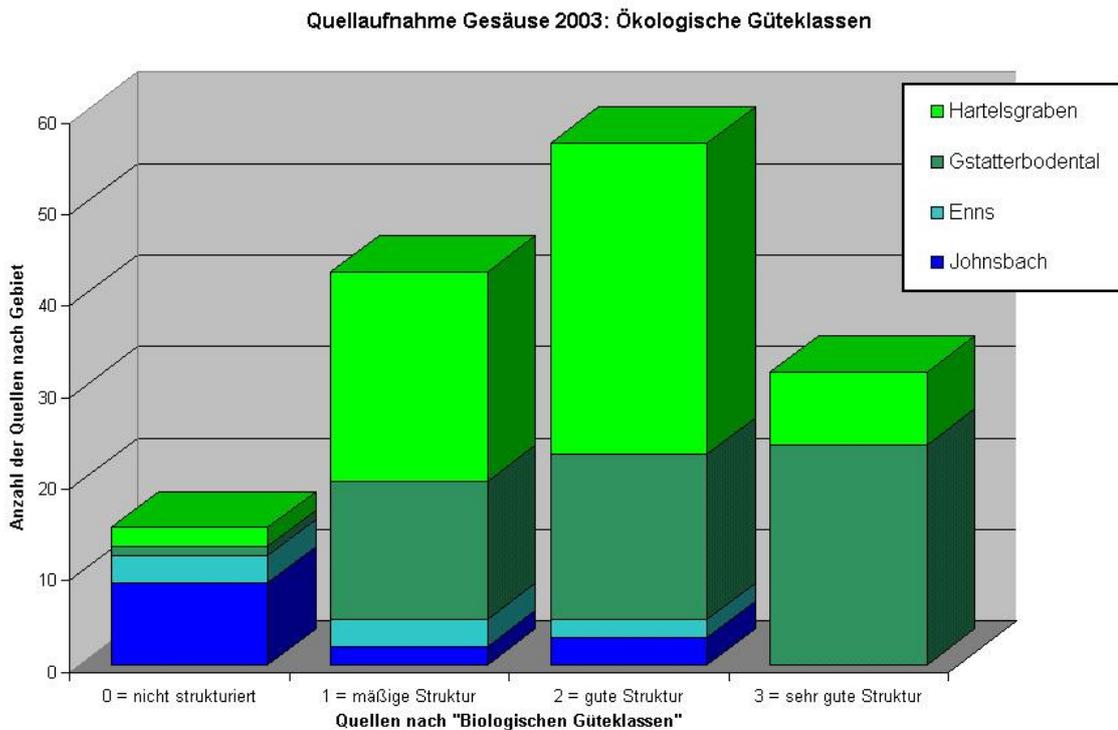


Diagramm 10

Diese geclusterte Einstufung, deren Subjektivität ich nicht in Abrede stellen möchte (und die auch nur als Anregung zur Aufsuchung biologisch besonders viel versprechender Quellen verstanden sein will), zeigt eine recht deutliche Gruppierung. "Testsieger" sind eindeutig die Quellen tief- bis mittelmontaner Lagen, weswegen auch das Gstatterbodental in Führung tritt.

Die vielen Quellen im Hartelsgraben und um die Sulzkaralm fallen dem gegenüber etwas ab, weil mit steigender Seehöhe die vegetationsbedingte Strukturvielfalt abklingt. Hochkarstquellen können faszinierend sein, werden aber kaum durch üppige Habitat-Angebote auffallen. Ähnlich arm erweisen sich Quellen im unmittelbaren Wirkungsbereich großer Vorfluter wie Enns oder Johnsbach.

5 Dokumentation der Erhebungen 2003

Übernahme und Erweiterung der Access – Labordatenbank des Nationalparkes Kalkalpen; Stand 30.11.2003

Im Zentrum der Datenbank steht der **Quellenstamm**. Er enthält die Basis- und Lagedaten aller Quellen und stellt die Referenz für vorhandene und zukünftige Messungen und Erhebungen aller Art dar. Das Feld „GIS-ID“ ist das Verknüpfungsfeld zu den einzelnen Analysentabellen.

Feldname	Erklärung	Bemerkung
GIS_ID	Zahl, von NP vergeben	Wichtigste Referenz!-Nr.
Flussverzeichnis	Lage in Einzugsgebiet: Nr. für Flussabschnitt nach Österr. Flussverzeichnis	Code für Gewässerabschnitt nach System des Hydrogr. Dienstes
Einzugsgebiet Name	Verbale Bezeichnung Gewässer	Name für Vorfluter-Abschnitt, zu dem der Messpunkt gehört
Katastergebiet ÖHV	(Karst-) Gebirgsgruppengliederung des Österr. Höhlenverzeichnisses	Code für Berggruppe nach System des Verbandes Österr. Höhlenforscher
Kurzname (Monitoring)	Kampagnen - Kürzel	nur bei Monitoring-Quellen vergeben
Feldname NPG	Aufnahme – Kürzel des NP Gesäuse	Feldaufnahme(n) durch Bearbeiter des NP Gesäuse
Namen Kollmann 1975	Codes nach Aufnahmen KOLLMANN 1975	siehe Literaturliste
Namen Joanneum Research 1999	Codes nach Aufnahmen des IHG der FGJ 1999	siehe Literaturliste
Namen Stummer 2001	Codes nach Aufnahmen STUMMER 2001	siehe Literaturliste
Probenstelle	Verbale Kurzbenennung der Probenstelle	Benennung nach Lage und Örtlichkeit lt. Kartierung NPG
Rechtswert	Rechtswert der Quelle in Meter	GPS-Daten, verifiziert
Hochwert	Hochwert der Quelle in Meter	GPS-Daten, verifiziert
Seehöhe	Freilandmessung, verifiziert anhand Karte	Angabe in Meter über Adria, Ermittlung meist barometrisch
Aufnahmedatum	Erstaufnahme Kartierung NP Gesäuse	---
Gewässertyp	Grobeinteilung in Quelle oder anderes Gewässer	Kategorien Quelle, Bach, stehendes Gewässer, Schwinde

Feldname	Erklärung	Bemerkung
Quellentyp morphologisch	Hydrogeologische Klassifizierung nach Austrittstyp	Deskriptiv nach Morphologie. Code siehe Erläuterungen
Quellart geologisch	Hydrogeologische Klassifizierung nach Herkunftstyp	Interpretativ nach Aquifer. Code siehe Erläuterungen
Schüttungsklasse 1-9	Klassenteilung anhand Anschätzung der mittleren Schüttung bei Aufnahme	Klassen 1 bis 9, eingeschätzt nach aktueller Beobachtung und morphologischem Umfeld. Code siehe Erläuterungen
Geologie Festgestein	Leitgestein oft verdeckt; Angabe nur wenn mit einiger Sicherheit interpolierbar	Interpretation anhand geologischer Karten. Code siehe Erläuterungen
Geologie Lockergestein	Eigenbeobachtung bei Aufnahme	Angleichung an geologische Karten. Code siehe Erläuterungen
Anmerkung	Verbale Beschreibung der Probenstelle	--
Nutzung	Kurzbezeichnung der Nutzung	Code siehe Erläuterungen
Beobachtungstatus	Aktueller Beobachtungsstand	Bezieht sich auf Aktivitäten seitens des Datenbank-Holders
Quellmorphologie biologisch	Angabe anhand des Fließverhaltens	Code siehe Erläuterungen
Eukrenal in qm	Anschätzung der Flächengröße des engeren Quellaustrittes	Kein Messwert
Hypokrenal in m	Anschätzung der Länge des Quellbaches vor Übergang in Vorfluter	Kein Messwert, maximale Angabe = 50 Meter
Struktur Güte 0-3	Einschätzung der biologisch relevanten internen Strukturierung der Quelle	Code siehe Erläuterungen
Textur	Grobe Beschreibung der Gestaltung der Quellsohle (Fels, Schutt, Lehm)	Code siehe Erläuterungen
Substrat	Grobe Beschreibung der biologisch verwertbaren Einträge in die Quelle (Erde, Laub, Holz)	Code siehe Erläuterungen
Bewuchs	Grobe Beschreibung der Vegetation in der Quelle (Algen-Biofilme, Moose, Höhere Pflanzen)	Code siehe Erläuterungen
Isolationsgrad 0-4	Angabe über Anbindungsgrad der Quelle an den Vorfluter	Code siehe Erläuterungen

Eine Aufstellung der für weitere Untersuchungen vorgeschlagenen Quellen findet sich im Anhang 1 (Tabellen)!

6 Literaturliste

- BENISCHKE, R. & HARUM, T. (1989): Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen. – Endbericht in 6 Teilen, unveröff. Bericht, Inst. f. Geothermie und Hydrogeologie, Joanneum Research, Graz, 1989.
- BÜCHNER, K.H. (1973): Ergebnisse einer geologischen Neuaufnahme der nördlichen und südwestlichen Gesäuseberge (Obersteiermark, Österr.). – Mitt.Ges.Geol. Bergbaustudenten (Wien), 22.Bd.: 71-94. Kartenbeilagen.
- BUNDESMINISTERIUM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2000): Forschung im Nationalpark 2000, Wien: 28-54.
- HAASE, M., HASEKE, H. und WEIGAND, E. (2000): Two new species of the family Hydrobiidae (Mollusca: Caenogastropoda) from Austria. – The Veliger 43 (2): 179-189 (April 3, 2000).
- HASEKE, H. (1994b): Atlas der Geomorphologie und Hydrologie 1: 20.000. - Erstellt im Rahmen des Projektes "Karstdynamik" i.A. des Nationalparkes Kalkalpen. - Textteil, Legende und 22 Teilblätter, Originale 1: 10.000. Stand: 31.12.1994.
- HASEKE and partners (1998): Nationalpark Kalkalpen (Upper Austria): Abstract of the National Park Karst research Program 1994-1998. - 53.S., unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Molln-Salzburg, Oktober 1998. - Homepageversion im Internet: <http://ftp-waldoek.boku.ac.at/kalkalp/>
- HASEKE, H. (1999b): Karstdynamik. Das Nationalpark - Karstprogramm 1994-1997. – 261 S., zahlreiche Abb., Karten und Tabellen. - Vorläufiger unveröff. Schlussbericht i.A. der Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen GmbH, Salzburg / Molln, Februar 1999.
- HASEKE, H. (1999c, Gesamtedaktion): Management von Naturwäldern im Nationalpark Kalkalpen. LIFE99NAT/A/5915, Projektantrag und gesamtes Projektdesign. – Unveröff. Technischer Bericht der Nationalpark Kalkalpen GmbH an die Europäische Union GD XI, Leonstein 1999/2000, ca.70 S., Beilagen und Karten.
- HASEKE, H. und WEIGAND, E. (1997): Quellen – Lebensspender und Lebensräume. - Natur im Aufwind 20/97, Nationalpark Kalkalpen, Leonstein 1997: 26-29.
- HASEKE, H. und WEIGAND; E. (2000): Leben in unterirdischen Gewässern der Rettenbachhöhle (1651/1). - Studie zur biozönotischen Längsgliederung des Systems Rettenbachhöhle-Rettenbachquellen bei Windischgarsten – ein Teilprojekt im Rahmen des Nationalpark Kalkalpen Karstprogrammes. - Mitt. des Landesvereines für Höhlenkunde in Oberösterreich, 46.Jg.-2000/1, Gesamtfolge 105. Linz 2000.
- HASEKE, H. (2003a): Karstquellen-Monitoring 1999 - 2002 und LIFE-Beweissicherung 1999 - 2002. - 104 S., 48 Abb., 50 Tabellen, Fototeil, Kartenbeilagen. - Unveröff. Bericht i.A. der Nationalpark Oberösterreichische Kalkalpen GmbH, Salzburg-Molln / Austria, Jänner 2003.
- KOLLMANN, W. (1975): Hydrologie der nördlichen Gesäuseberge. Inaugural-Dissertation, phil.Fak.d. Karl-Franzens-Univ., Graz 1975. 300 S., Beil. und Karten.
- NATIONALPARK OÖ. KALKALPEN GmbH (1998, Veranstalter): Tagungsunterlagen zum Symposium: Hydrogeologie und Hydrobiologie der Österr. Gesellschaft f. Hydrogeologie: Biotische Prozesse an benetzten Gesteinsoberflächen im Untergrund. – Windischgarsten, 15. bis 16.Oktober 1998
- NATIONALPARK OÖ. KALKALPEN GMBH (2000): Forschungsberichte 1991-1997. Schriftenreihe Nationalpark Kalkalpen, Band 2.
- ÖZE (Österr. Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft) (1973): Kraftwerke an der steirischen Enns. – 26. Jg., H.5, Wien 1973.

- PAVUZA, R. & STUMMER, G. (2003): Pilotprojekt Sulzkaralm. Teilprojekt Geologie/Hydrologie/Karst- u. Höhlenkunde des Sulzkarsees und seiner Umgebung. - I.A. der Nationalpark Gesäuse GmbH, Zwischenbericht 2003.
- PLASS, N. (1996): Der Quellkataster der Steiermark. Zusammenfassende Darstellung. – Ber. wasserwirtsch. Planung, Bd. 79/2, Amt d. Stm. Landesreg. FA IIIa Ref. II, Graz 1996.
- STUMMER, G. (2001): Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarte Gesäuseberge. - Verband österr. Höhlenforscher, Wiss. Beihefte z. Zr. Die Höhle, Wien 2001.
- WEIGAND, E. und TOCKNER, K. (1996): Limnologische Charakterisierung ausgewählter Karstquellen im Nationalparkgebiet Nördliche Kalkalpen. Teilprojekt 1603-7.6./94 im Rahmen des Programmes „Karstdynamik“. - 105 S., zahlr. Tab., Abb., Fotos. - Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, Mai 1996
- WEIGAND, E. (1998a): Limnologisch-faunistische Charakterisierung von Karstquellen, Quellbächen und unterirdischen Gewässern nach Choriotopen und biozönotischen Gewässerregionen (Nationalpark o.ö. Kalkalpen, Österreich). - Teilprojekt 1603-7.6./96-97 im Rahmen des Programmes „Karstdynamik“. – Molln/136 S., zahlr. Tab., Abb., Fotos. - Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Wien, August 1998.
- WEIGAND, E. et al. (1998b): Limnologische und hydrobiologische Untersuchungen von Karstquellen und Höhlengewässern im Nationalpark Kalkalpen. Analysen, Ergänzungen, Zwischenbilanz und Forschungsbedarf. – Teilprojekt 1603-7.6./1997: Ökologie und Hydrobiologie von Karstquellen IV. – 115 S., zahlr. Tab.+Abb. - Unveröff. Studie i.A. des Nationalparkes Kalkalpen, Molln/Wien, Dezember 1998.
- WEIGAND, E. (1999): Biodiversität in alpinen Karstquellsystemen (Nationalpark Kalkalpen, Österreich). Deutsche Ges. für Limnologie (DGL) und der deutschen und österr. Sektion der Societas Internationalis Limnologiae (SIL), Tagungsbericht 1998 (Klagenfurt), Band 1, Tutzing 1999: 149-153.
- WEIGAND, E. und GRAF, W. (2003): Beweissicherung Limnologie im Rahmen des LIFE-Projekts „Management von Naturwäldern im Nationalpark Kalkalpen (LIFE99NAT/A/5915)“. - Unveröff. Studie im Auftrag des Nationalparkes Kalkalpen. – Molln/OÖ, Februar 2003.
- WEIGAND, E., U. PELIKAN, C. RATSCHAN & C. SCHEDER (2002): Gewässerökologische Bewertung des Einflusses von Alm- und Forstwirtschaft auf Karstquellen im Nationalpark Kalkalpen (Österreich). – Revue de Geographie Alpine, 2: 103-115.
- ZETINIGG, H. et al. (1996): Der Quellkataster der Steiermark. Die systematische Kartierung von Quellen. – Ber. wasserwirtsch. Planung, Bd. 79/1, Amt d. Stm. Landesreg. FA IIIa Ref. II, Graz 1996.

Verwendete Geologische Karten:

- AMPFERER (1935): Geologische Karte der Gesäuseberge (1:25.000), - Geol. Bundesanstalt Wien, 1935.
Kartenbeilagen in: BÜCHNER (1973)
Kartenbeilagen in: KOLLMANN (1975)

7 Anhang: Tabellen der vorgeschlagenen Vorzugsquellen