



lebensministerium.at

# Quellbeobachtung

im Hydrographischen Dienst in Österreich

Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros, Heft 70  
Wien, 2005



## IMPRESSUM

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**  
**Abt. VII 3 Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro; Leitung: MR Dipl.-Ing. R. Godina)**  
**A-1030 Wien, Marxergasse 2**

Redaktion: Dipl.-Ing. Jutta Eybl  
Fachbeirat: MR i.R. Dr. Gerhard Völkl  
Technische Mitarbeit: ADir. Ing. Johannes Wurth

**Redaktionsanschrift: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**

Abt. VII 3 Wasserhaushalt (Hydrographisches Zentralbüro), A-1030 WIEN, Marxergasse 2

Tel: ++43 1 71100 6942 Fax: ++43 1 71100 6851

E-mail: [Wasserhaushalt@lebensministerium.at](mailto:Wasserhaushalt@lebensministerium.at)

Foto Titelblatt: HD Tirol

Hergestellt im BMLFUW

Gedruckt auf umweltschonend hergestelltem Papier mit  
Pflanzenöl-Druckfarben.

©BMLFUW, Wien, 2005 - Alle Rechte vorbehalten



# INHALTSÜBERSICHT

	Seite
Vorwort	
Die Hydrographischen Quellmessstellen (J. Eybl)	1
Die Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst (G. Völkl)	7
Die Windener Quelle (W. Szivatz und H. Maschler)	16
Der Dobratsch (M. Jaufer)	20
Die Große Mühlquelle (T. Ehrendorfer und K. Luger)	27
Die Teufelskirche (Vorderer Rettenbach) (K. Kaiser)	34
Der Gollinger Wasserfall (H. Huemer)	38
Die Brunnaderquelle bei Falkenstein – Geologische und Hydrogeologische Verhältnisse im Einzugsgebiet (B. Stromberger )	42
Die Katzensteigquellen (Kasbachquellen) (G. Mair)	54
Die Fidelisquelle (C. Mathis)	59
ANHANG – Quellmessstellenposter zur Veranstaltung „10 Jahre Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst“ am 10. November 2005	67



## **Quellen – eine wertvolle Ressource**

Neben der Erschließung des Grundwassers ist die Nutzung von Quellwasser mit einem Anteil von 49% an der Trinkwasserversorgung in Österreich ein wichtiger Wirtschaftsfaktor.

Angesichts dieser Bedeutung betreibt der Hydrographische Dienst in Österreich seit nunmehr 10 Jahren ein systematisches Messnetz zur Beobachtung der quantitativen Kenngrößen Quellschüttung, Trübung, Wassertemperatur und Leitfähigkeit.

Diese Parameter zeigen, dass nicht nur die Trinkwassernutzung im Vordergrund der Beobachtung steht, sondern auch wichtige Grundlagen für die Analyse der Zusammenhänge im Wechselspiel zwischen Niederschlag, unterirdischem Wasser und Oberflächenwasser geschaffen werden. Für zukünftige Strategien einer nachhaltigen Wasser- und Grundwasserbewirtschaftung sind diese Daten unerlässlich.

Die vorliegenden Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros (Abteilung VII/3 – Wasserhaushalt im Lebensministerium) sind ausschließlich dem Thema Quellbeobachtung in Österreich gewidmet. Der Band gibt einen Überblick über 10 Jahre hydrographische Arbeit auf dem Gebiet der Quellmessung. Darüber hinaus werden auch Leser die sich nicht zu den hydrologischen Experten zählen zu einer Reise an Österreichs Quellen eingeladen.

Reinhold Godina

Abteilung VII / 3 – Wasserhaushalt (HZB)



# Die Hydrographischen Quellmessstellen

Jutta Eybl

## 1 Das Messnetz

1995 wurden erstmals Daten (Schüttung, Leitfähigkeit, Temperatur, Trübung) von Quellen im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht. Es handelte sich dabei um 10 Messstellen, die größtenteils von anderen Organisationen wie Tiroler Wasserkraft AG, Joanneum Research, Wiener Wasserwerke oder Stadtwerke Villach errichtet worden waren. Im Jahrbuch 2000 waren es dann bereits 56 Quellmessstellen und mit Oktober 2005 umfasst das Quellmessnetz des Hydrographischen Dienstes 87 Messstellen (siehe Tab. 1). Darin sind sowohl genutzte als auch nicht genutzte Quellen enthalten. Nach wie vor gibt es die Zusammenarbeit mit Wasserversorgern und Forschungseinrichtungen, aber der überwiegende Teil der Messstellen ist von den Hydrographischen Landesdiensten selbst eingerichtet worden.

Tabelle 1: Hydrographische Quellmessstellen

Dienststelle	Quelle	Dienststelle	Quelle
<b>HD-Burgenland:</b>	Windener Quelle	<b>HD-Tirol:</b>	Alfutzquelle
<b>HD-Kärnten:</b>	Draurainquelle		Auebachquelle
	Fellbachquelle		Blaue Quelle
	Kressquelle		Brunauquelle
	Lappenbachquelle		Bollenbachquelle
	Maibachl		Doserfall
	Müllnernquelle		Flathquelle
	Nötschbachquelle		Gossenbachquelle
	Oswaldquelle		Heiterwandquelle
	Puffquelle		Katzensteigquelle
	Tiebelquelle		Klaushofquelle (obere)
	Union Quelle		Kohlgrubenquelle
<b>HD-Niederösterreich:</b>	Antoniusbründl		Lacknerbrunnquelle
	Große Mühlquelle		Lareinsonntagspleisquellen
	Reithbachquelle		Lastalquelle
	Siebenbründl		Lehnbachquellen
	Steinbachquelle		Moosbrunnquelle
	Ursulaquelle		Mühlauer Quellen
<b>HD-Oberösterreich:</b>	Geyerquelle		Mühlbacherquelle
	Hirschbrunn		Mühlbachlquelle
	Klingelmühlquelle		Ochsenbrunnquelle
	Pießling Ursprung		Pulverermühlquelle
	Rettenbachquelle		Sauwinkelquellen
	Steyernquelle		Schreiende Brunnen
	St. Florianer Brunnbach		Schwarzbach-Moosquelle
	Teufelskirche		Schwarzbodenquelle
	Waldbachursprung		Schwarzlackenquelle
<b>HD-Salzburg:</b>	Dachserfall		Stubbachquelle
	Klambachquelle		TW-Stollen Bettelwurf
	Friedlbrunnquelle		Untere Schmittequelle
	Gollinger Wasserfall		Ursprungquelle (Lehnberg)
	Marbachquelle		
	Pucherhäuslquelle		

Dienststelle	Quelle	Dienststelle	Quelle
<b>HD-Steiermark:</b>	Brunnaderquelle	<b>HD-Vorarlberg:</b>	Aubachquelle
	Edelrautenquelle		Fidelisquelle
	Hammerbachquelle		Gerstenbödenquelle
	Hochreihhartquellen		Goldbachquelle
	Höhenhanslquelle		Marulbachquelle
	Ödensee-Kaltwassertrichter		Stiegtobelquelle
	Preunegger Siebenquellen	<b>Wiener Wasserwerke:</b>	Siebenquellen
	Reihbachquelle		Pfannbauernquelle
	Roßlochquelle		Wasseralmquelle
	Sagtümpel		Fischa-Dagnitz-Quelle
	Schwabeltalquelle		
	Schwaigerquelle		
	Tathäusstollen		
	Wassermannsloch		
	Zeuschacher Ursprungquelle		

Die Auswahl der Messstellen erfolgt in Kooperation zwischen den Hydrographischen Landesdiensten und der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro im BMLFUW. Es wird darauf geachtet Quellen unterschiedlicher Charakteristik (Grundwasseraustritte, Karstquellen), aus verschiedenen Geologischen Einheiten und Gebirgsgruppen in das Messnetz aufzunehmen. Des weiteren wird versucht nach Möglichkeit in allen Gruppen von Grundwasserkörpern laut EU-Wasserrahmenrichtlinie Messstellen zu errichten.

Die Kosten für die Errichtung einer Hydrographischen Quellmessstelle werden vom Bund getragen. Die laufende Betreuung und Instandhaltung erfolgt durch die Hydrographischen Dienste im Amt der jeweiligen Landesregierung.

## 2 Messstelleneinrichtungen

Alle Hydrographischen Quellmessstellen sind mit elektronischen Messsonden und Datensammlern bzw. Datenloggern ausgestattet, wobei die Messungen in den meisten Fällen im Viertelstundenrhythmus erfolgen. An allen Quellen werden die Parameter Wasserstand oder Schüttung, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur erfasst, bei einigen Messstellen auch die Trübung. Von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Hydrographischen Landesdienste werden regelmäßig Kontrollmessungen der einzelnen Parameter durchgeführt.

Für die Schüttungsmessungen werden viele unterschiedliche Methoden verwendet. An gefassten Quellen werden meist Rohr-Durchflussmessgeräte eingesetzt (siehe Abb. 1). Viele Messstellen sind mit einem festen Messgerinne und einem Messwehr ausgestattet, manche auch mit einem Venturigerinne (siehe Abb. 2 und 3). Messungen in natürlichen Querschnitten und Kontrollmessungen von Messgerinnen erfolgen mittels Salztracermethode oder Flüßgelmessung.





*Abbildung 1: Induktive Durchflussmessung  
Alfutzquelle*



*Abbildung 2: Messwehr Preunegger Sieben-  
quellen*



*Abbildung 3: Venturigerinne Brunauquelle*



*Abbildung 4: Ultraschallmessgerät Doserfall*

In jüngster Zeit werden auch kontinuierliche Geschwindigkeitsmessungen mittels Ultraschall durchgeführt, die gemeinsam mit der Wasserstandsaufzeichnung und einer genauen Kenntnis des Profils eine Errechnung der Schüttung erlauben (siehe Abb. 4).

Die elektronische Datenerfassung benötigt natürlich Strom, aber nur selten gibt es vor Ort einen Anschluss an das öffentliche Netz. Daher müssen die Messstellen mit autonomen Stromquellen – Batterien, Solarpaneele oder Kleinturbinen – versehen werden.

### **3 Besonderheiten von Quellmessstellen**

Quellen liegen oft in unwegsamem Gelände und sind besonders im Winter schwer zu erreichen. Da die Messstellen naturgemäß am Ort des Quellaustritts errichtet werden müssen, ist oft großes Geschick beim Bau erforderlich. Manchmal muss man aber trotz aller Mühe feststellen, dass die Messungen nicht auswertbar sind, oder sich keine eindeutige Wasserstands – Schüttungsbeziehung herstellen lässt. In solchen Fällen, lässt sich die Auflassung einer Messstelle nicht vermeiden, da ja eine Verlegung nicht möglich ist.

Um die gesamte Schüttung erfassen zu können, ist es manchmal notwendig mehrere Messgerinne zu errichten oder die Wasserstands- bzw. Schüttungsmessung etwas entfernt vom Ursprung der Quelle vorzunehmen. Ist letzteres der Fall bedingt dies wiederum die Notwendigkeit, die Leitfähigkeits- und Temperaturmessung getrennt von der Wasserstandsaufzeichnung direkt am Ursprung zu installieren.

Die schwere Erreichbarkeit von Messstellen im Winter erfordert besonderen Einsatz der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Oft sind Schneeschuhe oder Tourenschi erforderlich um zu den Quellen zu gelangen (siehe Abb. 5). Ein Beobachter in Oberösterreich fliegt sogar mit dem Paragleitschirm zu der von ihm betreuten Messstelle Waldbachursprung.



*Abbildung 5: Mag. Barbara Stromberger  
(HD-Steiermark) auf dem Weg  
zu einer Messstelle*

Da die Quellen oft in engen Tälern liegen, wohin die Sonne im Winter nur kurz oder gar nicht vordringt kann eine Stromversorgung mit Solarpaneelen problematisch sein. Da zwischen den Kontrollbesuchen durch die Unzugänglichkeit im Winter lange Zeiträume liegen können, ist auch bei Versorgung mit Batterie entsprechende Vorsorge zu treffen.

Die extreme Lage macht oft auch eine Fernübertragung der Daten schwierig bis unmöglich, trotzdem wird in verstärktem Maße versucht, Quellmessstellen mit Datenfernübertragungssystemen auszustatten.



Seit Jänner 2005 stehen Quelldaten auch im Internet zur Verfügung. Unter der Adresse <http://geoinfo.lfrz.at/eHYD> sind alle Hydrographischen Messstellen lagemäßig dargestellt. Für Quellmessstellen werden Tagesmittelreihen der Parameter Schüttung, Leitfähigkeit und Wassertemperatur vom Beobachtungsbeginn an der betreffenden Stelle bis zum letzten veröffentlichten Jahr zum Download angeboten.

Als man begann das Quellmessnetz aufzubauen, lagen nur wenige bis gar keine Erfahrungen mit der elektronischen Datenerfassung im Hydrographischen Dienst vor. So traten bei der Bearbeitung der Quelldaten verschiedene bislang unbekannte Probleme auf, beispielsweise zeigten die Ganglinien der Leitfähigkeit oft gehäuft Ausreißer nach unten. Schließlich erkannte man, dass diese durch Anlagerung von Luftblasen entstanden und eine Beruhigung der Strömung im Sondenbereich eine deutliche Verbesserung der Werte mit sich brachte.

Durch die oft nur geringe Wassertiefe und fehlende Beschattung kommt es besonders in den Sommermonaten manchmal zur Beeinflussung der Temperaturaufzeichnung durch Sonneneinstrahlung.

Insbesondere bei der Trübungsmessung gab es große Probleme. Da die Sondentechnologie für den Abwasserbereich entwickelt wurde, treten im Reinwasser eine Reihe Beeinträchtigungen auf. Zum einen ist der Messbereich ein deutlich anderer, weiters beeinflussen Licht, Reflexionen und Luftblasen die Messungen. Hier ist noch einiges an Entwicklungsarbeit zu leisten.

## ***5 Ausblick***

Im nächsten Jahr wird die neue Wasserkreislaufferhebungsverordnung die Hydrographieverordnung ablösen. Darin sind 170 Hydrographische Quellmessstellen vorgesehen. Neben dem Ausbau des Messnetzes, der bis 2015 abgeschlossen sein soll, wird kontinuierlich an der Erreichung einer noch höheren Datenqualität gearbeitet.

## ***Anschrift der Verfasserin***

Dipl.-Ing. Jutta Eybl

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro

Marxergasse 2

1030 Wien

email: [jutta.eybl@lebensministerium.at](mailto:jutta.eybl@lebensministerium.at)

# **Die Quellbeobachtung im Hydrographischen Dienst**

Gerhard Völkl

## **1 Die Wurzeln**

Die Tradition der Quellbeobachtung in Österreich reicht weit in die Zeit der Monarchie zurück. Eine Reihe von „Kronländern“, die Agrarprodukte produzieren sollten, waren Karstgebiete (der dinarische Raum und weite Teile von Ungarn und Mähren), in denen die Produktivität weitgehend vom verfügbaren Wasser abhing. Der Erforschung des Wasserhaushaltes, der Wasserschwinden, der unterirdischen Höhlenflüsse und vor allem der Quellen als Wiederaustrittsstellen des Karstwassers wurde besondere Priorität eingeräumt. Namhafte Wissenschaftler veröffentlichten bahnbrechende Werke über die Karstphänomene und brachten Österreich auf diesem Gebiet in eine weltweit führende Position.

Die Quelfassungen für die I. und II. Wiener Hochquellenwasserleitung und die dem Projekt vorausgegangenen Untersuchungen waren weitere Meilensteine in der wissenschaftlichen und technischen Befassung mit Quellen.

1861 wurde von der Wiener Stadterweiterungskommission ein Wettbewerb für den Bau einer Wasserleitung ausgeschrieben, der die Bedingung enthielt, dass einem aus dem Gebirge herleitbaren Wasser der Vorzug zu geben sei. Dieses Projekt war sehr umstritten und selbst nachdem Kaiser Franz Josef I. die Kaiserbrunn Quelle der Stadt Wien geschenkt hatte, drohte das Projekt an verschiedenen Intrigen und Bedingungen des Finanzministeriums noch zu scheitern. Schließlich erhielt der Geologe Prof. Dr. Eduard Suess den Auftrag zur Planung des Projekts, im Zuge dessen an 83 (!) Quellen Messungen durchgeführt wurden. Nach einer unglaublich kurzen Bauzeit von nur drei Jahren ging am 24. Oktober 1873 mit der aufsteigenden Fontäne des Hochstrahlbrunnens am Schwarzenbergplatz die erste Wiener Hochquellenleitung in Betrieb.

## **2 Speläologisches Institut und Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten**

1933 erschien das Werk „Die Quellen“ von Univ. Prof. Dr. Josef Stiny, das über viele Jahre hinweg das Standardwerk für dieses Sachgebiet blieb.

Nach dem zweiten Weltkrieg erkannte Dr. Fridtjof Bauer als Geologe am Speläologischen Institut, einer nachgeordneten Dienststelle des Hydrographischen Zentralbüros, die zukunfts-trächtige Bedeutung der Karsthydrologie. Er machte sie nach der Höhlendüngeraktion (Ab-



bau von phosphathaltigen Sedimenten in Höhlen, daher der Name „Speläologisch“) im Ersten Weltkrieg und den Karst-Aufforstungsplänen in der Zwischenkriegszeit zum Hauptaufgabengebiet des Institutes.

Ein zweiter Schwerpunkt der Karsthydrologie und der Auseinandersetzung mit den Quellen entwickelte sich unter den Universitätsprofessoren Dr. Josef Zötl und Dr. Viktor Maurin in Graz an der Technischen Hochschule und am Joanneum.

Es gab mehrere Ansätze zur Schaffung eines Österreichischen Quellkatasters, jedoch scheiterten diese alle an der Umsetzung in die Praxis. Am konsequentesten durchdacht war wiederum ein Entwurf von Dr. Fridtjof Bauer, der sich streng an die Hierarchie der hydrographischen Einzugsgebiete hielt.



*Abbildung 1: Dr. Fridtjof Bauer im Jahr 1983 im  
Schneealpenstollen*

Ein Ereignis veränderte und prägte die karsthydrologische Forschung und die Beobachtung von Quellen in besonderem Maß. Es war der Bau des 1967 fertig gestellten, fast 10 km langen Stollens durch das Schneealpenmassiv zur Überleitung der Siebenquellen in die I. Wiener Hochquellenwasserleitung. Dr. Fridtjof Bauer hatte den Auftrag zur Durchführung der Beweissicherung erhalten. Er ließ an allen Quellen und Oberflächengerinnen Messstellen und Pegel errichten, eine Reihe von Niederschlagsmessstellen einrichten und begleitete als Geologe vor Ort den Stollenvortrieb. Er kartierte mit Akribie alle angefahrenen Wasseraustritte und leitete ein umfangreiches Beobachtungsprogramm ein. Zu den vor Ort erfassten Parametern Schüttung und Temperatur wurden auch Proben zur chemischen Analyse und zur gerade aufkommenden Untersuchung auf Isotope entnommen. Die Ergebnisse waren verblüffend. Bei den Stollenwasseraustritten wurden auf engstem Raum ganz unterschiedliche Jahresgänge und Reaktionen auf Niederschlagsereignisse und später durch die Isotopen-

messungen entsprechend verschiedene Alter festgestellt. Die Wiener Wasserwerke unterstützten diese von der Wasserrechtsbehörde vorgeschriebenen Untersuchungen in vorbildlicher Weise und führen manche Beobachtungen im eigenen Interesse bis heute weiter.

Das Speläologische Institut wurde 1974 im Zuge einer Neuorientierung der vier wasserwirtschaftlichen Bundesanstalten des Ministeriums in die „Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten“ umbenannt. Dr. Fridtjof Bauer verfasste dazu ein umfangreiches Papier, in dem er die Notwendigkeit einer der Quellskartierung folgenden mehrjährigen Beobachtung mit zumindest monatlichen Messungen darlegte.

### ***3 Die Verankerung der Quellen im Hydrographiegesetz***

Die Hydrographiegesetz Novelle 1987 schrieb erstmals explizit vor, dass die Erfassung des Wasserkreislaufes auch die Quellen einzuschließen hat:

§1. (1) Die Erhebung des Wasserkreislaufes hat sich auf das Oberflächenwasser, das unterirdische Wasser einschließlich der **Quellen**, den Niederschlag, die Verdunstung und die Feststoffe in den Gewässern hinsichtlich Verteilung nach Menge und Dauer, die Temperatur von Luft und Wasser, die Eisbildung in den Gewässern und im Hochgebirge **sowie auf die den Wasserkreislauf beeinflussenden oder durch ihn ausgelösten Nebenerscheinungen** zu beziehen.

Abgeleitet aus diesem Absatz wurde beschlossen an den laut Hydrographiegesetz zu verordnenden Quellmessstellen die Schüttung, die Wassertemperatur und, als weitere durch den Wasserkreislauf ausgelöste Nebenerscheinungen, die elektrische Leitfähigkeit und die Trübung zu erfassen.

Quellschüttung und Wassertemperatur standen als klassische hydrographische Parameter natürlich außer Frage. Die Leitfähigkeit repräsentiert die Gesamtmineralisation des Wassers, ist messtechnisch einfach zu erfassen und erlaubt zusammen mit der Ganglinie der Schüttung weit reichende Aussagen über die unterirdische Passage des Quellwassers. Die Trübung ist die feinste Fraktion der Schwebstoffe am Ursprung des Oberflächengerinnes und stellt daher einen wichtigen, aber messtechnisch schwer zu erfassenden Parameter dar. Andere Parameter wie der pH-Wert, Sauerstoffgehalt oder gelöster Kohlenstoff wären zwar für bestimmte Fragestellungen interessant, waren aber aufwandmäßig im Rahmen der Beobachtung durch den Hydrographischen Dienst nicht zu realisieren.

Eine Sichtung der in einigen Bundesländern bereits vorhandenen Quelldaten und laufenden Messprogrammen zeigte sehr unterschiedliche Ansätze, eine einheitliche Neukonzeption war notwendig. Ein mustergültiges Quellprogramm hatte Dr. Ernst Fabiani in der Steiermark eingerichtet. Die Quellen waren mit ausgeklügelten hölzernen Messwehren versehen (siehe

Abb. 2), wurden von lokalen Beobachtern betreut, die tägliche Messungen durchführten und die Ergebnisse wöchentlich nach Graz schickten. Dieses System war aber nicht österreichweit anwendbar, weil es allorts schwieriger wurde entsprechende Beobachter zu finden, noch dazu entspringen Quellen meist fernab von Siedlungen in schwer zugänglichem Gelände. In Tirol wurden vom Hydrographischen Dienst Messtouren durchgeführt, bei denen die Quellschüttung mit der Salzverdünnungsmethode ermittelt wurde, in Oberösterreich und Salzburg waren an einigen großen Quellen Pegel errichtet worden, die im Messnetz der Oberflächengewässer geführt wurden.



*Abbildung 2: Messwehr Schwabeltalquelle (Steiermark)*

Anfang der 90er Jahre kam der Markt der elektronischen Messsonden und Datensammler in Bewegung. Es war eine logische Konsequenz die neu zu konzipierenden Messstellen mit dieser Technik auszustatten, auch wenn noch einiges an Entwicklung und Lehrgeld zu zahlen war. Die Daten sollten als Viertelstundenwerte gespeichert werden, was bei vier Parametern pro Messstelle ein ansehnliches Datenvolumen bedeutete, das bearbeitet und verwaltet werden musste.



An den Quellen sollten möglichst viele Informationen über das jeweilige Einzugsgebiet, das Speicherverhalten des zugehörigen Aquifers, die Reaktionen auf Niederschlagsereignisse und Schneeschmelze gewonnen werden, um in der Erhebung des Wasserkreislaufes die Lücke zwischen den versickernden Niederschlagswässern und dem Ursprung der Oberflächengewässer zu schließen.

## **4 Auswahlkriterien**

Quellen entspringen naturgemäß am Beginn eines Gerinnes, oft in sehr entlegener Lage, was für die Betreuung beträchtlichen Zeitaufwand bedeutet. Die Realisierung des Messnetzes musste also auf die personellen und finanziellen Möglichkeiten des Hydrographischen Dienstes abgestimmt werden. Im Hydrographiegesetz in der Fassung vom 1. Oktober 1997 wurden schließlich 165 Quellmessstellen für das gesamte Bundesgebiet vorgesehen. Den einzelnen Fluss- und Teilflussgebieten wurden bestimmte Kontingente an Quellmessstellen zugeordnet. Die Auswahl der einzelnen Quellen erfolgte in Absprache mit den hydrographischen Landesdiensten oder wurde von diesen vorgeschlagen.

Die Gesichtspunkte, nach denen die Quellen ausgewählt wurden, waren mannigfaltig:

- Technische Realisierbarkeit, Zugänglichkeit
- Geologie
- Abflussregime
- Größenordnung
- Regionale Überlegungen
- Geographische Einheiten
- Kultur-, Naturdenkmäler
- Wassergütererhebungsverordnung (WGEV)
- Vieljährige oder historische Aufzeichnungen
- Wirtschaftliches oder/und öffentliches Interesse
- Voruntersuchungen aus wissenschaftlichen Projekten

Die größte Dichte an bedeutenden Quellen ist naturgemäß in den Karstgebieten gegeben, zumal etwa in den Nördlichen Kalkalpen auch noch besonders hohe Niederschläge zu verzeichnen sind. Es sollten aber Quellen aus allen geographischen und geologischen Einheiten erfasst werden, so dass von Anfang an versucht wurde auch Quellen aus nicht verkarsungsfähigen Gesteinen und Porengrundwasserkörpern in das Messnetz aufzunehmen, um ein möglichst flächendeckendes Netz zu erreichen.

## **5 Arbeitsgruppe Quellen**

Die Finanzierung des Quellmessnetzes musste aus dem laufenden Budget des Hydrographischen Dienstes gedeckt werden, es standen keine zusätzlichen Mittel zur Verfügung. Das bedeutete einen langsamen schrittweisen Ausbau, was wiederum den Vorteil hatte, dass Erfahrungen gesammelt und laufend in den weiteren Messstellenbau eingebracht werden konnten.

Ein weiteres Problem war das enge Personalkorsett der hydrographischen Landesdienste. Die Arbeit musste von Bediensteten zusätzlich übernommen werden, die mit der Betreuung der Grundwassermessnetze und anderen Aufgaben voll ausgelastet waren. Messstellenbau, die neuen Parameter, neue Messsonden und Datensammler und das Datenmanagement stellten an diese Leute große Anforderungen, ihre Leistungen können nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Da wir eben alle Neuland betraten, war es ein Gebot der Stunde eine „Arbeitsgruppe Quellbeobachtung“ zu gründen. Die Arbeitsgruppe war offen für alle mit der Quellbeobachtung betrauten Bediensteten aus den hydrographischen Landesdiensten und hielt anfangs jährlich Sitzungen ab. Nunmehr finden diese in zweijährlichen Abständen statt. Sie gliedern sich jeweils in einen allgemeinen Teil, in dem Fragen betreffend die Vollziehung der Hydrographiegesetz-Verordnung, des Datenmanagements und Erfahrungen mit den Messsystemen besprochen werden und in einen fachlichen Teil, in dem Gastreferenten über spezifische Themen sprechen. Diese Themen sind immer ortsbezogen, so dass sie dann im Gelände nachvollzogen und diskutiert werden können.

1994 fand die konstituierende Sitzung in Wien statt, es wurden die Auswahlkriterien und die Ausstattung der Quellmessstellen festgelegt.

1995 wurde die Sitzung in Neuberg an der Mürz mit dem Generalthema „Bau von Messwehren“ abgehalten. Im Zuge einer Exkursion konnten Anlagen der Wiener Wasserwerke rund um die Siebenquellen besichtigt werden und Dr. Ernst Fabiani, Leiter der Hydrographie Steiermark, zeigte Messstellen seines Quellprogrammes.

1996 entschloss man sich die Sitzung im Vorfeld eines ÖWAV Seminares über Quellbeobachtung in Kufstein durchzuführen. Eine Exkursion rund um das Kaisergebirge wurde hydrologisch von Dr. Gerhard Völkl und geologisch von Univ. Prof. Dr. Brandtner geführt.

1997 war die Sitzung in Hallstatt bei der die Karstquellen Hirschbrunn und Waldbach Ursprung besichtigt wurden. Den fachlichen Schwerpunkt „Quellaustritte am Grund von Seen und Flüssen“ deckte der Tauchschul-Betreiber Gerhard Zauner ab, der nicht nur einen mitreißenden Vortrag hielt, sondern die Teilnehmer zu einem für alle wohl unvergesslichen Schnuppertauchgang zu den Quellen am Grund des Ödensees einlud.

1998 traf sich die Arbeitsgruppe in Saalfelden zum Thema „Trennung der Komponenten Karst- und Porengrundwasser in Quellen“. Referenten waren Dr. Forstinger vom Büro Furlinger und Dr. Hermann Stadler vom Joanneum. Besucht wurde die Friedlbrunn Quelle als reiner Grundwasserauftrieb, Quellen bei Diesbach in denen Grund- und Karstwasser austritt und der Höhlenbach im Lamprechtsofen. Im Anschluss an die Tagung wurde noch eine Tour in die Leoganger Steinberge unternommen. Dabei wurde nach einer Übernachtung auf der Passauerhütte der oberste bekannte Einstieg in das Höhlensystem des Lamprechtsofen in 2300 m Seehöhe besucht, und anschließend an der Oberfläche, in etwa dem Verlauf der mit 1650 m tiefsten Höhle der Welt folgend, bis ins Tal abgestiegen.

2000 fand die Sitzung in Bad Eisenkappl, der südlichsten Gemeinde Österreichs statt. Fachlich befassten sich die Teilnehmer mit der elektrischen Leitfähigkeit. Univ. Prof. Dr. Spötl berichtete Forschungsergebnisse über das Tropfsteinwachstum im unterirdischen Feldlabor in den Hochobir Tropfsteinhöhlen und Dr. Poltnig vom Joanneum referierte über seine karsthydrologischen Untersuchungen im Hochobir und die Sauerbrunnen im Raum Bad Vellach.

Die Exkursion führte in die Höhlen und zu diesen Sauerbrunnen.



*Abbildung 3: Teilnehmer Quellarbeitsgruppe 2004 in Maria Waldrast*

2002 wurde Wildalpen als Tagungsort auserkoren. Diesmal gab es im Anschluss an die Sitzung eine ganztägige Vortragsveranstaltung, in deren Rahmen die hydrographischen

Landesdienste ihre Arbeiten präsentierten und verschiedene Fachleute Beiträge lieferten. Dr. Stadler führte zu ausgewählten Messstellen und Einrichtungen der Wiener Wasserwerke.

2004 traf sich die Arbeitsgruppe zu hydrographischen Exerzitien im Kloster Maria Waldrast am Brenner. Als fachlicher Schwerpunkt wurde von Dr. Völkl über Markierungsversuche referiert. Eine Exkursion führte in den Bettelwurfstollen, einer der eindruckvollsten Wasserfassungen Österreichs, wo 900 m tief im Berg große Mengen Karstwasser angefahren wurden.

Die Palette der Themen, die den Mitarbeitern aus den hydrographischen Landesdiensten in diesen 10 Jahren eindrücklich geboten wurde, kann sich also sehen lassen. Die Teilnehmer an der Arbeitsgruppe waren stets mit großem Eifer und Interesse bei der Sache und konnten im Laufe der Zeit ein fundiertes Fachwissen aufbauen. Besonders wertvoll waren auch der Erfahrungsaustausch, der bei den Sitzungen stets im Vordergrund stand und die guten persönlichen Kontakte, welche die Sachbearbeiter aus den einzelnen Bundesländern untereinander aufbauten, so dass vor allem Probleme technischer Art oft im direkten persönlichen Kontakt gelöst werden konnten.

## **6 Das Ergebnis**

Von den im Gesetz vorgesehenen 165 Quellmessstellen sind mit Stand Oktober 2005 bereits 85 realisiert – und das ohne zusätzliche Budgetmittel und ohne zusätzliches Personal. Das Messnetz wächst kontinuierlich und wird laufend verbessert. Anfängliche Schwierigkeiten beim Messstellenbau, mit den Messsystemen und bei der Datenbearbeitung wurden mit viel persönlichem Einsatz überwunden, eigene Software wurde entwickelt um die Bearbeitung der Daten zu erleichtern und zu verbessern.

Die Ganglinien der erfassten Parameter sind wahre Fingerabdrücke der Quellen. Das geschulte Auge erkennt die Quellen meist auf Anhieb. Da gibt es Quellen, die bislang als Karstquellen angesehen wurden und nun als Porengrundwasseraustritte entlarvt wurden, oder Kluftquellen aus Granit, deren relativ hohe Leitfähigkeit aber verrät, dass die Klüfte wahrscheinlich mit Marmor ausgefüllt sind, wir es also doch mit einer Karsterscheinung zu tun haben. Wenn eine mit großem Aufwand zur Wasserversorgung gefasste Quelle beim Einsetzen starker Niederschläge plötzlich hohe Trübungswerte zeigt, die nach einigen Stunden mit dem Ansteigen der Schüttung aber verschwinden, dann wird man die Ursache nicht im weiten Einzugsgebiet suchen müssen, dann haben wohl die Bagger beim Quelfassen etwas zu viel gewühlt. Viele solche leicht abzulesende Erkenntnisse sind von ausschlaggebender Bedeutung, wenn es um sinnvolle Maßnahmen zum Schutz unseres Trinkwassers geht.

Daneben gibt es noch viele Phänomene für die uns derzeit noch eine Erklärung fehlt, gerade das macht die Arbeit mit den Quellen so spannend. Wissenschaft und Gutachter sind aufgerufen sich dieses Datenschatzes zu bedienen.

### ***Anschrift des Verfassers***

Dr. Gerhard Völkl

Klausengasse 24

2331 Vösendorf

email: [gerhard.voelkl@aon.at](mailto:gerhard.voelkl@aon.at)

# Die Windener Quelle

Werner Szivatz und Hubert Maschler

## 1 Lage

Die Windener Quelle liegt am Nordosthang des Leithagebirges, welches das Neusiedlerseebecken im Nordwesten begrenzt. Dieses Gebiet weist geringe Jahresniederschläge und hohe Verdunstungsraten auf, wie dies in weiten Bereichen Ostösterreichs der Fall ist und sehr häufig das Problem geringer Grundwasserneubildungsraten ergibt.

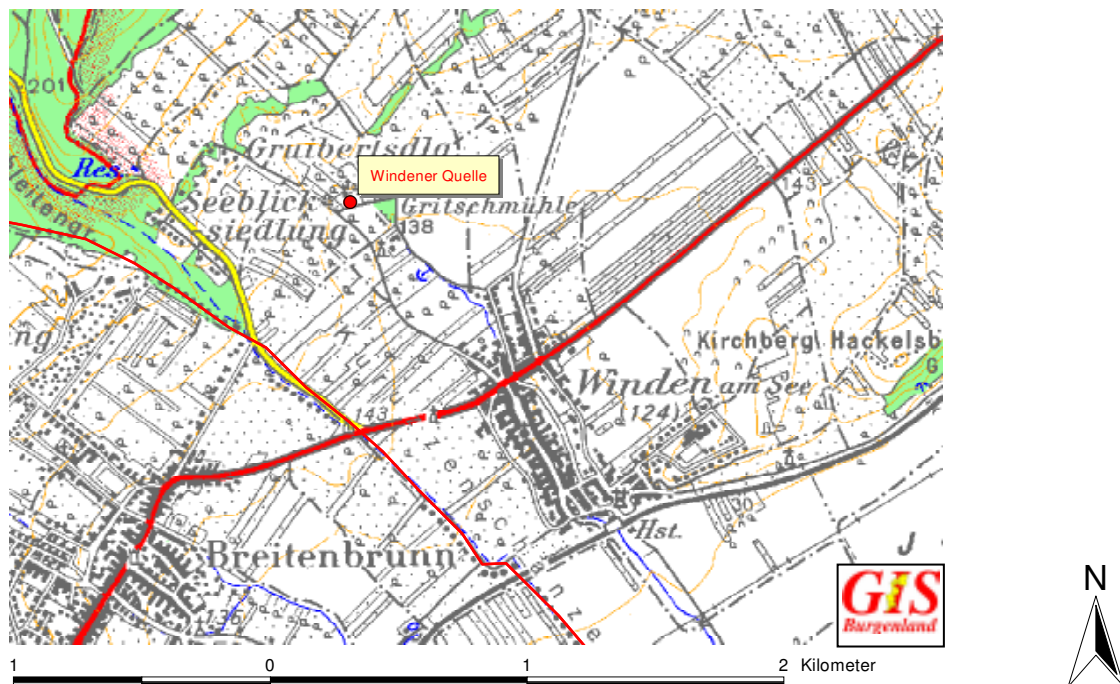


Abbildung 1: Übersichtslageplan

## 2 Nutzung

Die Quelle wurde im Auftrag einer ARGE für die Planung und den Bau der Gruppenwasserversorgung Nördliches Burgenland, dem Vorgänger des Wasserleitungsverbandes Nördliches Burgenland, gefasst und speist in dessen Versorgungsnetz ein. Ursprünglich war geplant, drei aufsteigende Quellen, „Waller“ genannt, zusammenzufassen. Man rechnete mit einer Gesamtschüttung von ca. 50 l/s. Gemeinsam gefasst wurden aber nur zwei Grundwasseraustritte in einer räumlichen Entfernung von ca. 30 m, auf die Einbindung der dritten Quelle ungefähr 400 m in südöstlicher Richtung wurde verzichtet. Der Schüttungsbereich der gefassten Quellen im Beobachtungszeitraum betrug lediglich 9 – 17 l/s.

Im Einzugsgebiet der Quelle wurde ein großflächiges Grundwasserschutz- und -schongebiet eingerichtet.





Abbildung 2: Betriebsgebäude



Abbildung 3: Quellspalte und Drucksonde

### 3 Geologie

Das Kristallin des Leithagebirges ist von Sedimenten des Badenischen Meeres umsäumt, dem sogenannten Leithakalk. Daneben kommen auch noch Schotter, Sande, Sandstein, Tonmergel und Konglomerate vor.

### 4 Messeinrichtungen

Mit kontinuierlichen Messungen wurde im Jahr 1999 begonnen. Die Messeinrichtungen stammen von der Firma Logotronic. Im Quellaustritt erfolgt die Messung des Wasserstandes mittels Drucksonde, zur Kontrolle wurde ein Lattenpegel angebracht. Die Schüttung wird mittels eines Dreieckswehrs ermittelt. Weiters werden die Leitfähigkeit und die Wassertemperatur über eine weitere Sonde im Quellbecken erhoben. Die Trübungssonde wurde gesondert im Ablauf positioniert. Sie verfügt über einen eigenen Zulauf direkt vom Quellbecken. Die Energieversorgung erfolgt über das örtliche Stromnetz.



Abbildung 4: Geräteanordnung am Quellaustritt



Abbildung 5: Lattenpegel und Leitfähigkeitssonde



Abbildung 6: Trübungssonde



Abbildung 7: Vorfluter (Windener Bach)

## 5 Messergebnisse

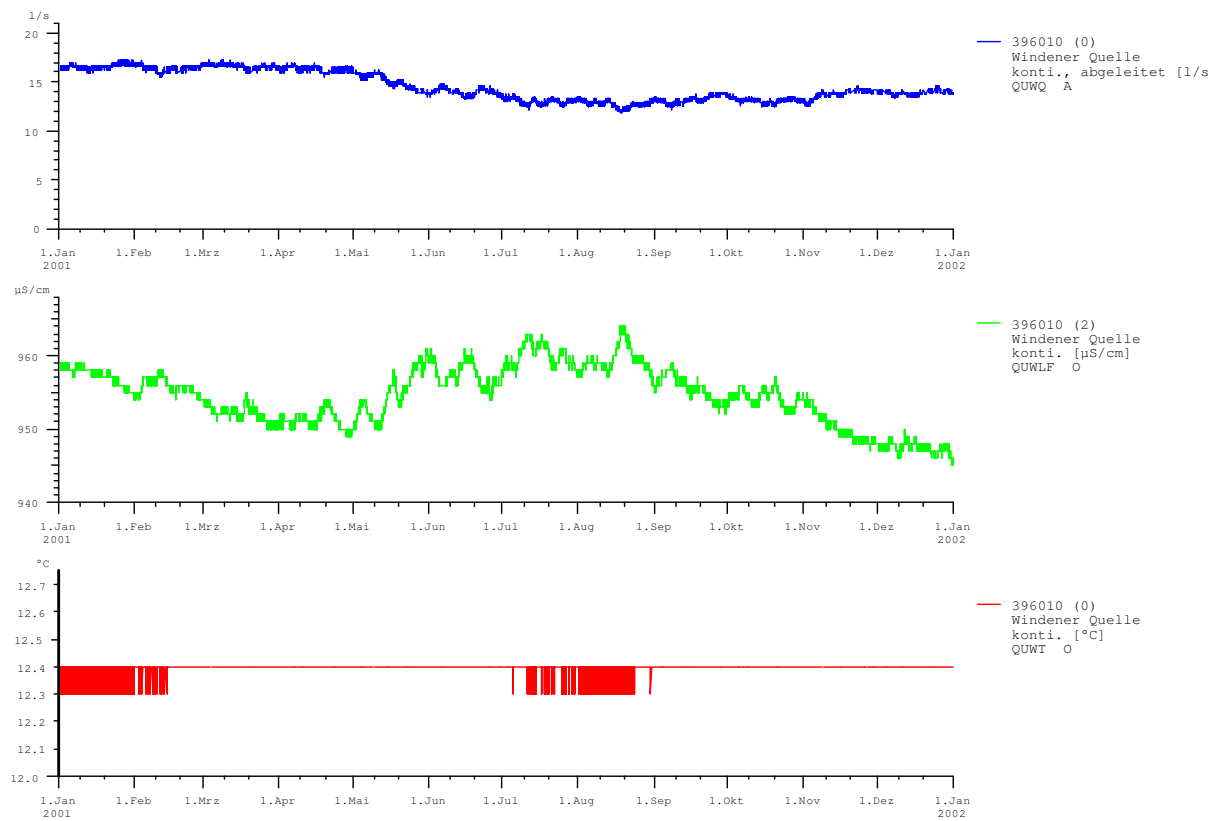
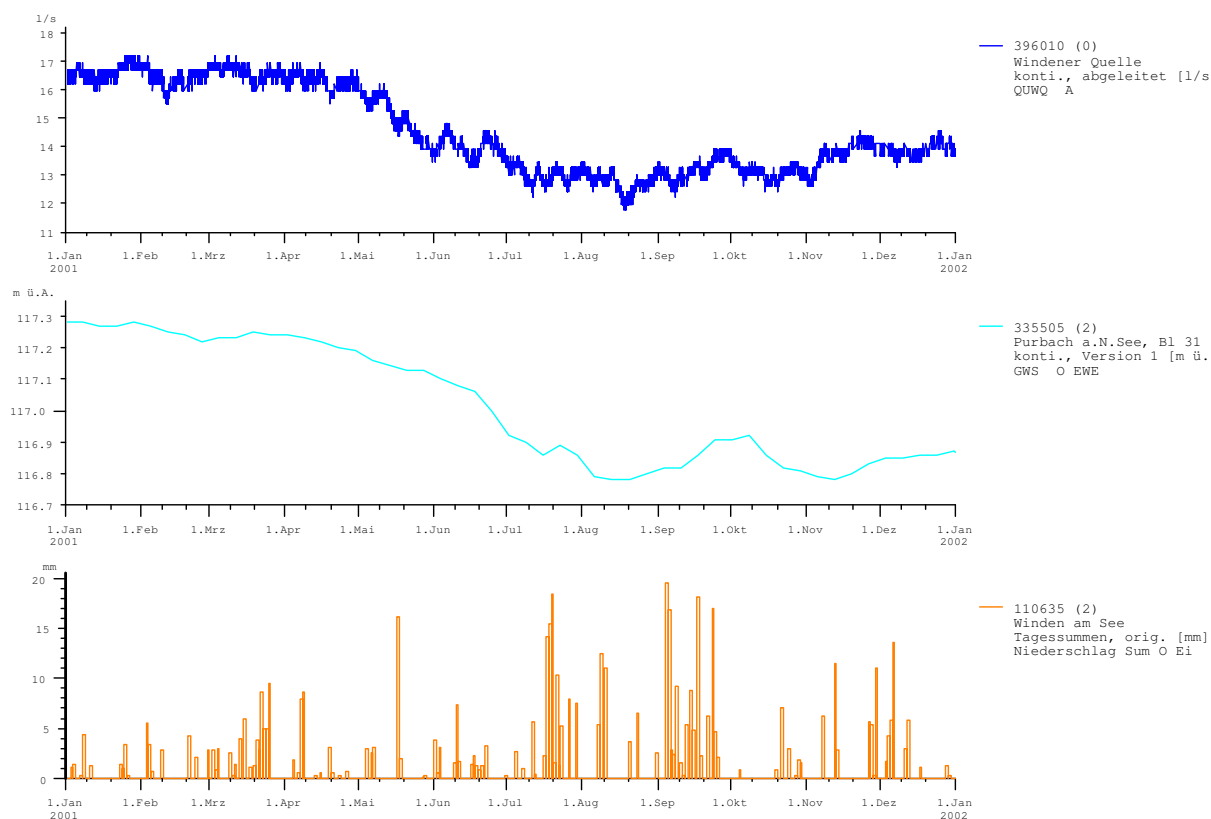


Abbildung 8: Jahresganglinien Windener Quelle 2001  
(Schüttung, Leitfähigkeit und Temperatur)





*Abbildung 9: Jahresganglinien 2001: Schüttung Windener Quelle, Grundwasserstand Purbach, Bl. 31 und Niederschlag (Tagessummen) in Winden am See*

Abbildung 9 zeigt, dass sommerliche Niederschläge nur einen geringen Einfluss auf die Höhe der Quellschüttung haben.

## **6 Literatur**

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT (Hrsg.), 2000: Geologie des Burgenlandes.

BURGENLÄNDISCHE LANDESREGIERUNG (Hrsg.): Allgemeine Landestopographie des Burgenlandes.

## ***Anschrift der Verfasser***

Werner Szivatz, Hubert Maschler

Amt der Burgenländischen Landesregierung

Abteilung 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft

Hydrographischer Dienst

Landhaus – Neu, Europaplatz 1

7000 Eisenstadt

email: werner@hydro-bgld.at, hubert@hydro-bgld.at

# Der Dobratsch

Mario Jauffer

## 1 Geologie

Der Dobratsch liegt am östlichen Ende der Gailtaler Alpen. Er stellt sich dort als abgesetzter Bergstock dar.

Schon im Jahre 1901 wurde der Dobratsch zum ersten Mal stratigraphisch von G. Geyer erfasst. Diese Aufnahme ist größtenteils bis heute gültig.

### 1.1 Kristallin

Gailtalkristallin kommt im Dobratschgebiet nur im äußersten Westen des Gebirgstocks vor.

### 1.2 Karbon

Dieses fällt gegen Osten unter die Gesteine des Dobratsch ein. Das Nötscher Karbon baut sich aus Tonschiefern, Konglomeraten und Sandsteinen auf.

### 1.3 Permoshythsandstein

Dabei handelt es sich meistens um rote Sandsteine, die auch manchmal Quarz enthalten. An der Westseite des Dobratsch finden sich schöne Aufschlüsse, wie im „Roten Graben“.

### 1.4 Werfener Schichten

Sie bilden die Basis der Dobratschtrias und durchziehen diese in westlicher Richtung. Sie setzten sich lt. W. Nachtmann (1975) hauptsächlich aus sandigen Mergeln, Ton und Sandsteinen zusammen. Die Mächtigkeit der Werfener Schichten kann bis zu 100 m betragen.

### 1.5 Alpiner Muschelkalk

An der West- und Südwestseite des Dobratschmassivs kommen diese am Fuß des Kilzerbergs und Schloßbergs vor.

### 1.6 Wettersteinkalke, Wettersteindolomite und Riffkalke

Das Vorkommen der Wettersteinkalke ist im Dobratschgebiet dominierend. Es nimmt auch den flächenmäßig größten Teil der Dobratschtrias ein.

Wettersteinkalke und Wettersteindolomite erreichen im Bereich des Dobratsch Mächtigkeiten von bis zu 700 m.

### 1.7 Raibler Schichten

Die ältesten Schichtglieder der Obertrias sind durch die Raibler Schichten vertreten. Diese bestehen lt. N. Anderle (1950) im Dobratschgebiet aus schwarzen, tonigen Schiefern oder Kalkmergeln, fossilreichen Kalken und Brekzien, stellenweise aus Rauhwackenhorizonten und roten Kalken.



## 2 Quellgruppen

Von Dr. G. Vökl liegt eine Quellkartierung aus dem Jahr 1970 vor (siehe Abb. 3 und Tab. 1).

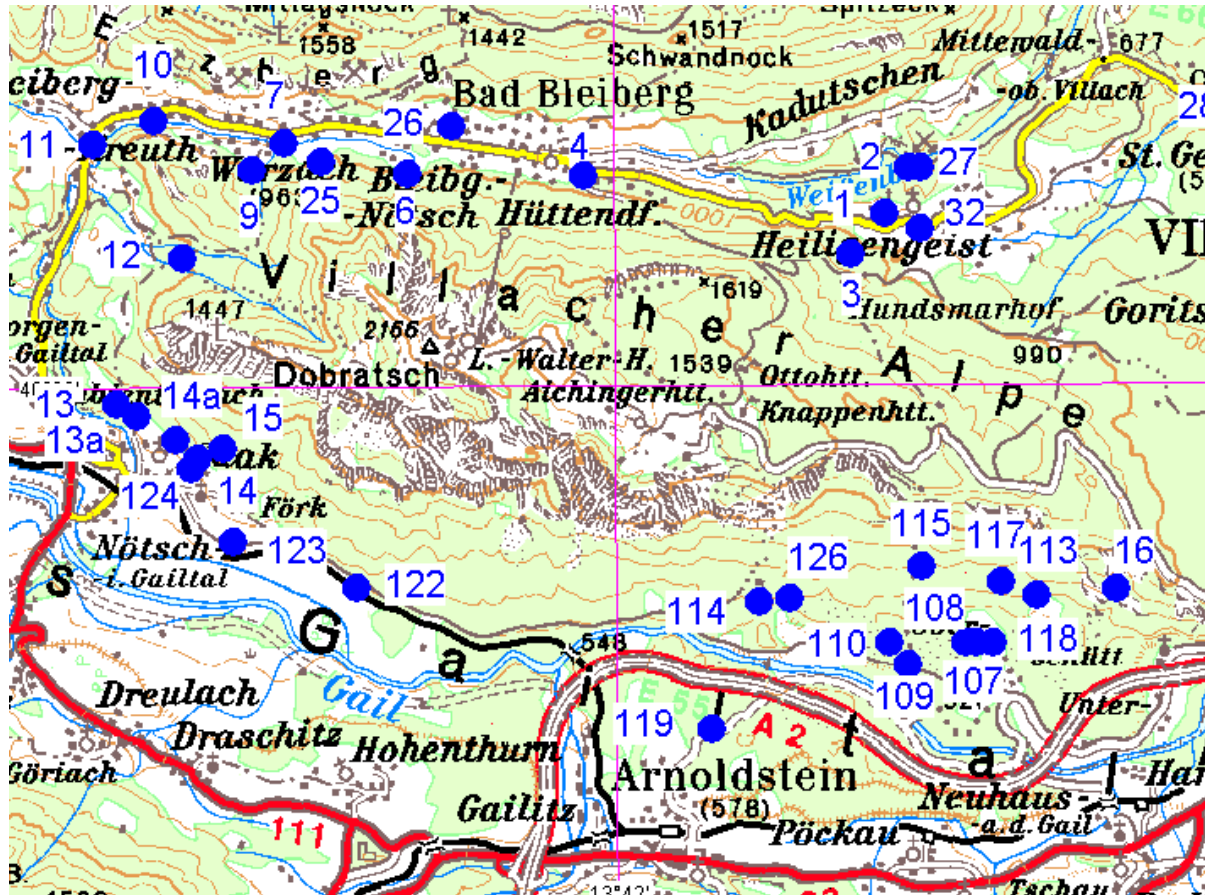


Abbildung 3: Quellaufnahme G. Vökl 1970

Tabelle 1: Beobachtung Villacher Alpe 1970 bis 1976, Beobachtungsstellen und Schüttung

Nr.	Quellname	Schüttung [l/s]		Nr.	Quellname	Schüttung [l/s]	
		von	bis			von	bis
1	Sebo Quelle	0,5	3,0	20b	Zillerbad Quell	0,2	30,0
2	Heiligengeister Quelle	0,5	5,0	21	Maibachl	0	50,0
3	Brunntratten Quelle	0,1	1,0	21a	Hungerbachl	0	10,0
4	WV Oberhüttendorf	0,01	0,2	22	Möltbacher Stollenquelle	8,0	30,0
5	Weißbach	0,1	10,0	23	Thomas Quelle	70,0	400
6	Nötschbach Quelle	10,0	900	24	Union Quelle	250,0	400
7	Leininger Quelle	2,0	30,0	25	Therme Bergbau 12. Lauf	15,0	18,0
8	Landfraß Quelle	0,3	1,0	26	Stefanie Mischquelle 5. Lauf	0,5	15,0
9	Torgrabenbach	1,5	15,0	27	Heiligengeister Unterbau	0,8	70,0
10	WV Mittelkreuth	0,3	3,0	27a	Heiligengeister Hauptunterbau	1,0	70,0
11	Walker Quelle (WV Kreuth-West)	0,5	2,5	28	Burger Quelle	6,0	10,0
12	Lärchbach	10,0	20,0	29	Bairischer Brunn	0,03	0,3
13	Gipsbachl	0,5	10,0	30	Kaltenbrunn Quelle	0,02	0,3
13a	Quelle d. WG. Nötsch	0,8	3,5	31	Maiererei Quelle Heiligengeist	0,4	2,1
14	Wotin Quelle	0,6	4,0	32	Hundsmaierhof Quelle	0,01	0,05
14a	Quelle d. Saaker WL	1,2	10,2	42	Dürrnock Quelle	1,6	2,0
15	Quelle d. Förker WL	2,0	15,0	43	Langenwand Quelle	3,0	4,0
16	Tonichmühlen Quelle	10,0	20,0	44	Messner Quelle	30,0	60,0
17	Pichlermühlen Quelle	2,0	10,0	45	Quelle bei Säge Stadelbach	0,2	5,0
18	Kaltbach	0	300	46	Trattenjörg Quelle	0,6	15,0
19	Tschammer Quelle	0,4	7,0	48	Quellber. Töplitsch, südl. d. Gattersäge	4,0	100
20	Freibad Quelle	0,1	40,0	49	Petschar Quelle	15,0	15,0
20a	Hallenbad Quelle	15,0	50,0	49a	Ponholzer Quelle	10,0	15,0

Nr.	Quellname	Schüttung [l/s]		Nr.	Quellname	Schüttung [l/s]	
		von	bis			von	bis
50	WV Oberschütt	0,3	10,0	115	Gipserbachl Oberschütt	2,0	9,0
101	Brunnstube Unterfederaun	1,0	2,0	116	Felsenquelle Tombatz	0,2	0,2
102	Quelle östl. d. Pichlermühlenquelle	0,3	2,0	117	Kugi Quelle	0,3	1,0
103	Quelle östl. d. Pichlermühlenquelle	0,3	2,0	118	Hausquelle Tombatz	6,0	12,0
105	Quelle östl. d. Pichlermühlenquelle	3,0	3,0	119	Hubertus Quelle (Kaltes Bründl)	2,6	10,0
107	Wald Quelle Oberschütt	0,3	2,0	120	Gail-Fluß bei Schleuse		
108	Quelle Fischzucht Spendier			122	Johannisbrunnen	0,1	0,1
109	Fischteig Primig	1,5	5,0	123	Quelle westl. Kalkofen	2,3	2,3
110	Quelle südl. d. Rautwiese	0,5	5,0	124	Auslaufbrunnen westl. Suha	5,0	5,0
111	Ulbin Quelle	0	0,2	125	Schwarzbrunn Quelle	0,5	20,0
112	Kugiriesen Quelle	0,5	0,5	126	Quelle östliche Seewiese	0,1	3,0
113	Wainatzen Quelle	0,3	0,3	130	Franz-Joseph-Stollen Mundloch	11,0	20,0
114	Quelle westliche Seewiese	1,2	1,2				

## 2.1 Quellgruppe Lerchbach, Kilzerberg

Diese Gruppe liegt im Westen des Dobratschmassivs an der Basis des Kilzer- und Schlossbergs. Der größte Quellaustritt (Schüttung ca. 15 l/s) dort ist gefasst und dient zur Wasserversorgung einiger Häuser in Lerchbach.

## 2.2 Quellgruppe Wurzach:

Westlich von Wurzach bildet die Nordseite des Kilzerbergs das Einzugsgebiet für die dort austretenden Wässer. Dort gibt es jedoch keine bedeutenden freien Quellaustritte. Zwei kleine Quellen mit ca. 0,1 l/s Schüttung sind kaum von Interesse.

## 2.3 Karstquellen zwischen Wurzach und Bleiberg

Die mächtigen Wettersteinkalke an der Nordseite des Dobratsch zeigen starke Karsterscheinungen. Klüfte, Spalten und Höhlen bilden unterirdische Wasserwege. Die großen Wasseraustritte an der Nordseite sind demgemäß Karstquellen, wie z.B. die Leiningner Quellen, die Nötschbachquelle und die Kavalarquelle.

## 2.4 Quellgruppe um Bad Bleiberg

Diese Gruppe baut sich hauptsächlich aus kleinen, eher unbedeutenden Quelfassungen auf, die zur Wasserversorgung einzelner Häuser dienen. Keine der Quellen hat eine größere Schüttung als 0,1 l/s. Daher dürfte das zugehörige Einzugsgebiet sehr begrenzt sein.

## 2.5 Quellen in der Umgebung von Heiligengeist

Bei Heiligengeist, unterhalb der Bleiberger Landesstraße bauen sich die vorhandenen ebenen Flächen auf Schottern auf. Längs ihrer Sohlfläche treten Quellen aus, die einen Quellhorizont bilden. Es sind dies großflächige, versumpfte Austritte.

Südöstlich vom Hundsmarhof liegen einige kleine gefasste Quellaustritte, die kaum von Bedeutung sind. Sie werden hauptsächlich zur Wasserversorgung von Hütten herangezogen.

## 2.6 Quellen im östlichen Bereich des Dobratsch

Die beiden Quellen mit der größten Schüttung liegen in der Ortschaft Obere Fellach, am östlichen Abhang des Kalvarienberges. Es handelt sich dabei um die Thomasquelle und die Unionquelle. Beide sind im Besitz der Wasserwerke Villach und werden zur Wasserversorgung der Stadt verwendet.

Die Thomasquelle diente früher zum Betreiben von Mühlen. Die Schüttung dieser Quelle liegt zwischen 30 und 120 l/s. Die Unionquelle wurde 1966/67 über einem Tümpel von aufsteigendem Karstwasser gefasst. Ihre Schüttung liegt zwischen 200 l/s und 400 l/s.

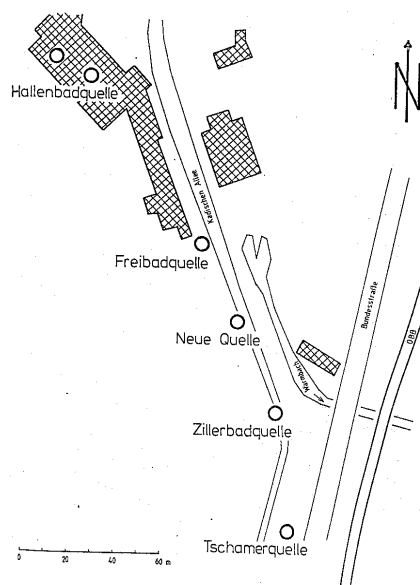
Obwohl die beiden Quellaustritte nebeneinander liegen, weist schon die Temperaturdifferenz von 1 °C auf ein unterschiedliches Einzugsgebiet hin. Starkregenereignisse wirken sich auf die Schüttung der Thomasquelle bereits nach 8 bis 10 Tagen aus, während dies bei der Unionquelle mitunter bis zu 3 Wochen dauern kann.

## 2.7 Großraum Villach

Gefasste Quellen in Warmbad Villach sind die Hallenbadquelle, die Freibadquelle, die Neue Quelle, die Zillerbadquelle und die Tschamerquelle. Am populärsten jedoch ist wohl das Maibachl, westlich von Warmbad Villach gelegen, welches bei einem Niederschlag ab etwa 50 bis 100 mm zu rinnen beginnt.

*Tabelle 2: Schüttungsverhalten und Temperatur der Thermalquellen Warmbad Villach (2004)*

Name	Qmax [l/s]	Qmin [l/s]	Temp. (Mittelwert) [°C]
Hallenbadquelle	83,11	23,89	29,40
Tschamerquelle	3,90	1,77	25,50
Neue Quelle	3,41	0,71	25,90
Zillerbadquelle	7,34	4,32	26,30
Freibadquelle	36,51	5,76	26,60



*Abbildung 4: Gefasste Thermalquellen in Warmbad Villach*

### **3 Hydrographische Quellmessstellen im Dobratschgebiet**

#### **3.1 Unionquelle**

Diese Karstquelle liegt an der Ostseite des Dobratsch, in der Ortschaft Obere Fellach und wird von den Wasserwerken Villach zur Wasserversorgung der Stadt Villach herangezogen. Sie ist seit 1996 im Beobachtungsnetz des HD Kärnten enthalten. Die von den Wasserwerken gemessenen Daten werden dem Hydrographischen Dienst übermittelt.



Datenüberblick Unionquelle

(1996-2003):

Mittlere Schüttung: 313 l/s

Mittlere Leitfähigkeit: 325  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Mittlere Temperatur: 8,4 °C

*Abbildung 5: Fassung der Union- und der Thomasquelle*

#### **3.2 Maibachl**

Das beliebte Maibachl mit dem etwa 28 Grad warmen Heilwasser – bereits von den Römern als Labsal genützt – ist eine Art „Ventil“. Nach entsprechenden Regenfällen sind die in den Tiefen des Dobratsch-Massivs liegenden unterirdischen Seen voll und laufen über.

Zur Registrierung von Temperatur und Leitfähigkeit dient eine Multiparametersonde direkt am Quellaustritt. Der Wasserstand wird mittels einer Drucksonde etwas unterhalb davon aufgezeichnet.



Datenüberblick Maibachl

(2003-2005):

Mittlere Schüttung: 120 l/s

Mittlere Leitfähigkeit: 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Mittlere Temperatur: 28,6 °C

*Abbildung 6: Maibachl*



### 3.3 Nötschbachquelle

Die Nötschbachquelle liegt an der Nordseite des Dobratsch in der Ortschaft Bad Bleiberg und dient dort zur Wasserversorgung der Gemeinde.

Die einzelnen Daten werden hier mittels Multiparametersonden auf elektronischen Datensammlern aufgezeichnet. Die Beobachtung durch den Hydrographischen Dienst Kärnten wurde im März 2005 aufgenommen.



Datenüberblick Nötschbachquelle  
(März – Juni 2005):

Mittlere Schüttung: 120 l/s

Mittlere Leitfähigkeit: 220  $\mu\text{S}/\text{cm}$

Mittlere Temperatur: 5,5  $^{\circ}\text{C}$

*Abbildung 6: Nötschbachquelle Bad Bleiberg*

## 4 Literatur und Quellen

BEV, 1999: ÖK 100

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT JOANNEUM (Hrsg.), 1985: Karstwasserreserven der Villacher Alpe.

VÖLKL, G., 1976: Villacher Alpe, unveröffentlichte Studie des Speläologischen Institutes.

### ***Anschrift des Verfassers***

Dipl.-Ing.(FH) Mario Jaufer

Amt der Kärntner Landesregierung

Abteilung 18 – Wasserwirtschaft

Unterabteilung 18 - Hydrographie

Völkermarkter Ring 29/IV

9021 Klagenfurt

email: mario.jaufer@ktn.gv.at



# **Die Große Mühlquelle**

Thomas Ehrendorfer und Kurt Luger

## ***Zusammenfassung***

Die Große Mühlquelle in den Niederösterreichischen Kalkalpen weist als Karstquelle hohe Schüttungsschwankungen zwischen etwa 20 l/s und 3000 l/s auf, wobei die Maximalschüttungen zur Zeit der Schneeschmelze auftreten. Der Trockenwetterabfluss im Sommer und Herbst liegt bei etwa 100 – 200 l/s. Intensive Regenereignisse und Niederschlagsperioden während des Sommers und Herbstes bewirken kurzfristige starke Schüttungsspitzen bis 1000 l/s und mehr. Die Mindestschüttungen von wenigen Zehnerlitern pro Sekunde treten gegen Ende des Winters (März) auf. Hydrochemische Untersuchungen und Markierungsversuche (Hacker und Spendlingwimmer, 1989) konnten zeigen, dass das Einzugsgebiet der Großen Mühlquelle im Bereich des Nestelberges und Nestelberggrabens (Bachschwinden) liegt, und dass die mittlere unterirdische Verweilzeit etwa 1 bis 2,5 Jahre beträgt.

## ***1 Lage und Geologisch-Tektonischer Rahmen***

Die Große Mühlquelle liegt in den niederösterreichischen Kalkalpen, ca. 5200 m nördlich des Ötscher (1893 m), am Westfuß des Nestelberges (1057 m) im Nestelberggraben. Dieser ist ein von Süden nach Norden verlaufender Zubringer der Erlauf (siehe Abb. 1).

Der schluchtartige Quellaustritt liegt auf 540 m über Adria, an der östlichen Talflanke und etwa fünf Höhenmeter über der Talsohle (Abb. 2). Das Quellportal selbst liegt in den gebankten Kalken und Dolomiten der Gutenstein Formation, darüber liegen am Nestelberg die Karbonate der Reifling Formation und darüber die klastischen Sedimente der Lunz Formation.

In tektonischer Hinsicht liegt der Quellaustritt in der Lunzer Decke, die dem tektonisch tiefsten (nördlichsten) Deckensystem der Nördlichen Kalkalpen angehört. Der Ötscher selbst, dessen markanter Gipfelaufbau aus gebanktem Dachsteinkalk aufgebaut ist, wird bereits dem nächsthöheren tektonischen Stockwerk (Ötscher Decke, „Tirolikum“) zugeordnet. Die Deckengrenze zwischen Lunzer Decke und Ötscher Decke verläuft am Nordfuß des Ötschergipfelaufbaues, etwa entlang der Verbindungslinie Lackenhof – Trübenbach (Oberhaußer, 1980; Geologische Karte von Niederösterreich 2002).



Abbildung 1: Lage der Großen Mühlquelle im Nestelberggraben (ÖK50 – Blatt Nr. 72)



Abbildung 2: Quellaustritt der Großen Mühlquelle im Nestelberggraben

## **2 Hydrogeologische Untersuchungen und Tracerversuche**

Im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprojektes wurden im Zeitraum 1983 – 1987 die Karstwasservorkommen im Oberen Erlauftal eingehend untersucht (Hacker und Spendlingwimmer, 1989). Durch hydrogeologische Untersuchungen, hydrochemische und isotonenchemische Analysen, und insbesondere durch großzügig angelegte Markierungsversuche konnten grundlegende Erkenntnisse der unterirdischen Entwässerung des Oberen Erlauftals gewonnen werden. Die Große Mühlquelle war aufgrund ihrer großen Schüttung Teil des Untersuchungsprogrammes. Die zentralen Ergebnisse dieser Studie (Hacker und Spendlingwimmer, 1989), soweit sie die Mühlquelle betreffen, werden im folgenden kurz zusammengefasst.

Durch Markierungsversuche konnten Hacker und Spendlingwimmer (1989) nachweisen, dass die unterirdische Entwässerung des Ötschermassivs ausschließlich nach Norden (und untergeordnet auch nach Westen) erfolgt. Von der Einspeisestelle im Geldloch am Südabhang des Ötscher erfolgt der unterirdische Abfluss nach Norden, vermutlich deshalb, weil die Unterkante der gut verkarstungsfähigen Dachsteinkalke nach Norden geneigt ist. An der Nordgrenze der Ötscherdecke (Ötscherdeckenüberschiebung) werden die Karstwässer an den kaum wasserwegigen Werfener Schichten und am Haselgebirge, welche die Deckengrenze lithologisch markieren, als Überlaufquellen zum Austreten gezwungen (z. B. Wasserloch als Ursprung des Nestelbergbaches). Nach einer oberirdischen Fließstrecke im oberen Nestelberggraben, versinkt das Wasser des Nestelbergbaches (je nach Wasserführung teilweise oder auch zur Gänze) in mehreren Schwinden im mittleren Nestelberggraben (etwa bei der linksseitigen Einmündung des Notentales, Brückenkote 568). In der Großen Mühlquelle tritt ein Großteil dieses Wassers wieder zu Tage. Darüberhinaus zeigte die quantitative Auswertung der Markierungsversuche, dass in der Großen Mühlquelle auch noch eine zweite Wasserkomponente austritt, die nicht aus den Schwinden des mittleren Nestelberggrabens stammt.

Hacker und Spendlingwimmer (1989) geben die Schüttungsschwankung der Großen Mühlquelle zwischen ca. 40 – 50 l/s (Trockenwetterabfluss) und 2000 l/s an. Die Gesamthärte liegt im Mittel bei 10,5 °dH (max. 12,7 °dH, min. 7,3 °dH), die Wassertemperatur liegt im Mittel bei 6,75 °C (max. 7,4 °C, min. 5,7 °C). Das Wasser der Großen Mühlquelle wird als Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>-Typus beschrieben, welches einem Tiefenwassertypus entspricht, dessen Einzugsbereich über ein lokales Einzugsgebiet hinausreicht. Das Wasser der Großen Mühlquelle wies in den Jahren 1979 und 1984 Tritiumgehalte von 50 – 65 TE auf; daraus leiteten Hacker und Spendlingwimmer (1989) ab, dass die mittlere Verweilzeit im Untergrund etwa 1 bis 2,5 Jahre betragen dürfte, die maximale Verweilzeit wird mit 5 Jahren angegeben. Diese höheren Verweilzeiten sind nach Hacker und Spendlingwimmer durch einen komplexen Aufbau der



Einzugsgebiete bedingt. In diesem Zusammenhang wäre darauf hinzuweisen, dass das Quellwasser des Wasserloches (welches in gewissem Sinne als „Vorläufer“ des Quellwassers der Großen Mühlquelle angesehen werden kann), als  $\text{Ca-HCO}_3$ -Typ mit besonders geringer mittlerer Verweilzeit (1 Jahr, 35-50 TE) bezeichnet wird; die geringe Verweilzeit wird auf die hohe Verkarstung und dementsprechend gute Wasserwegigkeit des Dachsteinkalk im Ötschermassiv zurückgeführt.

Von 1978 bis 1983 wurden an der Großen Mühlquelle insgesamt vier  $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen vorgenommen, die zwischen -11,83 und -11,48 ‰ lagen; eine daraus folgende Abschätzung der mittleren Höhe des Einzugsgebietes nahmen Hacker und Spendlingwimmer jedoch nicht vor.

### 3 Messprogramm 1995 – 2005

Seit Jänner 1995 werden vom Hydrographischen Dienst Niederösterreich an der Großen Mühlquelle Schüttung, Leitfähigkeit und Wassertemperatur mittels kontinuierlich registrierender Datensammler gemessen (Abb. 3). Zusätzlich werden monatlich Kontrollmessungen durchgeführt. Datenlücken sind dennoch nicht völlig zu vermeiden, weil im Hochwasserfall immer wieder eine Beschädigung der Sonden erfolgen kann.

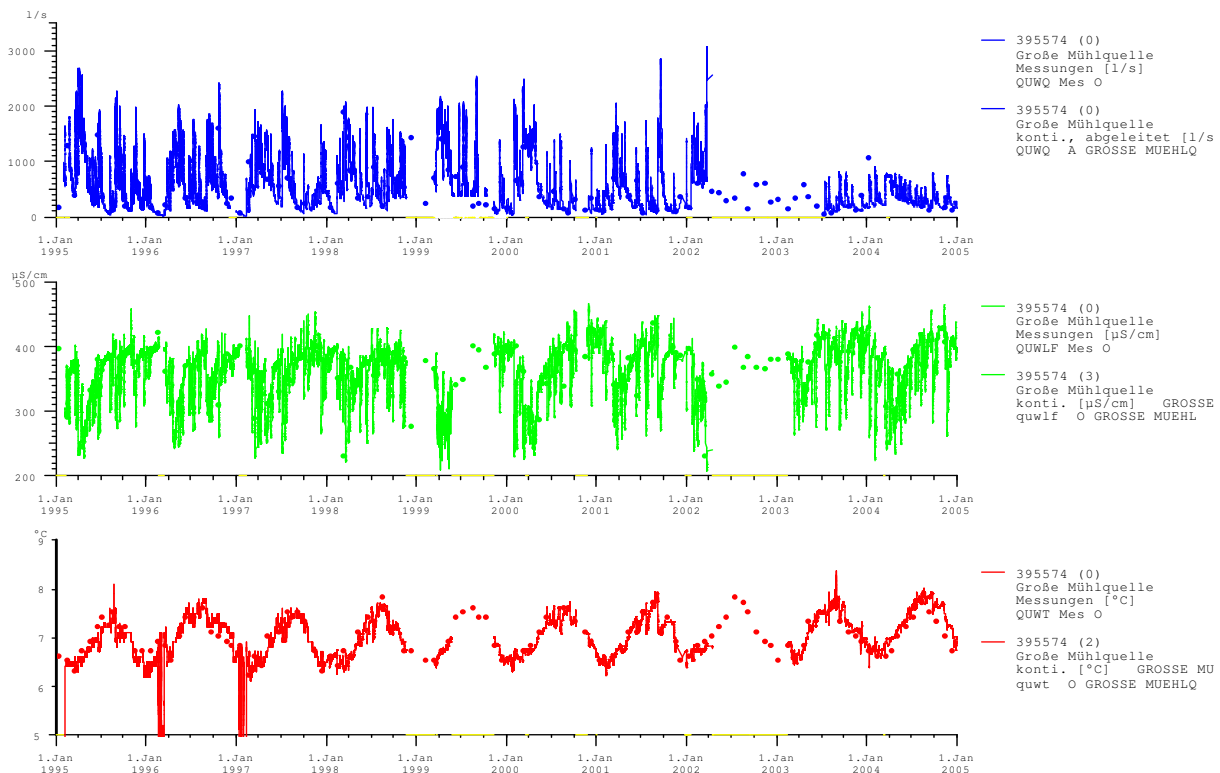


Abbildung 3: Die Ganglinien von Schüttung (blau), Leitfähigkeit (grün) und Temperatur (rot) der Großen Mühlquelle im Zeitraum 1995 - 2005

Im Beobachtungszeitraum (1995-2005) lag die Schüttung zwischen etwa 20 l/s und 3000 l/s (Abb. 3). Die Quellschüttung ist im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze am höchsten und geht im Sommer, Herbst und Winter markant zurück. Niederschlagsereignisse im Sommer und Herbst verursachen kurzzeitige Schüttungsspitzen. Die Leitfähigkeit variiert in Abhängigkeit von der Schüttung, wobei höhere Schüttungsmengen eine Verringerung der Leitfähigkeit (Verdünnungseffekt) verursachen. Die Temperatur des Quellwassers liegt zwischen etwa 6,2 und 8,0 °C und weist einen charakteristischen Jahresgang auf, wobei die höchsten Temperaturen von Juni bis September auftreten, und die niedrigsten von Jänner bis März.

Die Abhängigkeit der Quellschüttung von Schneeschmelze und Niederschlagsereignissen ist für das Jahr 2000 dargestellt (Abb. 4): der Schüttungsrückgang von 1500 l/s auf 200 l/s zwischen Ende April und Mitte Juni 2000 beginnt unmittelbar am Ende der Schneeschmelze. Der Basisabfluss im Zeitraum außerhalb der Schneeschmelze (Juni – Dezember 2000) liegt bei ca. 100 – 200 l/s. Auf einzelne Starkniederschlagsereignisse (50 mm Mitte Juni 2000) oder niederschlagsreiche Wochen (Anfang August 2000) reagiert die Große Mühlquelle praktisch sofort mit markanten und kurzzeitigen Schüttungsspitzen, wobei kurzzeitig 1000 l/s durchaus überschritten werden können.

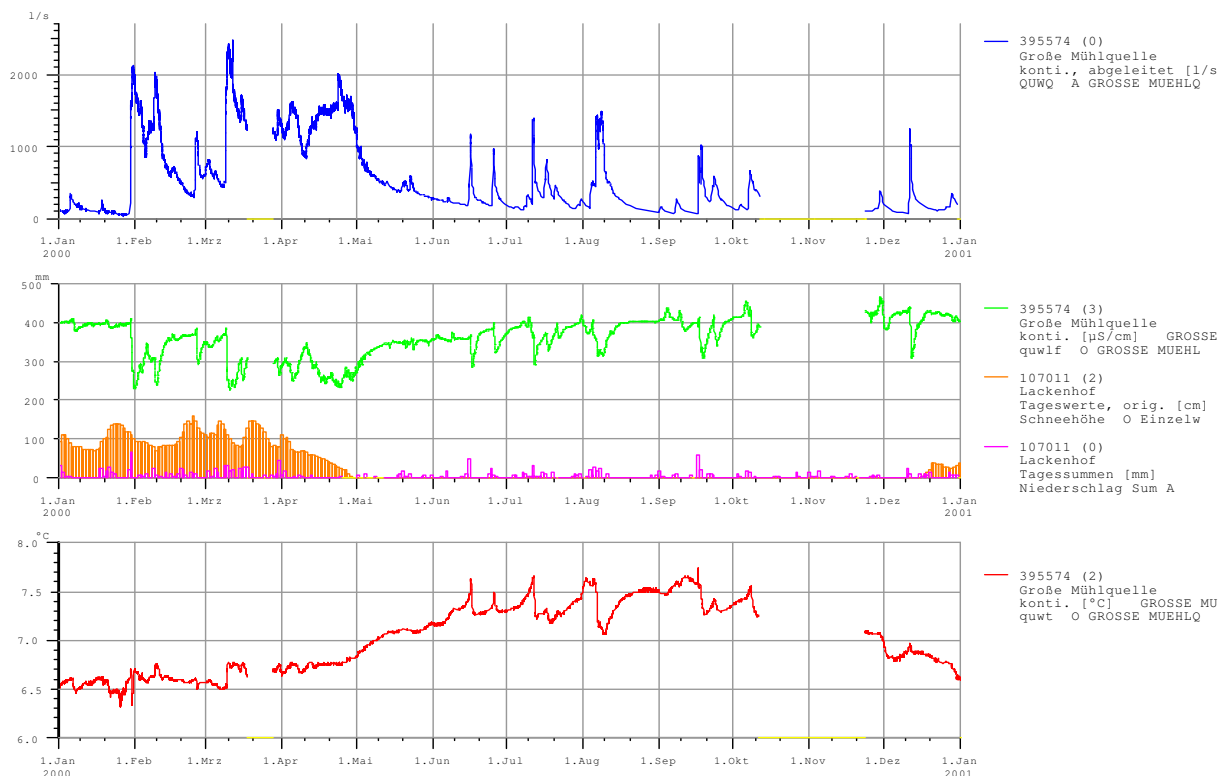


Abbildung 4: Die Ganglinien von Schüttung (blau), Leitfähigkeit (grün) und Temperatur (rot) der Großen Mühlquelle für das Jahr 2000. Die Schneehöhe und Niederschlagsverteilung (Tagessummen) der nahegelegenen Messstelle Lackenhof sind in der mittleren Grafik dargestellt.

Auffällig ist die gegenläufige Symmetrie der Ganglinien von Leitfähigkeit und Temperatur während der sommerlichen Schüttungsspitzen: während die Leitfähigkeit nach einem anfänglichen geringen Anstieg sehr rasch und markant zurückgeht, und die Rückkehr zu den Ausgangswerten mehrere Tage erfordert, so zeigt die Temperatur einen allmählichen Anstieg zu Beginn des Schüttungsanstieges und eine sehr abrupte Rückkehr zu den Ausgangswerten (Abb. 4 und Abb. 5).

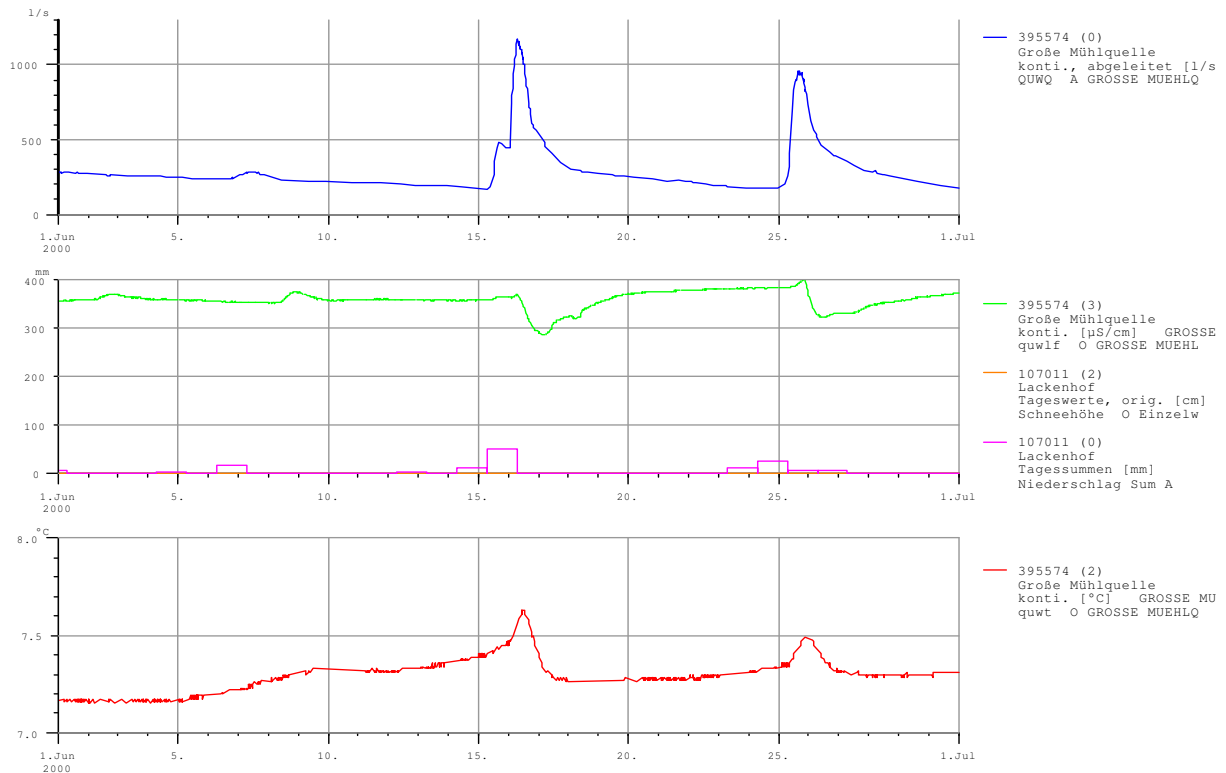


Abbildung 5: Die Ganglinien von Schüttung (blau), Leitfähigkeit (grün) und Temperatur (rot) der Großen Mühlquelle für Juni 2000, sowie Tagesniederschlagsmengen der Messstelle Lackenhof.

Der Einsatz von hochauflösenden Datensammlern (Messintervall 15 Minuten) erlaubt Detailanalysen des Verhaltens von Schüttung, Leitfähigkeit und Temperatur, wie exemplarisch für den Monat Juni 2000 dargestellt (Abb. 5). In Abhängigkeit von der Schüttungszunahme reagieren Leitfähigkeit und Temperatur sehr unterschiedlich. Der relativ geringe Schüttungsanstieg am 7. Juni 2000 bewirkt einen deutlichen Anstieg der Leitfähigkeit mit etwa 30 Stunden Verzögerung, und eine Rückkehr der Leitfähigkeit zu annähernd den Ausgangswerten innerhalb von etwa 24 Stunden.

Die wesentlich stärkeren Schüttungsanstiege am 15. und am 25. Juni rufen bei der Leitfähigkeit zunächst einen geringen Anstieg hervor, bevor der charakteristische „Verdünnungseffekt“ durch das kaum mineralisierte Regenwasser etwa gleichzeitig mit der Schüttungsspitze

auftritt. Die Rückkehr der Leitfähigkeitswerte zu den Ausgangswerten (bzw. auch darüber hinaus) dauert etwa 3 Tage. Der Temperaturanstieg und -rückgang weist praktisch keine zeitliche Verschiebung zur Schüttungskurve auf.

#### ***4 Literatur und Quellen***

BEV: ÖK 50, Blatt Nr. 72 – Mariazell.

GEOLOGISCHE BUNDESANSTALT, 2002: Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000 mit Kurzerläuterungen.

HACKER, P. und SPENDLINGWIMMER, R., 1989: Karstwasservorkommen Oberes Erlauf-tal. NÖ Schriften 24 – Wissenschaft.

OBERHAUSER, R., 1980: Der geologische Aufbau Österreichs. – Geol. Bundes-Anst., Springer (Wien).

#### ***Anschrift der Verfasser***

Dr. Thomas Ehrendorfer, Kurt Luger

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung

Abteilung Hydrologie

Landhausplatz 1, Haus 7

3109 St. Pölten

email: thomas.ehrendorfer@noel.gv.at, kurt.luger@noel.gv.at

# Die Teufelskirche (Vorderer Rettenbach)

Klaus Kaiser

## **1 Ein besonderes Phänomen**

Diese Karstquelle liegt in Oberösterreich im Gemeindegebiet von St. Pankraz im Einzugsgebiet der Teichl. Sie entspringt je nach Wasserführung in unterschiedlichen Höhenstufen. Seit August 1995 ist hier eine Hydrographische Quellmessstelle eingerichtet.



*Abbildung 1: Quellaustritt Teufelskirche*

Die Besonderheit der Messstation zeigt sich in Niederwasserzeiten, wo sie ein besonderes Schwankungsverhalten aufweist. Aus diesem Grund wurde eine zusätzliche Wasserstandsaufzeichnung im 1-Minutenintervall installiert.

Unter einem Pegelstand von ca. 44 cm beginnt der Wasserstand plötzlich um 1,5 cm zu fallen, und steigt dann sofort wieder um 2,4 cm an und somit sogar auf einen höheren Stand, als vor dem Schwankungsbeginn (siehe Abb. 2). Die Dauer dieser Pulsation beträgt zum Beginn 2,5 Stunden. In der Folge wird jedoch die Schwankungshöhe immer größer und die Schwankungsdauer immer kürzer (siehe Abb. 3 und 4 sowie Tab. 1).



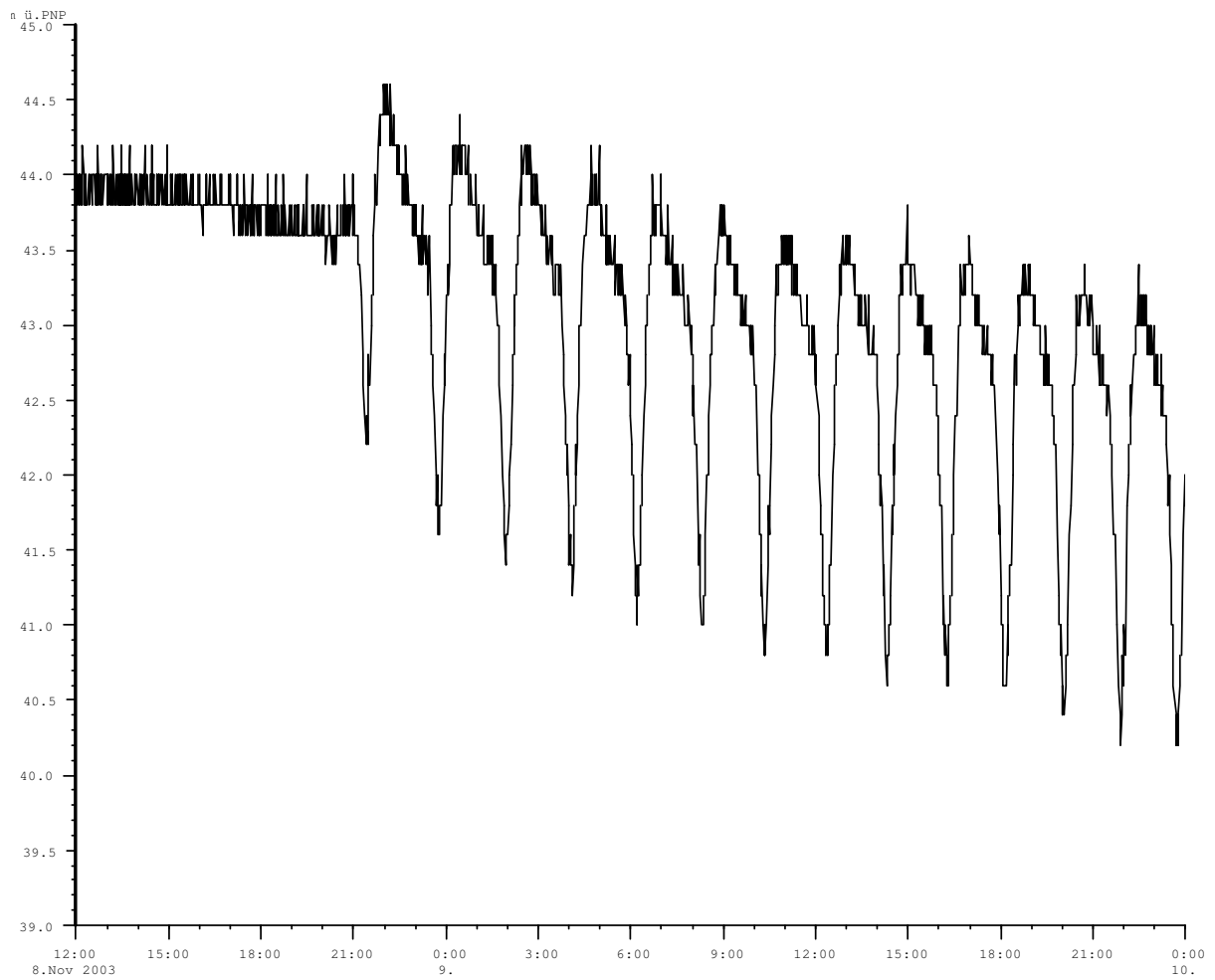


Abbildung 2: Wasserstand [cm] Teufelskirche, Beginn der Schwankung 8. u. 9. Nov. 2003

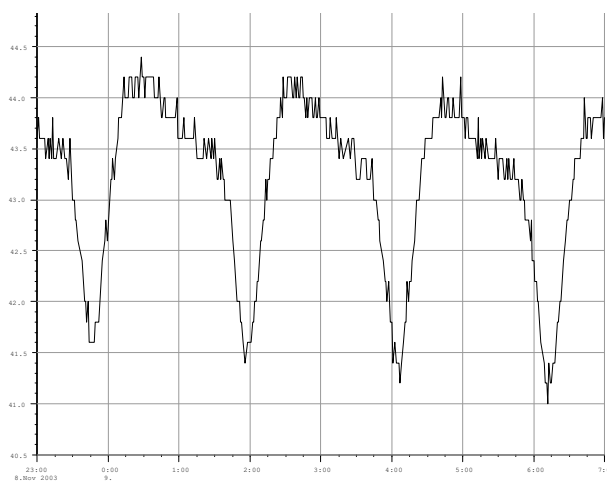


Abbildung 3: Wasserstand [cm] 9. Nov. 2003  
(Skalenteilung in 0,5 cm und 1 h)

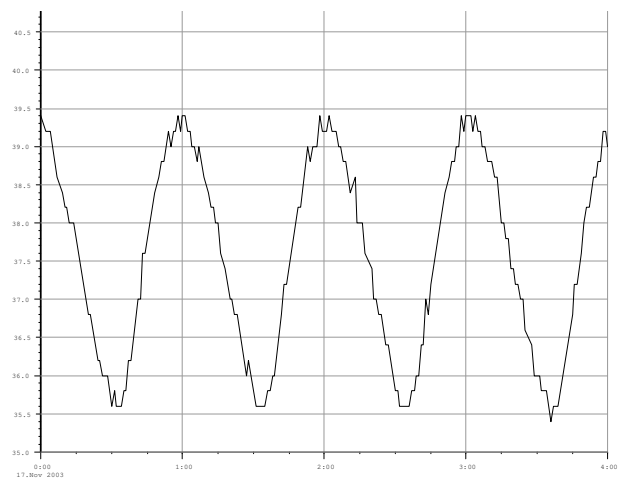


Abbildung 4: Wasserstand [cm] 17. Nov. 2003  
(Skalenteilung in 0,5 cm und 1 h)

*Tabelle 1: Beispiel für einen typischen Verlauf des Schwankungsverhaltens*

ZEITPUNKT	SCHWANKUNGSHÖHE	SCHWANKUNGSDAUER
08.11.2003 (Beginn)	2,4 cm	150 min
10.11.2003	2,8 cm	120 min
18.11.2003	4,0 cm	70 min
09.12.2003	4,8 cm	65 min
13.12.2003 (Ende)	3,4 cm	65 min

## **2 Erklärungsversuche**

Diese Besonderheit ist naturgemäß schon mehreren Fachleuten, wie Dr. Völkl in der Abteilung Wasserhaushalt – Hydrographisches Zentralbüro des BMLFUW, Dr. Haseke, Dr. Stadler vom Joanneum Research, mehreren Verantwortlichen des Nationalpark Kalkalpen (z.B. Hr. Pröll, Leiter des Labors), sowie auch den Mitarbeitern des Hydrographischen Dienstes aufgefallen.

Eine Erklärung wodurch dieses Verhalten hervorgerufen wird, wurde bislang nicht gefunden, denn:

- Ein einfaches Hebersystem kann nicht die Ursache sein, weil dann ein steiler Anstieg und danach ein flacher Auslauf vorhanden sein müssten.
- Ein inverser Heber ist auf Grund der Frequenzänderung der Schwankung auch nicht die Lösung.
- Eine bewegliche Steinplatte (Verschlussstein) scheint laut Expertenmeinungen auch nicht die Ursache zu sein.

Dr. Haseke hat die gesamte internationale Literatur durchforstet und ist auf insgesamt 15 Quellen weltweit gestoßen, die zumindest ein einigermaßen vergleichbares Verhalten zeigen. Lösungsansätze sucht man hier allerdings ebenfalls vergeblich.

Vom Labor Nationalpark Kalkalpen wurde an einem Niederwassertag eine Serie von Wasserproben genommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen stehen noch aus. Möglicherweise lassen sich daraus unterschiedliche Zusammensetzungen im Chemismus je nach Wellenberg oder -tal herauslesen (eventuell zusätzlich angesprochene Bereiche im Berg mit "alten Wässern").

Die wahrscheinlichste Lösung wird vermutlich der von Dr. Völkl vorgebrachte Ansatz sein, dass ein Heber Wasser von der Gesamtwasserführung abzweigt. Dann dürften die Ergeb-

nisse der Wasserprobenuntersuchungen des Nationalpark Kalkalpen keine Veränderung im Chemismus zeigen.

Sehen sie sich die Graphiken an und bilden sie sich selbst ein Urteil. Vielleicht ist dieser Artikel ein Anlass für eine Diskussionsrunde von Experten, damit die komplexen hydrologischen Verhältnisse der Messstation Teufelskirche näher beleuchtet werden, bzw. sogar einer Lösung zugeführt werden können.

### ***Anschrift des Verfassers***

Ing. Klaus Kaiser

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung

Abteilung Wasserwirtschaft

Unterabteilung Schutzwasserwirtschaft und Hydrographie

Kärntnerstrasse 12

4021 Linz

email: klaus.kaiser@ooe.gv.at

# Der Gollinger Wasserfall

Harald Huemer

## 1 Lage

Die markanteste Felsfigur im Salztal zwischen Salzburg und Golling ist der wild zerfurchte Kamm des Göllmassives. Mit mehr als 2500 Metern Höhe überragt er alle seine Nachbarn als Vorposten der Kette der Kalkhochalpen. Das Göllmassiv besteht aus dem Stock des hohen Göll und dem nach Osten ansetzenden Kamm Freieck – Kleiner Göll und birgt trotz seines überwiegend kammartigen Charakters eine große Anzahl von meist schachtartigen Höhlen. Der voll verkarstete Gebirgskörper hat eine Grundfläche von ca. 25 km<sup>2</sup>. Im Osten tauchen die verkarstungsfähigen Gesteine unter die Talfüllungen des Salztals und des Bluntaltales ein, im Westen und Norden reichen die unterlagernden Schichten aus nichtverkarstungsfähigen Gesteinen bis in 1500 Meter Seehöhe.

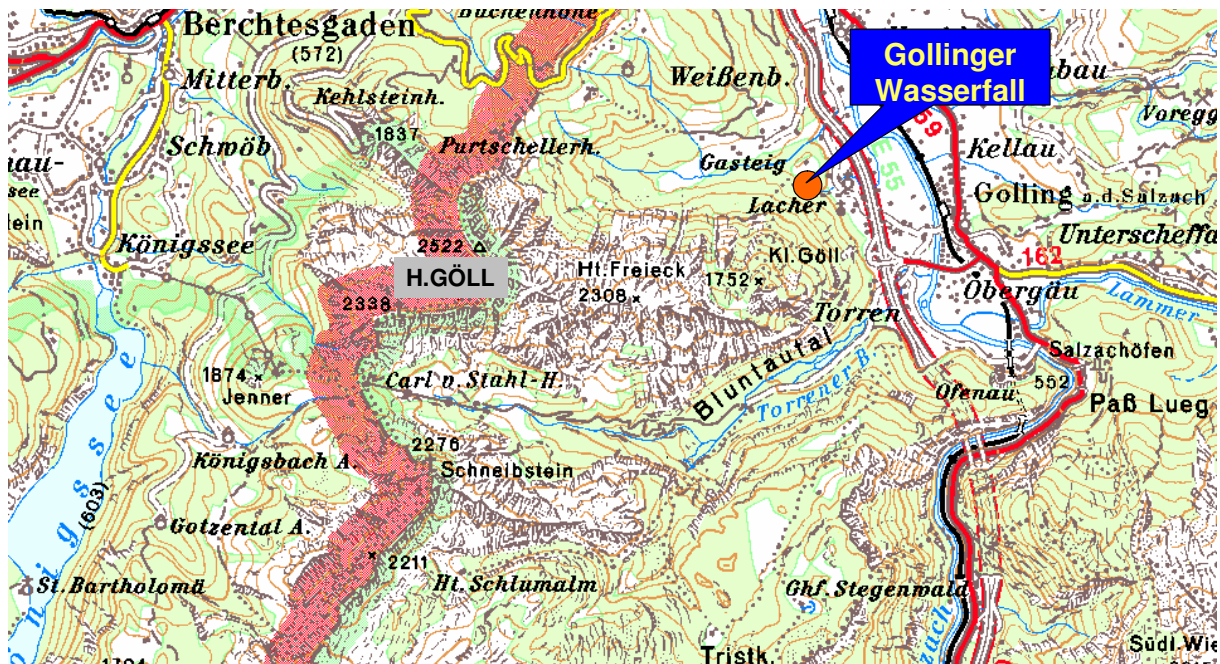


Abbildung 1: Lageübersicht (ohne Maßstab)

## 2 Karsthydrologische Beschreibung

Die Hauptentwässerung des Göllmassives erfolgt durch die Karstriesenquelle des Gollinger Wasserfalles (auch Schwarzbachfall genannt), der einem Höhlenportal in 580 m Seehöhe im äußersten Osten des Gebirges entspringt. Die Quelle weist enorme Schüttungsschwankungen auf. Im Winter fließen oft nur 20 – 30 l/s aus tiefer gelegenen Nebenaustritten, bei Hoch-

wasserereignissen hingegen ist eine Abflusssteigerung auf 15.000 – 20.000 l/s beobachtet und gemessen worden.

Neben dieser Hauptquelle treten aus dem Göllmassiv auffallend wenig Karstquellen aus. Die Schönbachquelle im südlich gelegenen Bluntautal ist neben dem Gollinger Wasserfall die einzig bedeutende, ständig fließende Karstquelle des Gebirgsmassives.

Für den oft zitierten Zusammenhang zwischen dem Gollinger Wasserfall und dem 23 Meter höher liegenden Königssee lassen sich keinerlei Anhaltspunkte finden. Der geologische Bau des Gebirges spricht gegen diese Hypothese, zudem müsste in diesem Falle eine ausgeglichene Quellschüttung vorliegen.

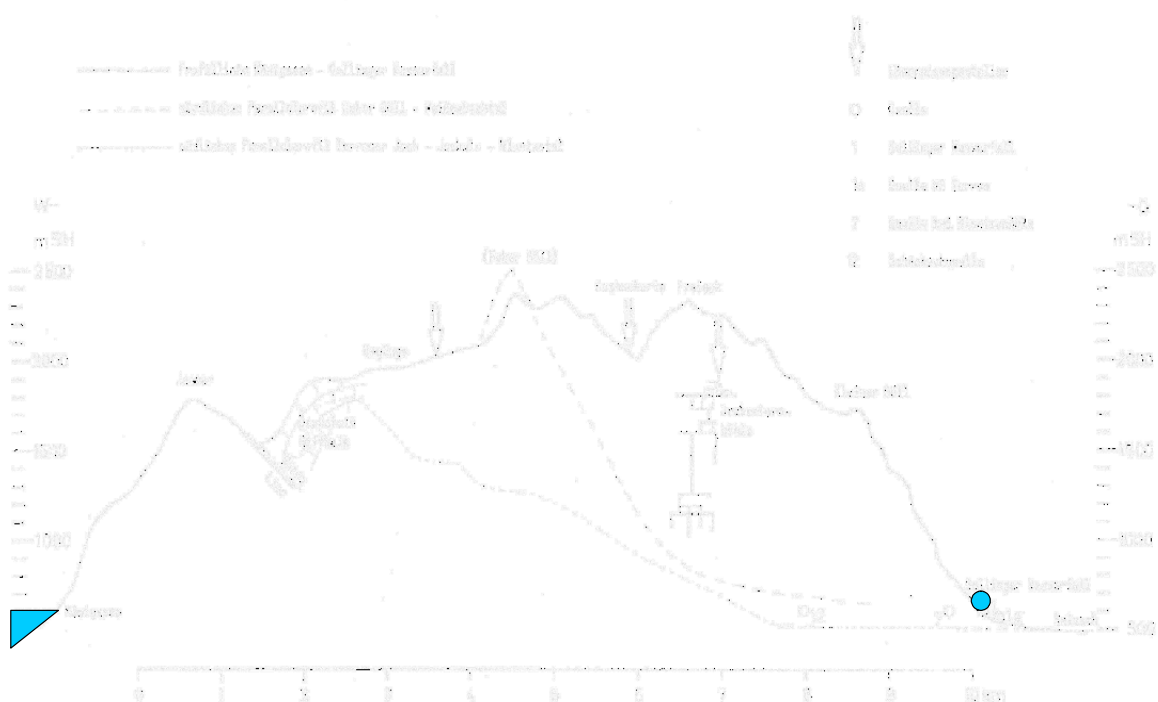


Abbildung 2: West – Ost – Schnitt durch das Göllmassiv, mit einem schematischen Aufriss der Gruberhornhöhle, Maßstab 1 : 50 000, 2-fach überhöht

Eine Analyse der Ergebnisse der Quellaufnahme, den durchgeführten Markierungsversuchen, den Tauchvorstößen im Gollinger Wasserfall ergibt ein interessantes Bild der unterirdischen Wasserwege. Die beiden Hauptquellen, der Gollinger Wasserfall und die Schönbachquelle liegen geodätisch auf gleicher Höhe. Die 3,5 km voneinander entfernten Quellaustritte entspringen 100 Meter über dem Salzachtal, obwohl, wie Tauchvorstöße beweisen, die wassergefüllten Hohlräume im Berg wieder bis fast auf das Talniveau abfallen. Es scheint hier, 100 Meter über dem Talniveau, ein flacher, weit gespannter Karstwasserspiegel vorzuliegen.

Auch der Misserfolg einiger intensiver Pumpversuche am Siphon des Gollinger Wasserfalles, bei denen der Wasserspiegel nur unwesentlich gesenkt werden konnte, lässt auf eine große

Wasserfläche schließen, eine die aus einer Vielzahl von kommunizierenden Spalten und Klüften besteht. Auch das völlige Fehlen von Karstquellen im nördlich gelegenen Weißenbachtal könnte dadurch erklärt werden, dass der Talgrund dort 20 – 60 Meter höher liegt als der angenommene Karstwasserspiegel.

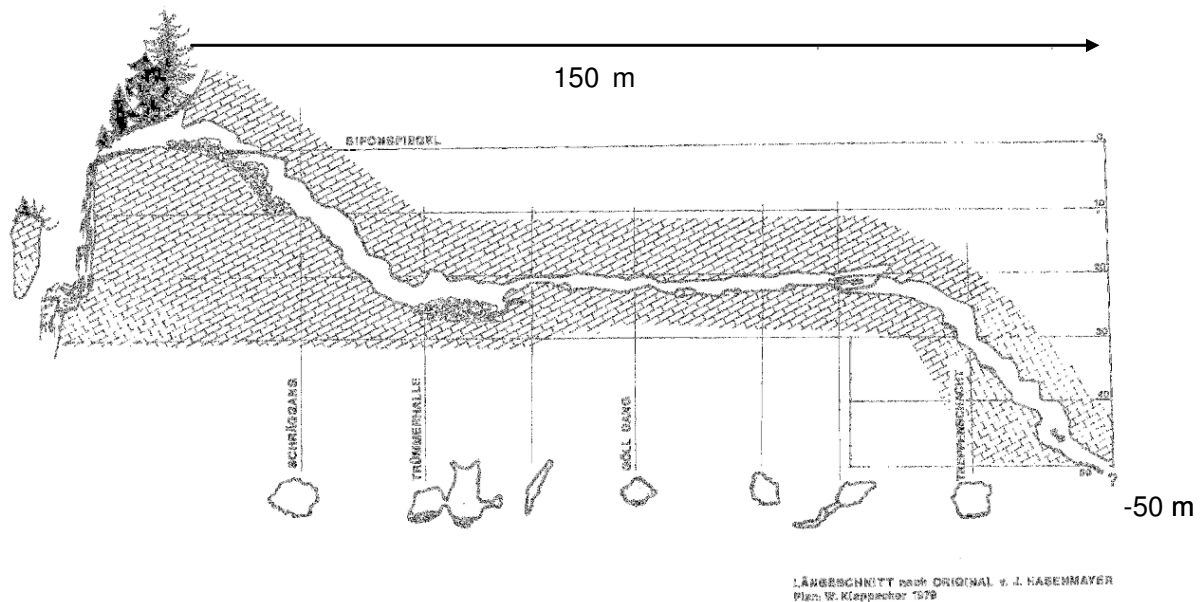


Abbildung 3: Quellhöhle des Schwarzbaches

Der Ursprung des Schwarzbachfalles ist eine der eindruckvollsten Karstriesenquellen des Landes Salzburg. Er bildet unmittelbar nach dem Austritt zwei insgesamt fast 100- Meter hohe Wasserfallstufen, von denen die obere durch eine Naturbrücke überspannt wird.



Abbildung 4: Gollinger Wasserfall



Der Bach entströmt einem 5 Meter breiten, aber nur meterhohen, flachen Höhlenportal. Der anschließende Gang wird durch den Siphonsee nach wenigen Metern abgeschlossen. Auch bei größerer Trockenheit weicht der Wasserspiegel nur um höchstens 20 Meter zurück. Dann schließt ein in den bisher erforschten Teilen vollständig mit Wasser erfülltes Höhlensystem an.

### ***3 Die Hydrographische Quellmessstelle***

Die Karstquelle des Gollinger Wasserfalls wird seit 1996 durch den hydrographischen Landesdienst Salzburg beobachtet. Neben der Schüttung werden zur Zeit die elektrische Leitfähigkeit, die Temperatur und die Trübung dauerregistrierend erfasst. Die Stromversorgung der Meßwertgeber bzw. der Datenlogger wird mittels eines Kleinstwasserkraftwerkes sichergestellt und erfolgt nach einer Pufferung über eine 12V-Batterie. Die Daten werden im Hydrographischen Jahrbuch veröffentlicht.

### ***4 Literatur und Quellen***

BEV, 1999: Österreichische Karte, ÖK 50 - West

LANDESVEREIN FÜR HÖHLENKUNDE IN SALZBURG (Hrsg.), 1979: Salzburger Höhlenbuch, Band 3.

VÖLKL, G.: Markierungsversuche im Rahmen von Projekten des Speläologischen Institutes, der Bundesanstalt für Wasserhaushalt von Karstgebieten und des Umweltbundesamtes in Zusammenarbeit mit dem Hydrographischen Dienst Salzburg und dem Landesverein für Höhlenkunde.

### ***Anschrift des Verfassers***

Dipl.-Ing. Harald Huemer

Amt der Salzburger Landesregierung

Fachabteilung 6/6 - Wasserwirtschaft

Referat 6/64 – Hydrographischer Dienst

Michael – Pacher – Str. 36/I

5010 Salzburg

email: harald.huemer@salzburg.gv.at

# Die Brunnaderquelle bei Falkenstein

## Geologische und hydrogeologische Verhältnisse im Einzugsgebiet

Barbara Stromberger

### 1 Lage

Die Brunnaderquelle liegt im Sulzbachtal, das südlich von Falkenstein in das Feistritztal mündet. Sie befindet sich in ca. 745 m Seehöhe im Gemeindegebiet von Fischbach im Bezirk Weiz (siehe Abb.1).

Zur Klärung der hydrogeologischen Situation im Einzugsbereich der Brunnaderquelle wurde eine detaillierte geologische bzw. hydrologische Kartierung des Gebietes zwischen Sulzbachtal im Norden und Dissaubach (Schindergraben) im Süden durchgeführt.

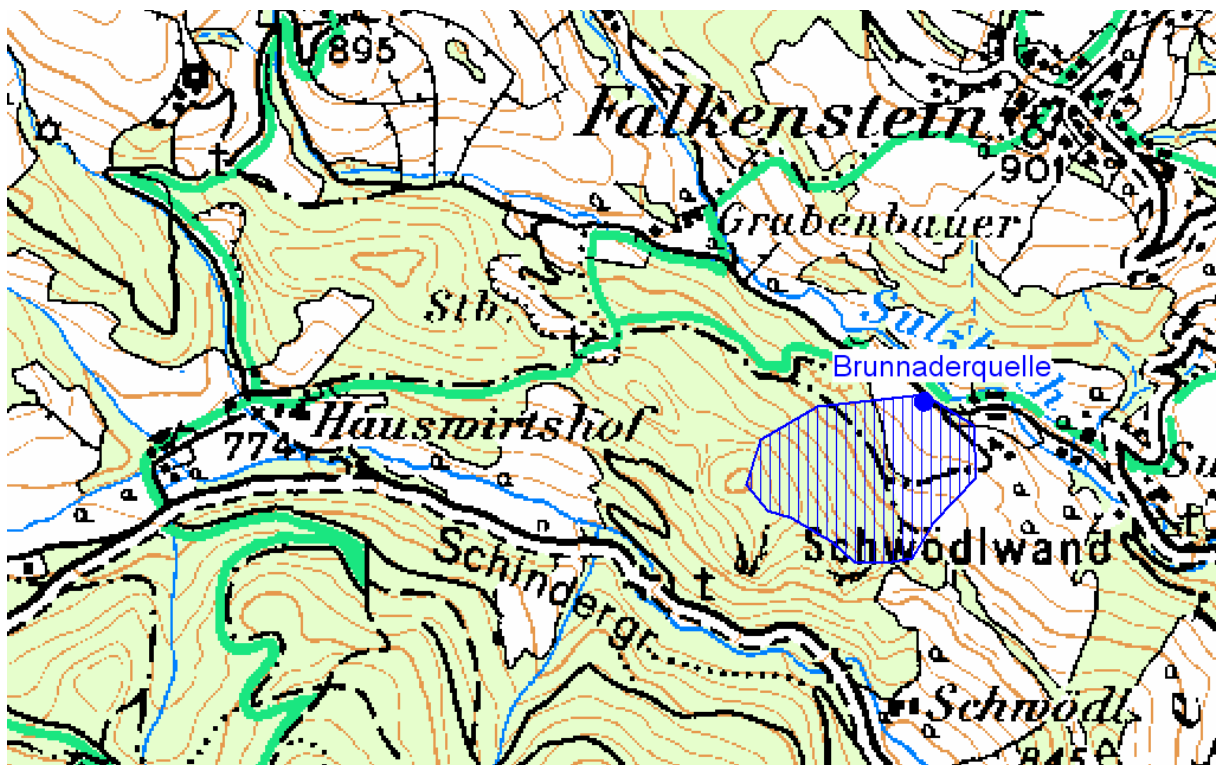


Abbildung 1: Lage der Brunnaderquelle und ihr oberirdisches Einzugsgebiet

## **2 Fragestellung und Untersuchungsmethodik**

Die Brunnaderquelle gehört seit Juli 1998 zum Quellenbeobachtungsnetz des Hydrographischen Dienstes.

Die relativ hohe Schüttung dieser Quelle von mehreren 10er l/s (bisher wurden Werte zwischen ca. 20 und ca. 80 l/s gemessen) steht einem extrem kleinen oberirdischen Einzugsgebiet von ca. 0,13 km<sup>2</sup> gegenüber.

Die hohen Leitfähigkeitswerte (meist zwischen 550 und 600 µS/cm) weisen auf die Verbreitung von Gesteinen mit hohem Lösungspotential in einem unterirdischen Einzugsgebiet hin.

Durch eine detaillierte geologische bzw. hydrologische Kartierung des Gebietes zwischen Sulzbachtal und Schindergraben war die hydrogeologische Situation im Einzugsbereich der Brunnaderquelle zu klären, wobei auf (karst-)morphologische Besonderheiten Rücksicht genommen wurde. In der Endphase der Bearbeitung wurde zur endgültigen Klärung der hydrologischen Situation eine Reihe von Schüttungsmessungen mit Salztracer durchgeführt.

Die Dauerbeobachtungsergebnisse wurden mit den Ergebnissen der Kartierung bzw. den Schüttungsmessungen verglichen und Schlussfolgerungen im Hinblick auf das Einzugsgebiet der Brunnaderquelle gezogen.

## **3 Geologischer Überblick**

Westlich der Feistritz tauchen zwischen Falkenstein (901m) im Norden und in der Gegend von Waisenegg, nördlich von Birkfeld, im Süden Gesteine der zentralalpinen Permotrias in einem tektonischen Fenster („Fischbacher Fenster“) auf, dessen Rahmen von kristallinen Hüllgesteinen der Semmering-Einheit (Raabalpenkristallin) gebildet wird.

Der Fensterinhalt wird größtenteils von Quarziten (Semmeringquarzit, „Fischbacher Quarzit“) aufgebaut, in den ein liegendes Porphyroid tektonisch eingefaltet ist. In der Hauptsache handelt es sich um hellgrüne bis weiße, teilweise gebänderte, feinkörnige Serizitquarzite, mittel- bis grobkörnige Metaarkosen bis Arkosequarzite sowie Quarzkonglomerate mit rosafarbenen Quarzgeröllen.

Am nördlichen Rand streichen im Hangenden des Quarzitvorkommens karbonatische Gesteine in zentralalpiner Fazies an der Oberfläche aus. Dabei treten graue bis weiße, oft auch gebänderte Kalke, Dolomite, gelbliche Rauhwacken und zellige Kalke auf.

Aus hydrogeologischer Sicht ist die Verkarstungsfähigkeit der Karbonatserie von entscheidender Bedeutung. Dies äußert sich nicht nur in der Gesteinsart, sondern auch durch das Auftreten von Karstformen (Dolinen, Tropfsteinhöhlen, Karstschläuche).

Die Fischbacher Quarzite und die hangende Karbonatserie des Fischbacher Fensters werden von den sogenannten Hüllgesteinen der Semmering-Einheit umrahmt bzw. überlagert. Meist sind es Phyllite, phyllitische Glimmerschiefer und diaphthoritische Glimmerschiefer.

Die Täler und Gräben haben Kerbtalcharakter, wobei sich in diesen Kerben auf Strecken mit einem geringeren Gefälle der Bäche eine deutliche Talsohle ausbilden konnte. Die Aufschlüsse in den Bachbetten zeigen ein meist stark lehmiges Sediment mit Kies und Steinen. Die Talfüllungen dürften nur wenige Meter mächtig sein.

Morphologisch erscheint der Fischbacher Quarzit als ziemlich einheitlicher Bergzug des Fischbacher Waldes, der nur im nördlichen Abschnitt vom Dissaubach im „Schindergraben“ in westöstlicher Richtung durchbrochen wird. Der Nordrahmen des „Fischbacher Fensters“ wird ungefähr vom Sulzbach nachgezeichnet.

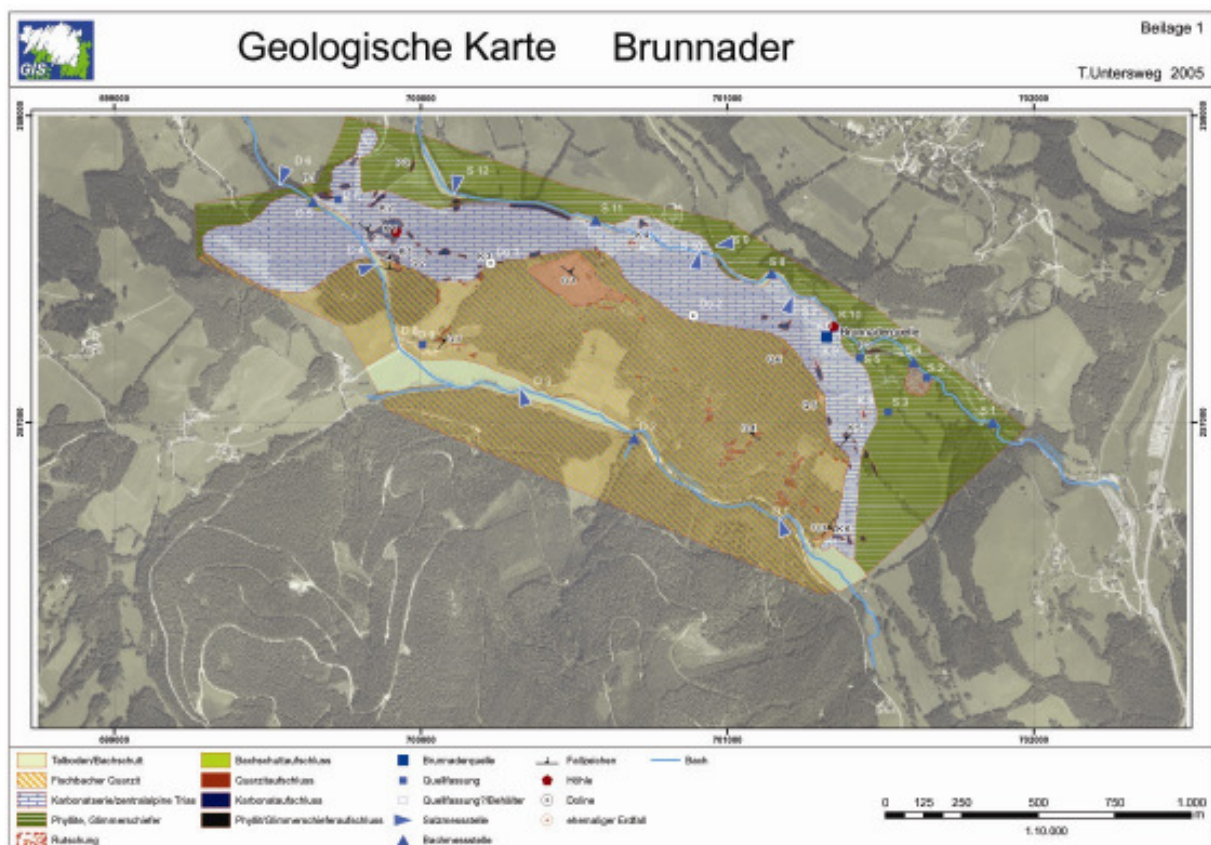


Abbildung 2: Geologische Karte Brunnader

## **4 Schlussfolgerungen hinsichtlich des Einzugsgebietes der Brunnaderquelle**

Das oberirdische Einzugsgebiet beträgt nur 0,128 km<sup>2</sup> und kann keinesfalls mit den hohen Schüttungsmengen der Quelle in Einklang gebracht werden.

Die geologische Kartierung erlaubt nun die Abgrenzung der Karbonatserie der zentralalpinen Trias, die in den über ca. 745 m Seehöhe gelegenen Bereichen als unterirdisches Einzugsgebiet der Brunnaderquelle angesehen wird. An der Oberfläche stehen die Gesteine der Karbonatserie auf einer Fläche von 0,591 km<sup>2</sup> an. Addiert man die südlich an die Karbonate angrenzenden Flächen im Quarzitareal bis zur Wasserscheide Dissaubach, vergrößert sich die Fläche des Quelleinzugsgebietes auf 0,758 km<sup>2</sup> (siehe Abb. 3). Damit sind alle Gebiete zwischen Sulzbach und Dissaubach erfasst, die aus geologisch/hydrogeologischen bzw. morphologischen Gründen offensichtlich Einzugsbereiche der Brunnaderquelle darstellen.

Eine grobe Abschätzung des Abflusses aus diesem Einzugsgebiet ergibt einen Wert von maximal 8 bis 10 l/s (Niederschlagssumme Fischbach 2002: 1042 mm, geschätzter Abflussanteil: maximal 400 mm).

Um eine Alimentierung aus dem Schindergraben durch den klüftigen Quarzit ausschließen zu können, wurden am Dissaubach zwei Salzmessungen durchgeführt (siehe Tab. 1: D 1 und D 3), die auch keinen Wasserverlust anzeigten.

Am Nordrand des untersuchten Gebietes verläuft der Sulzbach im Bereich Grabenbauer in den Karbonaten bzw. in seinem übrigen Verlauf an bzw. nahe der Gesteinsgrenze der Karbonate zu den Phylliten. Der Bach könnte hier Wasser in die verkarsteten Karbonate verlieren, das teilweise auf kurzem Weg der Brunnaderquelle zufließt. Dies würde auch gut mit der gleichzeitigen Reaktion von Schüttungsanstieg und Temperatur- bzw. Leitfähigkeitsabfall übereinstimmen. Weiters könnten im westlichen Bereich des Untersuchungsgebietes zwei westlich vom Haushaltshof in den Dissaubach mündende Zubringer ebenfalls in die Karbonatserie infiltrieren. In ihrem Verlauf durchqueren sie auf einer jeweils ca. 300 m langen Strecke die triasischen Karbonate.

Um diese entscheidende Frage abklären zu können, wurden sowohl am Sulzbach (S) und einem nördlichen Zubringer als auch am Dissaubach (D) und am nördlichen Zubringer des Dissaubaches zusätzliche Schüttungsmessungen mit der Salztracer-Methode durchgeführt (siehe Tab. 1). Die Ergebnisse sind aussagekräftig.

*Tabelle 1: Hydrologische Messwerte von Quellen und Bächen im untersuchten Gebiet*

Nr.	Datum	Höhe [m ü. NN]	Q [l/s]	T [°C]	Lf [µS/cm]	Bezeichnung
S 6	10.8.2005	745	-	11,0	576	Brunnaderquelle
S 7	10.9.2005	745	59,9	12,1	57	Salzmessung Sulzbach unten
S 9	10.9.2005	765	71,4	12,1	56	Salzmessung Zubringer Sulzbach
S10	10.9.2005	765	19,8	12,4	51	Salzmessung Sulzbach Mitte
S12	10.9.2005	830	29,7	11,4	48	Salzmessung Sulzbach oben
D 1	10.8. 2005	720	134,5	12,9	239	Salzmessung Dissaubach unten
D 3	10.8. 2005	750	135,3	12,8	236	Salzmessung Dissaubach oben
D 4	10.9.2005	795	16,4	12,5	63	Salzmessung Zubringer Dissaubach unten
D 6	10.9.2005	850	31,5	11,9	51	Salzmessung Zubringer Dissaubach oben

Der obere Sulzbach verliert von seinem Eintritt in die Karbonatserie bis zum Grabenbauer (von S 12 nach S 10) ca. 10 l/s und von der Mündung des nördlichen Zubringers bis zur Messstelle oberhalb der Brunnaderquelle (von S 9 und S 10 nach S 7) sogar ca. 31 l/s!

Ein Wasserverlust von ca. 15 l/s konnte auch am nördlichen Zubringer des Dissaubaches beim Durchfließen der Karbonatstrecke (D 6 nach D 4) nachgewiesen werden. Der südlich davon verlaufende Bach, der ebenfalls noch auf kurzer Laufstrecke die Karbonate quert, wurde nicht gemessen, trotzdem kann eine Infiltration in die verkarstete Karbonatserie von insgesamt mindestens 56 l/s (!) zum Zeitpunkt der Messungen nachgewiesen werden.

Die beobachteten Schüttungsmengen der Brunnaderquelle schwankten zwischen 1998 und 2002 zwischen 30 und 65 l/s, was gut in dieser Größenordnung liegt.

Nach den dargelegten Kartierungen und Messungen kann festgestellt werden, dass das unterirdische Einzugsgebiet der Brunnaderquelle, dessen Ausdehnung geologisch als Ausbiss der Karbonatserie der zentralalpinen Trias festgelegt wurde, wesentlich durch die Infiltration von Bachwasser gespeist wird. Das bedeutet im Hinblick auf die Brunnaderquelle, dass diese in einem beträchtlichen Ausmaß aus den Einzugsgebieten der infiltrierenden Bäche alimentiert wird.

In Abbildung 3 wurde der eigentliche Karstaquifer der Karbonatserie (1) eingetragen, der durch die Einzugsgebiete der von Norden kommenden Bäche, welche in den Karstbereich Wasser verlieren, stark erweitert wird (3). Bei Überlegungen zum Schutze des Wassers der Brunnaderquelle müssen auch diese Gebiete einbezogen werden. Die Infiltrationsstrecken sind durch blaue Pfeile markiert.



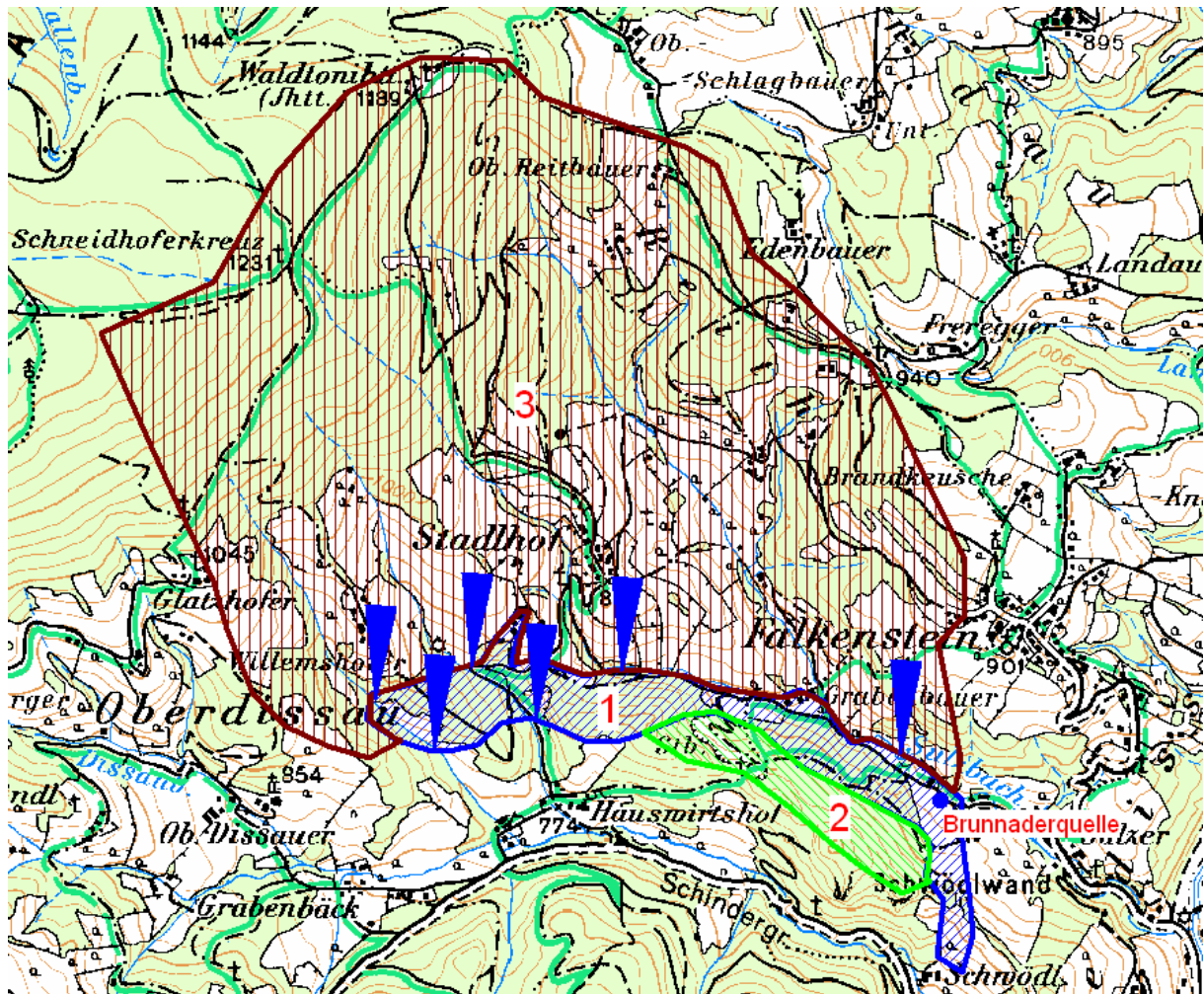


Abbildung 3: 1: obertägiger Ausbiss der Karbonatserie (unterirdisches Einzugsgebiet)  
2: Bereiche im Quarzit, die in die Karbonatserie entwässern  
3: Einzugsgebiete der Bäche, die einen Teil ihres Abflusses in den verkarsteten Karbonatgesteinsbereich infiltrieren  
blaue Pfeile: Infiltrationsstrecken  
Flächen:  $1+2 = 0,758 \text{ km}^2$ ,  $1+2+3 = 5,998 \text{ km}^2$

## 5 Niederschlags- und Temperaturverhältnisse

Das Klima in der unteren Berglandstufe des Steirischen Randgebirges ist ein mäßig winterkaltes, sommerkühles Waldklima. Das Temperaturminimum wird im Jänner erreicht, das Maximum im Juli. Die mittlere Jahrestemperatur in Fischbach liegt bei 6,2 °C (siehe Abb. 4).

Charakteristisch sind relativ geringe Winterniederschläge und ein ausgeprägtes Niederschlagsmaximum im Sommer. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge in Fischbach liegt bei 1005 mm mit jährlichen Schwankungen zwischen 723 mm und 1208 mm (Periode 1971 – 2001). An etwa 120 Tagen im Jahr fällt Niederschlag und es gibt ca. 110 Tage mit Schneedecke.

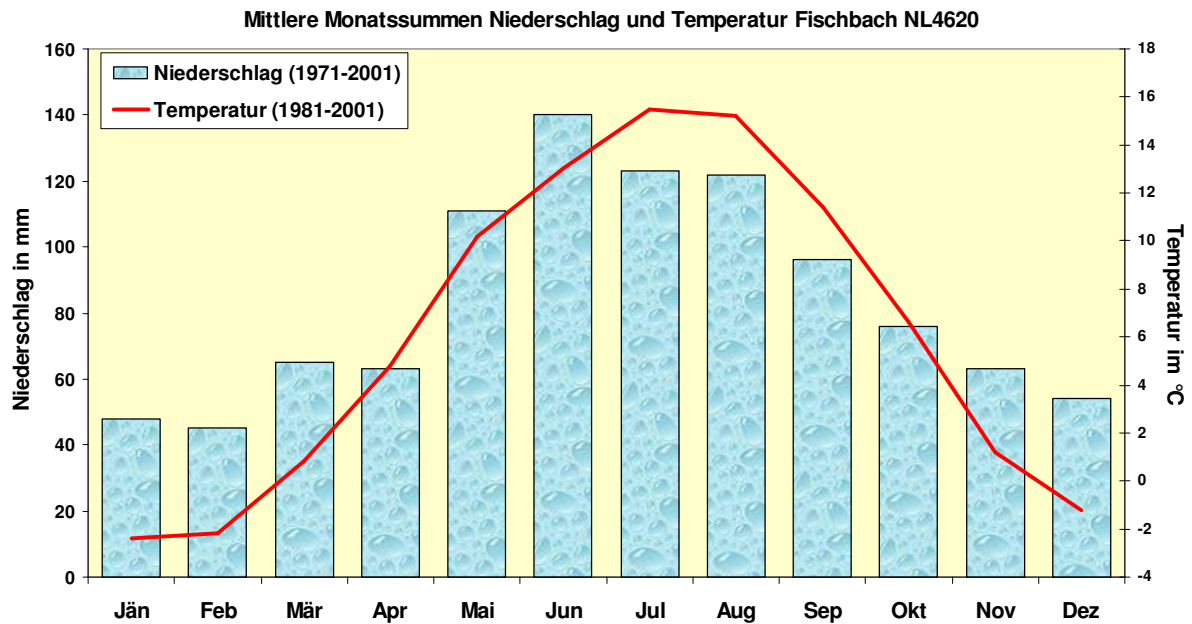


Abbildung 4: Mittlerer monatlicher Niederschlag (1971-2001) und mittlere monatliche Temperatur (1981-2001) an der Station Fischbach.

## 6 Die Quellmessstelle Brunnaderquelle

Die Quelle ist durch eine stollenartige Verbauung gefasst und fließt frei in den Sulzbach aus (siehe Abb. 5 und 6)



Abbildung 5: Die Quellmulde der Brunnaderquelle



Abbildung 6: Stollenportal und Austritt der Brunnaderquelle

Unmittelbar im Bereich des Austritts in der stollenartigen Verbauung wurde im Juli 1998 die Messeinrichtungen zur Erfassung des Wasserstandes und der chemischen-physikalischen Parameter elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur sowie der Wassertrübung eingebaut.

Messprofil: Rechteckförmiges offenes Stollenprofil

Lattenpegel: Maßstab mit mm-Teilung, an Stollenwand befestigt.

Messsonden: Wasserstand: Drucksonde PDCR 830 (SN: 640378; DRUCK Ltd., GB)

Leitfähigkeit: Leitfähigkeitselektrode TETRACON 96A-4 (WTW, D)

Temperatur: Integriert in Leitfähigkeitselektrode

Trübung: Trübungssonde CUS-1 (SN: 20075; ENDRESS & HAUSER, D)

Registrierung: Datensammler GEALOG S (SN: 24 273; LOGOTRONIC, Wien).



*Abbildungen 7 und 8: Messeinrichtungen*

Dauerbeobachtungsergebnisse liegen für den Zeitraum zwischen Juli 1998 und Dezember 2002 vor (siehe Abb. 9 – 13), wobei Daten über die Schüttung der Quelle (Abfluss), die Wassertemperatur und die elektrische Leitfähigkeit den Diagrammen zu entnehmen sind. Weiters sind diesen Daten Angaben über die Schneehöhe und die täglichen Niederschlagsmengen gegenübergestellt.

## **6.1 Schüttung/Abfluss**

Die Minimalwerte liegen im beobachteten Zeitraum unter 20 l/s (01-1999), fallen aber nach dem Winter 1999 nie mehr unter 30 l/s; das Maximum wird mit 80 l/s (04-2000) erreicht. Die Breite der Schwankungsbereiche ist in den einzelnen Jahren recht unterschiedlich: 1999: ~50 l/s, 2000: ~35 l/s, 2001: 15-20 l/s und 2002: ~15 l/s. Insgesamt sind die geringen Schwankungen in den Jahren 2001 und 2002 im Gegensatz zu den Jahren 1999 und 2000 auffallend.

## **6.2 Wassertemperatur**

Die Wassertemperatur bleibt über den gesamten Beobachtungszeitraum sehr konstant zwischen 10 und 11,5 °C; im Jahr 1999 schwankt sie sogar in einem engen Bereich um 11 °C. Ein jahreszeitlicher Temperaturgang ist nicht zu erkennen.



In früherer Zeit wurden am Sulzbach unterhalb der Brunnaderquelle einige Mühlen betrieben, und es wird berichtet, dass diese auch im Winter den Betrieb nicht unterbrechen mussten, weil der Bach nicht zufror.

### 6.3 Elektrische Leitfähigkeit

Die Werte der elektrischen Leitfähigkeit bewegen sich zwischen ~500 und etwas über

600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Niedrigere Werte treten nur zweimal und nur kurzfristig (wenige Tage lang) auf: < 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ : 09-1998, ~525  $\mu\text{S}/\text{cm}$ : 01-2001. Sie sind an ein Niederschlagsereignis bzw. an eine Schneeschmelzperiode gebunden.

Auch der Name „Sulzbach“ ist ein Hinweis auf höher mineralisiertes Wasser.

Im Großen und Ganzen verläuft die Leitfähigkeitskurve parallel zur Temperaturkurve und gegengleich zur Abflusskurve. Die Schüttung der Quelle spricht rasch auf Niederschlagsereignisse bzw. Schneeschmelzen an. Der relativ stetige Verlauf des „Basisabflusses“ wird einige Male durch kurzfristige Spitzen unterbrochen, die zeitgleich mit einem Absinken der elektrischen Leitfähigkeit und der Wassertemperatur einhergehen. Hier zeigt sich ein Verdünnungseffekt durch Niederschlags- bzw. Schneeschmelzwasser. Vor allem bei Spitzen in der kühlen Jahreszeit ist der Temperatureffekt ausgeprägt.

Die insgesamt auffallend hohen Leitfähigkeitswerte sind auf die Karbonate und Rauhwacken im unterirdischen Einzugsgebiet zurückzuführen. Außerhalb der Karbonatserie konnten weder an Quellen noch an Bächen derart hohe Werte gemessen werden (siehe Tab. 1).

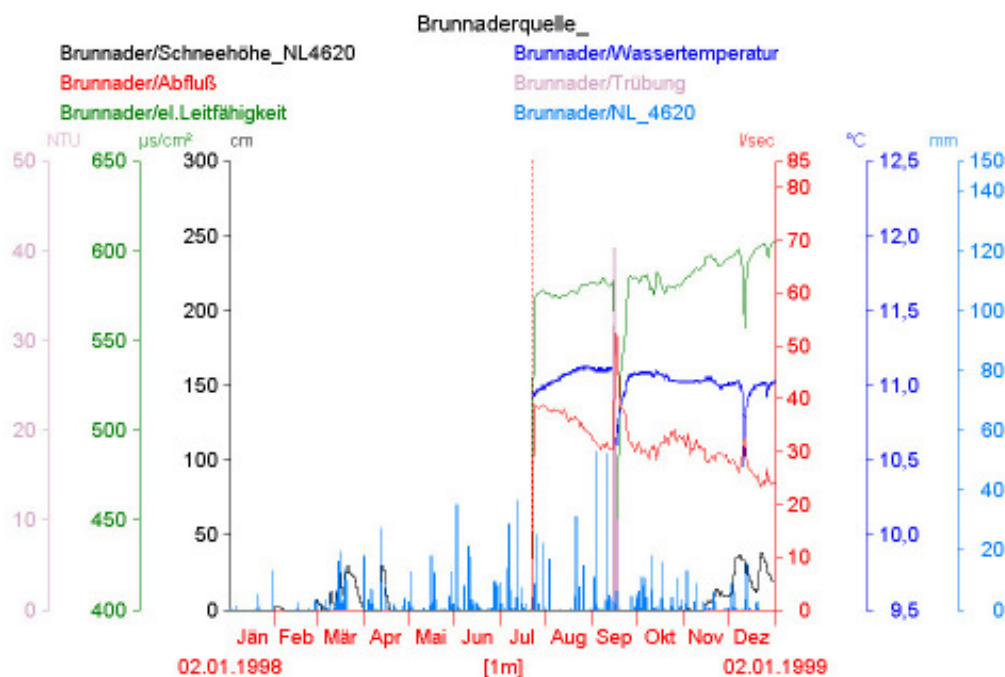


Abbildung 9: Ganglinien Brunnaderquelle für das Jahr 1998

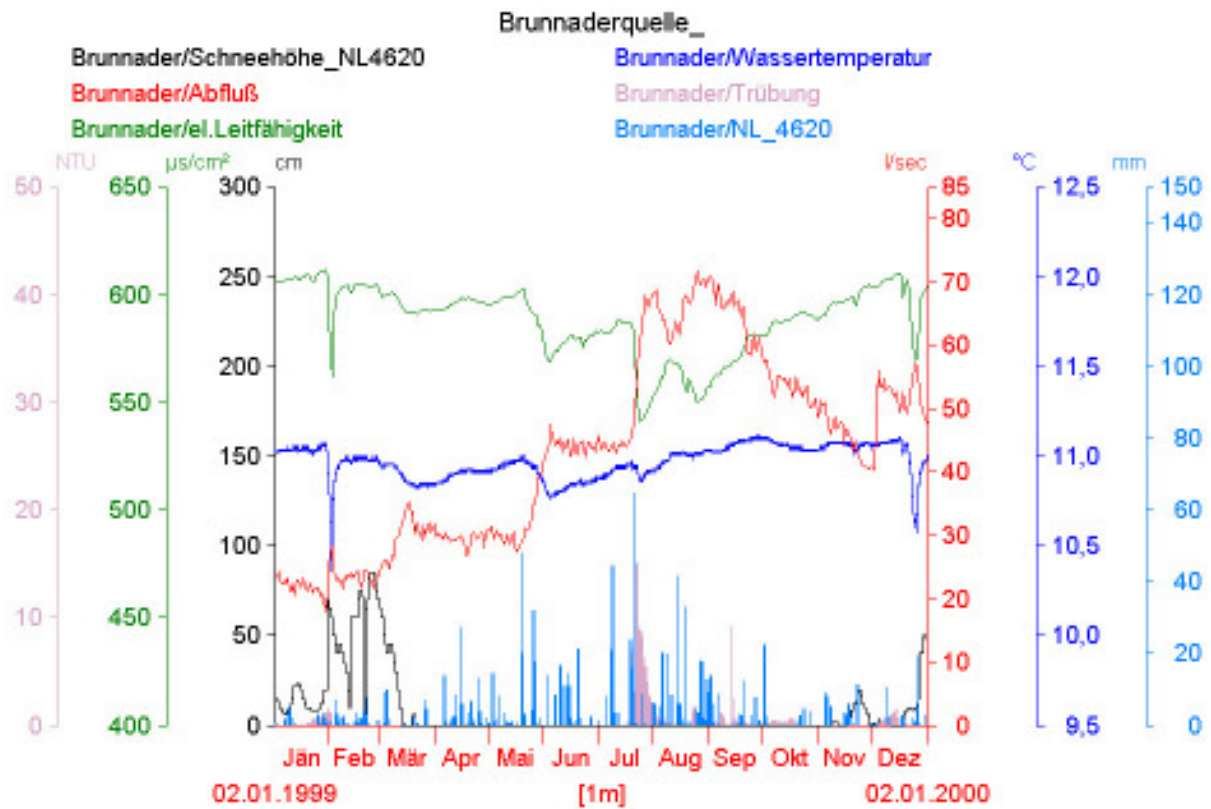


Abbildung 10: Ganglinien Brunnaderquelle für das Jahr 1999

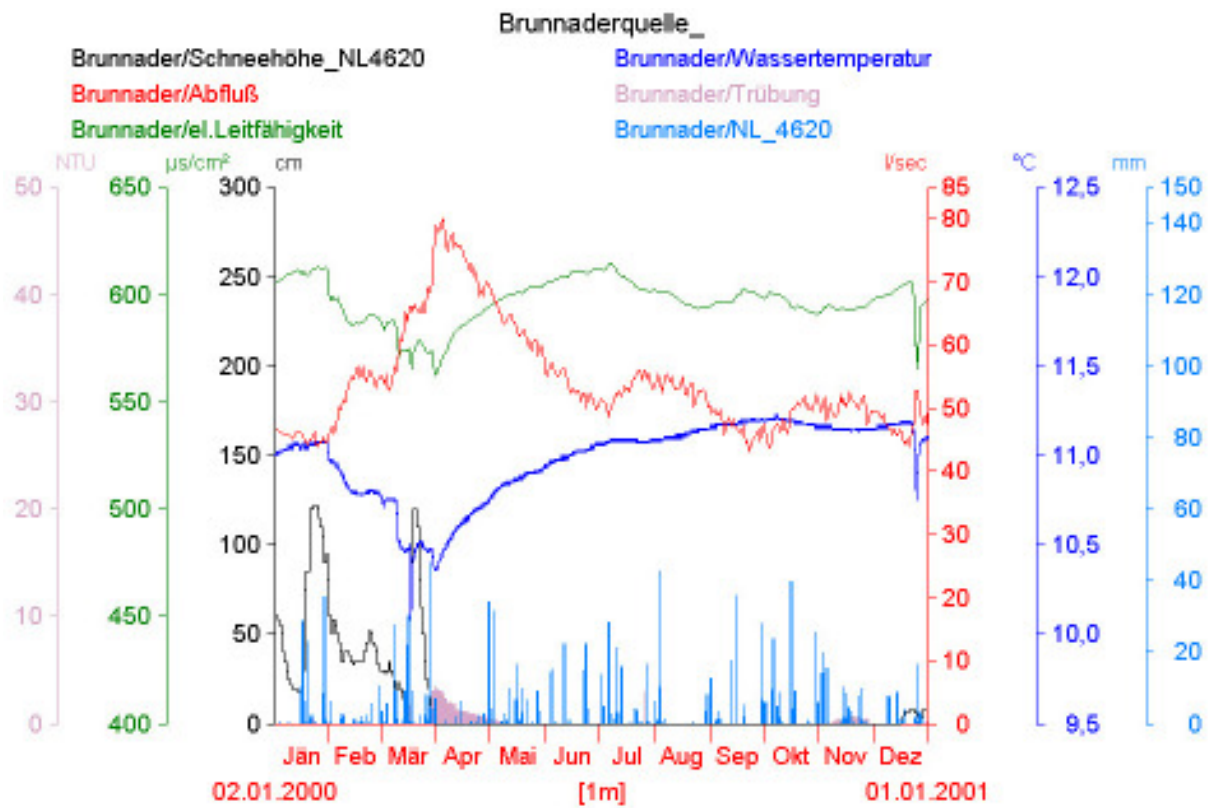


Abbildung 11: Ganglinien Brunnaderquelle für das Jahr 2000

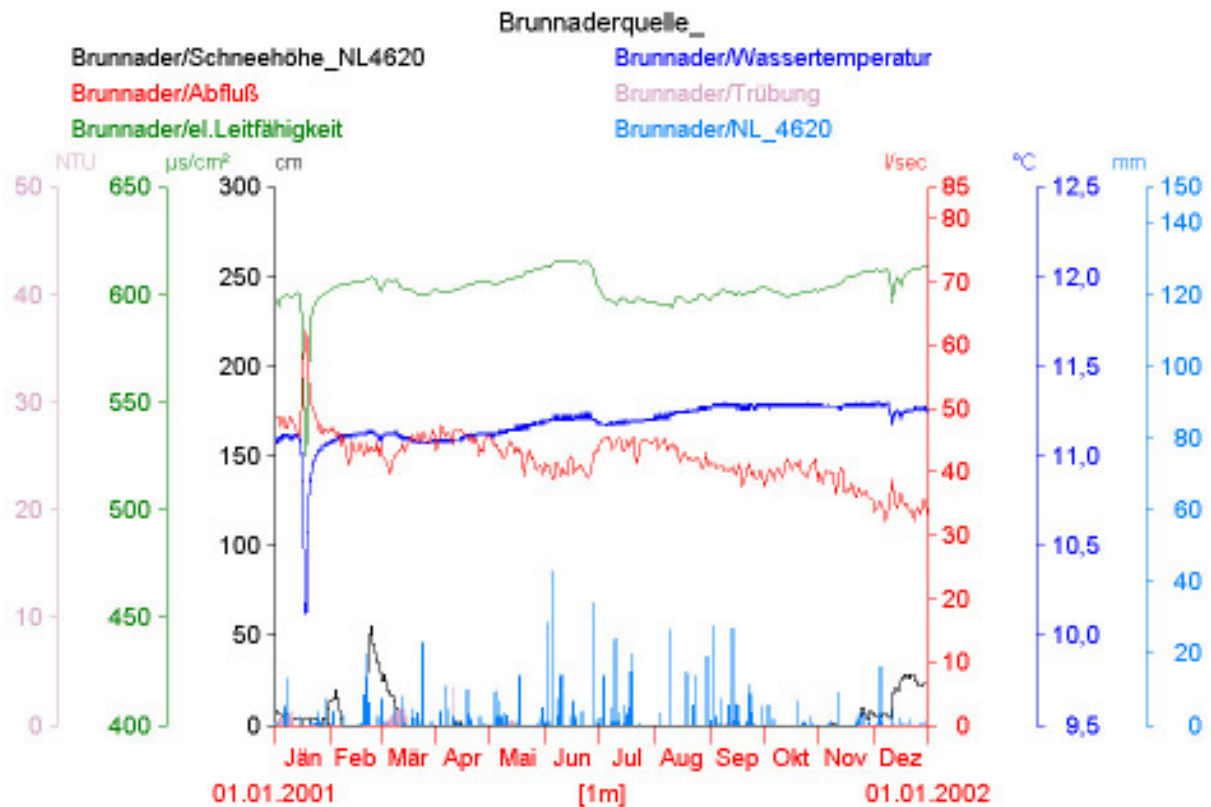


Abbildung 12: Ganglinien Brunnaderquelle für das Jahr 2001

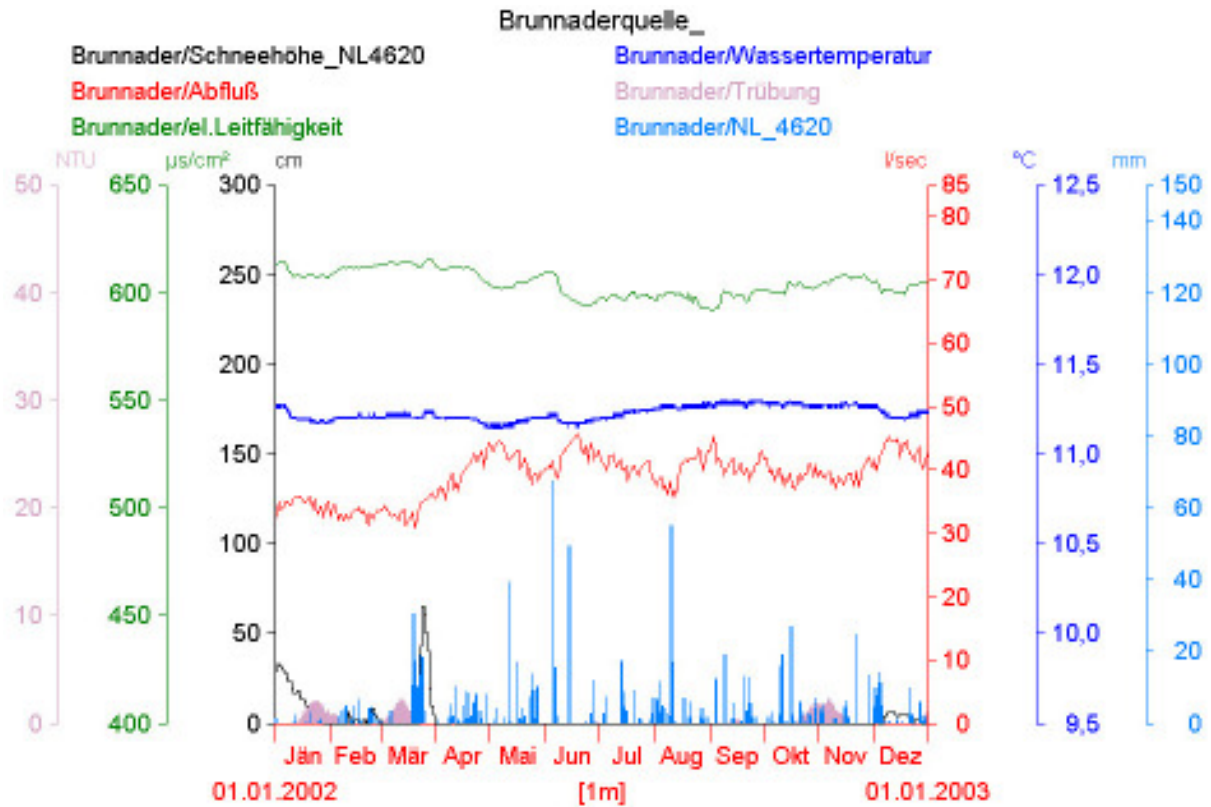


Abbildung 13: Ganglinien Brunnaderquelle für das Jahr 2002



## ***7 Literatur und Quellen***

UNTERSWEG, T., 2005: Bericht über geologische und hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Brunnaderquelle bei Falkenstein, Steiermark, unveröffentlichter Bericht, Graz.

GIS-Steiermark, 2005: Digitale geologische Karte der Steiermark. Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

GIS-Steiermark, 2005: Digitale Orthophotos 7026-24, 7026-32, 7126-17, 7126-18, 7126-25, 7126-26. Amt der Steiermärkischen Landesregierung.

## ***Anschrift der Verfasserin***

Mag. Barbara Stromberger

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Fachabteilung 19 A, Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft

Referat Hydrographie

Stempfergasse 7

8010 Graz

email: barbara.stromberger@stmk.gv.at

# Die Katzensteigquellen (Kasbachquellen)

Gerald Mair

## 1 Lage und Messstellenkonfiguration

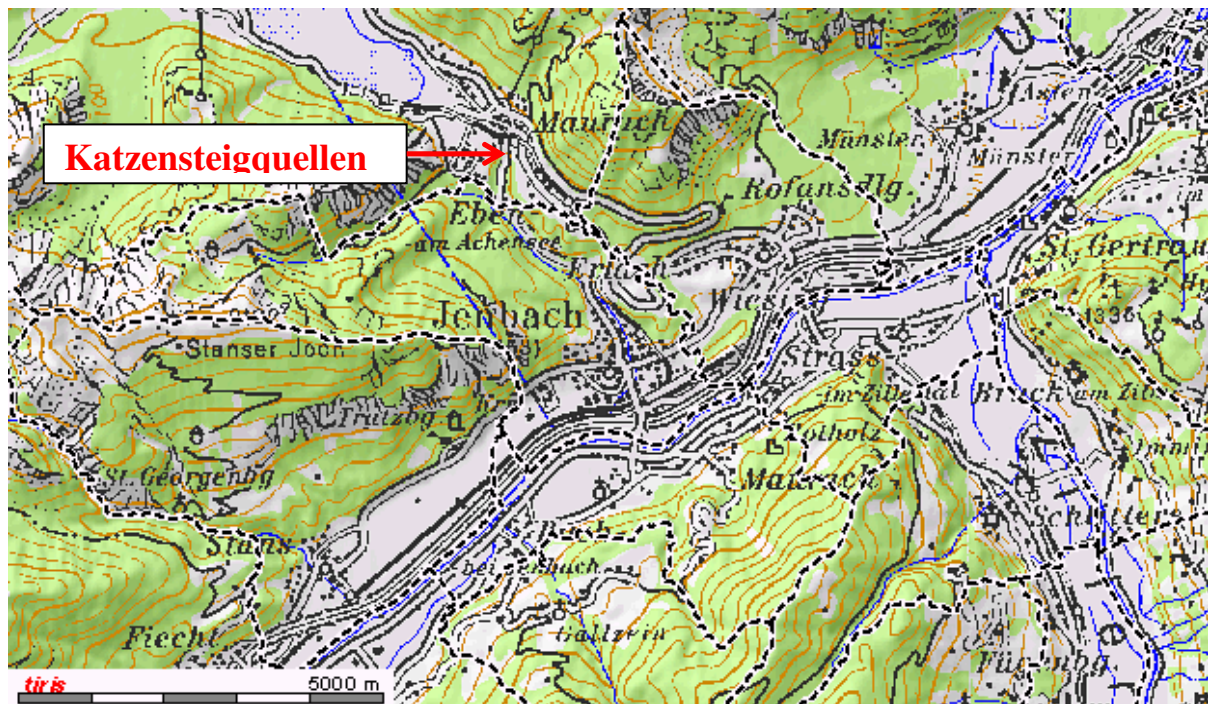


Abbildung 1: Übersichtslageplan

Die Katzensteigquellen (Kasbachquellen) liegen in den Nördlichen Kalkalpen im Karwendelgebirge auf dem Gemeindegebiet von Eben am Achensee. Der Ursprung liegt rechtsufrig des Kasbachs auf 877 m ü. A. und besteht aus drei Quellaustritten.

Die drei Quellläste wurden im November 1992 von der Tiroler Wasserkraft AG (TIWAG) in einem 4 m langen und 1,20 m breiten Messgerinne zusammengefasst. In Folge wurden bis November 1994 die Parameter Wasserstand, elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur kontinuierlich erfasst. Von diesem Zeitpunkt an erfolgte die Betreuung der Messstelle dann durch den Hydrographischen Dienst Tirol. Alle drei Parameter werden seit dem viertelstündlich erfasst und elektronisch abgespeichert.

Um wetterbedingte Störungseinflüsse auszuschalten, wurden am 1. August 1997 die Leitfähigkeits- und Wassertemperaturmessung an den Ursprung verlegt. Diese Daten werden über ein Datenkabel zum Datensammler am Messgerinne übertragen (siehe Abb. 2 und 3).

Im September 2001 musste das Messgerinne erneuert werden. Um nun einen längeren Bestand zu gewährleisten, wurde das Gerinne, in welchem mittels Winkelcodierer die Registrierung des Wasserstandes erfolgt, in Lärchenholz ausgeführt (siehe Abb. 4 und 5).

Die vierteljährliche Beprobung im Rahmen der Wassergütererhebungsverordnung (WGEV) erfolgt am Ursprung.



*Abbildung 2: Ursprung Katzensteigquellen*



*Abbildung 3: Messort für elektrische Leitfähigkeit und Wassertemperatur*



*Abbildung 4: Messgerinne zur Erfassung des Wasserstandes*



*Abbildung 5: Wellenberuhigungsvorrichtung*

## **2 Messergebnisse**

Die langjährigen Messungen an der Katzensteigquelle ab 1992 weisen für die Schüttung ein Minimum von 71 l/s und ein Maximum von 265 l/s aus, was einer Schüttungszahl von 1 : 3,7 entspricht. Auffallend ist das Fehlen von kurz dauernden Peaks in der Schüttungsganglinie. Wie die Katzensteigquellen auf Schneeschmelze und Starkniederschlägen reagieren, ist in Abbildung 6 ersichtlich.

Die niedere Schüttungszahl und die geringe Schwankung von Leitfähigkeit und Wassertemperatur sind ein Indiz für lange Verweilzeiten. Ein Verdünnungseffekt durch die Schneeschmelze oder durch Starkniederschläge wurde bisher nicht beobachtet. Ganz im Gegenteil,

die Schüttungs- und Leitfähigkeitsganglinien verlaufen nahezu synchron (siehe ebenfalls Abb. 6)

Ob und wie weit der Achensee die Katzensteigquelle beeinflusst, ist noch nicht geklärt.

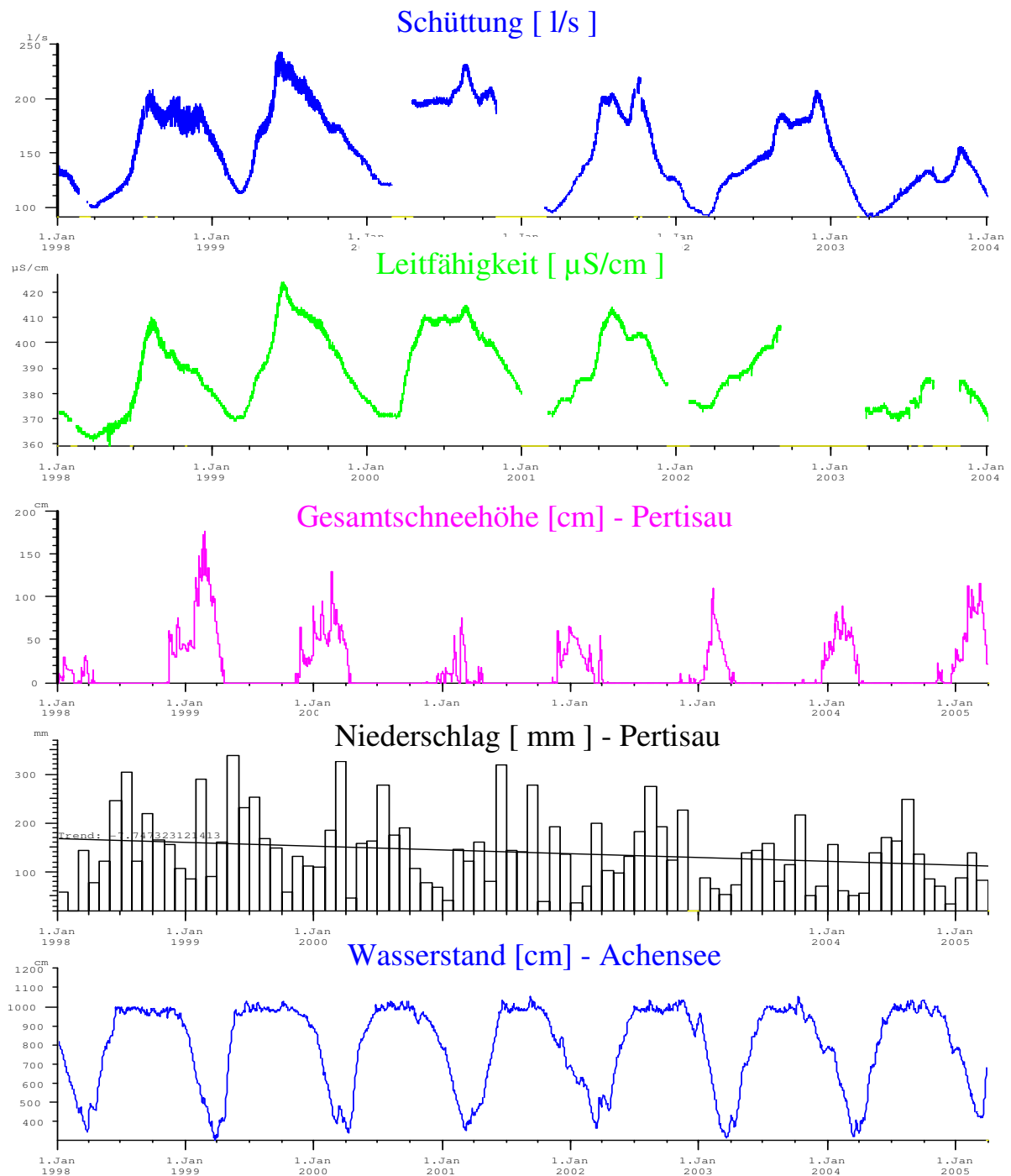


Abbildung 6: Ganglinien der Quellschüttung, elektrischen Leitfähigkeit und Wassertemperatur der Katzensteigquellen, sowie Verlauf von Schneedeckenhöhe und Niederschlag in Pertisau und Wasserstand des Achensees 1998 - 2004



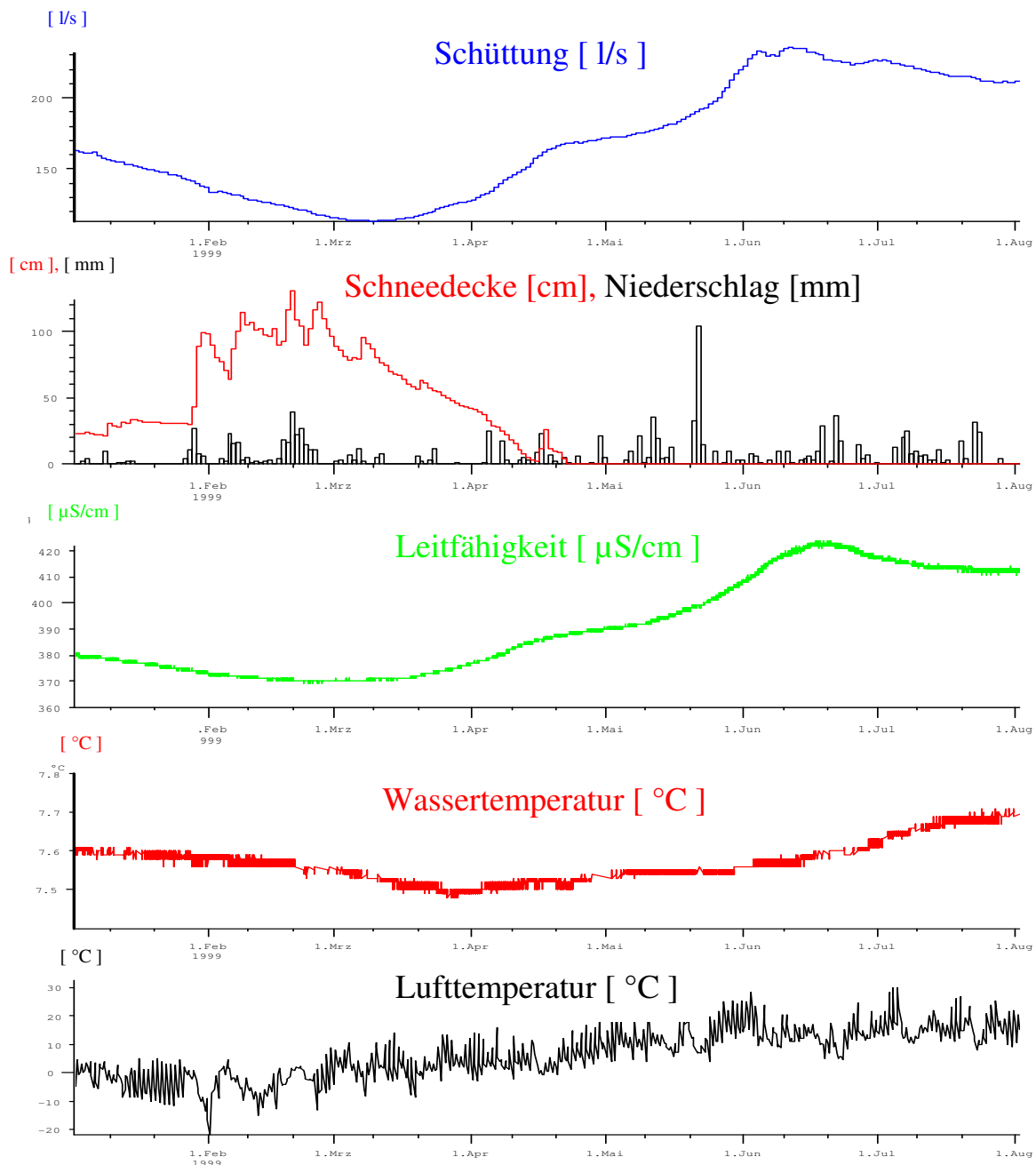


Abbildung 7: Ganglinie der Schüttung, elektrischen Leitfähigkeit und Wassertemperatur der Katzensteigquellen, sowie Verlauf von Niederschlag, Schneedeckenhöhe und Lufttemperatur in Pertisau Jänner – Juli 1999

Spontane Schüttungsspeaks sind bei der Katzensteigquelle nicht zu erkennen, auch nicht nach intensiven Niederschlägen wie am 21. Mai 1999 mit 105 mm Tagessumme in Pertisau. Die intensiven Niederschläge bewirken zwar einen Schüttungsanstieg, der aber verzögert eintritt und noch wochenlang andauert (siehe Abb. 7). In der Leitfähigkeitsganglinie sind nach einem Starkniederschlagsereignis weder ein Absinken noch ein ausgeprägter Peak erkennbar.

*Tabelle 1: Extremwerte der Schüttung, elektrischen Leitfähigkeit und Wassertemperatur der Katzensteigquellen, sowie Jahressummen des Niederschlags und Neuschneesummen in Pertisau 1993 - 2004*

Jahr	Q		LF		WT		Niederschlag	Neuschneesummen	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Hinterriß	Hinterriß	
	[l/s]	[l/s]	[µS/cm]	[µS/cm]	[°C]	[°C]	[ mm ]	Zeitraum	[ cm ]
1993	104	235	360	403	7,2	7,7	1634	1992/1993	432
1994	108	142	346	384	7,2	7,8	1464	1993/1994	339
1995	96	265	333	384	7,1	8	1798	1994/1995	579
1996	71	238	339	373	7,3	7,9	1692	1995/1996	400
1997	94	216	344	409	7,5	7,9	1568	1996/1997	441
1998	100	209	359	410	7,5	7,7	1742	1997/1998	320
1999	113	243	369	424	7,5	7,7	1898	1998/1999	765
2000	119	232	370	415	7,4	7,7	1989	1999/2000	749
2001	95	219	371	414	7,4	7,6	1906	2000/2001	349
2002	92	207	373	407	7,4	7,6	1770	2001/2002	418
2003	91	159	369	386	7,5	7,6	1576	2002/2003	397
2004	83	176	369	413	7,5	7,9	1588	2003/2004	500



Messung erfolgt am Ursprung

## ***Anschrift des Verfassers***

Ing. Gerald Mair

Amt der Tiroler Landesregierung - Landesbaudirektion

Abteilung VIh Wasserwirtschaft

Sachgebiet Hydrographie

Herrengasse 1-3

6010 Innsbruck

email: g.mair@tirol.gv.at



# Die Fidelisquelle

Clemens Mathis

## 1 Lage

Die Fidelisquelle entspringt im Gargellental, einem Seitental des Montafons, in einer ausgeprägten Quellmulde in 1300 m Seehöhe knapp oberhalb der Straße unweit der Fideliskapelle. In der Umgebung treten noch eine Reihe weiterer Quellen aus, von denen die höher liegenden Sarotlaquellen hervorzuheben sind.

## 2 Geologische Situation

Die Quellen entspringen aus einem klassischen tektonischen Fenster. Das Sarotlamassiv (Sarotlaspitze 2563 m, Madrisa 2770 m) ist das Grenzgebirge zur Schweiz und wird aus wasserundurchlässigen Gneisen, Glimmerschiefern und Amphiboliten der Silvrettadecke aufgebaut. Auf der Schweizer Seite sind allerdings stark verkarstete Sulzfluhkalke weit verbreitet, die einer tieferen tektonischen Decke angehören und unter die Silvrettadecke eintauchen. Das Gargellental schneidet an einer Stelle diese unterlagernden Kalke an (tektonisches Fenster) und genau dort treten die Fidelis- und Sarotlaquellen aus.

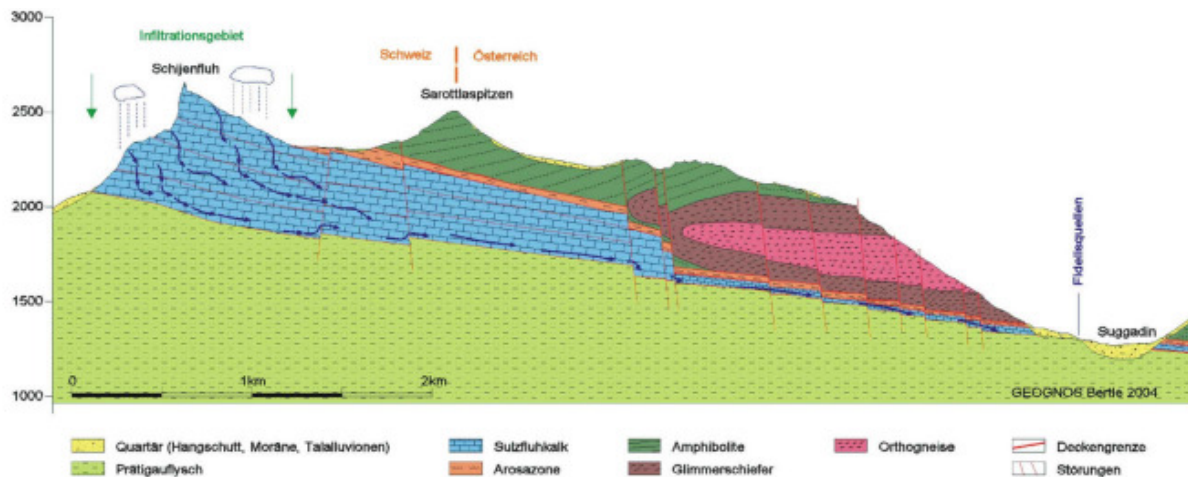


Abbildung 1: Geologischer Schnitt durch das Sarotlamassiv (GEOGNOS Bertle 2004)

Der Verdacht, das Einzugsgebiet der Quellen könnte jenseits des Gebirgszuges auf Schweizer Seite liegen, war nahe liegend. In der Planungsphase für die weitere Wasserkraftnutzung der Ill wurden von den Vorarlberger Illwerken in den Jahren 1937 und 1938 Quellschüttungsmessungen durchgeführt. Im Jahr 1968 wurde das Späleologische Institut, damals eine nachgeordnete Dienststelle des Hydrographischen Zentralbüros, von den Vorarlberger Ill-

werken mit der Durchführung eines Markierungsversuches beauftragt. Das Ergebnis war eindeutig, die Verbindung von einer Wasserschwinde im schweizerischen Sulzfluhgebiet zu den Quellen im Gargellental konnte nachgewiesen werden, damit war auch der von den Geologen angenommene Deckenbau des Gebirges bestätigt.

### ***3 Ausbau zur Hydrographischen Quellmessstelle***

Der Hydrographische Dienst Vorarlberg errichtete im Jahr 1998 an der Fidelisquelle eine Messstelle im Sinne der Hydrographieverordnung. Die Messsonden für Wassertemperatur, Leitfähigkeit und Trübung wurden direkt an einem Quellaustritt installiert, das Messwehr zur Wasserstandserhebung mittels Drucksonde wurde unmittelbar oberhalb der Straße errichtet.

Die Erstellung der Schlüsselkurve zur Abflussbestimmung gestaltete sich sehr schwierig, weil der Quellbach wesentlich mehr Geschiebe mitbrachte als erwartet. Dadurch wurde das Messgerinne trotz der kurzen Strecke vom Ursprung bis zum Messwehr immer wieder zugeschottert, musste häufig geräumt werden (siehe Abb. 2) und der stark schwankende Wellenschlag beeinflusste die Drucksonde sehr. Blitzschläge und Vermurungen führten zu Datenausfällen und auch mit der Stromversorgung gab es anfangs arge Probleme. Ing. Heinz Gesson vom Hydrographischen Dienst Vorarlberg gelangen aber zwei wesentliche Innovationen. Er installierte erstmals in Österreich eine Kleinstturbine zur Stromversorgung einer Messstelle des Hydrographischen Dienstes und konstruierte eine spezielle Schürze zur Wasserspiegelberuhigung im Messgerinne. Dadurch konnte die Qualität der Daten wesentlich verbessert werden.



*Abbildung 2: Das alte Messgerinne musste  
öfter geräumt werden*



*Abbildung 3: Überlauf des gefassten Quell-  
bereiches*

Im Jahr 2002 wurden die nordöstlichen Äste der Fidelisquelle von der Gemeinde St. Gallenkirch in drei getrennten Sektoren mittels horizontalen Sammeldränleitungen für die Trink-

wasserversorgung gefasst. Die Quelfassungen wurden mit Überlaufrohren und Froschkappen ausgestattet (siehe Abb. 3), auch der Quellsammelschacht hat einen Überlauf in den Bach. Seit der Fertigstellung der Quelfassung werden 25 l/s für die energetische Nutzung über eine Druckrohrleitung zu einem Trinkwasserkraftwerk und für die Wasserversorgung von St. Gallenkirch abgeleitet.

Während der Fassung für die Bauarbeiten musste die Quellmessstelle in den Jahren 2002 und 2003 vorübergehend eingestellt werden. Nunmehr sind die Messsonden für die Temperatur, die Leitfähigkeit und die Trübung im Quellsammelschacht eingebaut, das Messwehr musste versetzt werden und befindet sich nun unterhalb der Straße (siehe Abb. 4 und 5). Seit der Quelfassung steht nun auch ein Stromanschluss zur Verfügung, und im Jahr 2005 wurde eine Datenfernübertragung mit GSM eingerichtet.



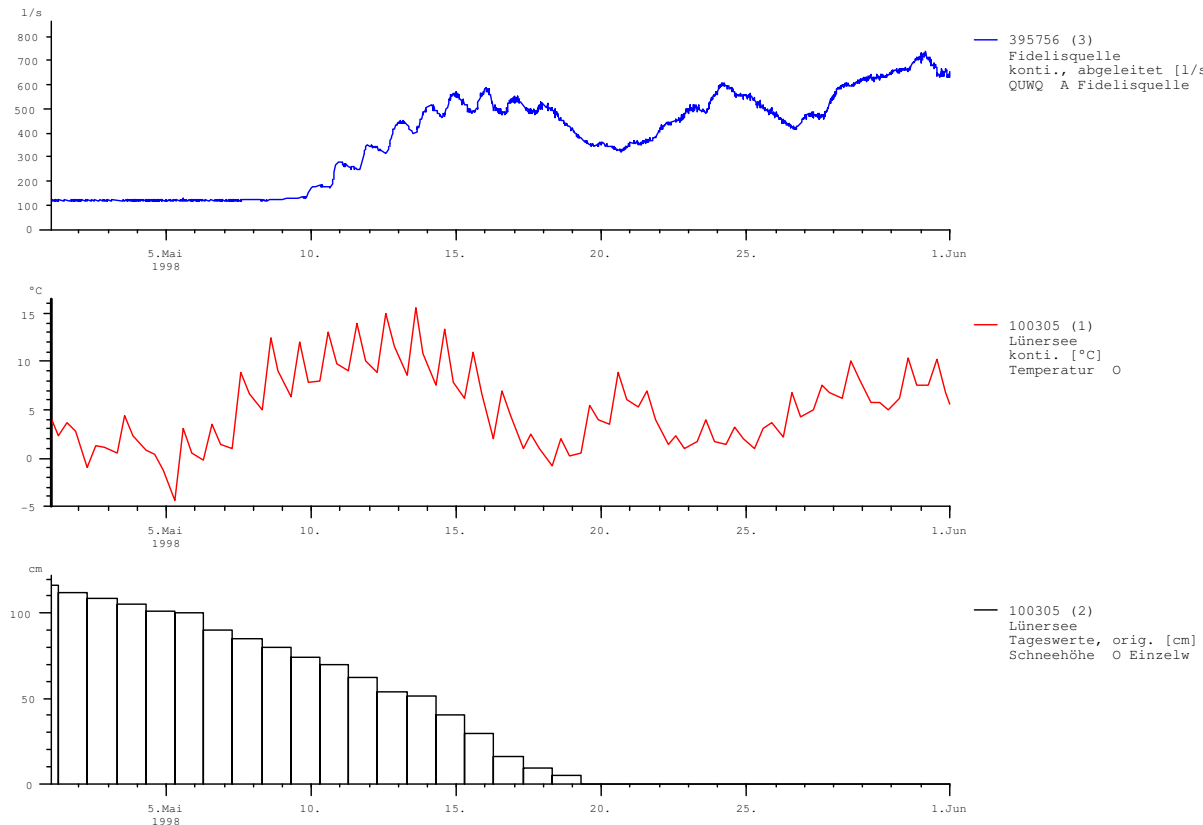
*Abbildung 4: Quellgebiet und Bauwerk der Wasserfassung*      *Abbildung 5: neues Messwehr*

## **4 Ergebnisse der Quellmessstelle**

Die Fidelisquelle zeigt ganz ausgeprägte individuelle Jahresganglinien. Die Grundschüttung ist sehr ausgeglichen und beträgt von November bis Mai ca. 80 l/s. Im Mai steigt die Schüttung meist jäh an und zeigt dann ausgeprägte Schneeschmelztagesgänge. Zu diesem Zeitpunkt liegt im Gargellental in der Umgebung der Quelle kein Schnee mehr, aber jenseits des Kammes im Sulzfluhgebiet in über 2000 m Seehöhe setzt zu diesem Zeitpunkt die Schneeschmelze ein.

Bei der Niederschlagsstation Lünensee der Vorarlberger Illwerke wird in ähnlicher Höhenlage und Exposition neben Niederschlag und Schnee auch die Lufttemperatur gemessen. Vergleicht man nun in Schönwetterphasen die Lufttemperatur und den Gang der Schneedecke beim Lünensee und die Schüttungsganglinie der Fidelisquelle, so bemerkt man, dass die Schneeschmelztagesgänge in der Quelle mit 2,5 Tagen Verzögerung auftreten und bei ei-

nem Temperatursturz im Einzugsgebiet dafür noch 2,5 Tage nachklingen (siehe Abb.6). Diese Erkenntnis aus den hydrographischen Routineparametern bestätigt den seinerzeitigen Markierungsversuch. Es wurden sommerliche Spitzenschüttungen von mehr als 600 l/s beobachtet.



*Abbildung 6: Schüttung der Fidelisquelle, Lufttemperatur und Schneehöhe an der dem Einzugsgebiet der Quelle vergleichbaren Station Lünensee im Mai 1998*

Die elektrische Leitfähigkeit und die Wassertemperatur verlaufen gegengleich zur Schüttung, was dem normalen Verhalten einer Karstquelle entspricht. Die Leitfähigkeit zeigt allerdings eine Besonderheit, die bisher nur bei ganz wenigen Quellen beobachtet wurde. Nach der langen winterlichen Niederwasserphase erfolgt mit dem allerersten starken Anstieg der Schüttung auch ein jäher Anstieg der Leitfähigkeit, die dann nach einigen Stunden ebenso rasch abfällt (siehe Abb.7).

Dr. Völkl hat in einem Vortrag bei der Quelltagung 2002 in Wildalpen berichtet, dass dieses Phänomen bei eingehenden Untersuchungen in der Rettenbachhöhle im Nationalpark Kalkalpen auf Myxobakterien zurückgeführt werden kann. Diese Mikroorganismen kommen in großer Zahl vor allem in der semiphreatischen, also der nur zeitweise wassergefüllten Zone in den Karstgefäßen im Gebirge vor. Das würde nun bedeuten, dass jener unterirdische Wasserlauf, der die Schneeschmelzwässer und die sommerlichen Niederschläge zur Quelle



leitet, unter 1000 Meter mächtiger Überlagerung von nicht verkarstungsfähigem kristallinen Gestein, in teilweise luftgefüllten Höhlenräumen fließt! Das würde auch die Verzögerung von 2,5 Tagen erklären, denn in einem geschlossenen hydraulischen System müsste die Schüttung sofort anspringen, auch wenn etwa ein Markierungsstoff einige Tage braucht. Auf jeden Fall kommen in der Quelle aber Wässer aus zumindest zwei verschiedenen Wasserkörpern zum Austritt, wie der ausgeglichene Basisabfluss zeigt.

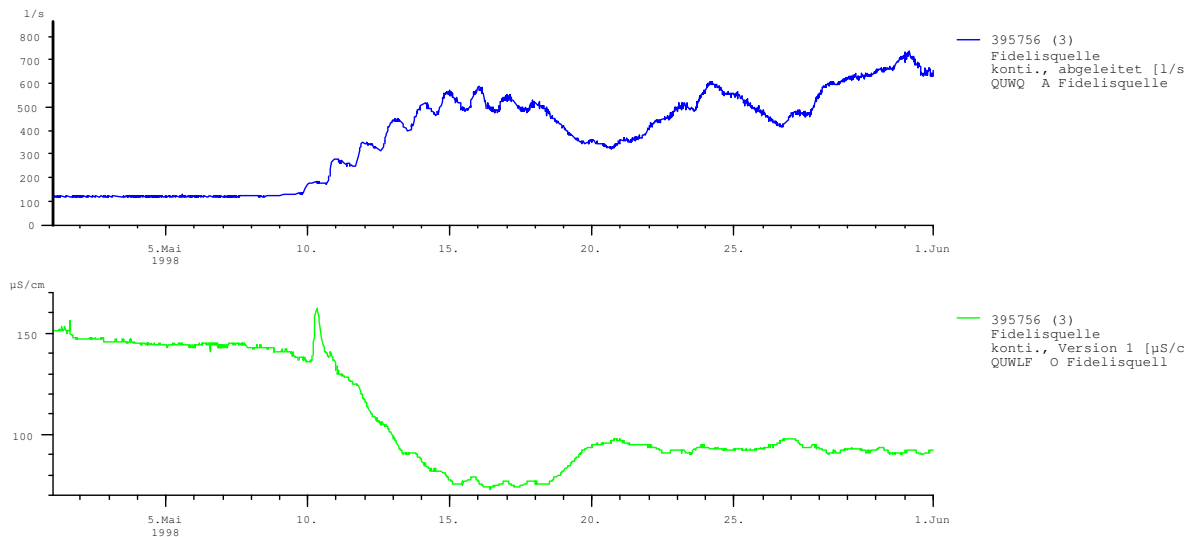


Abbildung 7: Schüttung und elektrische Leitfähigkeit der Fidelisquelle im Mai 1998

## 5 Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet einer Karstquelle ist meistens sehr schwer festzulegen. Im Fall der Fidelisquelle gibt es aber, wie oben gezeigt, eine Reihe von konkreten Hinweisen auf jenes Einzugsgebiet aus dem eine rasche und direkte Kontamination der Quelle möglich wäre. Das Wissen um die Verzögerung von ca. 2,5 Tagen kann dann von unschätzbarem Wert sein, wenn sich im Einzugsgebiet eine Katastrophe wie etwa der Absturz eines Luftfahrzeuges ereignet. Es bliebe dann ausreichend Zeit, die Quellbeileitung zur Wasserversorgung abzustellen. Der ausgeglichene Basisabfluss, der ein halbes Jahr lang die Quelle ausschließlich speist, ist vor Kontaminationen sicher gut geschützt.

Im Zuge des Projektes zur Trinkwasserefassung wurde von DDr. Heiner Bertle (GEOGNOS BERTLE) eine umfassende Studie mit geologischen Details und Berechnungen über das Einzugsgebiet erstellt, sowie eine Schutzzonenfestlegung getroffen. Für das Einzugsgebiet wird der Bereich zwischen der Gämpfluh Südseite und der Gruoba nördlich der Weißplatte und des Grenzkammes, zuzüglich der Ostabdachung von Scheienfluh und Weißplatte mit einer Größe von 8,5 km<sup>2</sup> und einer mittleren Höhe von 2300 m ü. A. angegeben. Nur 1 km<sup>2</sup> davon befindet sich auf österreichischem Staatsgebiet. Die eigentliche verkarstete Infiltrati-

onsfläche beträgt nur 4,1 km<sup>2</sup>, aber auch das an den Flanken, der aus kristallinem Gestein aufgebauten Gipfelpartien, abfließende Wasser versinkt bei Erreichen des Kalkes in den Untergrund. Die Nutzung des Einzugsgebietes besteht zu 30 % aus Schafweide, der Rest von 70 % ist Ödland, welches nur von Wild, Jägern und Bergsteigern begangen wird.

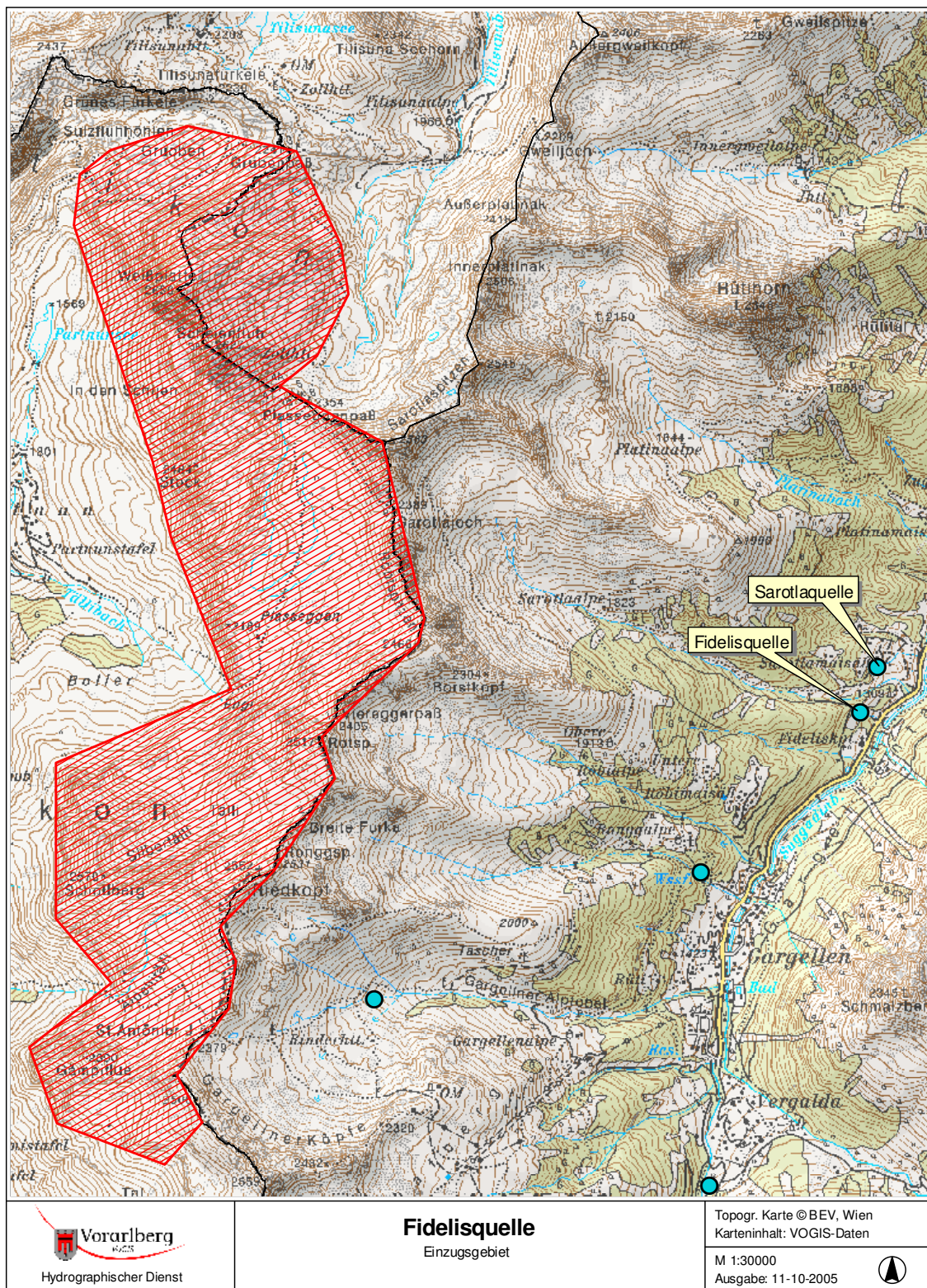


Abbildung 8: Fidelisquelle und ausgewiesenes Einzugsgebiet nach Bertle 2004



In der Studie wird ausgehend von einer aus den umliegenden Niederschlagsmessstellen ermittelten Jahresniederschlagssumme auf die Verdunstungsrate, den Verkarstungsgrad und die Versickerungsfracht eingegangen. Für die Fidelisquelle und die Sarotlaquellen wird dabei eine durchschnittliche jährliche Quellspende von 374 l/s errechnet, die sich im Verhältnis 3:2 auf die beiden Quellen aufteilt. Die Studie der Illwerke aus 1937/1938 kommt zu ähnlichen Werten.

## **6 Literatur und Quellen**

GEOGNOS BERTLE, BERTLE H., 2004: Trinkwasserversorgung St. Gallenkirch Fidelisquellen, Schutzzonenfestlegung Eingabeprojekt.

VÖLKL, G., 2002: Der Myxopeak, Tagungsband (CD-Version), Workshop Quellen, Wildalpen.

## ***Anschrift des Verfassers***

Dipl.-Ing. Clemens Mathis  
Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Abteilung VIId Wasserwirtschaft  
Fachbereich Informationswirtschaft und Hydrographie  
Josef - Huter - Straße 35  
6901 Bregenz  
email: clemens.mathis@vorarlberg.at

