

**Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung**  
**Band 78**

**Die Quellen der Blockgletscher  
in den Niederen Tauern**

**von**

**Th. Untersweg und A. Schwendt**

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung**  
**Landesbaudirektion**  
**Fachabteilung III a – Wasserwirtschaft – Referat II – Wasserversorgung**  
**Graz, 1995**



## Zum Geleit

Quellen besitzen in Österreich eine große Bedeutung für die Trinkwasserversorgung. Wie die Statistik der Österreichischen Vereinigung für das Gas- und Wasserfach (ÖVGW) zeigt, stammen ca. 49 % des von öffentlichen Trinkwasserversorgungsanlagen abgegebenen Wassers aus Quellen. Dieser hohe Prozentsatz ist vor allem auf die beiden Wiener Hochquellen-Wasserleitungen zurückzuführen. In der Steiermark liegt, da die Landeshauptstadt Graz mit Grundwasser versorgt wird, dieser Prozentsatz mit ca. 32 % niedriger, läßt aber trotzdem die große Bedeutung des Quellwassers erkennen. Dies um so mehr, als zahlreiche größere Gemeinden sowohl mit Quell- als auch Grundwasser in einem bisher nicht näher erfaßten wechselnden Verhältnis versorgt werden.

Stellt man die Lage der Grundwasservorkommen in den intensiv vom Menschen genutzten Tälern den meist im Bergland oder Gebirge gelegenen Einzugsgebieten von Quellen gegenüber, so kann fast generell eine geringere Gefährdung dieser Einzugsgebiete und damit der Qualität der Quellwässer angenommen werden. Dies kann als Grund für eine weitere Zunahme der Bedeutung von Quellen für die Trinkwasserversorgung in unserem Lande gelten.

Während die meist vor der Haustüre der Versorgungsgebiete gelegenen Grundwasservorkommen der Täler in den letzten 20 Jahren mit zunehmender Intensität bezüglich ihrer Strömungsverhältnisse, Ergiebigkeit und Qualität erkundet wurden, ist dies bei Quellen und ihren Einzugsgebieten, abgesehen von den großen Karstgebieten der Nördlichen Kalkalpen und einigen kleineren isolierten Karstbereichen wie z.B. dem mittelsteirischen Karst (Grazer Bergland), in viel geringerem Maße der Fall. Ein Grund hierfür liegt wohl darin, daß die Erkundung der Grundwasservorkommen nicht nur für eine effiziente Wassergewinnung, sondern auch - und das in zunehmendem Maße - für die Einrichtung wirkungsvoller Schutz- und Schongebiete notwendig wurde.

Bei Quellen wurden vor ihrer Fassung meist nur die Schüttung bzw. ihre Schwankungen und die Wasserqualität erfaßt. Der Erfassung der Einzugsgebiete von Quellen wurde, abgesehen vom Karst, zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Insgesamt kann festgestellt werden, daß Quellen nicht verkarsteter Gebiete bisher keinen Schwerpunkt hydrogeologischer Forschung bildeten. Diese Tatsache ist aus ihrer Bedeutung für die Trinkwasserversorgung ableitbar, da für diese große Quellen, also meist Karstquellen, herangezogen werden.

Während in anderen Ländern nicht verkarstete Gebiete, die keine großen Quellen aufweisen, meist im Wege über Trinkwassertalsperren für die Wasserversorgung genutzt werden, hat man bei uns in solchen Fällen das notwendige Wasserdargebot durch die Fassung vieler kleiner Quellen beschafft. Öffentliche Wasserversorgungsanlagen mit einigen zehn Quellfassungen zeugen davon.

Da Quellwasser nichts anderes als auf natürliche Art punktuell zu Tage tretendes Grundwasser darstellt, ist damit der "Grundwasserstandard" der öffentlichen Trinkwasserversorgung als Ziel unserer Wasserwirtschaft gewahrt. Wie die Statistik der öffentlichen Trinkwasserversorgung des ÖVGW zeigt, kann bisher mit einem Anteil von weniger als 1 % Oberflächenwasser ein sonst nirgends erreichter Standard gehalten werden. Daran ändert auch der Beitrag von Uferfiltrat bei der Grundwassergewinnung, der statistisch nicht erfaßt ist, grundsätzlich nichts.

Um nun diesen Standard zu erhalten und wenn notwendig, beeinträchtigt Grundwasser durch Quellwasser zu ersetzen, ist es erforderlich, die Vorkommen von Quellen möglichst genau zu erfassen. Soll auf dem Sektor der Trinkwasserversorgung erfolgreich Wasserwirtschaft betrieben werden, muß eben die Verteilung, Menge und Qualität des Gutes, mit dem es zu wirtschaften gilt, bekannt sein.

Wie bereits eingangs erwähnt, schreitet die Erfassung der Grundwasservorkommen unserer Täler und Karstgebiete durch zahlreiche, im Zusammenhang mit ihrer Nutzung stehende Untersuchungsprogramme rasch voran. Um nun aus den, auf der hydrogeologischen Übersichtskarte der Steiermark von V. Maurin und J. Zötl (1964) als "vorwiegend oberirdisch entwässerte Gebiete" ausgewiesenen kristallinen Gebirgszügen weitere Angaben über die Vorkommen von Quellen (Lage/Schüttung/Wasserqualität) zu erhalten, wurde im Jahr 1987 mit einem Untersuchungsprogramm in den Niederen Tauern begonnen.

Das Ziel war es, in dem hydrogeologisch noch kaum bzw. nur randlich erfaßten Gebiet Teilbereiche, die als exemplarisch gelten können, näher zu erkunden und so zu einem besseren Gesamtüberblick zu gelangen. Dieses Programm wurde im Auftrag der wasserwirtschaftlichen Planung vom Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung ausgeführt. Die Auswahl dieses Institutes erfolgte nicht zuletzt auf Grund der Ergebnisse der Quellenuntersuchungen im Koralpengebiet (Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung Bd. 57/1981), die gezeigt haben, daß die geomorphologischen und quartärgeologischen Verhältnisse in diesen Gebirgszügen für die Lage und Größe (Schüttung) der Quellen von grundlegender Bedeutung sind. So wie im Koralpengebiet und in der Stubalpe wurden auch in den Niederen Tauern nur dort, wo Marmore als Kluft- und Karstgrundwasserleiter wirken, große Quellen (Schüttung einige l/s bis einige 10 l/s) erwartet. Fossile Blockgletscher als Einzugsgebiete der an ihren Rändern auftretenden großen Quellen können daher als neue Erkenntnis dieses Untersuchungsprogrammes gelten. Um den Umfang dieser Quellvorkommen näher kennen zu lernen, wurde dieses Programm darauf ausgerichtet und eine Erfassung der Blockgletscher und ihrer Quellen in die Wege geleitet. Die Ergebnisse dieser Untersuchung, die nun in diesem Berichtsband vorgestellt werden, ermöglichen eine wesentliche Differenzierung des als "hydrogeologisch einheitlich" (Gebiet mit überwiegend oberirdischer Entwässerung) qualifizierten Gebirgszuges.

Ein Urteil über die wasserwirtschaftliche Bedeutung dieser Quellen für die Trinkwasserversorgung abzugeben, ist noch verfrüht, da über das Speicherverhalten (die Verweildauer des Wassers im Untergrund) des Grundwasserleiters "Blockgletscher" und seine "Vulnerabilität" durch anthropogene Einflüsse noch zu wenig bekannt ist.

Von den bisher erfaßten Quellschüttungen her kann durchaus eine Relevanz für die Wasserversorgung abgeleitet werden, der allerdings derzeit ihre große Entfernung von den Bedarfsgebieten entgegensteht. Die Unberührtheit der Einzugsgebiete in Form der hoch gelegenen Blockgletscher läßt günstige Verhältnisse bei der Wasserqualität erwarten. Die Frage nach der Effizienz der Deckschichten gegen anthropogene Einflüsse im Bereich der fossilen Blockgletscher ist allerdings zu stellen. Hinweise, daß diese Blockgletscher überwiegend aus grobem Material bestehen und hohe Feinkornanteile kaum vorhanden sind, lassen auf eine geringe

30  
31  
Schutzfunktion der Deckschichten schließen, sodaß die bisher beobachtete gute Wasserqualität auf die Unberührtheit der Einzugsgebiete zurückgeführt werden muß.

Graz, im August 1995

Univ.-Doz.Dr. Hilmar Zetinigg



## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| Zusammenfassung  | 3  |
| 1. Einleitung  | 3  |
| 2. Die Geologie der Niederen Tauern  | 4  |
| 2.1 Umgrenzung und Gliederung  | 4  |
| 2.2 Grundzüge des geologischen Baues   | 4  |
| 2.3 Seriengliederung   | 5  |
| 2.4 Spätglaziale Geschichte der Niederen Tauern  | 6  |
| 2.4.1 Die spätglazialen Gletscherstände  | 6  |
| 3. Die Blockgletscher  | 8  |
| 3.1 Klassifikation und Aufbau der Blockgletscher   | 8  |
| 3.2 Bedingungen für die Entstehung von Blockgletschern   | 9  |
| 4. Untersuchungsmethoden   | 9  |
| 5. Abflußmessungen   | 10 |
| 5.1 Auswertung vorhandener Pegeldata   | 10 |
| 5.2 Systematische Abflußmessungen  | 14 |
| 6. Quellenaufnahmen  | 24 |
| 7. Luftbildauswertungen  | 28 |
| 8. Systematische Blockgletscher- und Quellenkartierungen in den östlichen Niederen Tauern (Detailkartierungen) | 34 |
| 9. Multitemporale Auswertungen   | 49 |
| 9.1 Klima  | 49 |
| 9.2 Schüttung der Quellen  | 52 |
| 9.3 Trockenwetterfalllinien  | 54 |
| 9.4 Hydrochemische Untersuchungen  | 56 |
| 10. Digitale Erfassung der im Wasserbuch dokumentierten Quellen und Wasserkraftanlagen der Niederen Tauern     | 65 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 11. Ergebnisse und Schlußfolgerungen | 67 |
| 12. Literaturverzeichnis             | 68 |
| Verzeichnis der Tabellen             | 72 |
| Verzeichnis der Abbildungen          | 73 |
| Verzeichnis der Karten               | 75 |
| Verzeichnis der Beilagen             | 76 |

## Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurde ein mehrjähriges Quellenmeß- und -kartierungsprogramm in den Niederen Tauern durchgeführt. Neben den Ergebnissen mehrerer Abflußmeßkampagnen und Quellenkartierungen liegt als wichtigstes Teilergebnis die Verifizierung der Zusammenhänge zwischen periglazialen Blockgletschermassen als Grundwasserleiter und größeren Quellaustritten vor. Dieser eigene Quelltypus wird als "Blockgletscherquelle" bezeichnet. An typischen bzw. hinsichtlich der Schüttungsmenge bedeutenderen Quellen wurden über mehrere Jahre hindurch Messungen der hydrologischen Grundparameter durchgeführt.

### 1. Einleitung

Im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, FA IIIa und zuvor dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, läuft seit 1987 am Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung, Joanneum Research, ein mehrjähriges Programm zur "Erkundung von Quellen in den Niederen Tauern". Ein Teil der Arbeiten (Abflußmessungen südlich des Alpenhauptkammes) wurde von Gamerith und Stadler (GAMERITH & STADLER 1990) durchgeführt. Abflußmessungen konnten teilweise gemeinsam mit Krainer (KRAINER 1987, KRAINER & UNTERSWEIG 1989) durchgeführt werden.

Aus dem Areal der Niederen Tauern mit einer Fläche von mehr als 3000 km<sup>2</sup> liegen bisher nur unzureichende Daten bezüglich der Wasserreserven und der Quellsituation vor.

Die potentielle Eignung dieser im wesentlichen aus kristallinen Gesteinen bestehenden Gebirgsgruppe für die Errichtung überregionaler Trinkwasserversorgungen ist im Gegensatz zu den kalkalpinen Gebirgsanteilen der Steiermark weitgehend unbekannt.

Im Zuge einer mehrphasigen Untersuchung sollten die Voraussetzungen für eine künftige Bewertung der Wasserreserven der Niederen Tauern mit gleichzeitiger Festlegung besonders geeigneter Teilgebiete zur Wassergewinnung geschaffen werden.

Im Hinblick auf diese Fragestellung wurde zunächst versucht, alle relevanten Daten aus den Fachgebieten der Regionalen Geologie, Quartärgeologie, (Glazial-) Geomorphologie, Hydrologie und Klimatologie sowie bestehende Quellenaufnahmen, Gutachten etc. zu erfassen.

Hinsichtlich des petrologischen Aufbaues (i.w. Glimmerschiefer, diverse Gneise) kann die Hauptmasse der Niederen Tauern als hydrogeologisch recht einheitlicher Bereich beurteilt werden; im allgemeinen besitzen die kristallinen Gesteine keine größere Speicherkapazität. Die Unterschiede der einzelnen Gesteinseinheiten beschränken sich meist auf die unterschiedlichen Kluftwasserwegigkeiten in den massigeren, quarzreichen Gesteinen und den schiefrigen, glimmerreicheren Gesteinen. Stärkere Quellaustritte sind häufig an Störungs- und Zerrüttungszonen gebunden. Hydrogeologisch wirksame Ausnahmen des generellen Verhaltens bilden die verbreitet auftretenden Marmoreinschaltungen (Bretstein-, Sölker Marmor) und Anteile des Zentralalpinen Mesozoikums sowie der Grauwackenzone.

Als potentielle Speichergesteine in den Niederen Tauern sind aber vor allem die Lockergesteinsmassen zu beachten. Von den als teilweise weitverbreitete Blockschutthalden, Hangschuttkörper oder Blockgletscher vorliegenden Lockergesteinen sind insbesondere jene pleistozäner Entstehung von hydrogeologischer Bedeutung. Glazialmorphologische Verhältnisse und glazigene bzw. periglaziale Ablagerungen bestimmen in den vom Eis überprägten Gebieten weitgehend die Quellenverhältnisse. Hier ergeben sich innerhalb der Gebirgsgruppe größere Unterschiede zwischen den einzelnen Karen und Tälern, wobei vor allem die spätglazialen Moränen- und Blockgletschermassen wichtige Grundwasserleiter darstellen.

## **2. Die Geologie der Niederen Tauern**

### **2.1 Umgrenzung und Gliederung**

In geographischer Hinsicht wird der steirische Anteil der Niederen Tauern von Osten gegen Westen fortschreitend in die Seckauer, Rottenmanner, Wölzer und Schladminger Tauern gegliedert. In geologischer (bzw. morphologischer) Hinsicht ergeben sich für die Gebirgsgruppe der Niederen Tauern folgende Grenzlinien: Im Norden die Südgrenze der auflagernden Grauwackenzone südlich vom Liesing-, Palten- und Ennstal; im Westen die digitierend verzahnte Überschiebungsfläche des mittelostalpinen Altkristallins der Schladminger Tauern über den unterostalpinen, vorwiegend mäßig metamorphen Sedimentgesteinen der Radstädter Tauern S Schladming, W Giglachsee, E Radstädter Tauernpaß und E Mauterndorf. Als Südgrenze bietet sich die Depressionszone mit dem Tertiärbecken Tamsweg im Lungau über Seethal, St.Peter, Oberwölz an, die ab Niederwölz entlang der Mur gegen Osten nach St.Michael weitergeführt werden kann. Die Ostgrenze im Palten-Liesingtal ist sowohl deckentektonisch als auch bruchtektonisch bedingt (TOLLMANN 1977).

### **2.2 Grundzüge des geologischen Baues**

Die am tiefsten gelegene Einheit der Niederen Tauern besteht aus granitischen Gneisen und granitoiden Gesteinen, die in den Schladminger Tauern an der stark verfalteten und verschuppten, mittelsteil gegen Osten einfallenden Überschiebungsfläche zum unterlagernden, aus Quarzphylliten und vorwiegend karbonatischen mesozoischen Gesteinen bestehenden Unterostalpin der Radstädter Tauern und in Antiklinalkernen zu Tage treten. Im Osten ist diese Einheit in der Seckauer-Hochreichhart-Bösensteingruppe aufgeschlossen. Paragneisserien als „Altes Dach“ der granitischen Intrusion hüllen diese tiefsten Kerne ein. Darüber folgt abschnittsweise eine Amphibolitserie, die der Speikserie in der Gleinalpe entspricht. Die Gneise der Schladminger Tauern tauchen flach gegen Osten, die des Hochgrößen und Bösensteins achsial gegen Westen unter die Glimmerschieferzone der Wölzer Tauern ab, d.h. letztere liegen in einer achsialen Querdepression. Die Hauptmasse der zentralen Niederen Tauern (Wölzer Tauern, z.T. Rottenmanner Tauern) nimmt der nun im Hangenden anschließende Wölzer Glimmerschieferkomplex ein. Zu oberst folgt im Altkristallin die marmorreiche Bretsteinserie. Diese tritt entsprechend ihrer Position beim beidseitigen Abtauchen der Niederen Tauern-Gesamtaufwölbung unter das Oberostalpin im Norden (Grauwackenzone) und Süden (Gurktaler Decke) zutage. Weiters kennzeichnet die Bretsteinserie ein zentrales Längssynklinorium

(St.Nikolai - Bretstein - Pölstal), durch das die oben angeführte Gesamtaufwölbung untergliedert wird.

Diskordant und transgressiv über diesem voralpidischen Komplex lagert am Nordrand, besonders mächtig gegen das Palten-Liesingtal hin, die permotriadische Rannachserie. Diese liegt in Grünschieferfazies, nahezu alle anderen Gesteinsserien liegen bedingt durch die voralpidische (variszische) Metamorphose in Amphibolitfazies vor. Die vorwiegend aus Phylliten bestehende Grauwackenzone südlich des Liesing-, Palten- und Ennstales bildet den nördlichen Rahmen der Niederen Tauern.

Voralpidische, vorherrschend E-W-streichende Faltenachsen und Lineationen sowie eine alpidische Verschuppung, speziell an den Deckengrenzen zum Unterostalpin und Oberostalpin sind für die tektonischen Verhältnisse charakteristisch. Von den Störungen in den Niederen Tauern ist die alpidisch angelegte Pölslinie hervorzuheben, an der eine bedeutende Rechtsseitenverschiebung stattgefunden hat (TOLLMANN 1977).

Während der pleistozänen Vereisungen kam es zu einem mehrmaligen Aufbau eines Eisstromnetzes und zu einer starken glazialen bzw. periglazialen Überformung der Landschaft.

## 2.3 Seriengliederung

Die Serie der **granitoiden Gneise** bildet in den Schladminger Tauern ebenso wie in den Seckauer Alpen den Kern bzw. die tiefste Partie des Altkristallins. In den Seckauer Tauern und im Bösensteinmassiv überwiegen Granite und tonalitische Gesteine teils massiger Textur, teils zu Flasergneisen und Augengneisen verschiefert. Die rein granitischen, massigen Partien nehmen nur beschränkte Teile ein, etwa im Bereich des inneren Ingeringgebietes bis zur Gaal und anschließend im westlichen Bösensteinmassiv. Weite Regionen hingegen zeigen migmatitische Typen, Granitisation des Nebengesteins der angrenzenden Biotitschiefer und Schiefergneise (METZ 1953). In den Schladminger Tauern umfaßt die granitoide Serie mittel- bis feinkörnige Granit-, Granodiorit-, Quarzdiorit- bis Dioritgneise, wobei sich im Kern der großen Stöcke fast massige leukokrate Granite finden. Augengneise und Porphyrgneise erscheinen als Randfazies zu den begleitenden Migmatiten.

Die nächsthöhere Einheit bildet in den Seckauer Tauern die **Feinkorngneis-Biotitschiefer-Serie**. Sie umfaßt bis 1000 m mächtige, feinkörnige graugüne Chloritepidotgneise von sehr variabler Zusammensetzung (BACHMANN 1964). Diese Feinkorngneise enthalten vielfach Lagen von Amphibolit, von quarzitischen Gesteinen, ferner auch von Biotit-Plagioklasgneisen und Biotitschiefern.

In den Schladminger Tauern wird der Haupttypus der **Paragneise** durch dunkle, fast massig aussehende, mächtige Biotitgneise repräsentiert. Übergänge führen zu sehr quarzreichen Typen, andererseits auch zu dunklen, hornblendereichen Gneisen. Amphibolite, die in zahlreichen Varietäten vorliegen, sind mit den Paragneisen vergesellschaftet.

Darüber wird, allerdings nur in den Seckauer- und Rottenmanner Tauern, die **Hornblendegneis-Amphibolit-Serie** ausgeschieden.

Anschließend folgt die **Wölzer Glimmerschiefer-Serie**, bestehend aus Glimmerschiefern mit vorwiegend Muskowit (Serizit), Quarz, untergeordnet Biotit, stets auch

Chlorit, Granat, einem geringeren Plagioklasgehalt und verschiedenen Akzessorien wie Hornblende, Turmalin, Klinozoisit, Epidot etc. Außer dem normalen mittelkörnigen Typus gibt es einerseits phyllitische Glimmerschiefer und andererseits pegmatitisch beeinflusste Typen mit großen Muskowiten, Kohlenstoffglimmerschiefer, quarzitisches Glimmerschiefer, Graphitquarzite und selbständige Biotitschieferlagen. Einschaltungen von Karbonatzonen, von schmalen Amphibolitlagen und Hornblende-Epidotschiefern stellen sich lokal ein. Südlich des Hauptkammes der Wölzer Tauern treten auch grobkristalline, lokal Staurolith und Disthen führende Glimmerschieferarten auf (METZ 1976).

Die **Bretstein-(Marmor-)Serie** bildet primär das hangendste Schichtglied im Kristallin der Niederen Tauern. Die Bretsteinserie besteht aus Glimmerschiefern mit reichlich Marmorzügen, mit Amphiboliten und ist durchschwärmt von Pegmatiten.

Die **zentralalpine Permotrias** (Rannachserie und mittelostalpinen Mesozoikum) lagert diskordant und mit Metamorphosesprung über dem Kristallin. Die bis zu einigen Kilometern mächtige Rannachserie (Alpiner Verrucano) setzt sich aus dem Rannachkonglomerat, aus Quarziten, Serizit-Quarzitschiefern und Serizit-Phylliten zusammen. Darüber folgt vielerorts der sogenannte „Plattlquarzit“, also der skythische Semmeringquarzit.

## 2.4 Spätglaziale Geschichte der Niederen Tauern

Da in den Niederen Tauern die Moränen- und Blockgletschermassen des Spätglazials die bedeutendsten Wasserspeicher darstellen, wird auf diesen Zeitraum näher eingegangen. Unter Spätglazial versteht man den Zeitabschnitt zwischen dem Beginn des Abschmelzens des würmzeitlichen Eisstromnetzes und dem Erreichen neuzeitlicher Gletscherdimensionen an der mit 10.000 Jahren B.P. datierten Wende zum Postglazial (PATZELT 1980). Entsprechend war diese Periode von einem generellen Zurückweichen der Gletscher gekennzeichnet, das aber durch mehrere Wiedervorstöße bzw. Rückzugshalte mit immer kleiner werdender Reichweite unterbrochen wurde. Nach heutigem Wissensstand erfolgt eine Gliederung in Bühl - Steinach - Gschnitz - Senders - Daun - Egesen (LIEB 1987).

Da das Spätglazial eine Zeit maximaler Morphodynamik darstellt, erfuhren die Niederen Tauern, ebenso wie andere alpine Bereiche, eine nachhaltige und vielerorts letzte Gestaltung. Im hochalpinen Raum sind vor allem die Übertiefung von Talabschnitten in den inneralpinen Seitentälern und die Ausgestaltung der Kare durch die Gletscher mit den dazugehörigen Akkumulationsformen, insbesondere den Moränen, von Bedeutung.

Außerhalb der Gletscher kam es durch glazial unterschrittene, verstellte Hänge zu Bergstürzen und Talzuschüben, zur Bildung mächtiger Hangschuttverkleidungen und zur raschen Verlandung von Zungenbecken. Eine besondere, an die subnivale Höhenstufe im jeweiligen Spätglazialstadium gebundene Form sind die Blockgletscher in den Hochzonen der Niederen Tauern.

### 2.4.1 Die spätglazialen Gletscherstände

#### Bühl

Über das Bühlstadium der Niederen Tauern ist wenig bekannt.

### Steinach

Der Steinachvorstoß ist im ganzen Bereich der Niederen Tauern als echter Vorstoß anzusehen, bzw. durch Neubildung von Talgletschern ausgezeichnet. Ihre Länge betrug in den westlichen Niederen Tauern maximal nur mehr 10 km, in den östlichen erreichten sie, aus den Karen kommend, gerade noch die Täler. Immer kam es aber zur Ausbildung von echten Gletscherzungen, wie dies die End- und Seitenmoränenwälle deutlich belegen.

Das Steinach-Stadium kann in mehreren Tälern identifiziert werden.

Im westseitigen Bärental können bei der Bärentalalm in 1440 m deutlich die Endmoränen und der anschließende Sander erkannt werden. Im Gaalgraben reichte der Steinachgletscher bis auf 1260 m, wo seine Endmoräne eine kleine lokale Epigenese verursachte. In den südexponierten Tälern der Seckauer Tauern fehlen hochwürmzeitliche Moränen fast gänzlich, die des Spätglazials sind jedoch weit verbreitet, z.B. südlich des Seckauer Zinkens und im Schwaigerbachgraben (NAGL 1976). Eine besonders gut ausgeprägte Steinachmoräne befindet sich im Feistritzgraben, wo der Gletscher in 1380 m Sh endete.

### Gschnitz

In den NE-exponierten Karen des Hagenbach- und Liesinggebietes sind Blockgletscher weit verbreitet (Gotstalalm 1450 m, S Hochreichhartschutzhaus 1520 m, N Schönebenalm bis 1480 m, Hühnerkaralm 1480 m).

Nach LIEB (1987) existierten jedoch in den östlichen Untergruppen der Niederen Tauern noch Kargletscher, die z.B. im Brandstätter- (1730 m) und im Reichhartkar (1840 m) sowie im Bärental (1700 m) zur Ausbildung einer markanten Stufe führten. In den Tälern westlich des Glattjochs bestanden zumeist noch Talgletscher, die aber schon weit im Inneren des Gebirges endeten und sich nicht mehr zu großen, aus mehreren Tälern genährten Gletscherströmen vereinigten.

### Senders

Das mehrgliedrige Sendersstadium dürfte nur mehr in den Schladminger Tauern Talgletscher hervorgebracht haben, während die übrigen Gruppen bereits weitgehend von Kargletschern geprägt waren. Spätestens in diesem Stadium setzt die Aktivität von Blockgletschern ein. Die von NAGL (1976) gschnitzzeitlich eingestufteten Blockgletscher der Seckauer Alpen werden von LIEB (1987) ins Senders gestellt.

### Daun

Im Daun waren die Gletscher für das Landschaftsbild der Niederen Tauern nur mehr von untergeordneter Bedeutung, sieht man von den zentralen Schladminger Tauern ab, wo es noch eine bedeutende Karvergletscherung mit einzelnen Gletscherzungen gab. Im übrigen erreichte die Blockgletscheraktivität in den zahlreichen eisfreien Karen ihr Maximum.

### Egesen

Im Egesen verliert auch die Blockgletscherbildung in den Niederen Tauern an Bedeutung, wenn man von eventuellen Reaktivierungen bereits inaktiver Formen absieht (LIEB 1987).

### 3. Die Blockgletscher

Unter Blockgletscher werden heute überwiegend größere zungen- oder lobenförmige Schuttakkumulationen mit scharfer Randbegrenzung und einer Oberflächenstruktur von fluidalem Habitus verstanden. Sie enthalten im aktiven Zustand Eis und unterliegen einer langsamen Massenbewegung hang- oder talabwärts. Meist sind sie einige Zehner bis einige hunderte Meter lang und breit und einige Zehner Meter mächtig.

#### 3.1 Klassifikation und Aufbau der Blockgletscher

BARSCH (1983) vertritt eine Einteilung der Blockgletscher nach dem Eisgehalt und der damit verbundenen Bewegung in aktive, inaktive und fossile Formen.

Aktive Blockgletscher zeigen eine langsame Fließbewegung von 25 bis 30 cm/Jahr (BARSCH 1969) und eine 30 bis 40° steile Bewegungsstirn. Ihr Aufbau wurde erstmals von Brown 1925 erforscht, der als Bergwerksingenieur den Bau eines Stollens durch einen Blockgletscher ins Anstehende geleitet hat. Brown war der Ansicht, einen schuttbedeckten, oder wie er es nannte „fossilen“ Gletscher vor sich zu haben, da er unter einer 2 bis 4 m hohen oberen Blockschicht eine untere, feinstoffreiche gefrorene Schicht antraf. Geländebegehungen und kristallographische Untersuchungen des Eises von Barsch im Jahre 1980 haben jedoch ergeben, daß es sich bei diesem Eis um eine große Eislinse handelt, die in Folge einsickernder Wässer von Jahr zu Jahr größer wird.

Die Größe der Blöcke der oberen Schicht ist materialabhängig. So sind Blockgletscher mit einer fast unbegehbaren Schicht aus hausgroßen Blöcken ebenso bekannt wie solche aus überwiegend faust- bis kopfgroßen Steinen und Blöcken (BARSCH 1983). Der Feinmaterialanteil wurde durch Regen- und Schneeschmelzwässer in die liegende Schicht transportiert und zusammengefroren. In dieser unteren Schicht (Eisgehalt nach Barsch 1977: 50 bis 60 %) schwimmen jedoch auch größere Blöcke. Granulometrische Untersuchungen am Blockgletscher Macun I/ Unterengadin (BARSCH 1969) ergaben, daß 70 % des Materials <2 mm der Sandfraktion (2000 - 63 µm) und 25 % der Schlufffraktion (63 - 2 µm) zuzurechnen sind. Barsch betont jedoch ausdrücklich die Variabilität dieses Verhältnisses.

Inaktive Blockgletscher bewegen sich nicht. Ihre feinmaterialreiche Stirn wird durch Massenbewegungen abgeflacht und von Vegetation besiedelt. Ein gefrorener Kern ist jedoch immer noch vorhanden, der eine Reaktivierung und somit Bewegung ermöglicht.

Fossile Blockgletscher sind durch ein weitflächiges Einsinken der Oberfläche und durch Kollapserscheinungen gekennzeichnet. Durch das Ausschmelzen des Eises wurde auch Feinmaterial ausgespült. Eine Reaktivierung ist nicht möglich.

Eine andere Form der Einteilung wird z.B. von WHITE (1976) getroffen, der Blockgletscher nach ihrem morphologischen Erscheinungsbild in zungen- und lobenförmige Arten unterscheidet.

Zungenförmige Blockgletscher entsprechen den „Blockströmen“ früher Bearbeiter und sind gelängte Massen aus groben und feineren Blöcken. WHITE (1981) gibt Längen in Tausender, Breiten in Hunderter und Mächtigkeiten im Bereich von

Zehner Metern an. Längsrillen parallel zur Bewegungsrichtung verleihen den zungenförmigen Blockgletschern das Aussehen von in Bewegung befindlichen Blankeisgletschern. Nach WHITE (1981) soll es sich hier um Blockgletscher handeln, die aus schuttbedeckten Blankeisgletschern hervorgegangen sind.

Lobenförmige Blockgletscher sind breiter als lang und entwickeln sich unterhalb von Schutthalen (unter Steilhängen) und immer oberhalb der Baumgrenze. Ihre Mächtigkeit wird von WHITE (1976) mit bis zu 25 m angegeben. Sie sind durch Querrinnen und -furchen an der Oberfläche gekennzeichnet.

### **3.2 Bedingungen für die Entstehung von Blockgletschern**

Neben dem Permafrostboden gibt HÖLLERMANN (1983) Gestein und Relief, sowie Lage und Exposition zur Sonneneinstrahlung als Bedingungen für die Blockgletscherexistenz an. Zusätzlich betont LIEB (1987) strahlungsreiche und niederschlagsarme Verhältnisse, also ein kontinental getöntes Klima.

#### Gestein und Relief

Blockgletscher sind an die Verfügbarkeit von grobblockig verwitterndem Gestein und an ein steiles, schuttlieferndes Einzugsgebiet gebunden. Daher bestehen sie zumeist aus kristallinen, selten auch aus karbonatischen Gesteinen. HÖLLERMANN (1983) schätzt die Reliefenergie zwischen Zungenende und Obergrenze der Steilumrahmung auf mindestens 250 bis 300 Höhenmeter, in kontinental-trockenen Gebieten sogar auf bis zu 700 bis 800 Höhenmeter ein.

#### Lage und Exposition

Grundsätzlich treten Blockgletscher in allen Expositionen auf, doch ist eine Präferenz für nordseitige Auslagen erkennbar. Je nach den lokalen bzw. regionalen Bedingungen fällt das Maximum auch in NE- bzw. NW-Richtung. Grund dafür ist der Strahlungsschutz in Schattlagen, der die Bildung bzw. Erhaltung von Eis in den Schuttansammlungen begünstigt. Außerdem bewirken schatt- und leeseitige Hohlformen eine Konzentration des festen Niederschlages (Schnee-, Firn- und Eisanhäufung im Winterhalbjahr) im Gebirgsrelief (GÖDL 1993).

## **4. Untersuchungsmethoden**

Ausgehend von vorhandenen Daten (Literatur, ältere Quellenaufnahmen, Pegel-daten) wurde ein Konzept erstellt, mit dessen Hilfe über flächendeckende Meßkampagnen und Datenauswertungen bzw. detaillierte stichprobenartige Untersuchungen ein Überblick über das Gesamtgebiet gewonnen werden sollte. Desweiteren wurden Gebiete für spezielle Untersuchungen herausgefiltert.

Ein Hauptproblem bei der Größe des Gesamtgebietes der Niederen Tauern war die Entwicklung eines geeigneten methodischen Ansatzes, der es gestattete, einerseits möglichst rasch einen Überblick über die hydrologische Situation des Gebietes und andererseits möglichst detaillierte Kenntnisse besonders interessanter Bereiche zu erhalten. Die Untersuchung sollte helfen, Unterschiede im Gesamtgebiet herauszufinden bzw. eventuell Teilgebiete bzw. Quellgruppen für zukünftige Nutzungen einzugrenzen.

Dazu wurden folgende Wege beschritten:

1. Abflußmessungen an den der Enns und Mur tributären Bächen
2. Quellenkartierungen in typischen Einzugsgebieten
3. systematische Untersuchungen von glazialen und periglazialen Schuttmassen bzw. bedeutenderen Quellen
4. mehrjährige Beobachtungen von sogenannten "Blockgletscherquellen"

Die Ergebnisse dieser Vorgangsweise führten zur Einschränkung des Arbeitsgebietes auf die östlichen Triebener und Seckauer Tauern, wobei einerseits eine Verifizierung der gewonnenen Erkenntnisse mit Hilfe von Detailkartierungen einzelner Blockgletscher und Blockgletscherquellen angestrebt und andererseits eine Reihe von interessanten Quellen einer mehrjährigen Dauerbeobachtung unterzogen wurde.

Aus diesen multitemporalen Auswertungen konnten schließlich Aussagen zu einigen Randbedingungen in den Einzugsgebieten von Blockgletscherquellen bzw. zum Verhalten der Quellen selbst gewonnen werden.

## **5. Abflußmessungen**

### **5.1 Auswertung vorhandener Pegeldata**

Aus dem steirischen Anteil der Niederen Tauern und angrenzenden Teilen der Radstädter Tauern (Salzburg) liegen von einigen Gewässern zum Teil langjährige Pegelaufzeichnungen vor, welche einen ersten Einblick in die Abflußverhältnisse dieser Gebirgsgruppe gestatten.

Bedingt durch die Schneeschmelze erreichen die Bäche in den Monaten April/Mai ihre höchste Wasserführung; diese wird auch durch ausgiebige Sommer- und Herbstniederschläge nicht mehr erreicht. Der Tiefstand der jährlichen Wasserführung fällt in die Wintermonate Jänner/Februar. Die Mengenunterschiede von den Februarwerten zu den Schneeschmelzhochständen betragen bei den einzelnen Bächen etwa das 10- bis 100-fache. In Abb. 1 und 2 sind ausgewählte Beispiele von Abflußganglinien aus den Jahren 1971, 1977 und 1982 dargestellt.

Im Jahre 1971 erreichten die Abflüsse des Ennsgebietes (Pegel Liezen) nur 66 % des Mittelwertes 1901 - 1950, im Murgebiet (Pegel Leoben) nur 62 %. Im Jahre 1977 erreichte die Enns 87 %, die Mur 81 %; im Jahre 1982 lagen die Werte der Enns um 5 % und der Mur um 3 % über dem Mittelwert.

Tab. 1 informiert über Abflußspenden einzelner Bäche der Niederen Tauern und angrenzender Gebiete. Die aufgezeigten Unterschiede der mittleren Jahresabflußspenden dürften i.w. regionalen Veränderungen der Jahresniederschlagsmengen (z.B. Niederschlagscheidenwirkung des Alpenhauptkammes) entsprechen.

Abb. 1: Abflußganglinie des Pegels Liesing/Kammern 1977

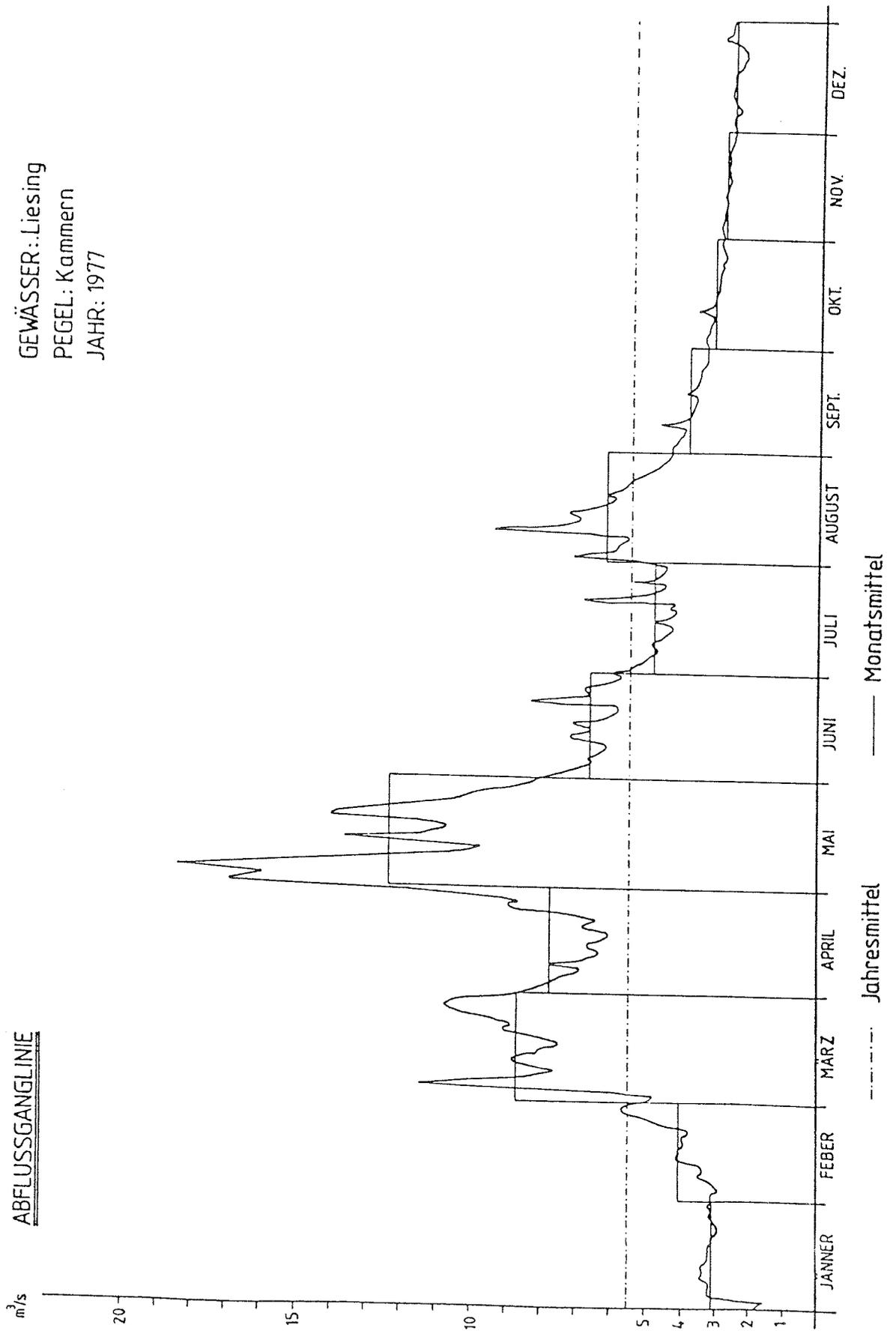
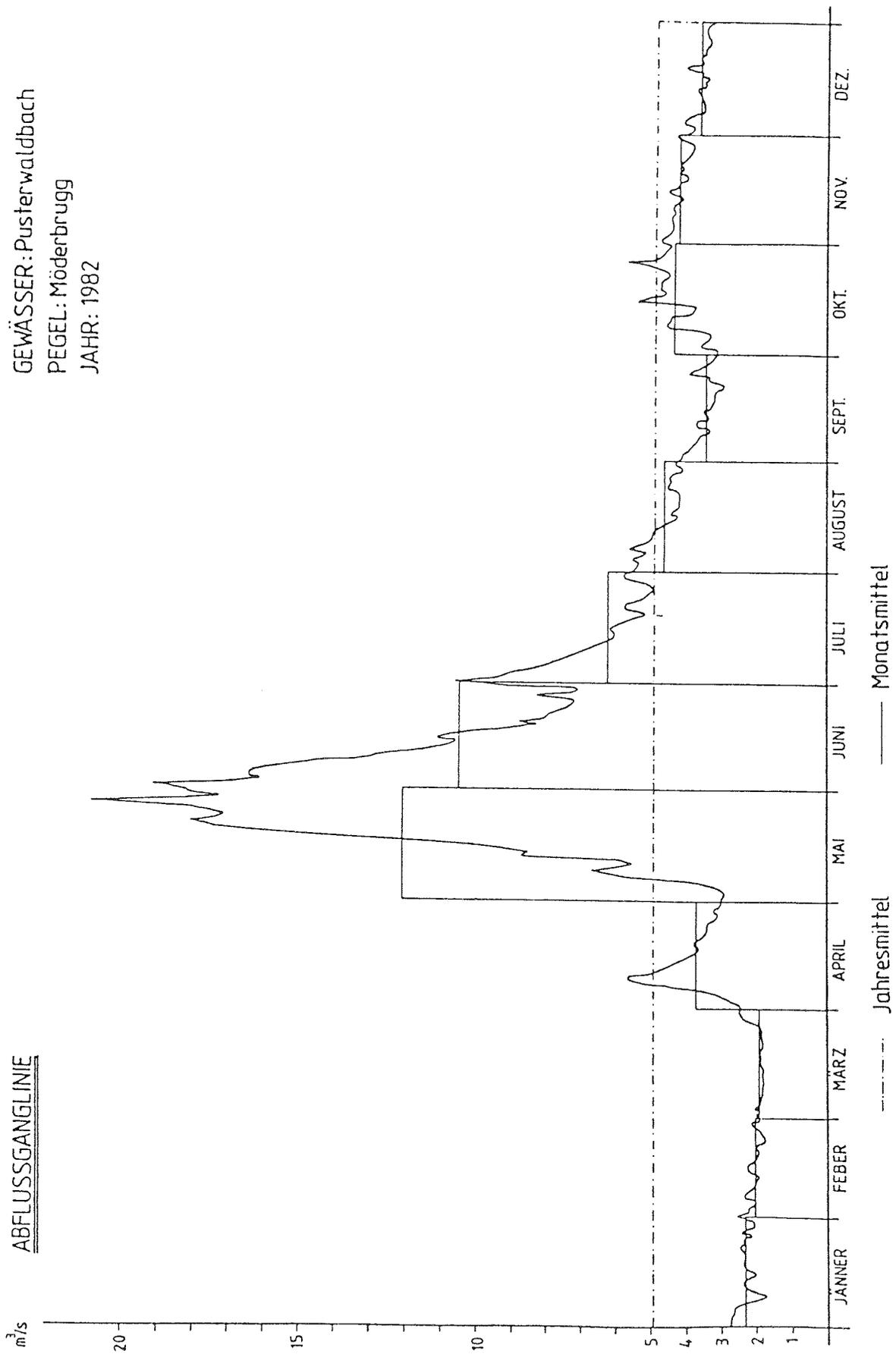


Abb. 2: Abflußganglinie des Pegels Pusterwald/Möderbrugg 1977



Differenziertere Verhältnisse ergeben sich bei den mittleren Abflußspenden des Monats Februar. Da in diesem Monat die Abflußspende von Oberflächen- und Bodenabfluß weitgehend unbeeinflusst ist, hängt sie i.w. vom Grundwasserabfluß ab. Dessen Menge steht in Beziehung zu den im Einzugsgebiet vorhandenen Speicherkapazitäten. Tab. 1 ist zu entnehmen, daß Einzugsgebiete mit hohen Jahresabflüssen nicht unbedingt auch hohe Februarabflüsse aufweisen (vgl. z.B. Untertaler Bach und Donnersbach).

Für eine eventuelle Wassergewinnung wären Teileinzugsgebiete mit einem hohen Anteil des Februarabflusses am Jahresabfluß von größerem Interesse. Die Oktoberwerte sind als Vergleichsbasis zu den Ergebnissen der im Oktober/November durchgeführten Abflußmessungen angeführt (Kartenbeilage 1).

Tab. 1: Übersicht über die mittleren Abflußspenden (l/s km<sup>2</sup>) in den Niederen Tauern und angrenzenden Gebieten.

| Gewässer, Pegel            | Zeitraum  | Mq (Jahr) | Mq (Okt.) | Mq (Feb.) |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ENNS, Altenmarkt           | 1951-1980 | 29,7      | 17,7      | 8,1       |
| TAURACH, Löbenau           | 1951-1980 | 54,5      | 46,3      | 30,4      |
| UNTERTALER B., Tetter      | 1951-1980 | 40,3      | 24,4      | 7,0       |
| SÖLK, Stein a. E.          | 1951-1975 | 35,2      | 22,2      | 8,4       |
| DONNERSBACH, Irdning       | 1976-1980 | 27,6      | 21,0      | 10,5      |
| PALTEN, Selzthal           | 1951-1980 | 26,1      | 19,5      | 12,0      |
| WEISSPRIACH, Weißpriach    | 1961-1980 | 34,9      | 24,9      | 10,0      |
| MUR, St. Georgen o.J.      | 1951-1980 | 19,9      | 15,1      | 7,1       |
| PUSTERWALDBACH, Möderbrugg | 1971-1980 | 24,0      | 15,8      | 8,4       |
| PÖLS, Pöls                 | 1951-1980 | 22,3      | 17,1      | 8,5       |
| LIESING, Kammern           | 1966-1980 | 22,5      | 16,9      | 11,0      |

Aufgrund der vorliegenden Informationen (Hydrographische Jahrbücher) wurden unter Verwendung der Maillet-Funktion Abschätzungen des Speicherverhaltens einzelner Einzugsgebiete angestellt. Der Steigungskoeffizient  $\alpha$  der Maillet-Funktion liegt bei den meisten Gerinnen zwischen

$$0,01 - 0,03 \text{ d}^{-1},$$

worin sich i.a. nicht besonders günstige Retentionsbedingungen ausdrücken. Einen Vergleich theoretischer Vorratsmengen einzelner Einzugsgebiete ermöglicht Tab. 2.

Tab. 2: Abschätzung der theoretischen Vorratsmengen bezogen auf MQ-Februar

|                             | Einzugsgebiet<br>(km <sup>2</sup> ) | theoretischer Vorrat<br>(Mio. m <sup>3</sup> ) |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|
| Untertaler Bach (Tetter)    | 65                                  | 1,2  |
| Sölk (Stein a.d.E.)         | 283                                 | 8,6  |
| Palten (Selzthal)           | 369                                 | 15,6   |
| Pusterwaldbach (Möderbrugg) | 203                                 | 5,3  |
| Pöls (Pöls)                 | 422                                 | 11,7   |
| Liesing (Kammern)           | 265                                 | 14,1   |

## 5.2 Systematische Abflußmessungen

Durch systematische Abflußmessungen sollten einerseits ein Überblick über die Abflußverhältnisse über längere Zeiträume gewonnen und andererseits Informationen über Gebiete erhalten werden, die sich durch erhöhte Abflußspenden auszeichnen. Diese Teileinzugsgebiete stellen eine Grundlage für weitere Untersuchungen der Wassergewinnungsmöglichkeiten dar.

Als Grundlage eines Abflußmengenvergleiches verschiedener Areale der Niederen Tauern wurden vorerst entlang aller bedeutenderen Oberflächengewässer Abflußmeßstellen erkundet. Schließlich wurden zunächst 65 Meßstellen als Basis eines auf dem Tracermischungsverfahren (Salzverdünnung) beruhenden Meßprogrammes festgelegt. Die genaue Position mit den jeweiligen hydrologischen und geologischen Verhältnissen der einzelnen Meßstellen sind in eigenen Abflußmeßstellen-Stammblättern dokumentiert, wodurch ein zuverlässiges Wiederauffinden bei Fortführung der Messungen gewährleistet ist. Bei der Meßstellenauswahl wurde stets versucht, etwaigen Umläufigkeiten auszuweichen; dies war jedoch in einigen Fällen aufgrund der Geländegegebenheiten nicht möglich. Ein weiteres Problem, welches auch die Festlegung künftiger Meßstellen beeinträchtigen könnte, ergab sich durch die relativ häufige Beeinflussung der Abflüsse infolge von (Klein-)Kraftwerken, wobei einzelne Bäche mit bis zu drei verschiedenen Kraftwerken verbaut sind (s. Kartenbeilage 3).

Die Messungen, die einen von Schneeschmelze und Niederschlägen weitgehend unbeeinflussten Niedrigwasserstand erfassen sollten, erfolgten zunächst im Rahmen zweier Meßtouren vom 18. - 20. Oktober bzw. 7. - 9. November 1988. Die zweite Meßtour, welche 20 Meßstellen im Nordosten bzw. Osten der Niederen Tauern betraf, war notwendig, da die erste durch einsetzende Niederschläge abgebrochen werden mußte. Um den Vergleich der Ergebnisse beider Meßtouren zu ermöglichen, wurden zwei Meßstellen der ersten Tour (Strechaubach, Nr. 26, und Strieglerbach, Nr. 13) nachgemessen. Der Schüttungsrückgang lag beim Strechaubach bei 16,99 % und beim Strieglerbach bei 17,53 %, sodaß zur Bildung einer Vergleichsbasis die Meßwerte der zweiten Tour generell um 17,3 % korrigiert wurden (s. Kartenbeilage 1).

Die Ergebnisse der Abflußmessungen sind in Tab. 3 und 4 zusammengefaßt. Einen kartographischen Überblick über die Abflußspenden der einzelnen Teileinzugsgebiete im Maßstab 1:200.000 bietet die Kartenbeilage 1. Es zeigt sich, daß zum Teil relativ große Unterschiede zwischen räumlich eng benachbarten Teileinzugsgebieten bestehen. Die geringsten Abflußspenden betragen nur 4 - 6 l/s.km<sup>2</sup>, während das Teileinzugsgebiet der Ursprungsalp mit 76,2 l/s.km<sup>2</sup> den oberen Extremwert erreicht, der jedoch auf ein größeres unterirdisches Einzugsgebiet (Zentralalpine Trias, tlw. verkarstet) zurückgeführt wird. Folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die regionale Verteilung der gemessenen Abflußspenden bezogen auf die Hauptvorfluter:

|                          | Mittelwert | Standardabw.            |
|--------------------------|------------|-------------------------|
| Enns (ohne Ursprungsalp) | 19,7       | 6,9 l/s.km <sup>2</sup> |
| Liesing-Palten           | 15,4       | 4,9 l/s.km <sup>2</sup> |
| Mur                      | 14,2       | 4,2 l/s.km <sup>2</sup> |
| Niedere Tauern gesamt    | 16,5       | 5,9 l/s.km <sup>2</sup> |

Tab. 3: Ergebnisse der Abflußmessungen, Niedere Tauern - Nord

| Nr.    | Gewässer         | Fläche [km <sup>2</sup> ] | 1988/1          | 1988/2 | 1989       |                 | 1990 | 1991 |
|--------|------------------|---------------------------|-----------------|--------|------------|-----------------|------|------|
|        |                  |                           | Schüttung [l/s] |        | Datum      | Schüttung [l/s] |      |      |
| N1     | Ursprungbach     | 20,6                      | 642             |        |            |                 |      |      |
| N2     | Preuneggbach     | 3,9                       | 297             |        |            |                 |      |      |
| N3     | Obertalbach      | 59,9                      | 1782            |        | 15.11.1989 |                 |      |      |
| N3/1   | Obertalbach      | 12,5                      |                 |        | 15.11.1989 | 317             |      |      |
| N4     | Giglachbach      | 12,8                      | 183             |        | 15.11.1989 | 168             |      |      |
| N5     | Obertalbach      | 21,4                      | 524             |        |            |                 |      |      |
| N5/1   | Obertalbach      | 11,4                      |                 |        | 15.11.1989 | 276             |      |      |
| N6     | Untertalbach     | 66,9                      | 1150            |        | 15.11.1989 |                 |      |      |
| N6R    | Untertalbach     | 22,8                      |                 |        | 15.11.1989 | 291             |      |      |
| N6/1   | Untertalbach     | 18,3                      |                 |        | 15.11.1989 | 343             |      |      |
| N6/2   | Untertalbach     | 3,2                       |                 |        | 15.11.1989 | 67              |      |      |
| N7     | Riesachbach      | 21,1                      | 392             |        | 15.11.1989 | 461             |      |      |
| N8     | Steinriesenbach  | 17,3                      | 289             |        | 15.11.1989 | 331             |      |      |
| N9     | Oberhausbach     | 16,3                      | 253             |        |            |                 |      |      |
| N10    | Bodenseebach     | 19,0                      | 384             |        |            |                 |      |      |
| N11    | Sattentalbach    | 26,4                      | 658             |        | 14.11.1989 | 671             |      |      |
| N11/1  | Sattentalbach    | 15,1                      |                 |        | 14.11.1989 | 384             |      |      |
| N12    | Schwarzenseebach | 54,8                      | 965             |        | 21.09.1989 | 1628            |      |      |
| N12    | Schwarzenseebach | 54,8                      |                 |        | 14.11.1989 | 1142            |      |      |
| N12R   | Schwarzenseebach | 27,6                      |                 |        | 21.09.1989 | 755             |      |      |
| N12/1  | Schwarzenseebach | 28,8                      |                 |        | 21.09.1989 | 873             |      |      |
| N12/1R | Schwarzenseebach | 14,2                      |                 |        | 21.09.1989 | 447             |      |      |
| N12/2  | Neualmbach       | 9,5                       |                 |        | 21.09.1989 | 300             |      |      |
| N12/3  | Säusenbach       | 5,1                       |                 |        | 21.09.1989 | 126             |      |      |
| N13    | Strieglerbach    | 42,8                      | 540             | 445    | 14.11.1989 | 677             |      |      |
| N13/1  | Strieglerbach    | 13,5                      |                 |        | 14.11.1989 | 270             |      |      |
| N13/2  | Tuchmoarbach     | 10,5                      |                 |        | 14.11.1989 | 137             |      |      |
| N14    | Seifriedbach     | 30,3                      | 559             |        | 13.11.1989 | 654             |      |      |
| N14/1  | Seifriedbach     | 9,3                       |                 |        | 13.11.1989 | 190             |      |      |
| N15/A  | Strickerbach     | 9,2                       |                 |        | 13.11.1989 | 166             |      |      |
| N15    | Großsölkbach     | 21,5                      | 382             |        | 13.11.1989 | 417             |      |      |
| N15/1  | Großsölkbach     | 14,4                      |                 |        | 13.11.1989 | 254             |      |      |
| N16    | Bräualmbach      | 31,3                      | 514             |        | 21.09.1989 | 682             |      |      |
| N16    | Bräualmbach      | 31,3                      |                 |        | 13.11.1989 | 540             |      |      |
| N16/1  | Hohens./Schimp.  | 15,0                      |                 |        | 21.09.1989 | 401             |      |      |

| Nr.   | Gewässer        | Fläche [km <sup>2</sup> ] | 1988/1          | 1988/2 | 1989       |                 | 1990 | 1991 |
|-------|-----------------|---------------------------|-----------------|--------|------------|-----------------|------|------|
|       |                 |                           | Schüttung [l/s] |        | Datum      | Schüttung [l/s] |      |      |
| N17   | Donnersbach     | 66,9                      | 1245            |        |            |                 |      |      |
| N18   | Moseralmbach    | 12,0                      |                 | 170    |            |                 |      |      |
| N19   | Schrabach       | 7,9                       |                 | 85     |            |                 |      |      |
| N20   | Lärchkarbach    | 16,3                      |                 | 266    |            |                 |      |      |
| N21   | Donnersbach     | 27,4                      |                 | 486    | 21.09.1989 | 719             |      |      |
| N21/1 | Schwarzabach    | 12,4                      |                 |        | 20.09.1989 | 374             |      |      |
| N21/2 | Beireutbach     | 10,4                      |                 |        | 20.09.1989 | 247             |      |      |
| N22   | Mittereggbach   | 36,5                      |                 | 580    |            |                 |      |      |
| N22/1 | Mittereggbach   | 13,2                      |                 |        | 20.09.1989 | 469             |      |      |
| N22/2 | Redlbach        | 4,6                       |                 |        | 20.09.1989 | 162             |      |      |
| N23   | Gulling         | 93,0                      |                 | 1528   |            |                 |      |      |
| N23/1 | Gulling         | 37,7                      |                 |        | 19.09.1989 | 1111            |      |      |
| N23/2 | Riednerbach     | 4,7                       |                 |        | 19.09.1989 | 152             |      |      |
| N24   | Gulling         | 31,8                      |                 | 693    | 19.09.1989 | 1177            |      |      |
| N24/1 | Weißgulling     | 14,1                      |                 |        | 19.09.1989 | 534             |      |      |
| N24/2 | Schwarzgulling  | 15,0                      |                 |        | 19.09.1989 | 579             |      |      |
| N25   | Strechaubach    | 50,9                      | 900             |        |            |                 |      |      |
| N26   | Strechaubach    | 43,8                      | 824             | 684    | 19.09.1989 | 1303            |      |      |
| N26/1 | Seitenstallbach | 8,8                       |                 |        | 18.09.1989 | 258             |      |      |
| N26/2 | Strechaubach    | 13,0                      |                 |        | 18.09.1989 | 379             |      |      |
| N27   | Schwarzenbach   | 9,1                       |                 | 159    |            |                 |      |      |
| N28   | Sunkbach        | 25,4                      |                 | 385    |            |                 |      |      |
| N29   | Triebenbach     | 68,8                      |                 | 901    |            |                 |      | 1149 |
| N30   | Triebenbach     | 52,9                      |                 | 772    | 12.09.1989 | 1891            |      | 794  |
| N30   | Triebenbach     | 52,9                      |                 |        | 15.11.1989 | 891             |      |      |
| N30/1 | Triebenbach     | 26,4                      |                 |        | 12.09.1989 | 868             |      | 267  |
| N30/1 | Triebenbach     | 26,4                      |                 |        | 15.11.1989 | 344             |      |      |
| N30/2 | Königsbach      | 5,9                       |                 |        | 12.09.1989 | 279             |      | 62   |
| N31   | Tobeitschbach   | 12,1                      |                 | 159    |            |                 |      | 138  |
| N32   | Liesing         | 44,3                      |                 | 625    |            |                 |      |      |
| N33   | Liesing         | 26,9                      |                 | 431    |            |                 |      | 393  |
| N34   | Schönebenbach   | 11,5                      |                 | 172    |            |                 | 231  | 156  |
| N35   | Finsterliesing  | 7,1                       |                 | 121    |            |                 | 162  | 129  |
| N36   | Feistererbach   | 5,1                       |                 | 69     |            |                 |      | 33   |
| N37   | Hagenbach       | 31,2                      |                 | 501    | 18.07.1989 | 695             | 555  | 487  |
| N37   | Hagenbach       | 31,2                      |                 |        | 05.08.1989 | 937             |      |      |

| Nr.   | Gewässer      | Fläche [km <sup>2</sup> ] | 1988/1          | 1988/2 | 1989       |                 | 1990 | 1991 |
|-------|---------------|---------------------------|-----------------|--------|------------|-----------------|------|------|
|       |               |                           | Schüttung [l/s] |        | Datum      | Schüttung [l/s] |      |      |
| N37   | Hagenbach     | 31,2                      |                 |        | 22.11.1989 | 498             |      |      |
| N37/1 | Tiefruckbach  | 2,5                       |                 |        | 18.07.1989 | 133             | 30   | 25   |
| N37/2 | Stubalmbach   | 8,4                       |                 |        | 18.07.1989 | 439             | 196  | 117  |
| N37/2 | Stubalmbach   | 8,4                       |                 |        | 10.08.1989 | 490             |      |      |
| N37/2 | Stubalmbach   | 8,4                       |                 |        | 06.10.1989 | 288             |      |      |
| N37/3 | Stubalmbach   | 1,2                       |                 |        | 18.07.1989 | 68              | 30   | 16   |
| N37/3 | Stubalmbach   | 1,2                       |                 |        | 06.10.1989 | 50              |      |      |
| N37/4 | Stubalmquelle | 3,6                       |                 |        | 19.07.1989 | 259             | 102  | 52   |
| N37/4 | Stubalmquelle | 3,6                       |                 |        | 07.08.1989 | 145             |      |      |
| N37/4 | Stubalmquelle | 3,6                       |                 |        | 06.10.1989 | 173             |      |      |
| N37/4 | Stubalmquelle | 3,6                       |                 |        | 20.10.1989 | 110             |      |      |
| N37/4 | Stubalmquelle | 3,6                       |                 |        | 22.11.1989 | 75              |      |      |
| N37/5 | Gottstalbach  | 6,4                       |                 |        | 18.07.1989 | 336             | 129  | 109  |
| N37/5 | Gottstalbach  | 6,4                       |                 |        | 06.10.1989 | 291             |      |      |
| N38   | Rannachbach   | 8,5                       |                 | 82     |            |                 |      | 91   |
| N39   | Leimsbach     | 6,9                       |                 | 56     |            |                 |      |      |

Tab. 4: Ergebnisse der Abflußmessungen, Niedere Tauern - Süd

| Nr.  | Gewässer               | Fläche [km <sup>2</sup> ] | Schüttungen [l/s] |        |        |      |        |        |
|------|------------------------|---------------------------|-------------------|--------|--------|------|--------|--------|
|      |                        |                           | 1988              | 1989/1 | 1989/2 | 1990 | 1991/1 | 1991/2 |
| S1   | Prebergrabenbach       | 16,00                     | 230               |        |        |      |        |        |
| S2   | Rantengraben           | 13,50                     | 239               |        | 349    | 262  |        |        |
| S2/1 | Rantenbach, Emotth.    | 8,45                      |                   |        | 229    |      |        |        |
| S3   | Etrachbach             | 36,30                     | 548               |        | 807    | 753  |        |        |
| S3/1 | Etrachb., Etrachsee    | 24,00                     |                   |        | 309    | 288  |        |        |
| S3R  |                        | 12,30                     |                   |        |        | 465  |        |        |
| S4   | Schöderbach            | 20,30                     | 302               |        | 328    |      |        |        |
| S4/1 | Schöderb., Schitterh.  | 13,75                     |                   |        | 279    |      |        |        |
| S5   | Katschb., Baierdorf    | 44,00                     | 580               |        |        |      |        |        |
| S6   | Katschb., Dorferh.     | 21,10                     | 443               |        | 480    |      |        |        |
| S6/1 | Katschb., Kreuzerh.    | 14,05                     |                   |        | 363    |      |        |        |
| S6/2 | Katschb., Zwieflerh.   | 5,61                      |                   |        | 101    |      |        |        |
| S7   | Feistritzbach W        | 18,80                     | 362               |        | 389    | 270  |        |        |
| S7/1 | Feistritzb., Hanglerh. | 7,63                      |                   |        | 215    |      |        |        |
| S8   | Eselsbergbach          | 27,00                     | 461               |        | 530    | 512  |        |        |
| S8/1 | Eselsbergb., Prielerh. | 14,03                     |                   |        | 375    | 362  |        |        |

| Nr.    | Gewässer              | Fläche [km <sup>2</sup> ] | Schüttungen [l/s] |        |        |      |        |        |
|--------|-----------------------|---------------------------|-------------------|--------|--------|------|--------|--------|
|        |                       |                           | 1988              | 1989/1 | 1989/2 | 1990 | 1991/1 | 1991/2 |
| S8/1R  |                       | 10,15                     |                   |        |        | 270  |        |        |
| S8/2   | Oberes Almbachl       | 3,88                      |                   |        |        | 92   |        |        |
| S8R    |                       | 12,97                     |                   |        |        | 150  |        |        |
| S9     | Hintereggerbach       | 43,80                     | 434               |        |        |      |        |        |
| S10    | Schöttlbach           | 44,60                     | 616               |        |        |      |        |        |
| S11    | Krumeggerbach         | 16,30                     | 230               |        |        |      |        |        |
| S12    | Schönbergbach         | 21,80                     | 143               |        |        |      |        |        |
| S13    | Gföllbach             | 26,10                     | 345               |        |        |      |        |        |
| S14    | Zeiringbach           | 15,90                     | 152               |        |        |      |        |        |
| S15    | Pusterwaldbach        | 104,80                    | 1888              | 3779   | 1761   | 1510 |        |        |
| S15/1  | Scharnitzbach         | 19,41                     |                   |        | 375    | 289  |        |        |
| S15/2  | Pusterwaldb., Pichler | 31,80                     |                   |        | 752    | 545  |        |        |
| S15/2R |                       | 15,70                     |                   |        |        | 192  |        |        |
| S15/3  | Pusterwaldb., Heinzl  | 16,10                     |                   |        | 508    | 353  |        |        |
| S15/R  |                       | 53,59                     |                   |        |        | 676  |        |        |
| S16    | Bretsteinbach         | 39,80                     | 781               | 1361   |        |      |        |        |
| S16/1  | Bretsteinbach         | 9,68                      |                   | 385    |        |      |        |        |
| S17    | Authalbach            | 27,90                     | 398               | 626    | 513    |      |        |        |
| S17/1  | Authalb., Pfarrerrh.  | 15,20                     |                   |        | 342    |      |        |        |
| S18    | Bärntalbach           | 13,70                     | 188               |        |        |      | 271    | 169    |
| S19    | Pölsbach              | 21,20                     | 452               | 736    |        | 309  |        |        |
| S19/1  | Lackneralmbach        | 6,35                      |                   | 91     |        | 36   |        |        |
| S19/2  | Pölsenhube            | 11,63                     |                   | 464    |        | 158  |        |        |
| S19/2R |                       | 7,92                      |                   |        |        | 110  |        |        |
| S19/3  | Gerinne aus Pölskar   | 1,45                      |                   |        |        | 38   |        |        |
| S19/4  | Abfluß Geißrinksee    | 2,26                      |                   |        |        | 9,8  |        |        |
| S19R   |                       | 3,22                      |                   |        |        | 115  |        |        |
| S20    | Gaalbach              | 38,40                     | 495               |        |        | 609  | 687    | 538    |
| S20/1  | Gaalbach              | 19,88                     |                   |        |        | 398  |        |        |
| S20/1R |                       | 15,52                     |                   |        |        | 321  |        |        |
| S20/2  | Musenbach             | 4,36                      |                   |        |        | 77   |        |        |
| S20R   |                       | 18,52                     |                   |        |        | 211  |        |        |
| S21    | Ingeringb S           | 57,20                     | 734               | 1518   |        | 1053 | 1281   | 766    |
| S21/1  | Gerinne Sundlh., re.  | 5,11                      |                   | 115    |        |      | 89     | 67     |
| S21R   |                       | 18,70                     |                   |        |        | 386  |        |        |
| S22    | Ingeringb., Wh.       | 38,50                     | 403               | 835    |        | 667  |        |        |
| S22/1  | Brandstättergraben    | 5,18                      |                   | 119    |        |      | 87     | 60     |
| S22/2  | Ingeringb., ober S22  | 30,63                     |                   | 885    |        | 534  | 530    | 270    |

| Nr.    | Gewässer           | Fläche [km <sup>2</sup> ] | Schüttungen [l/s] |        |        |      |        |        |
|--------|--------------------|---------------------------|-------------------|--------|--------|------|--------|--------|
|        |                    |                           | 1988              | 1989/1 | 1989/2 | 1990 | 1991/1 | 1991/2 |
| S22/3  | Ingeringsee        | 27,58                     |                   | 497    |        | 281  | 185    | 97     |
| S22/2R |                    | 3,05                      |                   |        |        |      | 264    | 116    |
| S22/3R |                    | 23,91                     |                   |        |        | 192  |        |        |
| S22/4  | Hölltalbach        | 3,67                      |                   |        |        | 89   |        |        |
| S22R   |                    | 5,68                      |                   |        |        | 296  |        |        |
| S23    | Vorwitzbach        | 10,30                     | 120               |        |        |      | 206    | 106    |
| S24    | Zinkenbach         | 17,90                     | 225               |        |        | 190  | 426    | 224    |
| S25    | Feistritzbach      | 27,20                     | 384               |        |        | 312  |        | 378    |
| S25/1  | Pulvermacheralm    | 18,92                     |                   |        |        | 218  |        |        |
| S25/2  | Feistritzbach/Furt | 4,51                      |                   |        |        | 12   |        |        |
| S25R   |                    | 8,28                      |                   |        |        | 94   |        |        |
| S26    | Kraubathbach       | 12,10                     | 96                |        |        |      |        |        |

Im Einzugsgebiet der Enns liegt somit die mittlere Abflußspende erkennbar höher, worin sich wahrscheinlich die regionalen Unterschiede der Niederschlagsmengenverteilung ausdrücken. Davon abgesehen ist jedoch aus den Ergebnissen kein einheitlicher Trend abzuleiten.

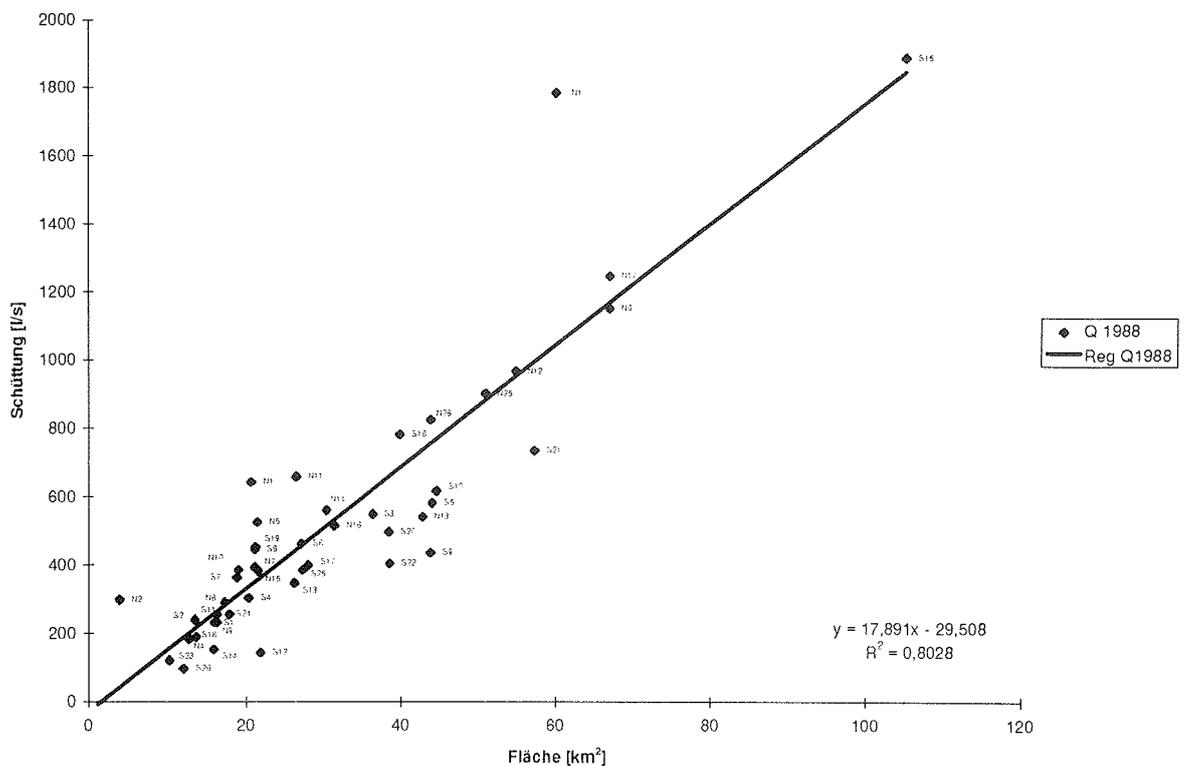


Abb. 3: Lineare Regression Schüttung zu Fläche 1988

Abb. 3 zeigt die lineare Korrelation der Einzugsgebietsflächen mit den Schüttungen für das Jahr 1988. Bei der Auswertung wurde etwas vereinfachend eine gleichmäßige Verteilung der Niederschläge über das gesamte Untersuchungsgebiet angenommen. Der relativ niedrige Korrelationskoeffizient von 0,8 ist dadurch bedingt, daß die Abflußspende im Südteil des Untersuchungsgebietes generell niedriger als im Nordabschnitt ist. Von GAMERITH & STADLER (1990) wurde ein Korrelationskoeffizient von 0,95 für den Südabschnitt errechnet.

Die festgestellten Unterschiede z.T. eng benachbarter Gebiete mit weitgehend gleichem petrologischen Aufbau sind zu groß, um allein durch die Änderung der Niederschlagsverhältnisse erklärt zu werden. Den stärksten Einfluß auf die Höhe der Abflußspende der Teileinzugsgebiete dürften die jeweiligen lokalen Verhältnisse (Höhenlage, Morphologie, Waldanteil, Lockergesteinsmassen, Störungszonen etc.) ausüben. Nach unseren Erfahrungen sollte die Größe zu messender Teileinzugsgebiete nicht über 10 - 15 km<sup>2</sup> hinausgehen, da ansonsten die lokalen Unterschiede nivelliert werden. Als Beispiel dazu seien Katschbach und Obertalbach angeführt: Die Teileinzugsgebiete Oberer Katschbach (Meßstelle 5) mit 21 l/s.km<sup>2</sup>, Unterer Katschbach (Meßstelle 6) mit nur 6 l/s.km<sup>2</sup> ergeben für den gesamten Katschbach eine Abflußspende von 13,2 l/s.km<sup>2</sup>. Beim Obertalbach (Meßstelle 3, 4, 5) erbringen die Teileinzugsgebiete Abflußspenden von 14,3, 24,5 und 47,4 l/s.km<sup>2</sup>, während der Wert für den Gesamtbereich 31,3 l/s.km<sup>2</sup> beträgt.

Es erschien daher naheliegend, für die zukünftige Erfassung von wasserreichen Teileinzugsgebieten eine weitere Aufgliederung in kleinere Einzugsgebiete vorzunehmen bzw. Vergleichsmessungen innerhalb größerer Gebiete durchzuführen.

Im Jahre 1989 wurden zur Verdichtung des Abflußmeßstellennetzes im Nordabschnitt weitere 31, im Südabschnitt weitere 27 Meßstellen erkundet, welche das bestehende Meßnetz (Abflußmeßkampagne 1988) erheblich erweitern. Es standen damit 123 Meßstellen zur Verfügung, deren Daten auf entsprechenden Abflußmeßstellen-Stamtblättern dokumentiert sind. Der Zeitpunkt der Abflußmessungen ist für den Nordabschnitt in Tab. 3 aufgelistet. Im Südabschnitt wurde die Meßtour 1 im August 1989 die Meßtour 2 im Oktober 1989 durchgeführt (Tab. 4).

Sämtliche neuen Meßstellen wurden in die Abflußmessungen miteinbezogen. Die Auswahl der neuen Meßstellen orientierte sich an der Größe und Abflußmenge der vorjährigen Teileinzugsgebiete, wobei getrachtet wurde, alle Einzugsgebiete über 20 - 30 km<sup>2</sup> und Einzugsgebiete mit überdurchschnittlichen Schüttungen (bezogen auf die Meßdaten 1988) weiter zu unterteilen.

Insgesamt konnten im Nordabschnitt der Niederen Tauern 1989 65, im Südabschnitt 32 Abflußmessungen durchgeführt werden; 8 Messungen entstammen einer zeitgleich durchgeführten Meßtour des Institutes für Geothermie und Hydrogeologie der Joanneum Research. Die Ergebnisse der einzelnen Messungen sind in Tab. 3 und 4 aufgelistet, die Lage der Meßpunkte und Abgrenzung der Teileinzugsgebiete sind der Kartenbeilage 1 zu entnehmen.

Als weiterer Schritt zur Auswertung und Interpretation der vorliegenden Meßdaten wurden von den Teileinzugsgebieten der Meßkampagne 1988 die mittleren Höhen bestimmt. Die mittleren Höhen der einzelnen Teileinzugsgebiete schwanken

zwischen 1992 m (Riesachbach) und 1116 m (Leimsbach); eine statistisch eindeutige Korrelation zwischen mittlerer Höhe und Abflußspende besteht jedoch offenbar nicht. Für die Höhe der Abflußspende dürften andere Parameter wie z.B. regionale Niederschlagsverteilung, geologischer Aufbau oder Waldbestand wesentlich ausschlaggebender sein.

Ab dem Jahre 1990 wurden die Abflußmessungen im Nordabschnitt auf den Bereich der östlichen Niederen Tauern östlich der Verbindung Trieben - Möderbrugg beschränkt.

Tab. 5: Abflußmessungen 1990/91

|              | 16. - 24.10.1990         | 27. - 29.8.1991           | 17. - 28.10.1991         |
|--------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| S 18         |                          | 19,8 l/s km <sup>2</sup>  | 12,3 l/s km <sup>2</sup> |
| S 20         |                          | 17,9 l/s km <sup>2</sup>  | 14,0 l/s km <sup>2</sup> |
| S 21         |                          | 22,4 l/s km <sup>2</sup>  | 13,4 l/s km <sup>2</sup> |
| S 21 - R     |                          | 42,4 l/s km <sup>2</sup>  | 25,4 l/s km <sup>2</sup> |
| S 21 / 1     |                          | 17,4 l/s km <sup>2</sup>  | 13,2 l/s km <sup>2</sup> |
| S 22 / 1     |                          | 16,8 l/s km <sup>2</sup>  | 11,6 l/s km <sup>2</sup> |
| S 22 / 2     |                          | 17, 3 l/s km <sup>2</sup> | 8,8 l/s km <sup>2</sup>  |
| S 22 / 2 - R |                          | 86,8 l/s km <sup>2</sup>  | 38,4 l/s km <sup>2</sup> |
| S 22 / 3     |                          | 6, 7 l/s km <sup>2</sup>  | 3,5 l/s km <sup>2</sup>  |
| S 23         |                          | 20,0 l/s km <sup>2</sup>  | 10,3 l/s km <sup>2</sup> |
| S 24         |                          | 23,8 l/s km <sup>2</sup>  | 12,5 l/s km <sup>2</sup> |
| S 25         |                          |                           | 13,9 l/s km <sup>2</sup> |
| 29           |                          |                           | 16,7 l/s km <sup>2</sup> |
| 29 - R       |                          |                           | 22,3 l/s km <sup>2</sup> |
| 30           |                          |                           | 15,0 l/s km <sup>2</sup> |
| 30 - R       |                          |                           | 19,8 l/s km <sup>2</sup> |
| 30 / 1       |                          |                           | 10,1 l/s km <sup>2</sup> |
| 30 / 1 - R   |                          |                           | 10,1 l/s km <sup>2</sup> |
| 30 / 2       |                          |                           | 10,5 l/s km <sup>2</sup> |
| 31           |                          |                           | 11,4 l/s km <sup>2</sup> |
| 33           |                          |                           | 14,6 l/s km <sup>2</sup> |
| 33 - R       |                          |                           | 13,2 l/s km <sup>2</sup> |
| 34           | 20,1 l/s km <sup>2</sup> |                           | 13,6 l/s km <sup>2</sup> |
| 35           | 22,8 l/s km <sup>2</sup> |                           | 18,1 l/s km <sup>2</sup> |
| 36           |                          |                           | 6,5 l/s km <sup>2</sup>  |
| 37           | 17,8 l/s km <sup>2</sup> |                           | 15,6 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 - R       | 10,0 l/s km <sup>2</sup> |                           | 18,7 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 1       | 11,9 l/s km <sup>2</sup> |                           | 9,8 l/s km <sup>2</sup>  |
| 37 / 2       | 23,3 l/s km <sup>2</sup> |                           | 13,9 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 2 - R   | 22,1 l/s km <sup>2</sup> |                           | 14,0 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 3       | 25,3 l/s km <sup>2</sup> |                           | 13,7 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 3 - R   | 15,9 l/s km <sup>2</sup> |                           | 11,7 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 4       | 28,3 l/s km <sup>2</sup> |                           | 14,4 l/s km <sup>2</sup> |
| 37 / 5       | 20,1 l/s km <sup>2</sup> |                           | 17,0 l/s km <sup>2</sup> |
| 38           |                          |                           | 10,7 l/s km <sup>2</sup> |

Aufgrund der ungünstigen Witterungsverhältnisse im Jahre 1990 schien es nicht zielführend, das gesamte präliminierte Programm an Abflußmessungen bzw. Quellenaufnahmen durchzuführen, diese Arbeiten wurden daher auf das folgende Jahr verschoben. 1991 konnte dann im Bereich der östlichen Niederen Tauern ein umfangreiches Aufnahms- und Meßprogramm durchgeführt werden.

Das untersuchte Gebiet umfaßt den östlich der Pölslinie gelegenen Anteil der Niederen Tauern, namentlich die Seckauer Alpen und die Triebener Tauern. Bei den hier bereits festgelegten Abflußmeßpunkten wurden meist zweimalige Messungen durchgeführt, teilweise wurde das Netz von Meßpunkten noch verdichtet.

Insgesamt wurden 1990 und 1991 drei Meßkampagnen durchgeführt, und zwar im Nordabschnitt vom 16. bis 24.10.1990, vom 27. bis 29.8.1991 und vom 17. bis 28.10.1991, im Südabschnitt vom 9. bis 19.10.1990. Bis zum Jahre 1990 wurden alle Abflußmessungen im Südabschnitt von Gamerith durchgeführt (Tab. 3 und 4).

Die Meßtouren im Oktober dienten zur Ermittlung des Trockenwetterabflusses. Im Jahre 1991 wurden im Bereich des Ingeringsees (S 22/3) und bei der Hochreichhartquelle (N 37/4) die niedrigsten Werte seit Projektbeginn gemessen. Im Vergleich zu früheren Jahren sind jedoch nicht alle Werte niedriger, sodaß diese Unterschiede auf wechselnde Niederschlagsbedingungen zurückgeführt werden können. Bei den Berechnungen wurden auch die Abflußspenden für „Restgebiete“ ermittelt. Darunter sind jene Teileinzugsgebiete zu verstehen, die zwischen zwei Abflußmeßpunkten liegen. Für diese Bereiche sind sowohl die Flächenanteile als auch die Schüttungen als Differenzen der Werte der jeweiligen Abflußmeßpunkte gebildet worden. Dieser Vorgang ist zwar schematisch, gibt jedoch Hinweise auf Umläufigkeiten bei Meßstellen oder auf eine generelle unterirdische Entwässerung.

Im Einzugsgebiet des nördlichen Ingeringbaches wurde für das Resteinzugsgebiet S 22/2-R eine Abflußspende von  $86,8 \text{ l/s.km}^2$  (August 1991) bzw.  $38,4 \text{ l/s.km}^2$  (Oktober 1991) berechnet, wobei auch die Schüttung der Talquelle S 22/1-7 abgezogen wurde. Dieser stark überhöhte Wert muß vor allem auf eine unterirdische Entwässerung im Bereich des Ingeringsees zurückgeführt werden. Die errechnete Abflußspende für das Einzugsgebiet S 22/3 beträgt  $6,7 \text{ l/s.km}^2$  bzw.  $3,5 \text{ l/s.km}^2$ . Das in diesem Einzugsgebiet versickernde Wasser tritt im Resteinzugsgebiet S 22/2-R und S 21/R wieder zutage (z.B. Talquelle) (GAMERITH & STADLER 1990). Ähnliche Verhältnisse konnten, zwar deutlich abgeschwächt, auch in anderen Teileinzugsgebieten beobachtet werden. So war die Abflußspende im Resteinzugsgebiet 29 und 30 doppelt so hoch wie im Einzugsgebiet 30/1 und 30/2. Diese Werte können so interpretiert werden, daß in den höhergelegenen Einzugsgebieten eine Infiltration stattfindet. In den tiefer gelegenen Teileinzugsgebieten wird die Vorflut bei Trockenwetterabfluß direkt alimentiert, es kommt jedoch auch zum Austritt von Quellen.

Im Einzugsgebiet Liesing wurde die Abflußmeßstelle 32 nicht gemessen, da durch ein KKW eine unbeeinflusste Messung nicht möglich gewesen wäre.

Die Oktober-Werte 1991 der restlichen Meßpunkte repräsentieren einen typischen herbstlichen Niedrigwasserwert.

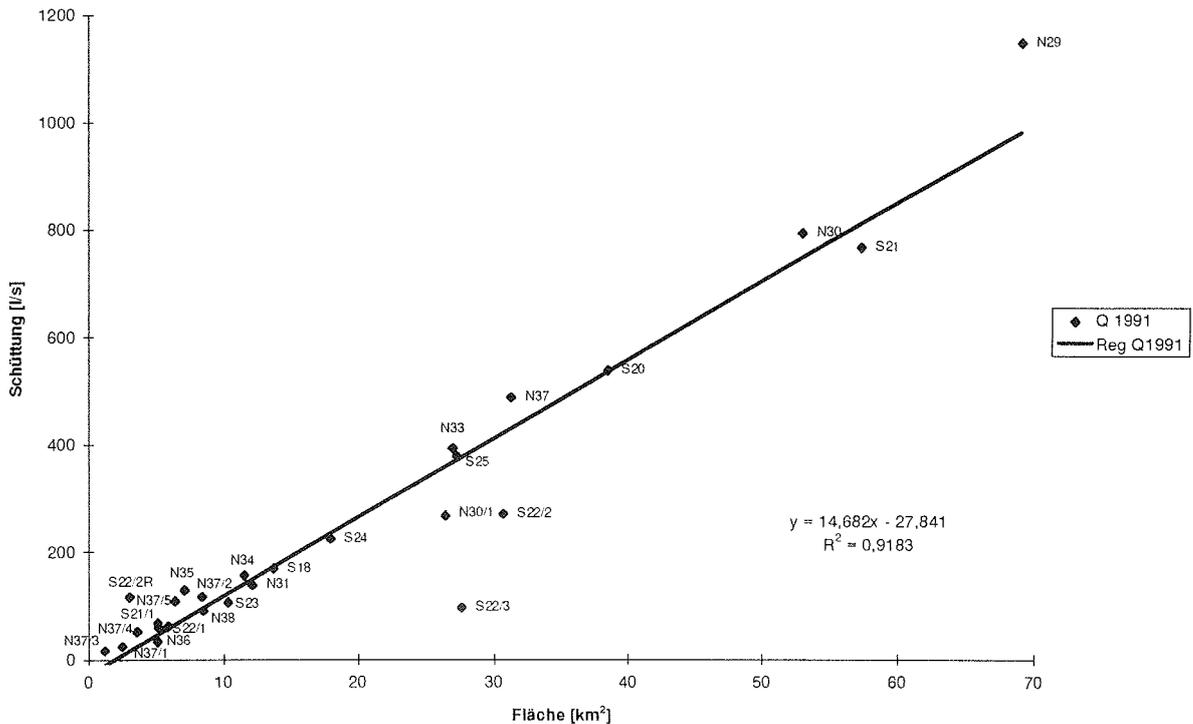


Abb. 4: Lineare Regression Schüttung zu Fläche 1991

Der nicht sehr hohe Korrelationskoeffizient von 0,92 ist durch die oben angeführten, teilweise stark schwankenden Abflußspenden kleinerer „Restgebiete“ bedingt. Besonders aussagekräftig bezüglich der Schüttungssituation während der Meßtouren ist der errechnete Wert für die Steigung der Ausgleichsgeraden. Für die Meßtour 1988 liegt dieser Wert bei 17,9 für die von 1991 bei 14,7.

GAMERITH & STADLER (1990) geben für die Meßtour 1989/2 16,2 und für 1990 15,4 an. Für die Meßtour im August 1989, die bei erhöhtem MQ durchgeführt wurde, ergibt sich für die Steigung ein Wert von 34,5. Aus den vorliegenden Ergebnissen kann geschlossen werden, daß gleichartige Abflußverhältnisse einen ähnlichen Steigungswert bedingen.

Desweiteren können bei annähernd gleicher Steigung (gleichartige Abflußverhältnisse) mit Hilfe des errechneten Schnittpunktes mit der Y-Achse (= Schüttung) noch genauere Aussagen über die generelle Abflußsituation getroffen werden (GAMERITH & STADLER 1990).

#### Parallelmessungen (GAMERITH & STADLER 1990)

An neun Meßpunkten wurden zur Kontrolle Parallelmessungen durchgeführt. Unter Parallelmessung ist die Aufzeichnung eines Tracerdurchganges mit zwei Leitfähigkeitsgeräten an unterschiedlichen Durchmischungsstrecken zu verstehen. Es handelt sich dabei um Punkte, bei denen bei der Auswertung der Meßergebnisse 1989 Unklarheiten aufgetreten sind. Es sind dies besonders die Meßpunkte S3 und S22.

Diese Parallelmessungen hatten zum einen eine Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse zum Ziel, zum anderen sollte durch die unterschiedliche

Meßstrecke Hinweise auf etwaige Wasserzutritte oder -verluste in diesem Bereich gefunden werden. Die Ergebnisse sind in Tab. 6 dargestellt.

Die durchschnittliche Abweichung zweier Messungen beträgt dabei etwa 3 %. Dieser günstige Wert kann bei diesen turbulenten Gerinnen mit keiner anderen Meßmethode mit dem gleichen Aufwand erreicht werden.

Beim Meßpunkt S22/2 ist die relativ große Abweichung der beiden Meßergebnisse auf kleinere direkte Wasserzutritte ins Gerinnebett, insbesondere auf der orographisch rechten Seite zurückzuführen.

Bei den anderen Parallelmessungen zeigte sich, daß die Abweichungen immer deutlich unter 10 % liegen. Verbessert werden können diese Werte noch durch kalibrieren der verwendeten Meßgeräte und getrennte Eichmessungen für jedes Gerät.

Tab. 6: Ergebnis der Parallelabflußmessungen in NT-Süd 1990:

| MP                 | M-1 | M-2 | M-3 | % Abw.  | Datum      |
|--------------------|-----|-----|-----|---------|------------|
| S2                 | 262 |     | 255 | - 2,67  | 17.10.1990 |
| S3                 | 753 |     | 702 | - 6,77  | 17.10.1990 |
| S3/1               | 288 |     | 313 | + 8,68  | 17.10.1990 |
| S22                | 650 | 667 |     | + 2,62  | 12.10.1990 |
| S22/1              | 90  | 84  |     | - 6,67  | 12.10.1990 |
| S22/2              | 523 | 596 |     | + 13,96 | 12.10.1990 |
| S24                | 190 |     | 206 | + 8,42  | 16.10.1990 |
| S25/1              | 218 |     | 229 | + 5,05  | 16.10.1990 |
| Mittelwert         |     |     |     | + 2,83  |            |
| Maximum            |     |     |     | + 13,96 |            |
| Minimum            |     |     |     | - 6,77  |            |
| Standardabweichung |     |     |     | 7,62    |            |

## 6. Quellenaufnahmen

Die Ergebnisse der bisher vorliegenden Quellenaufnahmen bzw. der zu Beginn des Projektes 1987 durchgeführten Kartierungen sind in den Tabellen 7 und 8 zusammengefaßt; die graphische Darstellung der Schüttungsmengen bezogen auf die Teileinzugsgebiete bietet die Kartenbeilage 1. Aus diesen Unterlagen ergeben sich starke Unterschiede hinsichtlich der Quellensituation und des Schüttungsangebotes der einzelnen Teileinzugsgebiete. Eine endgültige Beurteilung der Wasserhöflichkeit ist in diesen Gebieten aber kaum möglich, da die Quellen einerseits in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten aufgenommen wurden und andererseits die Aufnahmen von sehr unterschiedlicher Qualität zu sein scheinen.

In einigen Bereichen der Niederen Tauern wurden im Zuge des vorliegenden Projektes neue Quellenkartierungen durchgeführt, die zwar aus technischen Gründen auch in verschiedenen Jahren vorgenommen werden mußten, es wurde jedoch auf die Qualität der Aufnahmen - sorgfältige und vollständige Erfassung aller Quellen, exakte kartographische Darstellung, Messung der hydrologischen Grund-

parameter sowie Kartierung von quartären Lockermassen - besonderes Augenmerk gelegt.

|             |                        |                     |
|-------------|------------------------|---------------------|
| 70er Jahre: | 184,47 km <sup>2</sup> | 2685 Quellaustritte |
| 1986:       | 50,20 km <sup>2</sup>  | 144 Quellaustritte  |
| 1987:       | 63,99 km <sup>2</sup>  | 831 Quellaustritte  |
| 1988:       | 39,33 km <sup>2</sup>  | 649 Quellaustritte  |
| 1989:       | 45,5 km <sup>2</sup>   | 457 Quellaustritte  |
| Insgesamt:  | 383,49 km <sup>2</sup> | 4766 Quellaustritte |

Im Zuge der Aufnahmen 1988 wurden 649 Quellen erfaßt (Quelldichte: 16,5 Quellen/km<sup>2</sup>); davon waren 17 gefaßt. Neben einer überwiegenden Anzahl kleinerer Austritte - 438 Quellen liegen unter 0,5 l/s - wurden 16 mit einer Schüttung von über 5 l/s und 5 Quellen mit Schüttungen über 10 l/s gemessen. Hinzuzufügen ist allerdings das mehrfache Auftreten von an bestimmte Horizonte gebundenen Quellgruppen, die durch eine größere Anzahl eng benachbarter Austritte gekennzeichnet sind und deren Gesamtschüttung über 10 l/s liegt. Die Gesamtquellabflußspende ergibt 11,6 l/s.km<sup>2</sup>, die Schwankungsbreite in den Teileinzugsgebieten liegt zwischen 3,3 und 20,5 l/s.km<sup>2</sup>. Hinsichtlich der Schüttungsmengen ist zu berücksichtigen, daß in den höchstgelegenen Karbereichen zu Beginn des Aufnahmezeitraumes (Mitte Juli) noch kleinere Firnfelder anzutreffen waren.

Die wichtigsten Einflüsse auf die Quellensituation ergeben sich durch die spät- bis postglazialen Lockergesteinskörper und die zum Teil weit verbreiteten Karbonatgesteine (Bretsteinmarmore, Hirnkogelmarmore).

Die Wasserverhältnisse in den großen Karbereichen und in einzelnen Talabschnitten werden weitgehend durch spät- bis postglaziale Lockergesteinsfüllungen (z.B. Moränenmaterial, fossile Blockgletscher, Hangschuttmassen) geprägt. Einerseits sind die größten Quellaustritte im Aufnahmegebiet an spätglaziale Schuttkörper gebunden, andererseits beeinflussen die Schuttfüllungen auch die Oberflächenrinne. Mehrfach versiegten größere Gerinne (10 - 20 l/s), sodaß talabwärts oft bedeutende Folgequellen austreten. Die an Karbonatgesteinsvorkommen gebundenen Quellen liegen in ihren Schüttungsmengen hinter denen der großen Quellen aus glazialen Schuttmassen zurück; der Bereich der Marmore des Gruber-Hirnkogels weist die geringste Quellabflußspende aller Teileinzugsgebiete auf. Da ein Großteil der Karbonatmasse unter die Alluvionen des Pusterwaldgrabens einfällt, könnte ein Teil des im Bereich des Gruber-Hirnkogels versickerten Wassers direkt dem Talgrundwasser bzw. dem Pusterwaldbach zufließen.

Die Quellenaufnahmen des Jahres 1989 konzentrierten sich auf 2 Teilgebiete in den Rottenmanner- und Seckauer Tauern. In beiden Einzugsgebieten (ca. 45,5 km<sup>2</sup>) konnten insgesamt 457 Quellen (davon 8 gefaßt) aufgenommen werden. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen wiesen 26 Quellen eine Schüttung über 5 l/s auf. Die Quellabflußspenden der Teileinzugsgebiete schwankten zwischen 3,1 und 26,7 l/s.km<sup>2</sup>; der Durchschnitt lag bei 15,2 l/s.km<sup>2</sup>. Die Abgrenzung der Teileinzugsgebiete und die dazugehörigen Abflußspenden sind in der Kartenbeilage 1 dargestellt.

Tab. 7: Übersicht über die Quellenaufnahmen bis 1986 - Seckauer Tauern

| Autor/Jahr                  | Teilgebiet             | F<br>(km²) | N   | S<br>(l/s) | l/s<br>km² | N/F   | S/N  | Marmor | glaziale<br>Schutt-<br>massen | Bemerkungen          |
|-----------------------------|------------------------|------------|-----|------------|------------|-------|------|--------|-------------------------------|----------------------|
| NIEDERL 1976<br>(10.-18.7.) | Gallbach               | 10,85      | 33  | 4,40       | 0,40       | 3,0   | 0,13 |        | +                             |                      |
|                             | Salzleckenbach         | 5,75       | 12  | 0,40       | 0,07       | 2,1   | 0,03 |        | +                             |                      |
| MAIER<br>20.-31.7.76        | Geierhaupt             | 3,30       | 11  | 0,20       | 0,10       | 3,30  | 0,10 |        | +                             | 9                    |
|                             | Hirschkarl             | 1,08       | 16  | 1,50       | 1,40       | 14,80 | 0,17 |        | ?                             | 7                    |
|                             | Dürrtal                | 1,40       | 11  | 0,50       | 0,40       | 7,90  | 0,07 |        | ?                             | 4 Anteil nicht       |
|                             | Linkes Ufer            | 2,75       | 30  | 2,10       | 0,80       | 10,90 | 0,14 |        | +                             | 15 meßbarer Quellen! |
|                             | Brandstättergraben     | 3,15       | 49  | 6,70       | 2,10       | 15,60 | 0,28 |        | +                             | 25 z.T. größere      |
|                             | Ochsenkar              | 2,00       | 45  | 5,80       | 2,90       | 22,50 | 0,28 |        | -                             | 24 Mengen unter      |
|                             | Ochsenwald             | 3,43       | 23  | 4,90       | 1,40       | 6,70  | 0,35 |        | +                             | 9 Blockschutt        |
|                             | Eckwald                | 4,20       | 22  | 2,90       | 0,70       | 5,20  | 0,24 |        | ?                             | 10                   |
| Σ                           | Ingeringbach (linke S) | 21,31      | 207 | 24,60      | 1,20       | 9,70  | 0,24 |        |                               | 103! nicht meßbar    |
| ERIAN 1976                  | Vorwitzbach            | 13,40      | 105 | 28,40      | 2,10       | 7,80  | 0,27 |        | +                             |                      |
|                             | Nördl. Zubringer       | 0,70       | 9   | 1,40       | 2,00       | 12,90 | 0,16 |        | -                             |                      |
|                             | Thüiringbach           | 3,00       | 53  | 11,70      | 3,90       | 17,70 | 0,22 |        |                               |                      |
|                             | Gradenbach             | 2,00       | 20  | 3,60       | 1,80       | 10,00 | 0,18 |        |                               |                      |
|                             | Zinkenbach             | 1,50       | 5   | 3,00       | 2,00       | 3,30  | 0,60 |        | +                             |                      |
| Σ                           | Lärchenriegel          | 20,60      | 192 | 48,10      | 2,30       | 9,30  | 0,25 |        |                               |                      |
| INNERWINKLER<br>1976        | Zinkenbach             | 6,40       | 65  | 11,80      | 1,80       | 10,20 | 0,18 |        |                               |                      |
|                             | Goldlacke              | 4,50       | 33  | 50,80      | 11,30      | 7,30  | 1,54 |        | +                             |                      |
|                             | Schwaigerbach          | 4,20       | 52  | 17,60      | 4,20       | 12,40 | 0,34 |        |                               |                      |
|                             | Aiblbach               | 3,40       | 43  | 3,80       | 1,10       | 12,40 | 0,09 |        |                               |                      |
| Σ                           | Zinkenbach             | 18,50      | 192 | 84,10      | 4,50       | 10,40 | 0,44 |        |                               |                      |
| POLZ<br>31.7. - 31.8.76     | A. Pulvermacheralm     | 1,05       | 55  | 6,10       | 5,80       | 52,40 | 0,11 |        |                               |                      |
|                             | B. Linker Zubringer    | 3,70       | 123 | 29,10      | 7,90       | 33,20 | 0,24 |        |                               |                      |
|                             | C. Bründlergraben      | 0,83       | 97  | 7,50       | 9,10       | 116,9 | 0,08 |        |                               |                      |
|                             | D. Vorlassergraben     | 1,69       | 50  | 9,90       | 5,90       | 0     | 0,20 |        |                               |                      |
|                             | E. Rüfalm              | 1,33       | 47  | 17,30      | 13,00      | 29,90 | 0,37 |        |                               |                      |
|                             | F. Freudental          | 2,17       | 147 | 17,90      | 8,30       | 35,30 | 0,12 |        |                               |                      |
|                             | K. Kudenbachtal        | 2,55       | 176 | 48,90      | 19,20      | 67,70 | 0,28 |        |                               |                      |
|                             | R. Rehkargraben        | 0,61       | 24  | 3,30       | 5,40       | 69,00 | 0,14 |        |                               |                      |
|                             | M. Unt. Bodenhütte     | 1,41       | 66  | 10,70      | 7,60       | 39,30 | 0,16 |        |                               |                      |
|                             | S. Siebenbründl        | 4,38       | 166 | 28,40      | 6,50       | 46,80 | 0,17 |        | +                             |                      |
| Σ                           | Feistritzbach          | 19,72      | 951 | 179,30     | 9,10       | 48,20 | 0,19 |        |                               |                      |
| Autor/Jahr                  | Teilgebiet             | F<br>(km²) | N   | S<br>(l/s) | l/s<br>km² | N/F   | S/N  | Marmor | glaziale<br>Schutt-<br>massen | Bemerkungen          |
| POLZ<br>1.6. - 31.10.76     | A. Wasserlgt. Hamker   | 1,70       | 12  | 1,00       | 0,60       | 6,90  | 0,09 |        |                               |                      |
|                             | B. Bagatellegraben     | 3,10       | 148 | 11,70      | 3,80       | 47,70 | 0,08 |        |                               |                      |
|                             | C. Kumpitzbach         | 4,80       | 57  | 2,50       | 0,50       | 11,90 | 0,04 |        |                               |                      |
|                             | D. Fressenberg         | 2,10       | 64  | 3,60       | 1,70       | 30,50 | 0,06 |        |                               |                      |
|                             | E. Preggeteralm        | 1,40       | 28  | 1,40       | 1,00       | 20,00 | 0,05 |        |                               |                      |
|                             | H. Irlinggraben        | 2,30       | 63  | 3,00       | 1,30       | 37,40 | 0,05 |        |                               |                      |
|                             | K. Kühbergerbach (tw.) | 2,50       | 37  | 2,00       | 0,80       | 14,80 | 0,05 |        |                               |                      |
|                             | S. Stockergraben       | 2,70       | 85  | 3,70       | 1,40       | 31,50 | 0,04 |        |                               |                      |
| Σ                           | Feistritzbach-West     | 20,60      | 494 | 28,90      | 1,40       | 23,50 | 0,06 |        |                               |                      |
| ETTL 1970                   | Kraubathgraben         | 14,50      | 178 | 57,70      | 3,98       | 12,30 | 0,32 |        |                               |                      |
|                             | Liesingbach            | 3,60       | 51  | 31,30      | 8,69       | 14,20 | 0,61 |        |                               |                      |
| KRAINER<br>3. - 9.9.86      | Finsterliesing         | 7,20       | 58  | 110,00     | 15,00      | 8,10  | 1,90 |        | +                             |                      |

F = Fläche des Teilgebietes, N = Anzahl der Quellen, S = Gesamtschüttung der Quellen eines Teilgebietes

Tab. 8: Übersicht über die Quellenaufnahmen bis 1987 - Wölzer Tauern

| Autor/Jahr                   | Teilgebiet           | F<br>(km <sup>2</sup> ) | N     | S<br>(l/s) | l/s<br>km <sup>2</sup> | N/F   | S/N  | Marmor | glaziale<br>Schutt-<br>massen | Bemerkungen              |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|-------|------------|------------------------|-------|------|--------|-------------------------------|--------------------------|
| SCHMALZMEIER<br>(8/75-9/75)  | Nigelsbachgraben     | 2,81                    | 48    | 27,8       | 9,89                   | 17,10 | 0,58 | +      |                               |                          |
|                              | Drosslergraben       | 1,69                    | 14    | 4,80       | 2,82                   | 8,20  | 0,34 | +      |                               |                          |
|                              | Karlbachgraben       | 3,04                    | 30    | 14,10      | 4,63                   | 9,90  | 0,47 | +      |                               |                          |
|                              | Predigtstuhlgraben   | 1,66                    | 7     | 0,90       | 0,52                   | 4,20  | 0,12 | +      |                               |                          |
|                              | Keckgraben           | 3,30                    | 32    | 56,90      | 17,25                  | 9,70  | 1,78 | +      |                               |                          |
|                              | Langebnergraben      | 2,07                    | 22    | 30,60      | 9,97                   | 10,60 | 0,94 | +      |                               |                          |
|                              | Rittnergraben        | 1,06                    | 10    | 2,00       | 1,91                   | 9,40  | 0,20 | -      |                               |                          |
|                              | Pfingstnergraben     | 2,97                    | 23    | 38,40      | 12,92                  | 7,70  | 1,67 | -      |                               |                          |
|                              | Scherhubergraben     | 1,40                    | 8     | 5,10       | 3,64                   | 5,70  | 0,64 | -      |                               |                          |
|                              | Weißhappelgraben     | 1,10                    | 6     | 3,60       | 3,27                   | 5,40  | 0,60 | -      |                               |                          |
|                              | Klammgraben          | 4,44                    | 46    | 16,80      | 3,79                   | 10,40 | 0,37 | +      |                               |                          |
| Steinkellnergraben           | 2,56                 | 36                      | 11,70 | 4,56       | 14,10                  | 0,32  | +    |        |                               |                          |
| Σ                            | Breistebach          | 30,54                   | 201   | 191,00     | 6,25                   | 9,50  | 0,66 |        |                               |                          |
| WASTE 8/87                   | Wachterbach          | 1,65                    | 37    | 15,20      | 9,20                   | 22,40 | 0,41 |        | -                             |                          |
|                              | Wachterbach-Zistel   | 6,05                    | 95    | 19,70      | 3,30                   | 15,70 | 0,21 |        | -                             |                          |
|                              | Plättental           | 7,90                    | 78    | 57,00      | 7,20                   | 9,90  | 0,73 |        | +                             |                          |
| Σ                            | Pusterwaldbach       | 15,60                   | 210   | 91,90      | 5,89                   | 13,50 | 0,44 |        |                               |                          |
| NAHOLD<br>9/86, 10/86        | Hofkogel             | 3,70                    | 7     | 4,40       | 1,19                   | 1,90  | 0,63 | +      |                               | 12                       |
|                              | Fuchsgraben          | 9,50                    | 12    | 2,80       | 0,29                   | 1,30  | 0,23 | +      | +                             | 21 Anzahl                |
|                              | Moosbachgraben       | 11,50                   | 19    | 3,30       | 0,29                   | 1,60  | 0,17 | +      | +                             | 26 der                   |
|                              | Gaschbachgraben      | 8,50                    | 17    | 2,70       | 0,32                   | 2,00  | 0,16 | +      | ?                             | 39 Abfluß-               |
|                              | Drohschlag           | 6,90                    | 25    | 10,50      | 1,52                   | 3,60  | 0,42 | +      |                               | 20 messungen             |
|                              | Reitruhe             | 2,90                    | 6     | 1,00       | 0,34                   | 2,10  | 0,17 | -      |                               | 7                        |
| Σ                            | Pusterwaldbach       | 43,00                   | 86    | 24,70      | 0,57                   | 2,00  | 0,29 |        |                               | 125 Abfluß-<br>messungen |
| SULZBACHER<br>9/87, 10/87    | Lachtal              | 7,70                    | 70    | 21,40      | 2,70                   | 9,10  | 0,31 |        | +                             |                          |
|                              | Hochegg              | 4,70                    | 25    | 3,20       | 0,70                   | 5,30  | 0,13 |        | +                             |                          |
|                              | Gföllgraben          | 6,30                    | 50    | 9,10       | 1,40                   | 7,90  | 0,18 | +      | ?                             |                          |
|                              | Zeiringgraben        | 13,60                   | 213   | 23,60      | 1,70                   | 15,70 | 0,11 | +      | ?                             |                          |
|                              | Oberzeiring          | 3,10                    | 25    | 1,90       | 0,60                   | 8,10  | 0,08 | +      | -                             |                          |
|                              | Möderbach            | 2,10                    | 21    | 1,70       | 0,80                   | 10,00 | 0,08 | +      | -                             |                          |
|                              | Pölstal              | 0,60                    | 4     | 0,30       | 0,50                   | 6,70  | 0,08 | +      | -                             |                          |
| Σ                            | Blahbach             | 38,10                   | 408   | 61,20      | 1,60                   | 10,70 | 0,15 |        |                               |                          |
| GOLDBRUNNER<br>4.8. - 8.9.76 | Feistriztal          | 18,50                   | 174   | 112,90     | 6,10                   | 9,40  | 0,65 |        | +                             |                          |
| KRAINER<br>UNTERSWEG<br>9/87 | Funklböden           | 2,51                    | 31    | 13,50      | 5,40                   | 12,30 | 0,44 | -      | +                             |                          |
|                              | Oberer Eselsbergbach | 3,95                    | 27    | 33,50      | 8,60                   | 6,80  | 1,24 | +      | +                             |                          |
|                              | Oberer Almbach       | 3,83                    | 155   | 48,00      | 12,50                  | 40,50 | 0,31 | +      | +                             |                          |
| Σ                            | Eselsbergbach        | 10,29                   | 213   | 95,00      | 9,20                   | 20,70 | 0,45 |        |                               |                          |

F = Fläche des Teilgebietes, N = Anzahl der Quellen, S = Gesamtschüttung der Quellen eines Teilgebietes

Bei der Beurteilung der Schüttungsmengen sind die relativ höheren Niederschlagsmengen dieses Jahres zu berücksichtigen, wobei die Niederschlags-situation während des Aufnahmezeitraumes (Mitte Juli - Anfang August) Unterbrechungen der Geländeaufnahmen erforderten. Die Aufnahmen zeigten, daß die pleistozänen und holozänen Lockergesteine (Moränenschuttmassen, Blockgletscher, Hangschuttkörper) der Aufnahmegebiete den größten Einfluß auf die Quellensituation besitzen. In den darauffolgenden Jahren wurden v.a. in den Seckauer Tauern weitere Quellenaufnahmen durchgeführt, allerdings wurden nur bedeutendere Quellen über 1 l/s kartiert und besonderes Augenmerk auf jene Austritte gelegt, die mit größeren Blockschuttmassen in Verbindung stehen.

Damit liegen bisher aus dem Gesamtgebiet der steirischen Niederen Tauern Quellenkartierungen auf einer Fläche von 393 km<sup>2</sup> vor, wobei insgesamt 4841 Quellen kartiert und zumindest die hydrologischen Grundparameter (Schüttung, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit) gemessen wurden.

Nach diesen Aufnahmen können 3 Quelltypen unterschieden werden:

1. Kleine Quellaustritte, meist Schuttquellen, mit Schüttungen von wesentlich weniger als 1 l/s, wie sie aus Kristallingebieten als typisch bekannt sind
2. Quellen aus Karbonatgesteinen (z.B. Karstquellen aus Marmorzügen) mit durchwegs bedeutenderen Schüttungsmengen (meist mehrere l/s)
3. Quellen aus bedeutenderen Schuttmassen: aus Moränen und den in vielen Gebieten reichlich vorhandenen periglazialen Schuttmassen, den fossilen Blockgletschern.

## **7. Luftbildauswertungen**

Mit Hilfe eines Omi-Stereo-Facet-Plotters (ein optisches Gerät zur Interpretation und Auswertung von Luftbildern) wurde teilweise von der Universität Graz, Institut für Geographie, zur Verfügung gestelltes Bildmaterial ausgewertet. Es handelt sich dabei um sich überlappende Senkrechtaufnahmen, die stereoskopisch betrachtbare Bildpaare ergeben. Alle als Blockgletscher anzusprechenden bzw. blockgletscherverdächtigen Formen wurden auf Arbeitskarten 1:25.000 kartiert. Insgesamt wurden auf diese Weise 487 Formen in den gesamten Niederen Tauern kartiert, 89 davon sind bedeutendere Formen mit einer Länge von über 500 m. Die Daten sind nach Einzugsgebieten geordnet gespeichert. Die Datei beinhaltet relevante Daten wie Höhenlage, maximale Länge und Breite, Exposition, Vegetationsbedeckung, Quellen usw.

Die kartierten Parameter zeigt Tab. 9, einen Überblick über die räumliche Verteilung der Formen in den Niederen Tauern gibt Kartenbeilage 1. Die Abb. 5, 6 und 7 fassen Exposition bzw. die Längenverhältnisse der aus den Luftbildern kartierten Formen zusammen.

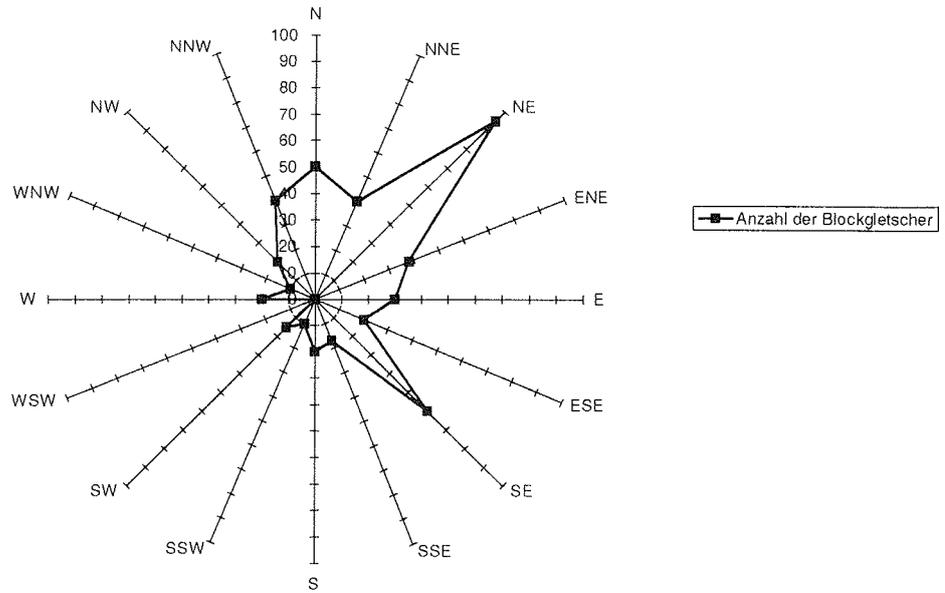


Abb. 5: Exposition der Blockgletscher in den Niederen Tauern (Gesamtzahl 487)

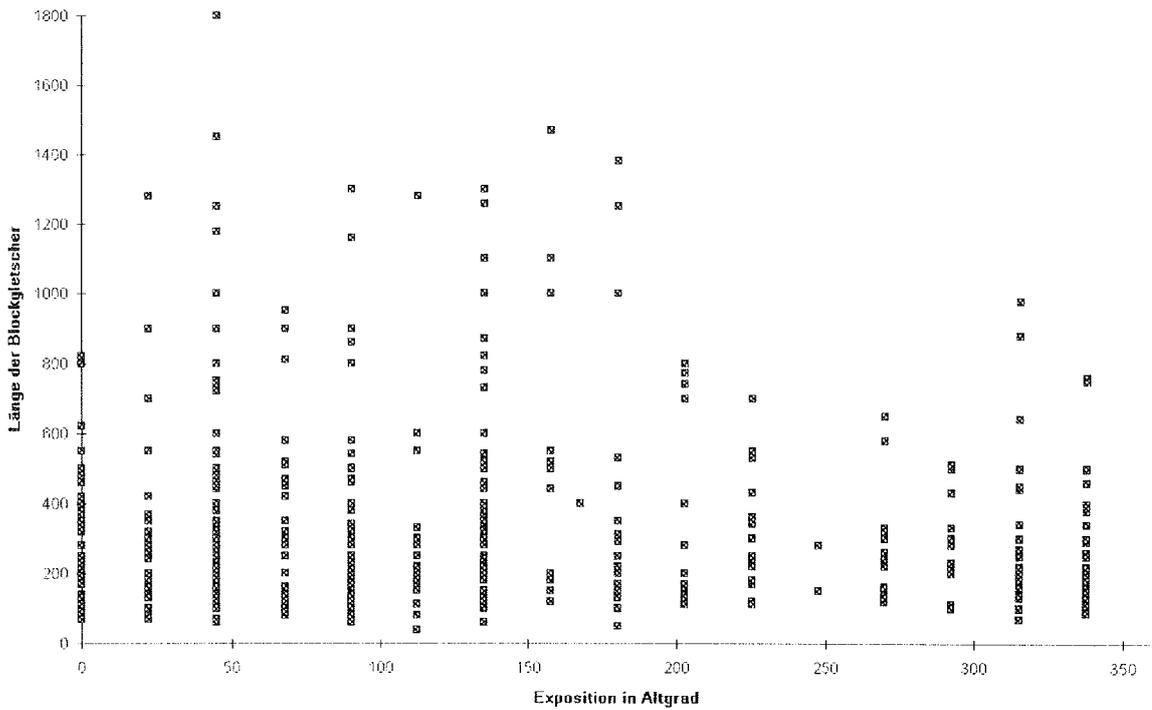


Abb. 6: Beziehung zwischen der Länge und Exposition der Blockgletscher der Niederen Tauern

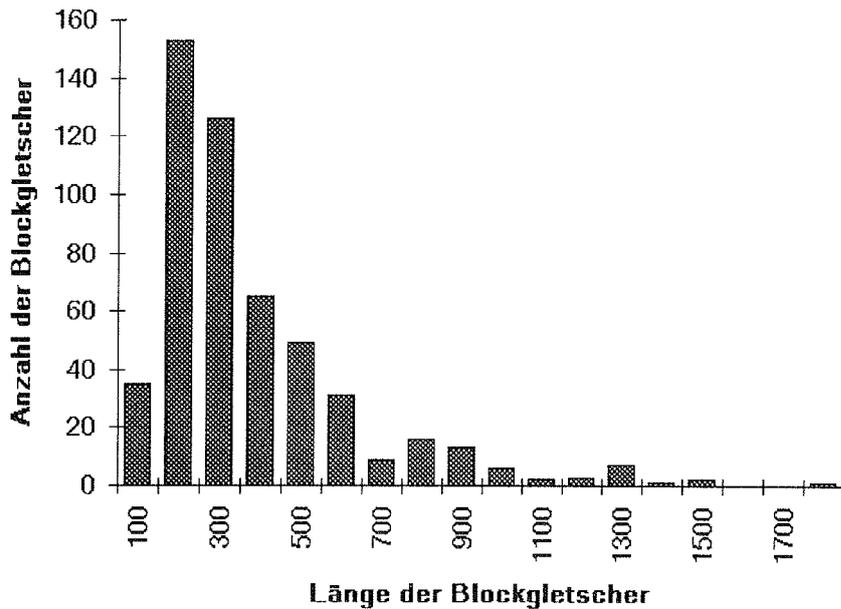


Abb. 7: Verteilung der Blockgletscherlängen in den Niederen Tauern

Aus der Luftbildauswertung läßt sich zusammenfassend folgendes ableiten:

1. Als erstes wichtigstes Teilergebnis steht fest, daß die Niederen Tauern wesentlich reicher an fossilen Blockgletschern sind, als dies bei der Projektplanung angenommen werden konnte.
2. Die größte Verbreitung haben Blockgletscher in den östlichen Gebieten der Niederen Tauern, nämlich den südlichen Wölzer Tauern und in den Seckauer bzw. Triebener Tauern (über einige Formen in den Seckauer Tauern berichtet NAGL 1976), und zwar in der Nähe des Alpenhauptkammes.
3. In ebendiesen Gebieten, in denen die größte Anzahl an Formen vorliegt, kommen auch bezüglich der Größe der Einzelformen die bedeutenderen vor.
4. Im Süden und Osten reichen die blockgletscherverdächtigen Schuttmassen bis in tiefe Lagen herab. Die Stirnwälle zusammenhängender Großformen reichen hier bis in Höhenlagen unter 1600 m Sh. Dies ist in den westlichen Anteilen der Niederen Tauern (Schladminger Tauern) nicht der Fall.
5. In den Wölzer, besonders aber in den Seckauer Tauern wird deutlich, daß die teilweise zusammenhängenden Großformen genetisch sicher mehreren Generationen (meist 2) angehören, die morphologisch eindeutig zu trennen sind.

Tab. 9: Blockgletscher und verwandte Formen mit Längen > 500 m

| EINZUGSBEREICH   | BEZEICHNUNG     | EXPO  | ÖK    | B    | SH   | LA  | BR | VEG | QU | BEMERKUNG                     |
|------------------|-----------------|-------|-------|------|------|-----|----|-----|----|-------------------------------|
| Preuneggbach     | Kampspitze 1    | 315   | 127 S | 1880 | 640  | 420 |    |     | +  | Doppelform                    |
| Bräualmbach      | Dürmoos         | 0     | 128 S | 1775 | 800  | 200 |    |     | +  | Moränenkontakt                |
| Bräualmbach      | Madelsgruberalm | 45    | 128 S | 1660 | 540  | 80  | L  |     | +  |                               |
| Bräualmbach      | Melk 2          | 135   | 128 S | 2130 | 540  | 130 |    |     | +  |                               |
| Bräualmbach      | Schimpelkar 1   | 67,5  | 128 S | 1950 | 520  | 300 |    |     | +  | Mehrfachform                  |
| Etrachbach       | Grafenalp 9     | 292,5 | 128 S | 1978 | 510  | 350 |    |     | +  | Mehrfachform                  |
| Etrachbach       | Grübelsee 3     | 180   | 128 S | 1950 | 530  | 200 |    |     | +  | Doppelform                    |
| Etrachbach       | Wildenkar 3     | 157,5 | 128 S | 1840 | 550  | 210 | L  |     | +  | Doppelform                    |
| Katschbach       | Gschrött 2      | 157,5 | 128 S | 1760 | 1100 | 460 | L  |     | +  | Mehrfachform                  |
| Katschbach       | Gschrött 5      | 157,5 | 128 S | 1800 | 1470 | 280 |    |     | +  | Moränenkontakt                |
| Preberbach       | Mösefeld 2      | 157,5 | 128 S | 1900 | 1000 | 340 |    |     | +  | Moränenkontakt, auch Bl.158/N |
| Rantenbach       | Rantenalp 7     | 270   | 128 S | 2070 | 650  | 250 |    |     | +  | Moränenkontakt, auch Bl.158/N |
| Seifriedbach     | Krautwasch 5    | 0     | 128 S | 1800 | 620  | 200 |    |     | +  |                               |
| Seifriedbach     | Mössnakar       | 135   | 128 S | 1620 | 730  | 240 | W  |     | +  |                               |
| Bräualmbach      | Tubaysee 1      | 90    | 129 N | 1800 | 900  | 350 | L  |     | +  | Mehrfachform                  |
| Bretsteinbach    | Tubaysee 2      | 67,5  | 129 N | 1820 | 900  | 350 | L  |     | +  | Mehrfachform                  |
| Feistritzbach    | Rettelsee 1     | 180   | 129 S | 1870 | 1380 | 500 |    |     | +  | Mehrfachform, auch Bl. 159!   |
| Grossölkbach     | Mahralp 1       | 90    | 129 S | 1510 | 1160 | 340 | LW |     | +  | Mehrfachform, teilw.fraglich  |
| Hintere Gullung  | Hintergullung 3 | 45    | 129 N | 1720 | 540  | 110 | L  |     | +  |                               |
| Hintere Gullung  | Plienten 3      | 135   | 129 N | 1660 | 780  | 190 | L  |     | +  |                               |
| Hintere Gullung  | Plienten 5      | 112,5 | 129 N | 1600 | 600  | 180 | L  |     | +  | fragliche Form                |
| Hintere Gullung  | Plienten 7      | 157,5 | 129 N | 1820 | 520  | 110 | L  |     | +? |                               |
| Hinteregger Bach | Ebenwald 3      | 45    | 129 S | 1720 | 1180 | 360 | L  |     | +  |                               |
| Hinteregger Bach | Hasenlacken 2   | 315   | 129 S | 1990 | 640  | 160 | L  |     | +  | Mehrfachform                  |
| Hinteregger Bach | Laubtal 2       | 315   | 129 S | 1860 | 880  | 180 | L  |     | +F | Moränenkontakt                |
| Mittereggbach    | Hochtal 1       | 135   | 129 N | 1650 | 520  | 170 | L  |     |    |                               |
| Mittereggbach    | Kothütten 4     | 67,5  | 129 N | 1600 | 900  | 280 | L  |     | +  | Moränenkont.,Mehrfachform     |
| Mittereggbach    | Kothütten 2     | 67,5  | 129 N | 1600 | 510  | 110 | L  |     | +  | fraglich                      |

| EINZUGSBEREICH       | BEZEICHNUNG    | EXPO  | ÖK    | B | SH   | LÄ   | BR   | VEG | QU | BEMERKUNG                           |
|----------------------|----------------|-------|-------|---|------|------|------|-----|----|-------------------------------------|
| Pusterwaldbach       | Mahralm 1      | 90    | 129 S | S | 1510 | 1160 | 340  | L,W | +? | Mehrfachform, teilw. fraglich       |
| Pusterwaldbach       | Plättental     | 45    | 129 S | S | 1710 | 600  | 270  |     | +  | Moränenkontakt                      |
| Pusterwaldbach       | Scharnitzalm   | 67,5  | 129 S | S | 1780 | 580  | 100  |     | +  |                                     |
| Pusterwaldbach       | Wildalm        | 90    | 129 S | S | 1800 | 800  | 310  | L   | +  |                                     |
| Schöttlbach          | Malaisalm 5    | 45    | 129 S | S | 1960 | 600  | 380  | L   | +  | Moränenkontakt                      |
| Schöttlbach          | Malaisalm 8    | 90    | 129 S | S | 1780 | 580  | 280  | L   | +  | Mehrfachform                        |
| Seifriedbach         | Seifriedkar 2  | 0     | 129 S | S | 1700 | 550  | 210  | B   | +  | fragliche Form                      |
| Gaalbach             | Hühnersteige 1 | 135   | 130 S | S | 1810 | 600  | 700  | L   | +  | Mehrfachform                        |
| Gaalbach             | Hühnersteige 2 | 135   | 130 S | S | 1660 | 1000 | 560  | L   | +  |                                     |
| Gaalbach             | Krausen        | 135   | 130 S | S | 1780 | 1260 | 340  | L,B | +  | Moränenkont., tw. fragl. Form       |
| Hinterer Triebenbach | Bärenbach      | 45    | 130 N | N | 1830 | 750  | 300  | L   |    | Mehrfachform, Moränenkontakt        |
| Hinterer Triebenbach | Braunkar       | 22,5  | 130 N | N | 1600 | 900  | 280  | L,B | +? | Mehrfachform, Moränenkontakt        |
| Hinterer Triebenbach | Mödringalm 1   | 22,5  | 130 S | S | 1710 | 550  | 200  |     | +  |                                     |
| Hinterer Triebenbach | Mödringalm 3   | 337,5 | 130 S | S | 1760 | 760  | 200  |     | +  | Doppelform                          |
| Hinterer Triebenbach | Mödringalm 9   | 112,5 | 130 N | N | 1650 | 1280 | 260  | L,B | +  | Mehrf. form, tw. fragl., Mor. Kont. |
| Hinterer Triebenbach | Rauchaufalm 2  | 45    | 130 N | N | 1620 | 750  | 230  | L,B |    | Moränenkontakt, fragl. Form         |
| Lerchbach            | Schneeloch 1   | 135   | 130 S | S | 1760 | 820  | 160  | L   | +? | Moränenkontakt                      |
| Pölsbach             | Gamskar        | 45    | 130 N | N | 1770 | 800  | 350  | L   | +  | Moränenkontakt                      |
| Pölsbach             | Geissrinksee   | 202,5 | 130 N | N | 1700 | 740  | 200  | L   | +  | unterer Teil fraglich               |
| Pölsbach             | Pölskar 3      | 337,5 | 130 N | N | 1860 | 750  | 160  | L   | +  | Moränenkontakt                      |
| Pölsbach             | Pölskar 5      | 45    | 130 N | N | 1540 | 720  | 240  | L,W | +  | fragliche Form                      |
| Pölsbach             | Steinkar       | 135   | 130 N | N | 1660 | 870  | 200  | L   |    |                                     |
| Schwarzenbach        | Grüner See 2   | 135   | 130 N | N | 1870 | 540  | 130  | L   | +  |                                     |
| Strechaubach         | Reiteralm 1    | 90    | 130 N | N | 1850 | 540  | 210  | L   | +? | Mehrfachform                        |
| Strechaubach         | Reiteralm 3    | 22,5  | 130 N | N | 1580 | 700  | 260  | L   | +  | fragliche Form                      |
| Feistritzbach        | Kematen        | 45    | 131 S | S | 1630 | 1250 | 750  | L,W | +  | Mehrfachform                        |
| Gaalbach             | Gaal 5         | 270   | 131 S | S | 1690 | 580  | 1350 |     | +  | Mehrfachform, tw. fraglich          |
| Gaalbach             | Kuhalm 2       | 202,5 | 131 S | S | 1670 | 800  | 230  | L,W | +  |                                     |
| Gaalbach             | Ochsenalm 2    | 135   | 131 S | S | 1740 | 1100 | 190  | L,W | +  |                                     |

| EINZUGSBEREICH        | BEZEICHNUNG       | EXPO  | ÖK    | B    | SH   | LÄ  | BR  | VEG | QU                            | BEMERKUNG |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|------|------|-----|-----|-----|-------------------------------|-----------|
| Hagenbach             | Brandstätterkar 1 | 45    | 131 S | 1600 | 1450 | 500 | L,W | +   | Mehrfachform, Moränenkontakt  |           |
| Hagenbach             | Brandstätterkar 2 | 45    | 131 S | 1700 | 1000 | 700 | L   | +   | Mehrfachform, Moränenkontakt  |           |
| Hagenbach             | Brandstätterkar 3 | 22,5  | 131 S | 1680 | 1280 |     | L   | +   | Moränenkontakt                |           |
| Hagenbach             | Brandstätterkar 4 | 0     | 131 N | 1750 | 820  | 340 | L   | +   |                               |           |
| Hagenbach             | Gotstal 1         | 67,5  | 131 S | 1690 | 950  | 250 | L   |     |                               |           |
| Hagenbach             | Gotstal 2         | 45    | 131 S | 1600 | 900  | 480 | L   | +   | Moränenkontakt                |           |
| Hagenbach             | Reichartkar 1     | 45    | 131 S | 1520 | 1800 | 750 | L,W | ++  | Mehrfachform, Mor.Kont., tw.? |           |
| Hinterer Ingeringbach | Donnerofen 3      | 202,5 | 131 S | 1650 | 700  | 180 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Donnerofen 4      | 225   | 131 S | 1690 | 700  | 200 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Dürrtal           | 225   | 131 S | 1680 | 550  | 120 | L,B |     |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Hinteralm 5       | 45    | 131 S | 1660 | 550  | 180 | L   | +   | fragliche Form                |           |
| Hinterer Ingeringbach | Hinteralm 6       | 45    | 131 S | 1610 | 740  | 230 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Hölltal 1         | 135   | 131 S | 1840 | 1300 | 660 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Hölltal 4         | 180   | 131 S | 1620 | 1250 | 400 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Ingeringbach | Tiertal 1         | 90    | 131 S | 1900 | 860  | 200 | L   | +   |                               |           |
| Hinterer Liesingbach  | Steinkar3         | 45    | 131 N | 1720 | 600  | 230 | L   |     | Moränenkontakt                |           |
| Hinterer Triebenbach  | Schaunitz 2       | 270   | 131 N | 1730 | 650  | 80  | L   | +F  | Moränenkontakt                |           |
| Schönebenbach         | Hocheggkar 3      | 45    | 131 N | 1680 | 600  | 110 | L   |     | fragliche Form                |           |
| Schönebenbach         | Postleiten        | 45    | 131 N | 1640 | 800  | 300 | L,B | +?  |                               |           |
| Vorderer Ingeringbach | Sundlalm 1        | 90    | 131 S | 1720 | 1300 | 320 |     | +   | Mehrfachform                  |           |
| Zinkenbach            | Goldlacke 1       | 202,5 | 131 S | 1970 | 770  | 450 | L   | ?   |                               |           |
| Zinkenbach            | Goldlacke 4       | 180   | 131 S | 1700 | 1000 | 360 | L,W | +   | tw.fragl.Form, Moränenkontakt |           |
| Etrachbach            | Hubenbüraim 1     | 112,5 | 158 N | 1715 | 550  | 250 |     | +   |                               |           |
| Etrachbach            | Spreitzerkar 2    | 225   | 158 N | 2000 | 530  | 230 |     | +   |                               |           |
| Katschbach            | Zwieflersee 2     | 67,5  | 158 N | 1930 | 810  | 200 |     | +   |                               |           |

EXPO: Exposition, ÖK: Kartenblatt Nr., B: Blatthälfte, SH: Seehöhe, LÄ: Länge, BR: Breite, VEG: Vegetation, B: Bäume, L: Legföhren, W: Wald, QU: Quelle  
 Datensätze geordnet nach ÖKO-Blatt und Einzugsbereich

## 8. Systematische Blockgletscher- und Quellenkartierungen in den östlichen Niederen Tauern (Detailkartierungen)

Die Erfahrungen aus den Luftbildauswertungen bzw. Quellenaufnahmen führten zu einem weiteren methodischen Ansatz, - neben Abflußmessungen und flächendeckenden Quellenkartierungen - nämlich zur Detailkartierung von Blockgletschern als bedeutende Schuttmassen, aus denen infolge ihrer Position in Hochtaltrögen bzw. Karen konzentrierte Wasseraustritte zu erwarten sind. Die fossilen Blockgletscher der Niederen Tauern sind im Spätglazial, nach dem Rückzug des hochglazialen würmzeitlichen Eisstromnetzes unter periglazialen Bedingungen entstandene Schuttströme bzw. Schuttanhäufungen, die als Wasserspeicher in Frage kommen.

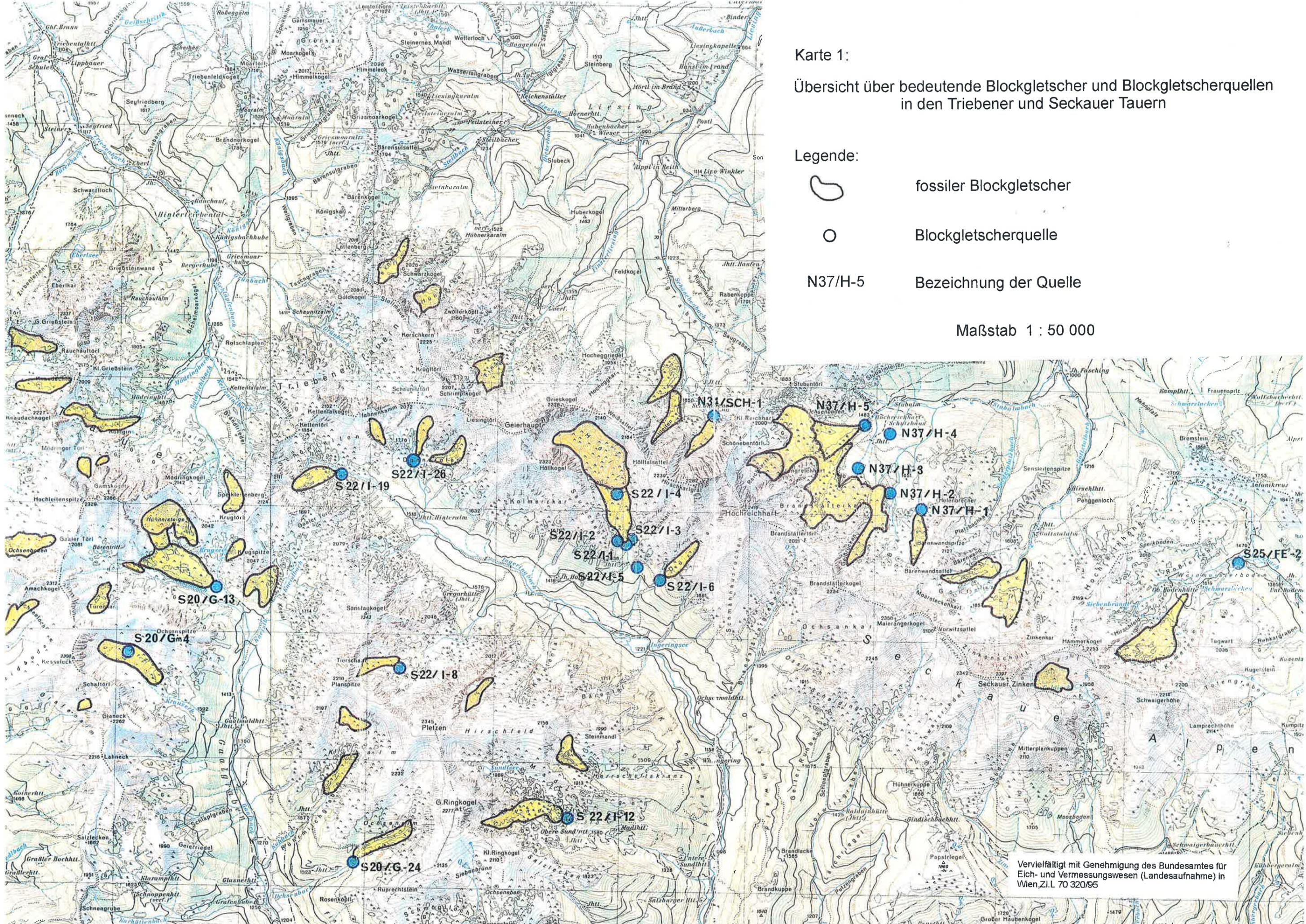
Da das Phänomen der Blockgletscher bisher in der die Region betreffenden Literatur insgesamt nur wenig Beachtung gefunden hatte (NAGL 1976, LIEB 1987), erschien eine detailliertere Beschäftigung mit dieser Materie einerseits aus wissenschaftlicher Sicht zur Gewinnung von Grundlagenmaterial interessant, andererseits sollte der Frage nach der praktischen Bedeutung dieser spätglazialen Schuttmassen für wasserwirtschaftliche Belange nachgegangen werden.

Die Formen, die heute in den Niederen Tauern vorliegen, sind mit Sicherheit zum allergrößten Teil fossil, das heißt, sie enthalten kein Eis und weisen auch keine Bewegung mehr auf. Infolge des Ausschmelzens des Eises sind die Blockgletscher in sich zusammengefallen, kollabiert, womit ein beträchtlicher Volumensverlust einherging. Es ist damit zu rechnen, daß teilweise auch im Blockgletscher vorhandenes Feinmaterial ausgeschwemmt wurde.

Diese Schuttmassen liegen heute je nach den geomorphologischen Voraussetzungen als Loben, Girlanden oder mächtige Schuttzungen vor. Auffallend sind die durchwegs vorhandene zumeist oberflächliche Grobblockigkeit und der überwiegend scharfkantige Habitus der Blöcke. Meist herrscht ein wildes Gewirr von Rinnen, kesselartigen Vertiefungen und Wällen. Feinmaterial ist an der Oberfläche kaum zu sehen. Der Bewuchs geht je nach Höhenlage von Waldbeständen (Fichte, Zirbe) über Legföhren zu fleckenhaft verbreiteten Almgrasvorkommen über. Die Blöcke selbst sind durchwegs von Flechten bewachsen (Abb. 8 und 9).

Mit Sicherheit liegen mehrere Generationen (2-3) von Blockgletschern in unterschiedlichen Höhenlagen vor. Man muß davon ausgehen, daß es zu verschiedenen Zeiten des Würm-Spätglazials (während der Stadiale) zu einer verstärkten Blockgletscherbildung und -bewegung kam (LIEB 1987). Die tiefste und älteste Generation - heute durchwegs unter der Waldgrenze und daher auch von Wald bestockt - reicht mit den teilweise noch gut erhaltenen Stirnwällen bis unterhalb von 1600 m Sh herab. Häufig handelt es sich um zusammenhängende Großformen.

Besonders ausgeprägte Formen, auf die bereits NAGL 1976 hingewiesen hat, finden sich in den östlichen Anteilen der Niederen Tauern vor allem im Bereich der Seckauer Tauern, und zwar sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite in der Nähe des Alpenhauptkammes.



Karte 1:

Übersicht über bedeutende Blockgletscher und Blockgletscherquellen in den Triebener und Seckauer Tauern

Legende:

-  fossiler Blockgletscher
-  Blockgletscherquelle
- N37/H-5 Bezeichnung der Quelle

Maßstab 1 : 50 000

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, Z.I.L 70 320/95

Der Grund dafür, daß es in diesen Bereichen zu so ausgeprägten Blockgletscherbildungen - noch dazu in mehreren Perioden - kam, liegt darin, daß hier am Ostrand der alpinen Eisbedeckung bereits während des würmzeitlichen Hochglazials kein zusammenhängendes Eisstromnetz mehr Bestand hatte. Nur noch relativ kurze Tal- bzw. Kargletscher waren vorhanden (VAN HUSEN 1987). Zu Beginn des Würm-Spätglazials wurden in diesem Gebiet beim Abschmelzen des Würmeises zuerst größere Karräume eisfrei, in welchen sich die Blockgletscher als Ergebnisse periglazialer Prozesse des Permafrostbereiches entwickeln konnten; auch stand Material in großer Menge zur Verfügung - einerseits als glazial transportierter und aufbereiteter Moränenschutt - andererseits als periglazialer Frostschutt.

Die Mehrgliedrigkeit der Bildungen ist Ausdruck des phasenhaften Eisrückzuges im Spätglazial. Zunächst wurden in den Seckauer Tauern stichprobenartige Kartierungen von Blockgletschern und Quellen vorgenommen, mit dem vorläufigen Ergebnis, daß die fossilen Blockmassen tatsächlich günstige Speichermassen darstellen können. Zumindest in den blockgletscherreichen Gebieten ist eine Konzentration der anfallenden Wassermengen auf wenige größere Quellaustritte zu beobachten. Bei einem fast völligen Zurücktreten der kleinen Quellen (bis 1 l/s) wurden viele typische Situationen angetroffen, wo im Bereich von Blockgletscherstirnen größere Quellaustritte von mehreren l/s bis mehreren 10er l/s festgestellt werden konnten.



Abb. 8: Typische Großform eines fossilen Blockgletschers (Hölltal H3). Die mächtige Stirn der höher gelegenen Zunge (jüngere Generation) liegt auf einer älteren Blockgletschermasse



Abb. 9: Oberfläche des Blockgletschers Hühnersteige (HS 2).

Diese Ergebnisse führten zu den folgenden Arbeitsschritten, nämlich

- zu einer systematischen Kartierung von Blockgletschern und dazugehörigen Quellen in den Seckauer und Triebener Tauern,
- zur Auswahl typischer "Blockgletscherquellen" für weitere Untersuchungen und schließlich
- zu mehrmaligen Messungen hydrologischer Grundparameter mit einfachen physikalischen und chemischen Feldmethoden an ausgewählten Quellen.

Das detailliert untersuchte Gebiet umfaßt den östlich der Verbindung Trieben - Möderbrugg gelegenen Anteil der Niederen Tauern, namentlich die Seckauer- und Triebener Tauern. In jenen Einzugsgebieten, in denen in der ersten Projektphase größere spätglaziale Schuttmassen festgestellt werden konnten, wurden Aufnahmen des Gewässernetzes, sowie eine Abgrenzung der Lockermassen vom Festgestein durchgeführt. Bei der Quellenaufnahme wurden nur Austritte mit Schüttungen von mehr als 1 l/s berücksichtigt. Alle Angaben von Werten im Text beziehen sich, falls nicht anders angegeben, auf die Kartierung im Jahre 1991. Weitere Meßwerte wurden in den Jahren 1992 und 1993 gewonnen. Eine Übersicht gibt Karte 1.

Die Messungen der Quellwässer an Ort und Stelle umfaßten folgende Parameter:

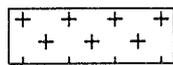
|               |   |
|---------------|---|
| Schüttung     | Salztracer  |
| Leitfähigkeit | Lf 91 bei 25°C  |
| Temperatur    | Lf 91   |
| Nitrit        | kolorimetrische Bestimmung mit Sulfanilsäure und N-(1-Naphtyl)-Ethylendiammoniumdichlorid |

|               |   |
|---------------|---|
| Nitrat        | Bildung eines gelbbraunen Azofarbstoffes mit Genitinsäure nach Reduktion des Nitrates zu Nitrit |
| Sauerstoff    | Titrimationsverfahren nach Winkler  |
| Eisen         | kolorimetrische Bestimmung mit 2,2'-Bipyridin   |
| Calcium       | komplexometrische Titration mit Titriplex III gegen Calconcarbonsäure                           |
| Chlorid       | mercurimetrische Titration gegen Diphenylcarbazon   |
| Gesamthärte   | komplexometrische Titration mit Titriplex III gegen Mischindikator                              |
| Carbonathärte | acidimetrische Titration gegen Mischindikator   |
| pH-Wert       | Bromo Cresol Purple und Phenol Red als Indikator.<br>Farbabgleich mit einem Comparator          |

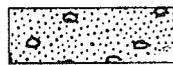
Das Quellwasser weist generell eine äußerst geringe Mineralisation auf (GH meist < 5° dH, KH 0,4 - 2,0° dH) und ist durchwegs sehr sauerstoffreich. Die elektrische Leitfähigkeit liegt meist unter 40 µs/cm bei 25°C. Die typischen Schüttungsmengen von Blockgletscherquellen liegen bei 10 - 25 l/s. Allerdings lassen jene Quellen, an denen zu verschiedenen Jahreszeiten Messungen durchgeführt werden konnten, größere Schüttungsschwankungen erkennen.

Von wasserwirtschaftlicher Relevanz sind sicherlich Austritte zwischen 20 und 30 l/s, wie sie u. a. im Feistritzgraben, im Hölltal, im Hirschkarl oder Dürrtal kartiert werden konnten. Die größte in den Niederen Tauern bekannte Blockgletscherquelle ist die „Hochreichhartquelle“; sie wurde bisher auch am öftesten gemessen, wobei die Schüttung zwischen 38 und 340 l/s schwankte. Von GÖDL (1993) wird sogar ein Wert von 751 l/s angegeben.

## LEGENDE zu den Karten 2 - 12



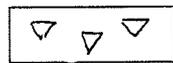
Kristallin



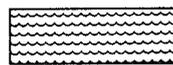
Moräne



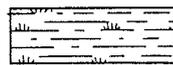
Blockgletscher/Blockgletscherstirn



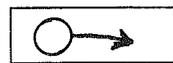
Hangschutt



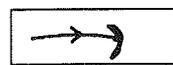
See



Sumpf



Quellaustritt



Schwinde



Geländekante

Maßstab 1:10.000

## 1. Schönleiten und Hinteralm (Karte 2)

Die bei der Luftbildauswertung als Blockgletscher im Bereich der Hinteralm ausgewiesenen Schuttmassen stellen zum Teil nur mächtigen Hangschutt dar. Im Gelände können nur die als Hinteralm 5 und Hinteralm 6 bezeichneten Lockermassen als Blockgletscher angesprochen werden, wobei jedoch H5 in seinen Ausmaßen deutlich reduziert wurde. H6 stellt hingegen einen typischen Blockgletscher dar, an dessen 10 m hoher Stirn eine 15 l/s schüttende Quelle (S 22/1-19) entspringt. Charakteristisch für Wasseraustritte dieser Art ist, daß sie keinen Einschnitt bilden (Abb. 10). Dies dürfte auch ein Grund sein, warum diese Quellen auf den ÖK-Blättern nur in Ausnahmefällen verzeichnet sind.



Abb. 10: Hinteralmquelle S 22/I-19

Der Blockgletscher Schönleiten 1 weist einen mächtigen Frontwall mit einer Höhe von 25 bis 30 m auf, die Neigung beträgt 45°. Die Höhe dieses Walls ist jedoch durch die Steilheit des Hanges mitbedingt, d.h. die Mächtigkeit der Lockermassen ist bedeutend geringer anzusetzen.

40 Höhenmeter unter dieser Stirn entspringt die Quelle S 22/I-20 (Q: 3 l/s; T: 3,1°C; Leitfähigkeit/Lf: 21  $\mu$ S/cm). ESE vom Kettentörl fließt ein Bach (Q: 5 l/s; T: 2,6°C; Lf: 21  $\mu$ S/cm), der zum Großteil unter Blöcken mit Kantenlängen bis zu 3 m verborgen ist.

## **2. Gaal** (Karte 2)

Die Blockgletscher Gaal 2 und 3 weisen keine Quellaustritte auf. Am Südwestteil des Blockgletschers Gaal 4 befindet sich die Quelle S 20/G-18 (Q: 1 l/s; T: 3,6°C; Lf: 17  $\mu$ S/cm), die jedoch rasch wieder versickert. Sie tritt vermutlich als Folgequelle (S 20/G-19) auf 1710 m Sh wieder zutage. Der Austrittsbereich dieser Quelle, in deren Einzugsgebiet höchstwahrscheinlich die Blockgletscher G 2 und G 3 liegen, erstreckt sich 20 m talabwärts, die Schüttung nimmt hier kontinuierlich auf etwa 10 l/s zu. Da bei Schneeschmelze mit einer Wasserführung im sonst trockenliegenden Gerinnebett zu rechnen ist, wäre eine Fassung mit Schwierigkeiten verbunden. Dafür würden sich eher die beiden Wasseraustritte (S 20/G-20 und S 20/G-21) am SW-Teil des Blockgletschers Gaal 5 eignen (Q: 1 l/s; T: 2,9°C; Lf: 21  $\mu$ S/cm), (Q: 7 l/s; T: 3,3°C; Lf: 22  $\mu$ S/cm).

## **3. Donnerofen** (Karte 3)

Im Untersuchungsgebiet Donnerofen wurden insgesamt zwei bedeutendere Quellen kartiert. S 22/I-25 entspringt auf einer Seehöhe von 1750 m, am Rande des Blockgletschers DO 2. Der Austritt ist auf eine Querschnittsverengung in den Lockermassen zurückzuführen (Q: 5 l/s; T: 2,6°C; Lf: 52  $\mu$ S/cm). Die Quelle S 22/I-26 liegt auf 1640 m Sh (Q: 5 l/s; T: 3,0°C; Lf: 29  $\mu$ S/cm). Dem Bewuchs nach zu schließen ist die Schüttung starken Schwankungen unterworfen, was aufgrund des relativ kleinen Einzugsgebietes und der Steilheit des Geländes (dadurch bedingter rascher Abfluß) sehr wahrscheinlich ist.

## **4. Dürrtal** (Karte 4)

Der Hauptaustritt S 22/I-6 im Dürrtal liegt auf einer Seehöhe von 1590 m, etwa 80 Höhenmeter unterhalb der Stirn des Blockgletschers D1 (Q: 5 l/s; T: 2,6°C; Lf: 54  $\mu$ S/cm). 10 m oberhalb befinden sich zwei weitere Nebenaustritte, die die gleiche Temperatur und Leitfähigkeit aufweisen (4 l/s). Auch unterhalb des Hauptaustrittes befinden sich zwei Quellen etwas seitlich des Bachbettes. Der gesamte Quellenbereich ist leicht kerbenförmig eingeschnitten, die Schüttung nimmt talwärts rasch zu. Am 29.8.1991 wurden 41 l/s, am 16.10.1991 27 l/s Schüttung gemessen. Sonst konnte im Bereich des Dürrtales keine Wasserführung beobachtet werden.

## **5. Hölltal** (Karte 4)

Der Blockgletscher H 3 ist der bedeutendste in den Niederen Tauern, sowohl was seine Längserstreckung (2,3 km) als auch die Höhe seiner Stirn (60 m) betrifft (Abb. 8). Diese Stirnfläche ist der 2. Generation (GAMERITH & STADLER 1990) zuzuordnen. Sie weist eine Neigung von 36° auf. An ihrem Fuße in einer Seehöhe von 1825 m entspringt die Quelle S 22/I-4 (T: 1,7°C; Lf: 44  $\mu$ S/cm), deren Schüttung von 20 l/s erst ab 1760 m Sh gemessen werden konnte. Oberhalb davon fließt der Großteil des Wassers in geringer Tiefe, von Blöcken bedeckt, wo es durch deutliches Rauschen auf einer Breite von 10 - 15 m zu beobachten ist. Zu den von

# Blockgletscher und Quellen

Schönleiten, Hinterleiten,  
Gaal

Maßstab  
1 : 10 000



Kettentö  
1864



S 20/G-20  
7 l/s

S 20/G-21  
1 l/s

S 20/G-19  
10 l/s

S 20/G-18  
1 l/s

Sch 1

S 22/I-20  
3 l/s

S 22/I-21  
1 l/s

S 22/I-22  
5 l/s

S 22/I-23

S 22/I-19  
15 l/s

G2

G3

G4

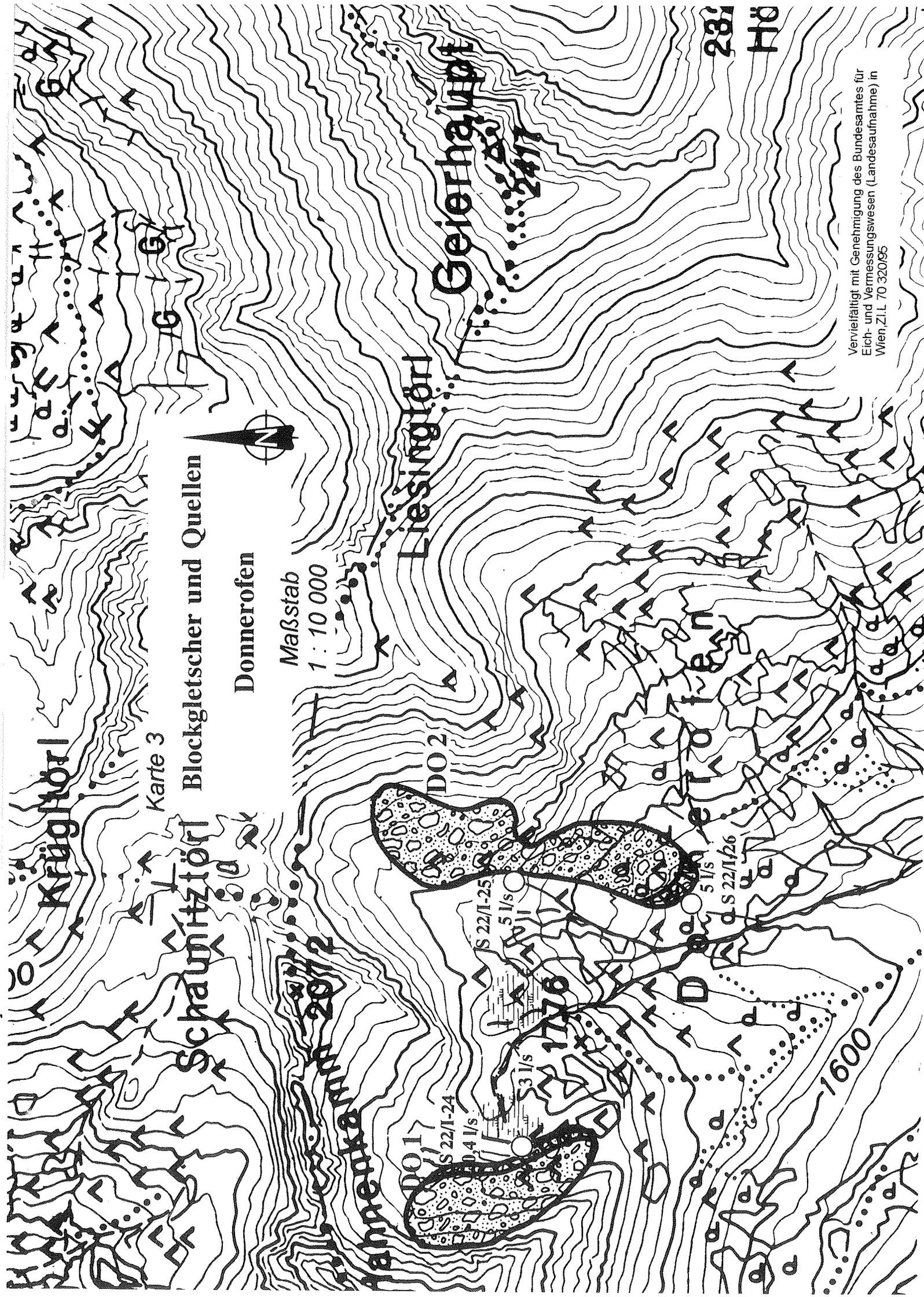
G5

1897

2079

1600





Krüghörl

Karte 3

Schänitzörl  
Blockgletscher und Quellen

Donnerofen

Maßstab  
1 : 10 000



Liesingörl

Geierhaupt

DO 2

S 22/I-24  
141/s

S 22/I-25  
51/s

S 22/I-26  
31/s

1776

S 22/I-26  
51/s

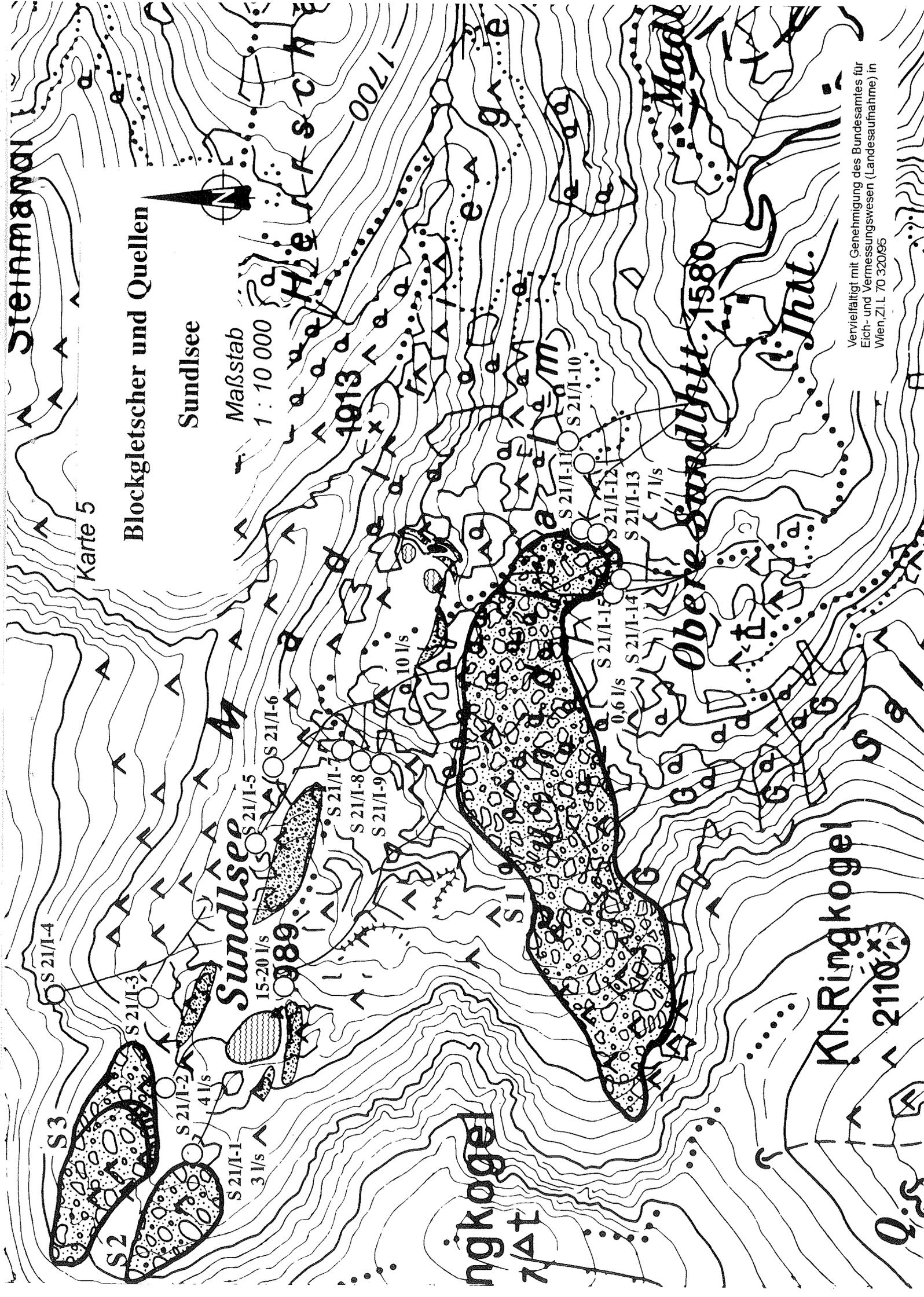
1600

28

Hö

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landsaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95





Steinmann

Karte 5

# Blockgletscher und Quellen Sundlseer

Maßstab  
1 : 10 000

Sundlseer  
15-20 I/s

Obere Sundlseer  
1580

Kl. Ringkogel  
2110

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95



GAMERITH & STADLER (1990) gemessenen Blockgletscherquellen S 22/I-1 - 3 ist zu bemerken, daß die Quelle S 22/I-3 (T: 5,0°C; Lf: 34  $\mu$ S/cm) als Folgequelle der oben beschriebenen aufzufassen ist, da diese nur einige Zehnermeter oberhalb versickert. Dafür spricht auch die hohe Temperatur von 5°C.

Die Annahme, daß das Hirschkarl ebenfalls durch diese Quelle mitentwässert wird, konnte durch die Temperatur und Leitfähigkeitsmessung (T: 3,0°C; Lf: 33  $\mu$ S/cm) in einer etwas oberhalb liegenden wasserführenden Spalte untermauert werden.

Das Hirschkarl und vielleicht auch ein Teil des Hölltales werden zusätzlich durch eine etwas weiter östlich gelegene Quelle (S 22/I-5) in einer Höhe von 1580 m entwässert (Q: 20 l/s; T: 3°C; Lf: 35  $\mu$ S/cm). Sie ist gut zugänglich und zeichnete sich während des niederschlagsarmen Beobachtungszeitraumes vom 12.9.1991 bis zum 16.10.1991 durch eine konstante Schüttung aus. Zur genauen Erfassung der hydrogeologischen Situation in diesem Teilgebiet wären jedoch Markierungsversuche notwendig.

## 6. Sundlsee (Karte 5)

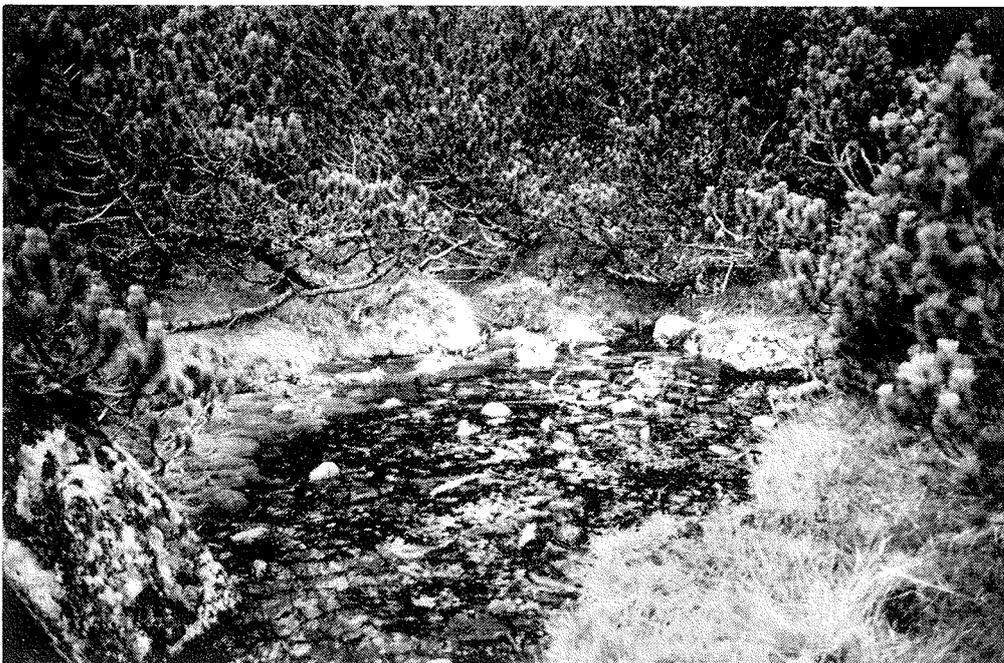


Abb. 11: Sundlquelle S 21/I-12, Stirn des Blockgletschers S1

Bei den Blockgletschern S1 - S3 im Bereich des Sundlsees sind ebenfalls zwei Generationen zu unterscheiden. Im Gegensatz zum Hölltal jedoch sind die Bildungen der beiden Generationen räumlich voneinander getrennt, sodaß zwei Quellhorizonte gebildet wurden. Das führte zu der außergewöhnlichen Situation, daß ein Bach (Q: 30 l/s; T: 8,2°C; Lf: 18  $\mu$ S/cm) einen Blockgletscher in dessen unterem Abschnitt quert, ohne jedoch dabei zu versickern. Dies weist auf eine oberflächliche Abdichtung in diesem Bereich hin. Eine nur etwa 100 m weiter östlich (unterhalb) liegende Quelle (S 21/I-12 und -13), die an der Stirn des älteren Blockgletschers entspringt, ist durch eine deutlich niedrigere Temperatur und höhere

Leitfähigkeit (T: 2,6°C; Lf: 23  $\mu$ S/cm) eindeutig vom Bachwasser zu unterscheiden (Abb. 11). Bei der ersten Begehung am 20. August 1991 wurde der Abfluß auf 15 l/s geschätzt. Die eine Woche später durchgeführte Abflußmessung ergab eine Schüttung von nur 6,5 l/s. Bei einer weiteren Begehung Mitte Oktober 1991 wurde keine Messung mehr durchgeführt, da die Schüttung auf geschätzte 3 - 4 l/s zurückgegangen war.

## 7. Tiertal (Karte 6)

Zwischen 1900 und 2000 m Seehöhe befindet sich der vermutlich jüngste und höchstgelegene Blockgletscher dieser Region (T1). Hier kann man sich des Eindrucks kaum erwehren, daß die Blöcke des Blockgletscherrandes erst vor kurzer Zeit auf den unmittelbar daran angrenzenden Karboden transportiert worden sind (siehe Abb. 12).

An der Stirn der unteren Zunge entspringen zwei Quellen (S 22/I-8 und -9), deren Gesamtschüttung etwa 10 l/s beträgt. Bemerkenswert ist die niedrige Temperatur, die Mitte August nur 1,6°C betrug. Die im Vergleich zu anderen Blockgletschern geringe Schüttung ist durch das relativ kleine Einzugsgebiet bedingt.

In einer Seehöhe von 1740 m befindet sich eine deutlich ausgeprägte Karschwelle. Knapp darunter treten einige (Folge)Quellen (S 22-I-11 bis 13) mit 0,2 - 0,4 l/s aus. Im oberen Drittel des Karbodens waren insgesamt 3 sehr nahe beieinanderliegende Wasseraustritte (S 22/I-16 bis 18) mit einer Gesamtschüttung von 8 - 10 l/s zu beobachten, deren Ursprung im untersten Abschnitt eines etwa 300 m langen und 150 m breiten Schuttfächers liegt (Karte 6).

Aufgrund der relativ geringen Schüttung und der schweren Zugänglichkeit wurden die Quellen dieses Teilgebietes nicht für eine Dauerbeobachtung vorgeschlagen.



Abb. 12: Blockgletscher Tiertal T1

79x

Karte 6

# Blockgletscher und Quellen

## Tierscharte

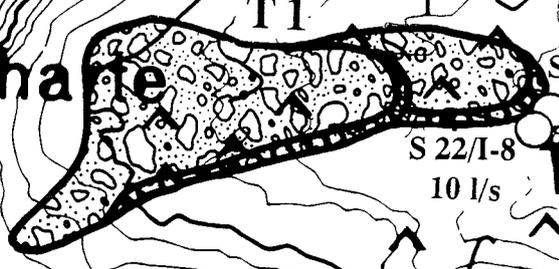
Maßstab  
1 : 10 000



Sonntagkogel  
2343

Jhth. Gregorh

ersehante



T1

S 22/I-8  
10 l/s

S 22/I-9 3 l/s

15-20 l/s



T3

S 22/I-10  
0,2 l/s

8-10 l/s

S 22/I-18

S 22/I-16

S 22/I-17

S 22/I-15+

1,5 l/s

S 22/I-14

S 22/I-11

S 22/I-12

S 22/I-13

ospitze



## 8. Kuhalm (Karte 7)

In diesem Teileinzugsgebiet hat sich offensichtlich der Blockgletscher KA1 aus einer Moräne entwickelt. Am östlichen Rand, wo der Blockgletscher eine Seitenmoräne überlagert, ist ein deutlicher Wall von 20 m Höhe ausgebildet. Der Blockgletscher besteht oberflächlich aus kantigen Blöcken mit einer durchschnittlichen Kantenlänge von 50 - 60 cm. Das Material, das die Seitenmoräne aufbaut, ist meist als kantengerundet zu bezeichnen, die Kantenlänge liegt im Schnitt bei 25 cm. Auch der Feinanteil ist hier deutlich höher.

Die Lockermassen treten erst im tieferen Abschnitt des Karbodens auf. Ein Graben zerschneidet den Blockgletscher parallel zu seiner Längsachse. Dadurch wurde die Bildung größerer Quellen verhindert. Dementsprechend beträgt die Schüttung des größten Wasseraustrittes S 20/G-22 (1780 m) am Fuße des oben beschriebenen Walls nur 5 l/s.

## 9. Ochsenalm (Karte 7)

Hier liegen ähnliche Verhältnisse wie auf der Kuhalm vor. Die höchstgelegene Quelle S 20/G-23 in 1970 m (Q: 5 l/s; T: 2,3°C; Lf: 24  $\mu$ S/cm) tritt etwas westlich einer deutlich ausgeprägten Seitenmoräne aus.

Trotz eines wasserführenden Grabens, der den Blockgletscher der Längsachse folgend durchzieht, wird der SE-Teil zusätzlich durch die Quelle S 20/G-24 (T: 3,0°C; Lf: 24  $\mu$ S/cm) entwässert. Während des niederschlagsarmen Beobachtungszeitraumes von September bis Mitte Oktober ging die Schüttung von 15 auf 9,6 l/s zurück.



Abb. 13: Oberer Karboden der Ochsenalm

## 10. Musenbach (Karte 8)

Dieses Gebiet wurde bereits von GAMERITH & STADLER (1990) begangen. Die Begehung im September 1991 fand bei außergewöhnlicher Trockenheit statt. In 1700 m Seehöhe versickerte der Bach, dessen Schüttung etwas weiter bachaufwärts 3 - 4 l/s betrug. In 1680 m Sh konnte ein direkter Wasserzutritt ins Bachbett (S 20/G-17) (2 - 3 l/s) beobachtet werden, der nach 150 m ebenfalls versickerte. Im Bereich Hühnersteige befinden sich zwei Quellen. S 20/G-11 (Q: 2 l/s; T: 2,3°C; Lf.: 20  $\mu$ S/cm) entspringt am Nordufer eines kleinen Sees. Von dort fließt das Gerinne durch einen dicht mit Latschen bewachsenen Teil nach Südosten, bis es durch einen Wall nach ESE abgelenkt wird. Ab dieser Stelle verläuft das Bachbett 400 -500 m parallel zum nur 100 m entfernten Musenbach. Erst danach vereinigen sich die beiden Wasserläufe.



Abb. 14: Blockgletscher Hühnersteige HS1

Die zweite Quelle S 20/G-12 entspringt 400 m NNE der ersten (Q: 1 l/s; T: 2,6°C; Lf: 29  $\mu$ S/cm). Hangabwärts nimmt die Schüttung bald auf 3 l/s zu. Das Bachbett verläuft zunächst am NE-Rand des Blockgletschers HS2, bevor das Gerinne versickert. 200 m unterhalb der Versickerungsstelle befindet sich die Quelle S 20/G-13 (Q: 8 - 10 l/s; T: 4,1°C; Lf: 24  $\mu$ S/cm). Da es sich wahrscheinlich um eine Folgequelle handelt, ist sie für eine wasserwirtschaftliche Nutzung erst in zweiter Linie in Betracht zu ziehen.

Der Krugsee war bei der Begehung nahezu ausgetrocknet. An der Oberfläche konnten keine Wasserzutritte beobachtet werden. Der Abfluß erfolgte ebenfalls unterirdisch. Erst einige Meter unter der südlich des Sees gelegenen Karschwelle trat das Wasser (S 20/G-15) wieder zutage (Q: 0,5 l/s; T: 7,8°C; Lf: 17  $\mu$ S/cm).

Karte 7

# Blockgletscher und Quellen

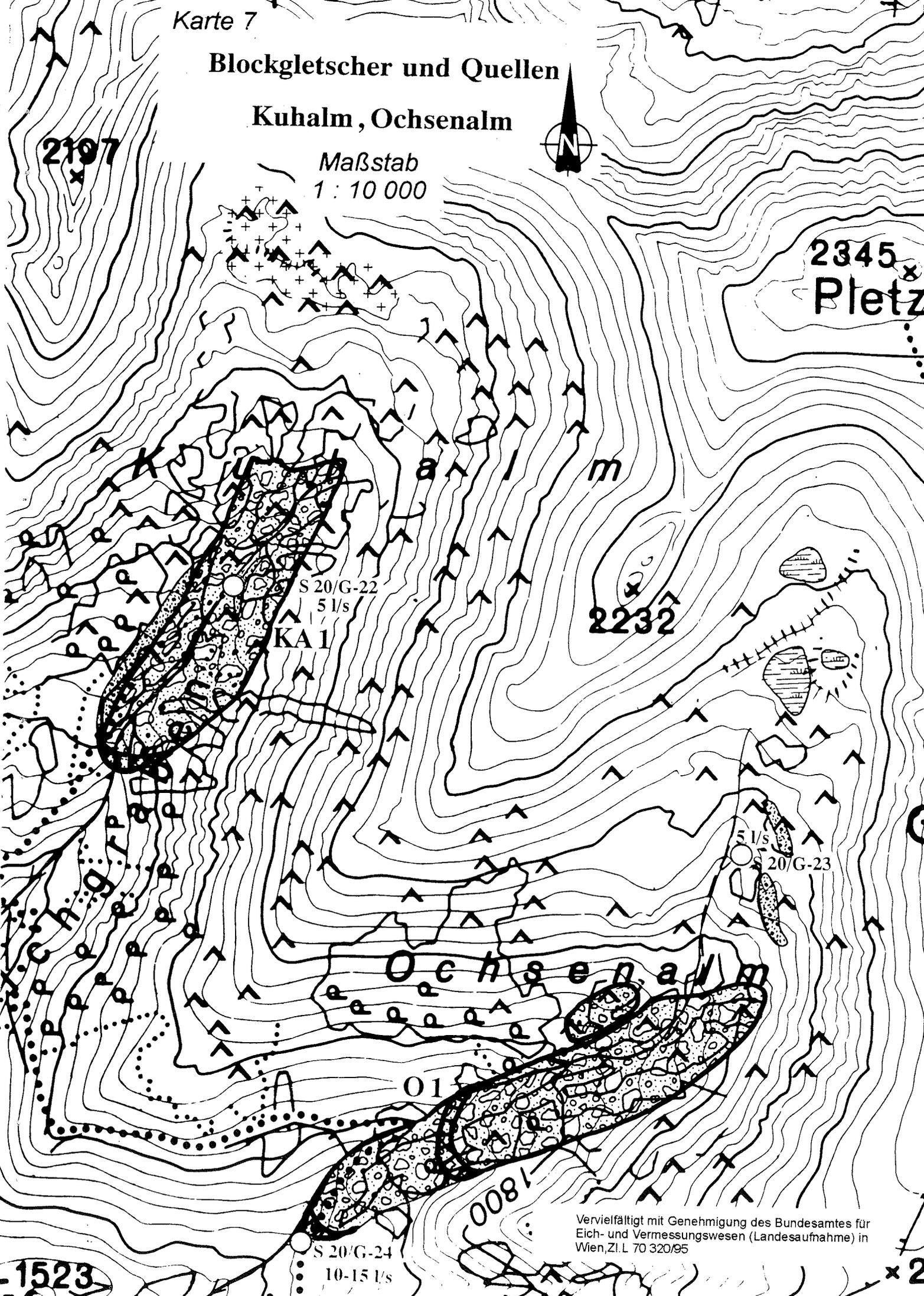
## Kuhalm, Ochsenalm

Maßstab  
1 : 10 000



2197

2345  
Pletz



S 20/G-22  
5 l/s  
KA1

2232

5 l/s  
S 20/G-23

Ochsenalm

01

0081

S 20/G-24  
10-15 l/s

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95

-1523

x 2

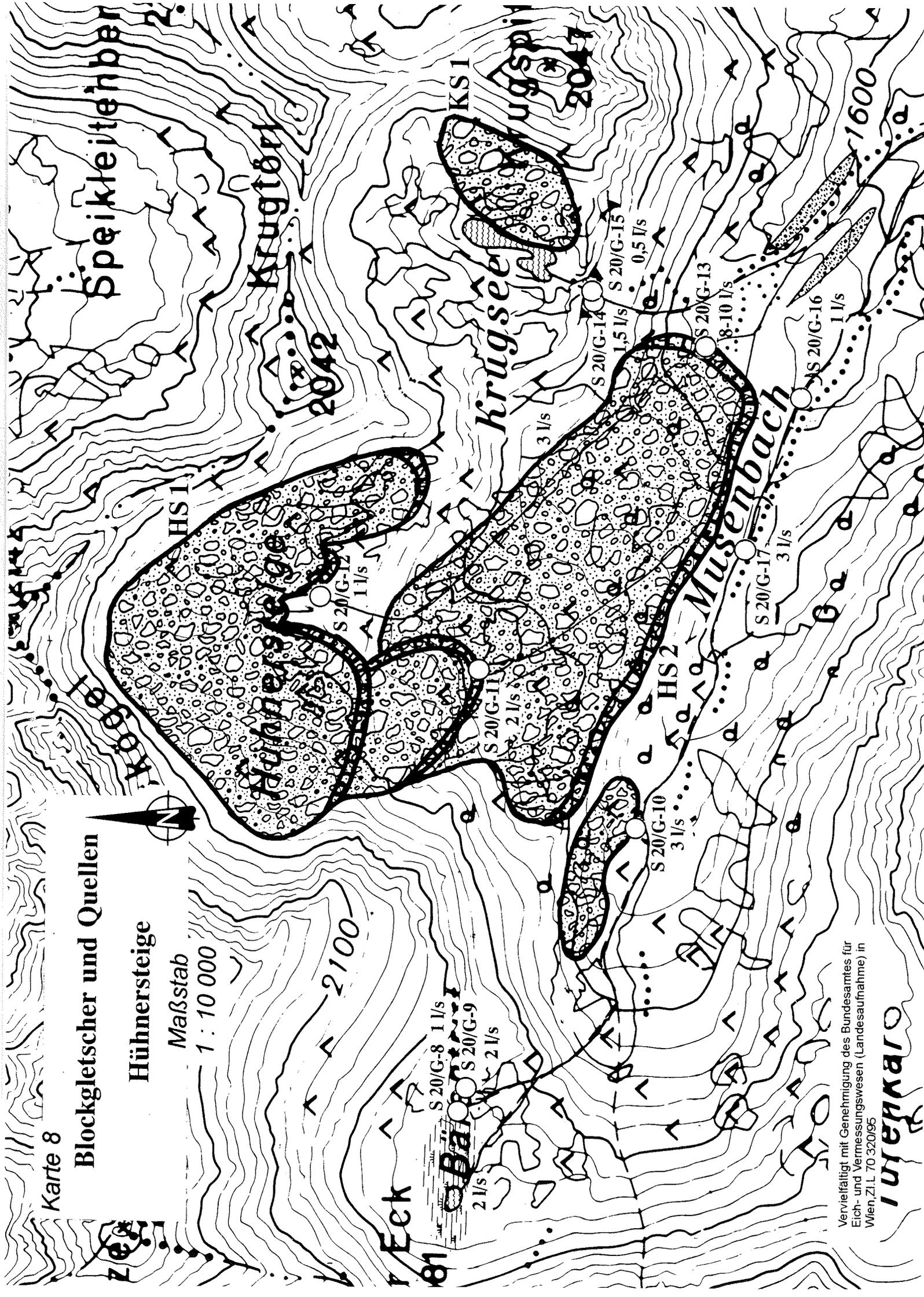


Karte 8

# Blockgletscher und Quellen

## Hühnersteige

Maßstab  
1 : 10 000



Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landaufnahme) in  
Wien, Z.L. 70 320/95

**INTERKARO**



Die hohe Temperatur gibt einen eindeutigen Hinweis darauf, daß es sich um Seewasser handelt. Bei einer ebenfalls in diesem Bereich austretenden Kluftquelle S 20/G-14 wurden folgende Werte gemessen: Q: 2 l/s; T: 3,6°C; Lf: 25  $\mu$ S/cm.

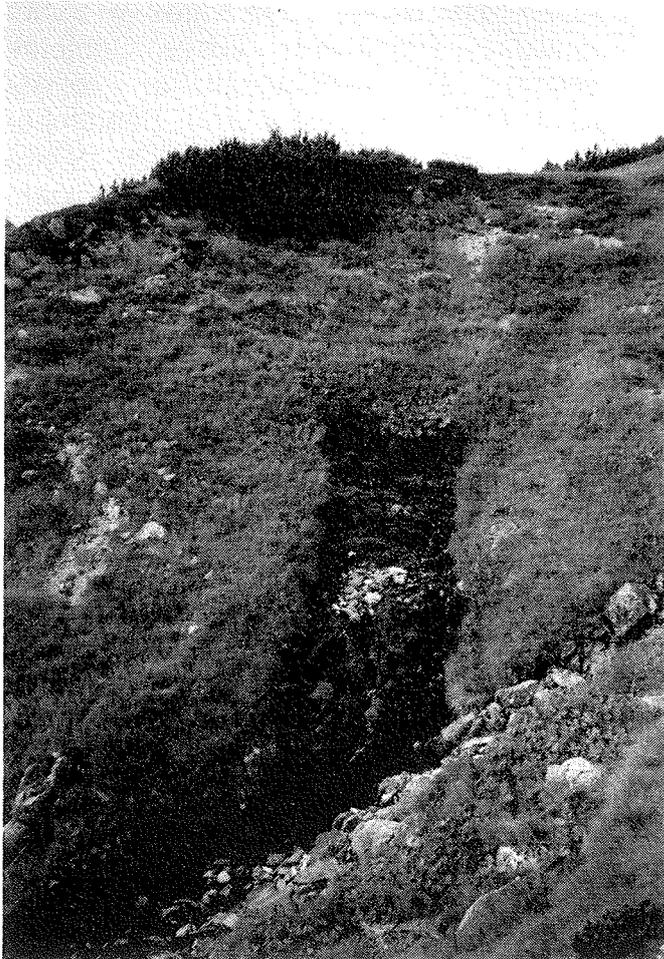


Abb. 15: Quelle S 20/G-14 S Krugsee

## 11. Krauserbach (Karte 9)

Das Gebiet um den Krauserbach wird durch eine Karschwelle zweigeteilt: Im oberen, nordwestlich gelegenen Teil entspringt in 1890 m Seehöhe die Quelle S 20/G-4 (Q: 5 - 7 l/s; T: 2,9°C; Lf: 34  $\mu$ S/cm), die nach 150 m wieder versickert. Der Quellaustritt liegt an der Grenzfläche zwischen dem geringmächtigen Blockgletscher K1 und einer liegenden Moräne. Der Blockgletscher hat hier ein sehr unruhiges Relief, es überwiegen langgestreckte Rücken und Senken, die großteils ungefähr parallel zur Talachse verlaufen.

Der tiefere Teil wird durch zwei nur 100 m voneinander entfernte Endmoränenwälle gegliedert. Seitlich des höhergelegenen tritt der versickerte Bach (S 20/G-3) wieder zutage (Q: 7 l/s; T: 7,2°C; Lf: 24  $\mu$ S/cm). Bedingt durch die morphologischen

Gegebenheiten kommt es zum Austritt von insgesamt 5 (S 20/G-1 bis 2, S 20/G-5 bis 7) Quellen, die zwischen 0,5 und 2 l/s schütten.

## **12. Braunkar** (Karte 10)

Das Braunkar liegt ca. 3 km SE von Hohentauern. Der Großteil des Kares wird vom Blockgletscher B1 bedeckt, der die Grundwasserverhältnisse dieses Gebietes maßgeblich beeinflusst. Östlich und westlich des Nordabschnittes dieses Blockgletschers verlaufen zwei Gerinne. Das westlich gelegene war im September 1991 völlig trocken, das östlich gelegene (Q: 2 l/s; T: 9,8°C; Lf: 125 µS/cm) versickerte in 1620 m Sh. Das ausgetrocknete Bachbett läßt sich weiterverfolgen. Bei HQ ist hier, der Tiefe und Breite nach zu schließen, mit einer stärkeren Wasserführung zu rechnen.

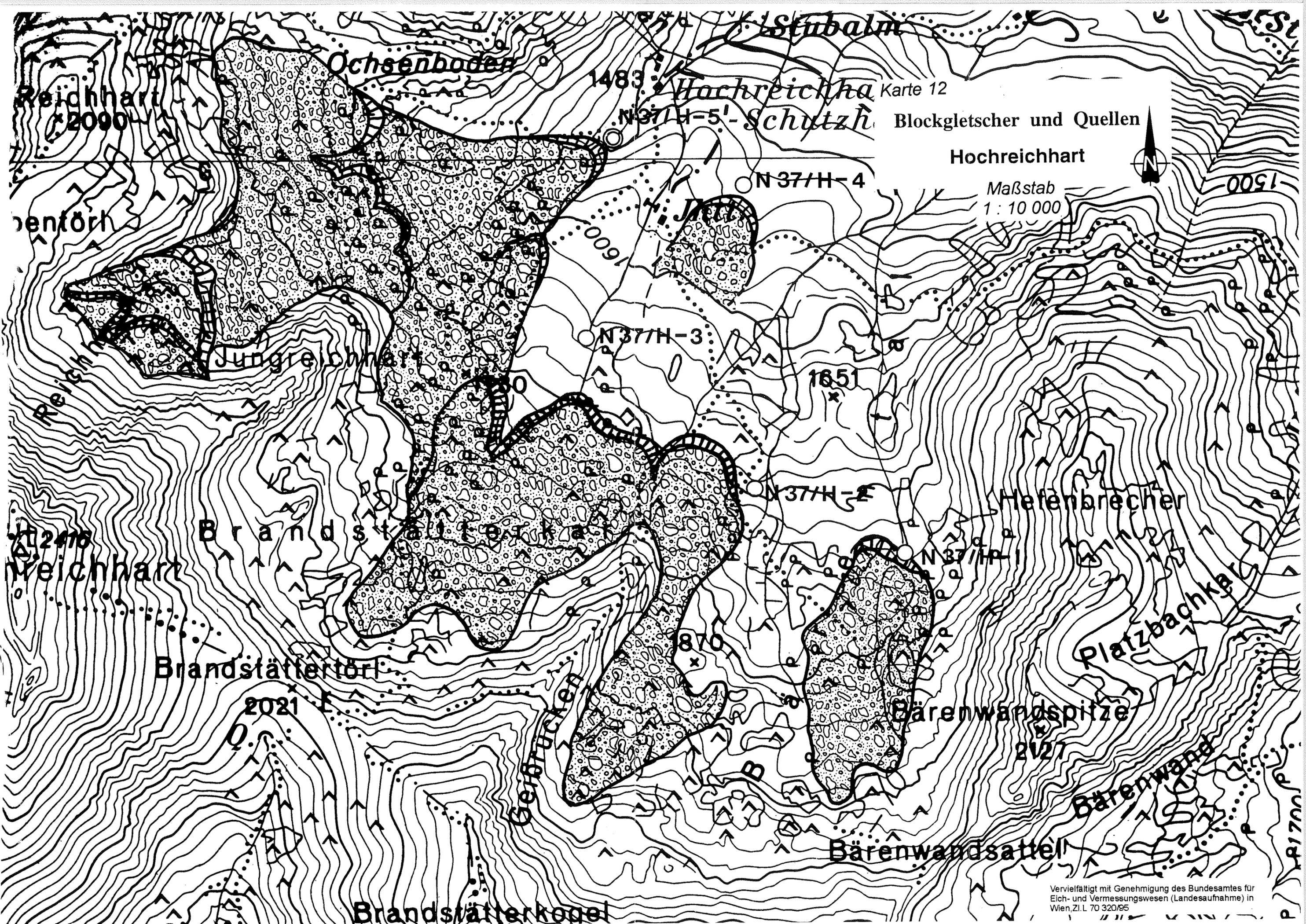
In einem Steilhang, etwas oberhalb einer deutlichen Verflachung, in einer Höhe von 1520 m, entspringen drei Quellen. Die westliche davon (N 30/B-1) wies im September 1991 eine Schüttung von 16 l/s auf (T: 3,5°C; Lf: 49 µS/cm). Ende Oktober war die Schüttung nur wenig zurückgegangen. Bei der östlichen Quelle (N 30/B-2) wurde die Schüttung bei beiden Meßtouren 1991 auf 8 - 10 l/s geschätzt. Der östlichste Wasseraustritt (N 30/B-3) lieferte im September folgende Werte: Q: 2 l/s; T: 3,8°C; Lf: 75 µS/cm.

Die gegenüber den beiden anderen Quellen deutlich höhere Leitfähigkeit und die etwas höhere Temperatur deuten darauf hin, daß hier versickertes Bachwasser als Folgequelle wieder austritt.

## **13. Schöneben-Hochreichhart** (Karte 11)

Eine typische Blockgletscherquelle tritt in 1720 m Sh auf der Schöneben am Fuße eines mächtigen Stirnwalles aus (N 35, Q: >30 l/s; T: 2,0°C; Lf: 52 µS/cm, 16.10.1990, Abb. 16). Nach einigen 100 m versiegt das Gerinne allerdings bei Trockenwetterbedingungen und tritt erst in einem scharfen Grabeneinschnitt nördlich der Alm wieder aus. Kurz unterhalb konnten auf der linken Seite des Gerinnebettes zwei weitere Quellen kartiert werden, die ein nordwestlich gelegener Blockgletscher speist. Infolge der unterschiedlichen Wassertemperaturen können beide Wässer gut auseinandergehalten werden (Bach von der Schönebenalm: T: 4,2°C; Lf: 29 µS/cm, Quellaustritte aus den nördlichen Blockgletscher: T: 3,1°C; Lf: 32 µS/cm).

Die bedeutendste von uns kartierte Blockgletscherquelle der Niederen Tauern liegt in knapp 1520 m Sh im Hochreichhartgebiet (N-37/H-5). Hier entspringt am Fuße einer steilen Blockgletscherstirn der Stubalmbach in mehreren auf engstem Raum liegenden Austritten. Von dieser Quelle liegen bisher die meisten Schüttungsmessungen vor; sie zeigen große Schwankungen zwischen 38 und 340 l/s. Die Bedeutung dieser Quelle und ihre zumindest in der schneefreien Jahreszeit gute Erreichbarkeit gaben Anlaß zur Planung weiterer Untersuchungen in diesem Gebiet. Der Reichtum des Brandstätterkars und der nördlich anschließenden Gebiete an Blockschuttmassen bedingt auch eine Mehrzahl recht typischer Situationen mit Blockgletscherquellen (N-37/H-1 bis N-37/H-4).



Stubalm

Ochsenboden

Hochreichhart Karte 12

N 37/H-5 - Schutzh

Blockgletscher und Quellen

Hochreichhart



Maßstab  
1 : 10 000

1500

N 37/H-4

1600

N 37/H-3

1651

N 37/H-2

Hefenbrecher

N 37/H-1

Platzbachke

1870

Bärenwandspitze

2127

Bärenwand

Bärenwandsattel

Brandstätterkogel

Brandstättertörl

2021

Geröckchen

Reichhart  
2090

Reichhart  
2090

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Reichhart

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95

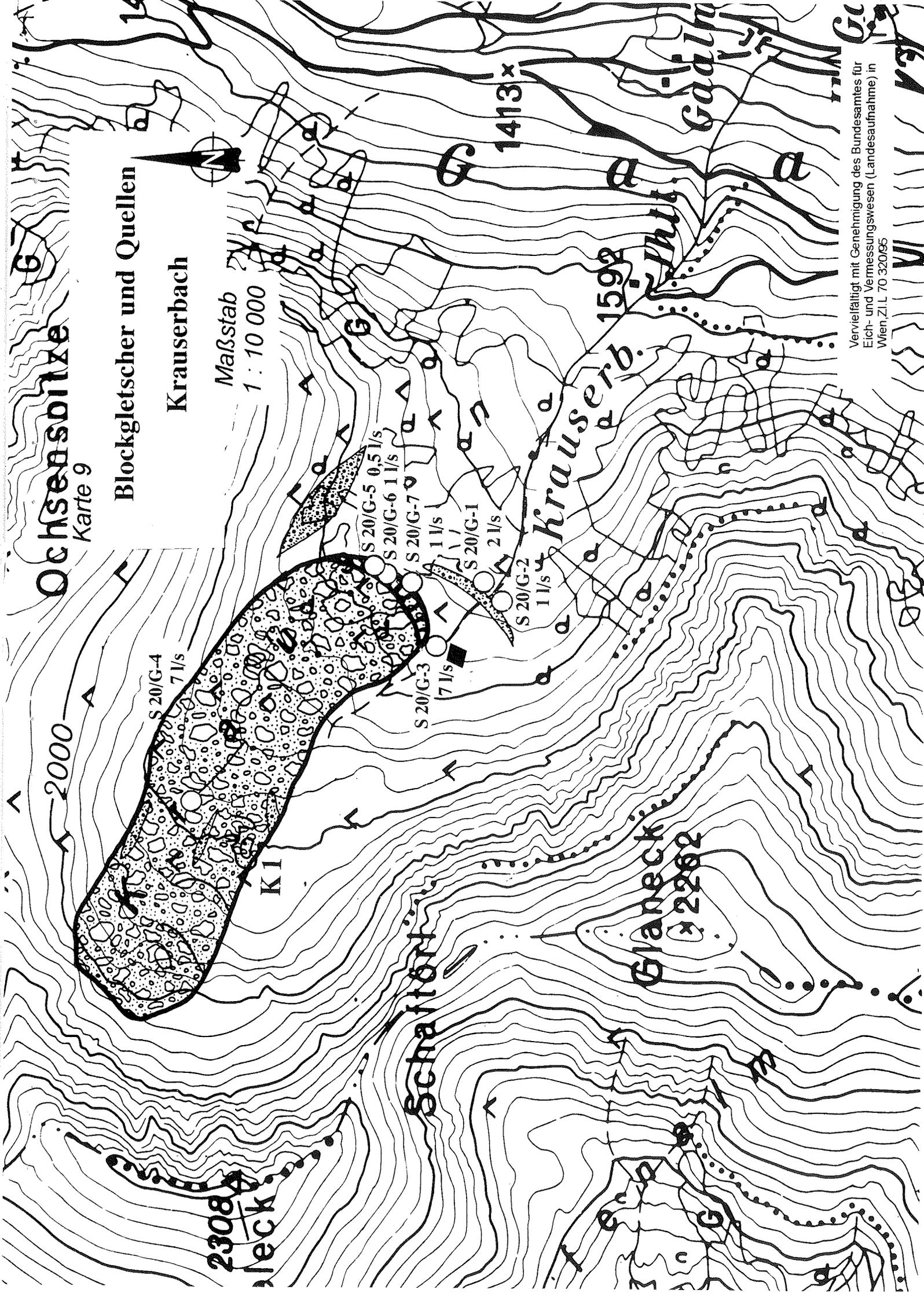
# Ochsensohne

Karte 9

Blockgletscher und Quellen

Krauserbach

Maßstab  
1 : 10 000



Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landsaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95



# Kreuzkarschneide

1825 Karte 10

## Blockgletscher und Quellen

Braunkar

Maßstab  
1 : 10 000



Ardlingba

Thitt  
78

Kälberh

1442

1900

1635  
N 30/B-1  
0,5 l/s  
N 30/B-2  
N 30/B-3  
2 l/s  
8-10 l/s

Braunkar

Kreuzkogel

2027

Schlappfen

21/s

Wirtstöff

B1

Triebenkögel

2055

Thkogel

2237

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in  
Wien, Z.I.L. 70 320/95

46

Triebenherbt



Karte 11

# Blockgletscher und Quellen

## Schöneben

Maßstab  
1 : 10 000



1650 *Schöneben*

Jh

N347SCH-1

Kl. Reichart  
\*2090

Schönebentörl

sattel

2239

2282

Tischkarlgrat

Reichart

2416

Höchreichart

Tischkarl

Vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in  
Wien, Z.I.L 70 320/95

Bra





Abb. 16: Schönebenquelle N 34/SCH-1, Stirn des Blockgletschers SCH1

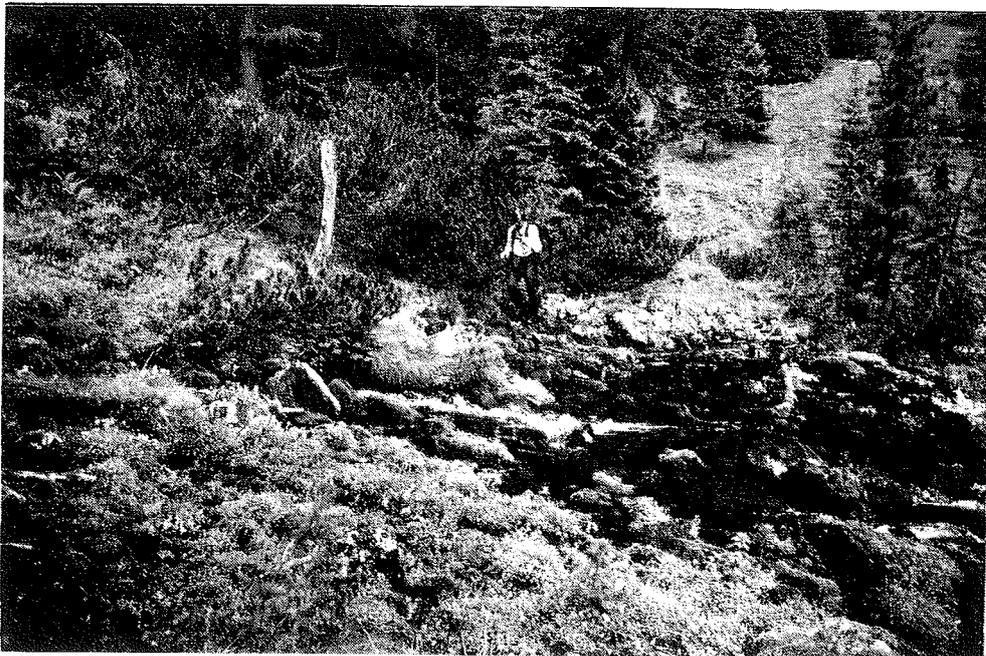


Abb. 17: Blick auf die Quelle N-37/H-5: Hochreichhartquelle

#### **14. Finsterliesing**

Über dieses Gebiet liegen bereits hydrogeologische Untersuchungen (KRAINER 1987) vor. Die Quelle N 35/FL-1 liegt im Randbereich einer mächtigen Schutthalde, die im flacheren Teil des Karbodens ausläuft. Sie grenzt südseitig an einen länglichen glazial überfahrenen Felskopf (i.w. Quarzit bis quarzitischer Gneis). Unmittelbar oberhalb der Quelle, die an einem Geländeknick entspringt, zieht ein ca. 200 m langer, fast ebener Boden in Richtung Schrimpfkogel-Krüglikar, der von schlecht sortiertem, meist sandig-kiesigen Schwemmaterial eingenommen wird. Im Süden reichen einzelne Ausläufer von Moränenwällen der Geierhauptnordwand bis an diesen Bereich heran.

#### **15. Feistritzgraben**

Da der östlichste Blockgletscher KE1 des untersuchten Gebietes (Feistritzgraben-Ost, Weinmeisterboden) unserer Erfahrung nach recht günstige Verhältnisse aufwies, erfolgte trotz der vorliegenden Quellenkartierungen eine Neubegehung. Dabei wurde in einer Seehöhe von 1480 m die Quelle S 25/FE-2m (Q: 32 l/s; T: 3,7°C; Lf: 68  $\mu$ S/cm) entdeckt, die ganz knapp oberhalb des Feistritzbaches liegt. Diese Quelle ist die einzige des gesamten Untersuchungsgebietes, die bei der zweiten Beprobung Ende Oktober 1991 eine höhere Schüttung aufwies als bei der ersten im September. Das deutet auf eine gute Speicherfähigkeit der Lockermassen hin. Im Gegensatz zu den anderen Quellen liegt ihr Ursprung erst 900 m unterhalb der Blockgletscherstirn in Moränenmaterial.

Zu bemerken ist, daß sich unweit dieser Quelle bereits eine Wasserversorgungsanlage des Wasserverbandes Aichfeld-Murboden befindet.

## 9. Multitemporale Auswertungen

### 9.1 Klima

Um Quellenbeobachtungen interpretieren zu können, ist es notwendig, klimatische Daten mit in Betracht zu ziehen. Um einen Überblick über die Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse in den nördlichen Teilen des Untersuchungsgebietes zu bekommen, wurden die Daten der Meßstelle Mautern i.d. Stmk. (712 m ü.A.) des Hydrographischen Zentralbüros herangezogen (Abb.18).

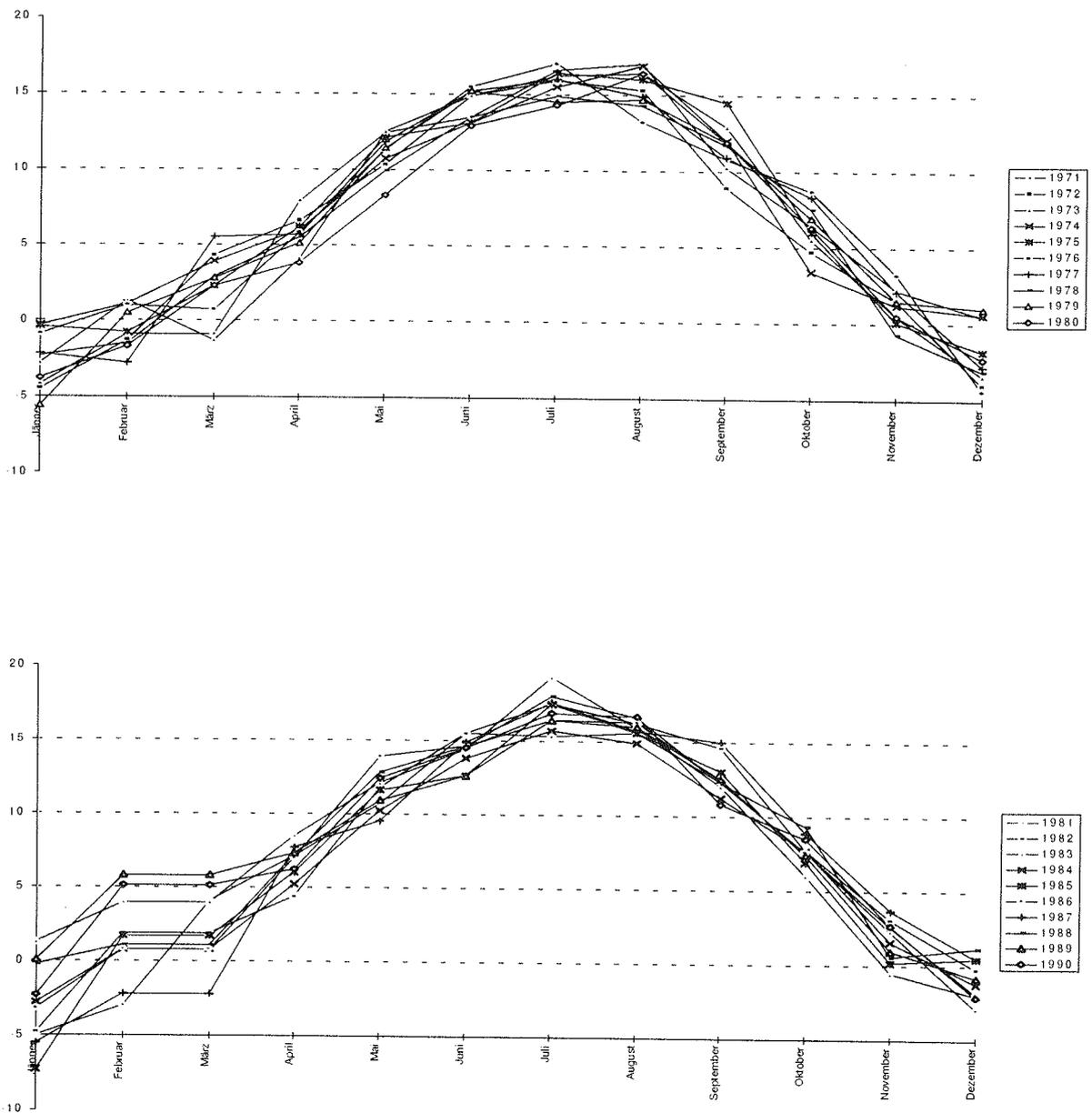


Abb. 18: Vergleich der Mittel der Lufttemperatur (Mautern i. d. Stmk.) der Jahre 1971 - 1990 (aus GÖDL 1993)

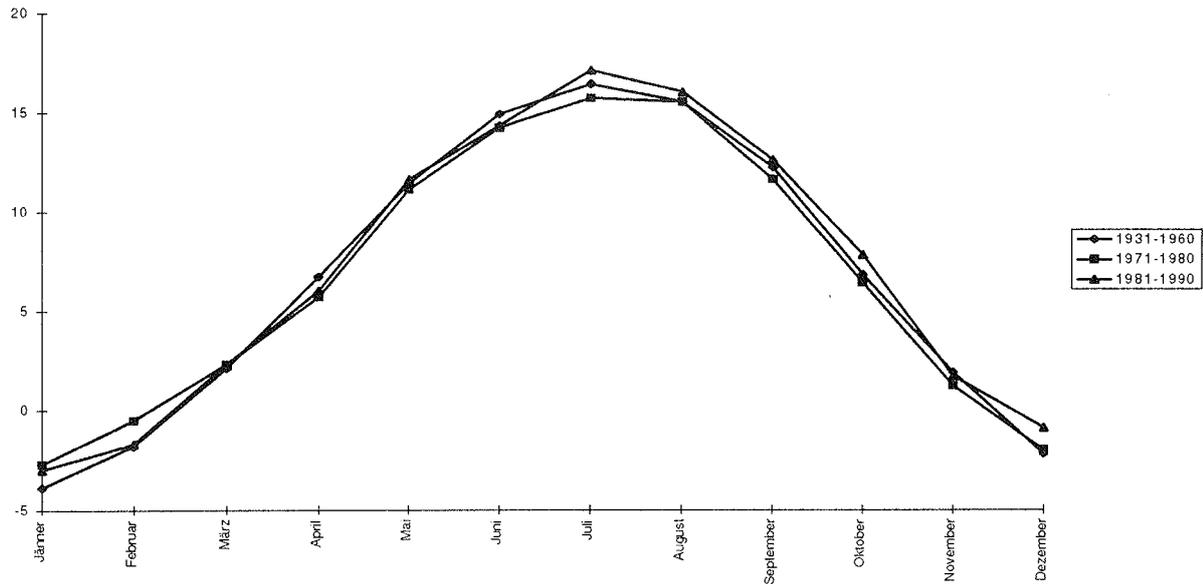


Abb. 19: Vergleich der langjährigen Mittelwerte der Lufttemperatur (Mautern i. d. Stmk.) 1931 - 1990 (aus GÖDL 1993)

Die Temperaturkurven der langjährigen Mittelwerte (Abb. 19) zeigen nur geringe Abweichungen voneinander.

Ein Vergleich der Temperaturkurven des Hochreichhart-Gebietes mit jenen von Mautern in der Steiermark im Zeitraum vom 19.7.1992 bis 7.8.1992 zeigt weitgehende Übereinstimmung und eine durchschnittliche Differenz von  $6,1^{\circ}\text{C}$ . Aus diesem Vergleich läßt sich für diesen, allerdings sehr kurzen Zeitraum ein vertikaler Temperaturgradient von  $0,8^{\circ}\text{C}$  pro 100 m (GÖDL 1993) berechnen. Hingegen liegt der mitteleuropäische Durchschnitt bei  $0,5$  bis  $0,6^{\circ}\text{C}$  pro 100 m (LESER et al. 1991).

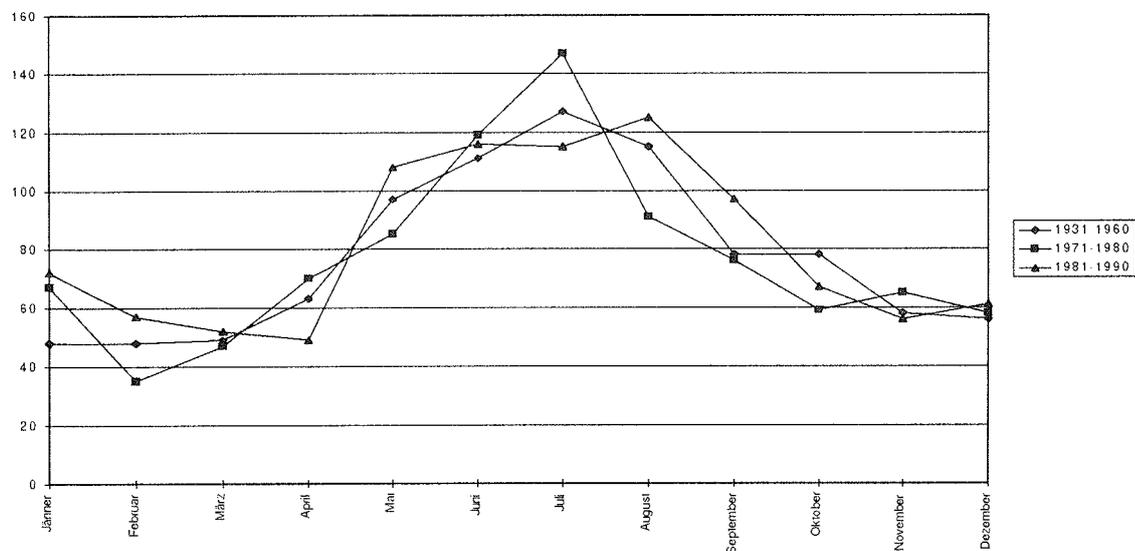


Abb. 20: Vergleich des langjährigen Durchschnitts der Niederschläge (Mautern i. d. Stmk.) 1931 - 1990 (aus GÖDL 1993)

Die Niederschlagsverteilung im langjährigen Durchschnitt (Abb. 20) zeigt ein weniger einheitliches Bild. Höchstwerte werden in den Monaten Juli bis August erreicht, die geringsten Niederschlagsmengen zwischen Jänner und April.

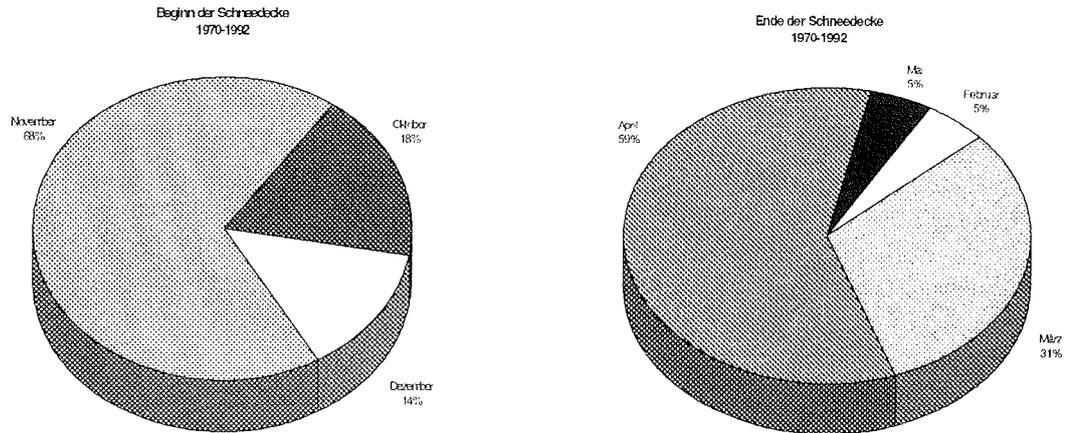


Abb. 21: Statistische Auswertung des Beginns und des Endes der Schneedecke (Mautern i. d. Stmk.) 1970 - 1992 (aus GÖDL 1993)

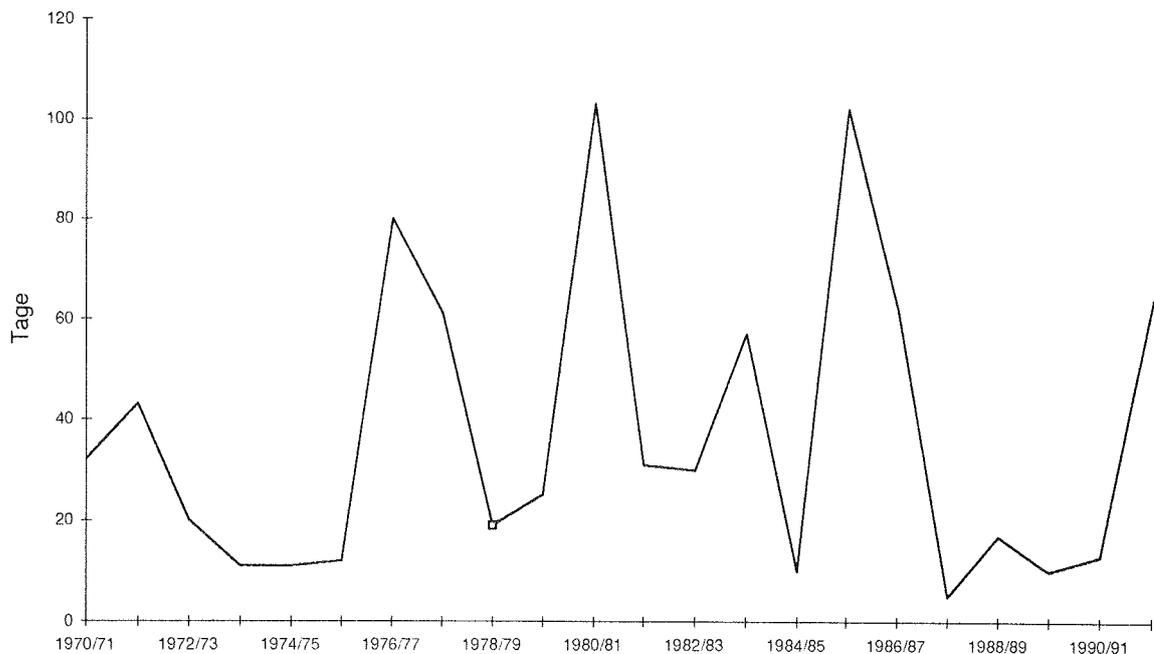


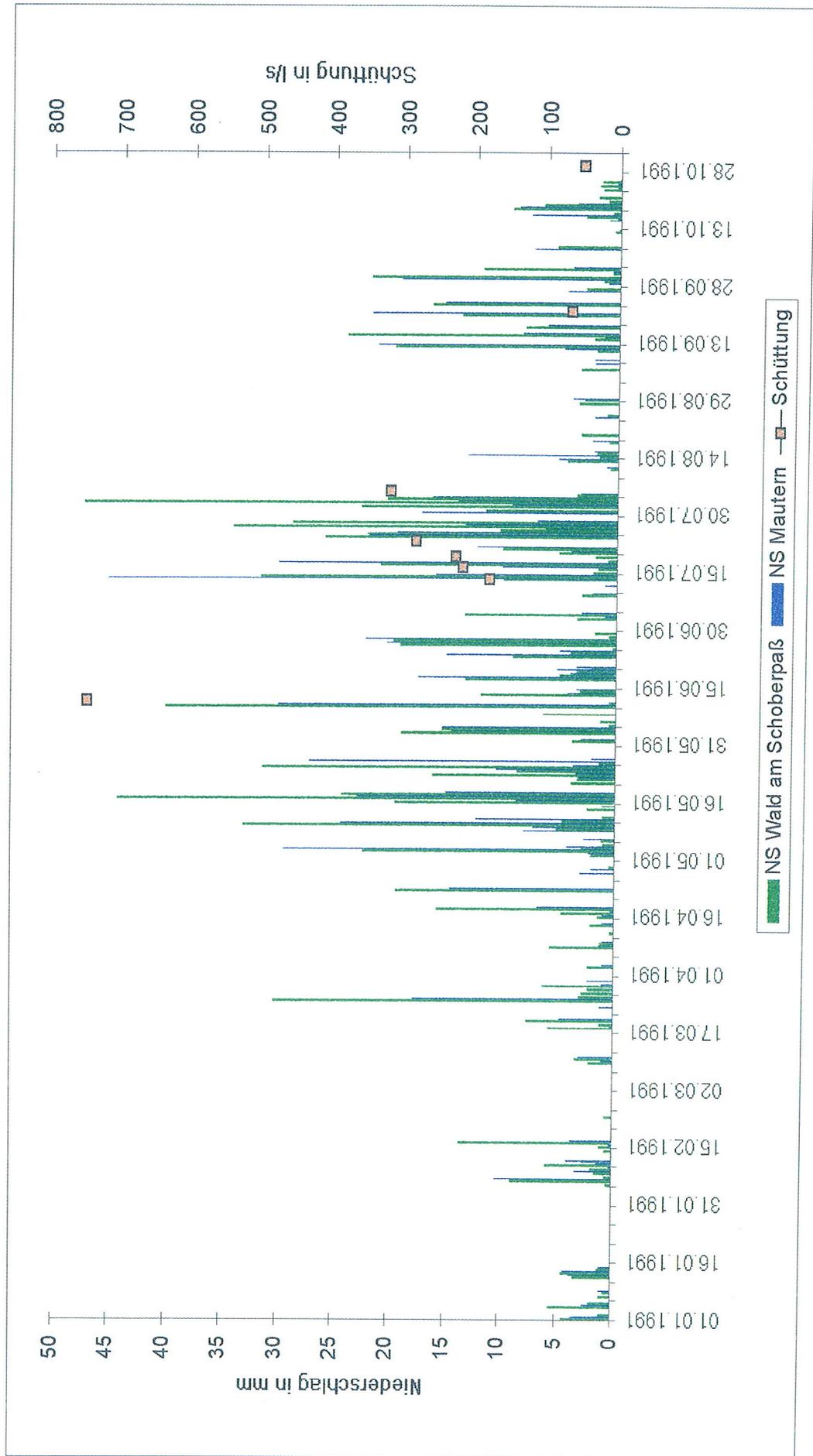
Abb. 22: Dauer der Winterdecke (Mautern i. d. Stmk.) 1970 - 1992 (aus GÖDL 1993)

Abb. 22 gibt einen Überblick über die Schneeverhältnisse an der Meßstelle Mautern. Unter Schneedecke wird allgemein der Zeitraum vom ersten Schneefall bis zum Abtauen des letzten Schnees verstanden, die Winterdecke hingegen bezeichnet den Zeitraum der durchgehenden Bedeckung mit Schnee. Die ersten Schneefälle konnten bei 68 % aller untersuchten Perioden im November, das absolute Ende der Schneeschmelze bei 59 % im April festgestellt werden.

## 9.2 Schüttung der Quellen

In den Jahren 1992 und 1993 wurden die Quellenbeobachtungen fortgesetzt, wobei die Erfassung der Schüttungsmaxima und -minima im Vordergrund stand. Abb. 23 zeigt den Zusammenhang zwischen der Schüttung der Hochreichhartquelle und dem Niederschlag in Mautern i. d. Stmk. u. Wald am Schoberpaß. Entsprechend der Höhenlage und dem raschen Ansprechverhalten der meisten Quellen liegen die beiden Extremwerte zeitlich gesehen eng beisammen. NQ ist bei den meisten Quellen im März, eventuell auch Anfang bis Mitte April zu erwarten. Die Messung von NQ sollte auch zur Konstruktion der Trockenwetterfalllinie herangezogen werden, sodaß, um Tauperioden mit einiger Sicherheit auszuschließen, die Wintermeßtour Ende Februar 1993 durchgeführt wurde. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Schüttung der Hochreichhartquelle 38 l/s. HQ tritt mit geringer zeitlicher Verzögerung nach der Schneeschmelze ein. So wurden z.B. bei der Hochreichhartquelle Anfang Mai 1993 314 l/s, im Jahr 1994 330 l/s gemessen. Daraus ergibt sich ein Schüttungsquotient dieser Quelle von 8,7. Schwankungsziffern in dieser Größenordnung sind häufig bei Karstquellen anzutreffen (z.B. Kaiserbrunnquelle mit 8,8 (THURNER, 1967)). Größenordnungsmäßig liegt der Schüttungsquotient der meisten Blockgletscherquellen im Untersuchungsgebiet bei 10. Am geringsten ist die Schwankungsziffer der Hirschkarlquelle, die nur knapp über 2 liegt. Diese Quelle stellt jedoch eine Ausnahme dar, da sie erst 300 m unterhalb der Blockgletscherstirn aus Lockermassen entspringt. Zusätzlich liegt vermutlich ein großer Teil des Einzugsgebietes im Bereich des Hirschkarl, wo sich zwar mächtige Hangschuttbildungen, aber keine Blockgletscherformen finden.

Abb. 23: Schüttung der Hochreichhartquelle und Niederschlag an den Meßstellen Mautern i.d. Stmk. und Wald am Schoberpaß



### 9.3 Trockenwetterfalllinien

Die Erstellung von Trockenwetterfalllinien im Beobachtungsgebiet wird durch die relativ starke Niederschlagstätigkeit im Herbst (im September lag der Durchschnitt der Periode 1981 bis 1990 bei knapp 100 mm, im Oktober bei 67 mm Niederschlag), die kurzen, niederschlagsfreien Zeiträume und den frühen Beginn der Schneedecke erschwert. Um trotzdem zu aussagekräftigen Werten von NQ zu kommen, wurde auch eine Meßtour im Winter 1993 durchgeführt. Von der Hochreichhartquelle liegen die meisten Meßdaten vor, gemessen wurde seit dem Jahr 1989. Im Rahmen der Diplomarbeit von GÖDL (1993) wurden weitere 27 Abflußmessungen durchgeführt (Tab. 10).

Konstruiert man aus diesen Werten eine Trockenwetterfalllinie (Abb. 24) und stellt sie wie üblich auf halblogarithmischem Papier dar, so ergibt sich ein Verlauf, der durch zwei lineare Segmente mit unterschiedlichen Steigungen beschrieben werden kann. Das kann nach MANDEL & SHIFTAN (1981) verschiedene Ursachen haben.

1. Umläufigkeit oberhalb der Meßstelle
2. Änderung des Produkts aus Speicherkoeffizient und Grundwasserfläche in der Vertikalen
3. Zwischenabfluß, der über die Quelle abfließt
4. Das Vorhandensein von zwei unterschiedlichen Grundwasserkörpern

Für Pkt. 4 spricht die Differenz sowohl der Temperatur als auch der Leitfähigkeit an verschiedenen Austrittsstellen. Für Pkt. 3 spricht die Annahme, daß in den Randbereichen des Blockgletschers ein mehr oder weniger direkter Kontakt von Grundwasser und oberflächennahem Hangwasser gegeben ist. Pkt. 2 kann nicht beurteilt werden, da noch keine Untersuchungen über die Korngrößenverteilungen von fossilen Blockgletschern durchgeführt wurden.

Die Gerade mit der geringeren Steigung wurde nach MAILLET zur Berechnung von Schüttungsminima herangezogen. Bei dem errechneten  $\alpha$ -Wert von  $0,008 \text{ d}^{-1}$  und bei geringen Schüttungsmengen wie im Herbst 1991 (52 l/s) erhält man durch Extrapolation folgende Abflußmengen im Winter:

|              |        |
|--------------|--------|
| Ende Jänner  | 24 l/s |
| Ende Februar | 18 l/s |
| Ende März    | 14 l/s |

Der  $\alpha$ -Wert liegt nach RICHTER & LILLICH (1975) noch über denjenigen von klüftigen Kalken.

Durch Integration der Trockenwetterfalllinie ergibt sich auch die zu einem bestimmten Zeitpunkt  $t$  noch auslauffähige Restmenge.

$$M = Q_0 \int_{t=0}^{t=\infty} e^{-\alpha t} dt$$

|  |                |                        |
|--|----------------|------------------------|
| Danach ergeben sich bei einem Abfluß von | 74 l/s         | 800.000 m <sup>3</sup> |
|  | bei 52 l/s     | 560.000 m <sup>3</sup> |
|  | und bei 38 l/s | 410.000 m <sup>3</sup> |

abflußfähiges Grundwasser.

Tab. 10: Meßergebnisse der Hochreichhartquelle Q48 (aus GÖDL, 1993)

| Datum      | Temperatur (°C) | LF25 (µS/cm) | pH   | k    | Schüttungsmenge (l/s) | durchschnittl. monatliche Schüttung (l/s) |
|------------|-----------------|--------------|------|------|-----------------------|---|
| 19.07.1989 | 3,8             | n.b.         | n.b. | n.b. | 259                   |   |
| 07.08.1989 | 3,8             | n.b.         | n.b. | n.b. | 145                   |   |
| 06.10.1989 | 3,7             | n.b.         | n.b. | n.b. | 173                   | Okt. 1989 142                             |
| 20.10.1989 | 3,6             | n.b.         | n.b. | n.b. | 110                   |   |
| 22.11.1989 | 3,5             | n.b.         | n.b. | n.b. | 75                    |   |
|            |                 |              |      |      |                       |   |
| 04.09.1990 | 3,9             | 40           | n.b. | n.b. | 89                    |   |
| 24.10.1990 | 3,2             | 41           | n.b. | n.b. | 103                   |   |
|            |                 |              |      |      |                       |   |
| 10.06.1991 | 4,7             | 36           | n.b. | 0,50 | 751                   |   |
| 12.07.1991 | 4,5             | 37           | n.b. | 0,41 | 180                   | Juli 1991 228                             |
| 15.07.1991 | 4,0             | 39           | n.b. | 0,54 | 218                   |   |
| 18.07.1991 | 4,1             | 37           | 8,6  | 0,47 | 227                   |   |
| 22.07.1991 | 3,8             | 38           | 8,4  | 0,50 | 285                   |   |
| 04.08.1991 | 3,9             | 38           | 8,4  | 0,50 | 321                   |   |
| 20.09.1991 | 4,6             | 44           | 6,6  | n.b. | 67                    |   |
| 28.10.1991 | 3,1             | 44           | 8,3  | n.b. | 52                    |   |
|            |                 |              |      |      |                       |   |
| 30.05.1992 | 3,8             | 34           | 7,8  | 0,76 | 317                   |   |
| 19.07.1992 | 4,0             | 42           | 8,6  | 0,68 | 107                   | Juli 1992 97                              |
| 20.07.1992 | 4,1             | 40           | 8,7  | 0,61 | 113                   |   |
| 21.07.1992 | 5,4             | 42           | 8,8  | 0,61 | 103                   |   |
| 22.07.1992 | 5,0             | 40           | 7,8  | 0,64 | 104                   |   |
| 23.07.1992 | 4,7             | 37           | 7,8  | 0,70 | 106                   |   |
| 24.07.1992 | 5,0             | 43           | 7,6  | 0,89 | 101                   |   |
| 25.07.1992 | 4,1             | 41           | 7,5  | 0,46 | 94                    |   |
| 26.07.1992 | 5,1             | 43           | 7,7  | 0,53 | 98                    |   |
| 27.07.1992 | 4,3             | 43           | 7,7  | 0,59 | 88                    |   |
| 28.07.1992 | 4,9             | 41           | 7,5  | 0,66 | 88                    |   |
| 29.07.1992 | 5,5             | 41           | 7,3  | 0,61 | 77                    |   |
| 30.07.1992 | 4,6             | 44           | 7,6  | 0,69 | 87                    |   |
| 31.07.1992 | 5,2             | 43           | 7,5  | 0,51 | 90                    |   |
| 01.08.1992 | 4,6             | 41           | 7,4  | 0,46 | 83                    | August 1992 80                            |
| 02.08.1992 | 5,4             | 43           | 7,2  | 0,52 | 81                    |   |
| 03.08.1992 | 4,6             | 42           | 7,5  | 0,50 | 79                    |   |
| 04.08.1992 | 4,8             | 42           | 6,9  | 0,56 | 78                    |   |
| 05.08.1992 | 5,6             | 42           | 6,8  | 0,56 | 82                    |   |
| 06.08.1992 | 4,3             | 42           | 7,0  | 0,62 | 80                    |   |
| 07.08.1992 | 5,4             | 42           | 7,2  | 0,55 | 74                    |   |

$$k = \text{Kalibrationsfaktor} = \frac{\Delta C [\text{mg NaCl/l}]}{\Delta L_{f_{25^{\circ}\text{C}}} [\mu\text{S/cm}]}$$

Trockenwetterfalllinie der Hochreichhartquelle

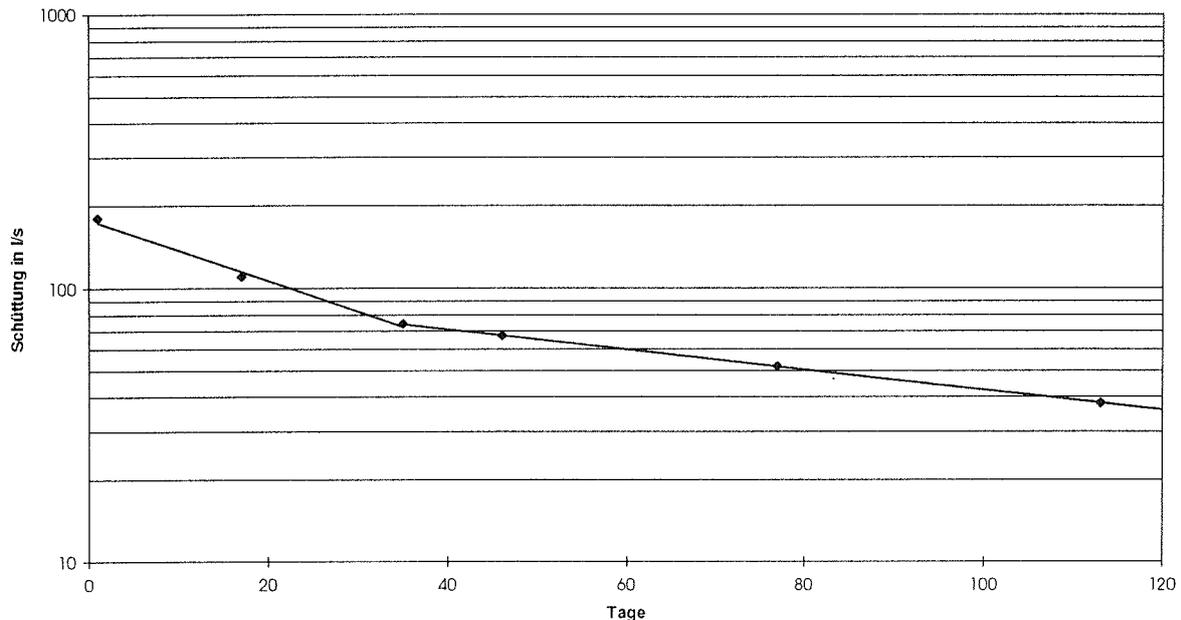


Abb. 24: Trockenwetterfalllinie der Hochreichhartquelle

Bei der Darstellung der Trockenwetterfalllinie der Ochsenalmquelle auf halblogarithmischem Papier ergeben sich ebenfalls zwei Geraden mit unterschiedlichen Steigungen. Da für die Konstruktion der TWL allerdings nur wenige Daten genutzt werden können, kann der ermittelte  $\alpha$ -Wert des flacheren Kurvenverlaufes von  $0,011 \text{ d}^{-1}$  nur als grober Richtwert angesehen werden. Dasselbe gilt für die Quelle im Dürrtal, wo  $\alpha$   $0,009 \text{ d}^{-1}$  beträgt. Die Quelle im Dürrtal und beim Hirschkarl wurde Ende Februar 1993 aufgesucht, aufgrund der Witterungsverhältnisse konnte jedoch keine Abflußmessung durchgeführt werden. Der geschätzte Wert von 10 bis 15 l/s stimmte jedoch mit dem für diesen Zeitpunkt berechneten (14 l/s) gut überein.

#### 9.4 Hydrochemische Untersuchungen

Von den im Rahmen dieses Projektes beprobten Quellen wurden diejenigen des Hochreichhartgebietes besonders intensiv untersucht, weil die Hochreichhartquelle (N 37/H-5) zur Trinkwasserversorgung herangezogen werden soll und weil dort von GÖDL (1993) im Rahmen ihrer Diplomarbeit umfangreiche Untersuchungen durchgeführt wurden.

Folgende Parameter wurden untersucht

- organoleptische Prüfung: Aussehen, Geruch, Geschmack
- Wassertemperatur
- pH-Wert
- elektrische Leitfähigkeit
- anorganische Hauptbestandteile

Bei dieser Untersuchung wurde auf die Quellennumerierung von KRÄINER, 1989 (s. Karte 13) zurückgegriffen. Die Quellennummer Q48 entspricht der Hochreichhartquelle N37/H-5. Bei Q40 bis Q47 handelt es sich um eine Quellgruppe, wobei der Hauptaustritt Q45 = N37/H-3 ist. Bei Q8 bis Q28 handelt es sich um insgesamt 20 Quellen, von denen die bedeutendsten Q21 = N37/H-2 und Q13 = N37/H-1 sind. Q51 liegt im Reichhartkar.

Tab. 11: Analysenergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen an ausgewählten Quellen des Hochreichhartgebietes und Vergleich mit den Grenzwerten des Österreichischen Lebensmittelbuches (verändert nach GÖDL 1993).

| Analysierte Parameter                | Q51            | Q48            | Q48            | Q8-Q28         | Q8-Q28         | Q40-Q47        | GRENZWERTE<br>Österr. Lebensmittelbuch<br>Kap. Trinkwasser 1993 |
|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
|                                      | CH<br>25.07.92 | CH<br>29.07.92 | CH<br>02.08.92 | CH<br>30.07.92 | CH<br>05.08.92 | CH<br>07.08.92 |   |
| Temperatur [°C]                      | 2,8            | 5,5            | 5,4            | 9,7            | 10,5           | n.b.           | < 25°C  |
| Leitfähigkeit<br>25° [µS/cm]         | 10             | 41             | 41             | 42             | 45             | n.b.           | kein Gw   |
| pH                                   | 5,5            | 7,3            | 7,3            | 7,3            | 7,2            | n.b.           | 6,5 - 8,5   |
| Ks 4,3 [mmol/l]                      | 0,2            | 0,3            | 0,3            | 0,3            | 0,3            | 0,3            | -   |
| Na <sup>+</sup> [mg/l]               | 0,53           | 0,7            | 0,72           | 0,62           | 0,62           | 0,67           | <150  |
| K <sup>+</sup> [mg/l]                | 0,2            | 0,3            | 0,35           | 0,4            | 0,45           | 0,35           | <12   |
| Ca <sup>2+</sup> [mg/l]              | 1,54           | 6              | 6,1            | 6,8            | 6,9            | 6,1            | <400  |
| Mg <sup>2+</sup> [mg/l]              | 0,13           | 0,58           | 0,58           | 0,27           | 0,28           | 0,19           | <50   |
| Cl <sup>-</sup> [mg/l]               | <2             | <2             | <2             | <2             | <2             | <2             | <100  |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> [mg/l] | 5,1            | 2,1            | 2,7            | 5,1            | 4,3            | 2,7            | <250  |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l]  | <1             | <1             | <1             | <1             | <1             | <1             | lt. Nitratverordnung <50  |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> [mg/l] | 1,2            | 18,3           | 18,3           | 18,3           | 18,3           | 18,3           | >30   |

Sofort nach der Entnahme von ca 1 l des zu beprobenden Wassers wurde die Säurekapazität festgestellt. Danach erfolgte eine Teilung der Proben, damit eine Ansäuerung mit 1,5 ml HNO<sub>3</sub> p.a./500 ml Wasser für die Analyse der Kationen stattfinden konnte. Die Lagerung der Proben erfolgte in einem dunklen kühlen Raum.

Alle Analysenergebnisse sind in Tab. 11 aufgeführt, die einen Vergleich mit den Grenzwerten des Österreichischen Lebensmittelbuches, Kap. B1, Trinkwasser erlaubt.

#### Organoleptische Überprüfung

Während Aussehen, Färbung und Geruch einwandfrei waren, zeichneten sich alle geprüften Quellwässer durch einen „faden Geschmack“ aus.

#### Wassertemperaturen

Die Temperatur der Quellen schwankt nur in einem sehr geringen Bereich, meist handelt es sich nur um einige Zehntel °C. Die Jahresdurchschnittstemperatur der Luft im Bereich des Quellaustrittes der Hochreichhartquelle kann nur abgeschätzt werden. Das Mittel der Lufttemperatur der Periode 1980 bis 1991 beträgt in Mautern 7°C. Bei einem Temperaturgradienten von 0,5°C pro 100 m (WAKONIGG 1978) ergibt sich für den Hochreichhart 3,15°C. Im Vergleich dazu beträgt das Mittel der Wassertemperatur (von 1989 bis 1992) ungefähr 3,3°C. Abb. 25 zeigt den Zusammenhang zwischen der Höhenlage und der Wassertemperatur der im Oktober 1991 gemessenen Blockgletscherquellen. Der Temperaturgradient liegt bei 1°C pro 100 m Sh.

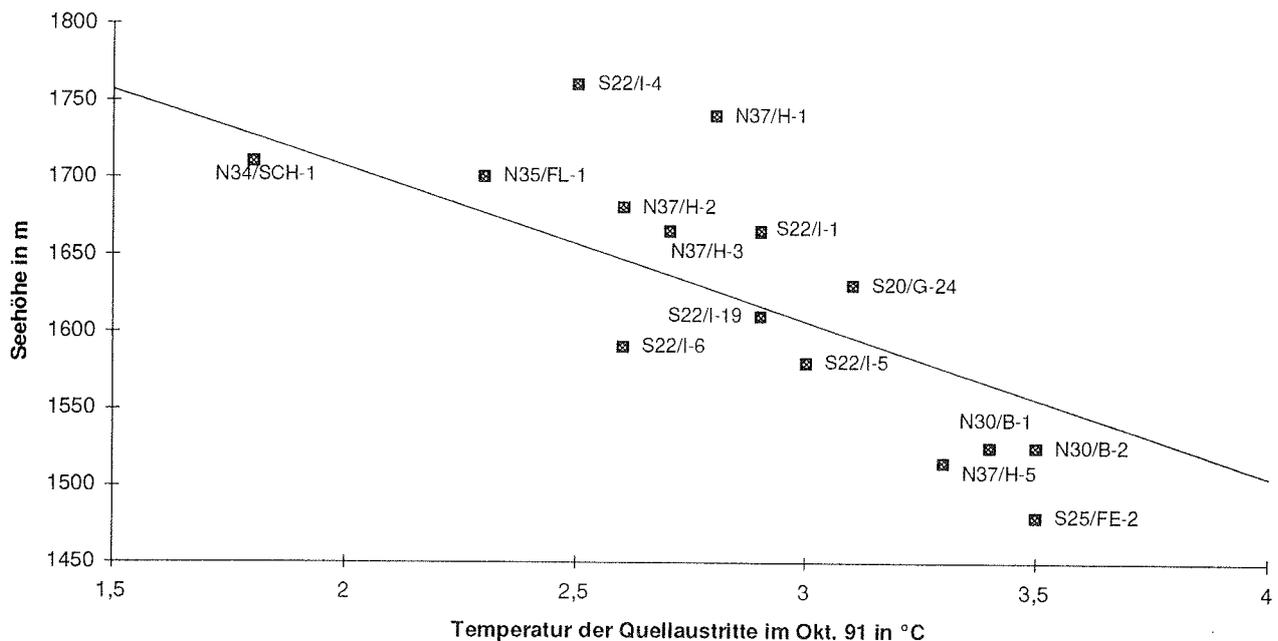


Abb. 25: Korrelation der Wassertemperatur mit der Seehöhe im Okt. 1991

#### pH-Wert

Während alle von GÖDL (1993) beprobten Wässer pH-Werte knapp über 7 zeigen, fällt auch hier Q51 (Reichhartkar) mit einem pH von 5,5 aus der Reihe und unterschreitet sogar den Grenzwert von 6,5. Dieses saure Wasser liegt im Einzugsgebiet der Hochreichhartquelle Q48, entspringt aus dem Seckauer Kristallin und verschwindet wenige 10er-Meter später unter den Blockschuttmassen des Reichhartkars. Der niedrige pH-Wert der Quelle Q51 könnte durch in ihrem Einzugsgebiet fehlendes Karbonat verursacht sein. In den Biotit-Flasergneisen und Augengneisen des Seckauer Kristallins hingegen ist ein beachtlicher Karbonatanteil festzustellen.

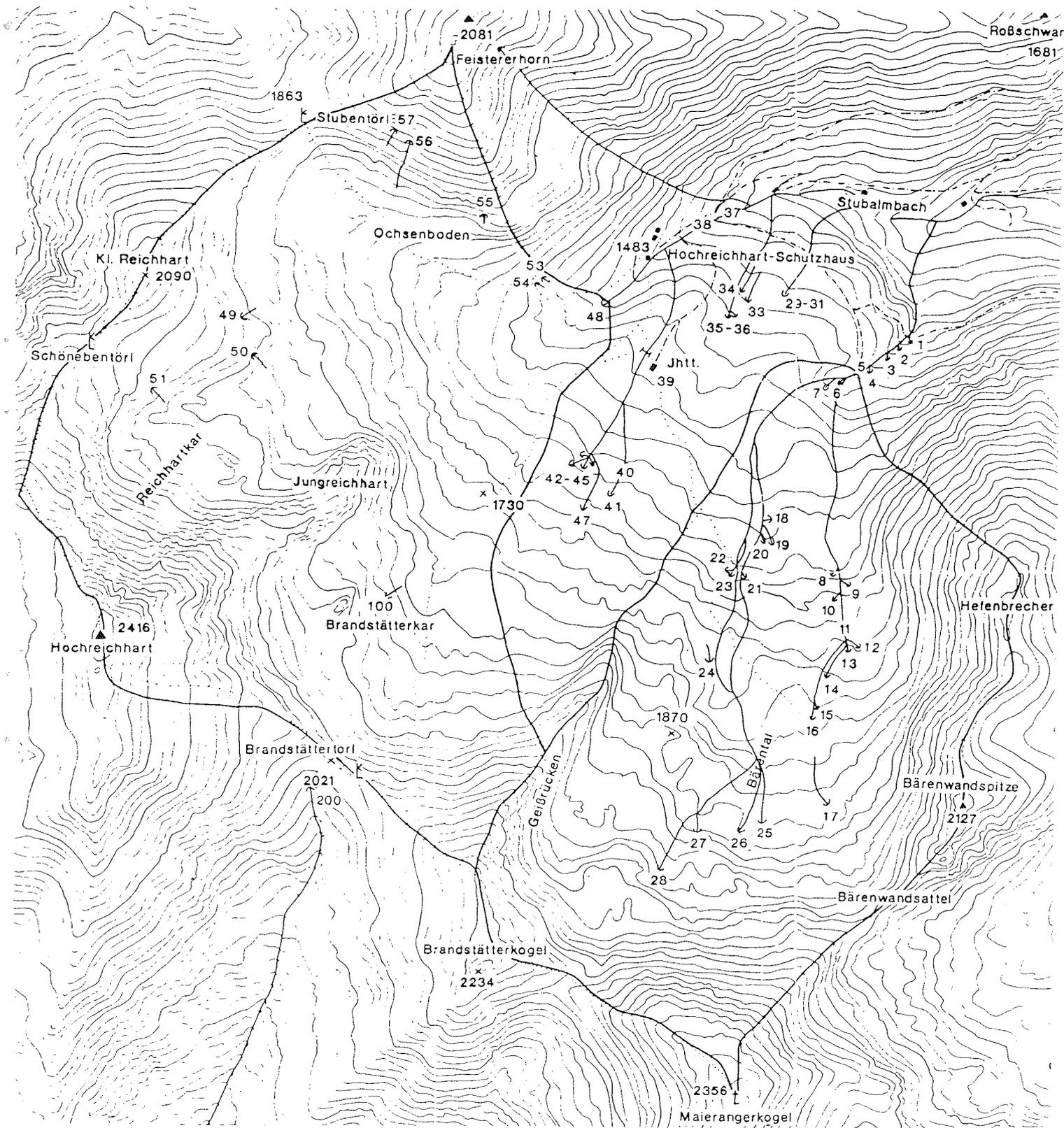
Zu bemerken ist, daß der von GÖDL (1993) gemessene pH-Wert stets um einige Zehntel höher liegt als der von uns gemessene. So lag der pH-Wert der Hochreichhartquelle Q48 einmal genau bei 7, sonst immer geringfügig darunter. Er schwankte bei allen Quellen nur geringfügig (max. einige Zehntel), auch die Streubreite des pH-Wertes aller Blockgletscherquellen ist sehr gering. So betrug der insgesamt höchste Wert 7,2 (Dürrtal) der niedrigste 6,1 (Ochsenalm).

#### Elektrische Leitfähigkeit

Während Q51 eine elektrische Leitfähigkeit von nur 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  aufweist, betragen sie bei den anderen von GÖDL (1993) gemessenen Probenwässern ca. 43  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (bezogen auf 25°C).

Da aber die elektrische Leitfähigkeit auch eine Funktion des Gesamtmineralstoffgehaltes ist, muß diese bei Q51 niedriger ausfallen, als bei den anderen untersuchten Wässern. Vergleicht man die Ionenbilanzen der einzelnen Proben miteinander (Tab. 12-17), so stellt sich heraus, daß Q51 tatsächlich geringer mineralisiert ist als die anderen Quellen.

# QUELLENKARTE DES HOCHREICHHART - GEBIETES



LEGENDE:



- |   |                     |
|---|---------------------|
|  | Quelle              |
|  | Quellnummer         |
|  | fließendes Gewässer |
|  | Einzugsgebiet       |
|  | See                 |

Maßstab: 1:20.000

Bearbeiter: B. Krainer, JOANNEUM RESEARCH



QUENTIN (1988) beschreibt eine Methode, wie mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeit der Gesamtmineralstoffgehalt  $S$  [mg/l] eines Wassers abgeschätzt werden kann. Es gilt für geringmineralisierte Wässer ( $L_f < 250 \mu\text{S/cm}$ ) folgende Beziehung:

$$S = 0,58 \times L_{f25} + 0,001 \times L_{f25}^2$$

Auf die Probenwässer angewendet ergibt sich:

| beprobte Quelle | Probenbezeichnung | Gesamtmineralstoffgehalt [mg/l] |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|
| Q51             | CH 25.07.92       | 5,81                            |
| Q48             | CH 29.07.92       | 23,95                           |
| Q48             | CH 02.08.92       | 23,95                           |
| Q8 - Q28        | CH 30.07.92       | 24,54                           |
| Q8 - Q28        | CH 07.08.92       | 26,30                           |

Die Leitfähigkeit der Blockgletscherquellen liegt in einem Bereich von knapp über  $20 \mu\text{S/cm}$  bis  $70 \mu\text{S/cm}$  bei  $25^\circ\text{C}$ .

#### Anorganische Hauptbestandteile

Bis auf die Säurekapazität wurden alle Ionen von Mitarbeitern des Labors der Fachrichtung Rohstoff- und Umweltgeologie der Freien Universität Berlin (Leitung: Prof. Dr. A. PEKDEGER) analysiert, wobei man für die Kationen das Atomabsorptionsspektrometer, für die Anionen das Continuum-Flow-System verwendete.

Den  $\text{HCO}_3^-$ -Gehalt ermittelte GÖDL (1993) durch Titration im Gelände mit  $0,01$  molarer Salzsäure auf einen pH-Wert von  $4,3$  über die Säurekapazität  $K_s$ .

Tab. 11 offenbart insgesamt eine sehr geringe Mineralisierung, die aber nur im Falle des  $\text{HCO}_3^-$ -Gehaltes nicht den Grenzwerten des Österreichischen Lebensmittelbuches entspricht. Diese Aussage ist auch für alle beprobten Blockgletscherquellen gültig.

Abb. 26 zeigt die Karbonathärte typischer Blockgletscherquellen.

Alle Probenwässer entsprechen beinahe destilliertem Wasser. Die in den Tabellen 12-17 dargestellten Ionenbilanzen sollen die prozentuale Verteilung der Ionen verdeutlichen. Für Chlorid und Nitrat wurde bei der Berechnung dieser Bilanzen die jeweilige Obergrenze angenommen, was hohe Bilanzfehler zur Folge hatte (bis zu  $21\%$ ), die wie folgt berechnet werden:

$$\text{Ionenbilanzfehler} = \frac{\sum \text{Kationen} - \sum \text{Anionen}}{\sum \text{Kationen} + \sum \text{Anionen}} \cdot 100$$

Tab. 12: Ionenbilanz der Quelle Q51 vom 25.07.1992 (nach GÖDL 1993)

| Q51<br>CH 25.07.92            | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit                 | Aquivalentconc.<br>[meq/l] | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Kationen</b>               |                       |                                |                                |                            |                            |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,53                  | 22,99                          | 0,02                           | 1                          | 0,02                       | 15,38                       |
| K <sup>+</sup>                | 0,20                  | 39,10                          | 0,01                           | 1                          | 0,01                       | 7,69                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 1,54                  | 40,08                          | 0,04                           | 2                          | 0,08                       | 61,54                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,13                  | 24,31                          | 0,01                           | 2                          | 0,02                       | 15,38                       |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |                            | 0,13                       | 99,99                       |
| <b>Anionen</b>                |                       |                                |                                |                            |                            |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1                          | 0,06                       | 30,00                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 1,20                  | 61,02                          | 0,02                           | 1                          | 0,02                       | 10,00                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1                          | 0,02                       | 10,00                       |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 5,10                  | 96,06                          | 0,05                           | 2                          | 0,10                       | 50,00                       |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |                            | 0,20                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -21 %                          |                                | Ca-SO <sub>4</sub> -Wasser |                            |                             |

Tab. 13: Ionenbilanz der Hochreichhart-Quelle Q48 vom 29.07.1992 (nach GÖDL 1993)

| Q48<br>CH 29.07.92            | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit                    | Aquivalentconc.<br>[meq/l] | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Kationen</b>               |                       |                                |                                |                               |                            |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,70                  | 22,99                          | 0,03                           | 1                             | 0,03                       | 7,89                        |
| K <sup>+</sup>                | 0,30                  | 39,10                          | 0,01                           | 1                             | 0,01                       | 2,63                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 6,00                  | 40,08                          | 0,15                           | 2                             | 0,30                       | 78,95                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,58                  | 24,31                          | 0,02                           | 2                             | 0,04                       | 10,53                       |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |                               | 0,38                       | 100,00                      |
| <b>Anionen</b>                |                       |                                |                                |                               |                            |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1                             | 0,06                       | 14,29                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 18,30                 | 61,02                          | 0,30                           | 1                             | 0,30                       | 71,43                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1                             | 0,02                       | 4,76                        |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2,10                  | 96,06                          | 0,02                           | 2                             | 0,04                       | 9,52                        |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |                               | 0,42                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -5 %                           |                                | Ca-(HCO <sub>3</sub> -)Wasser |                            |                             |

Tab. 14: Ionenbilanz der Hochreichhart-Quelle Q48 vom 02.08.1992 (nach GÖDL 1993)

| Q48<br>CH 02.08.92            | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit                    | Aquivalentconc.<br>[meq/l] | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| <b>Kationen</b>               |                       |                                |                                |                               |                            |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,72                  | 22,99                          | 0,03                           | 1                             | 0,03                       | 7,89                        |
| K <sup>+</sup>                | 0,35                  | 39,10                          | 0,01                           | 1                             | 0,01                       | 2,63                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 6,10                  | 40,08                          | 0,15                           | 2                             | 0,30                       | 78,95                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,58                  | 24,31                          | 0,02                           | 2                             | 0,04                       | 10,53                       |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |                               | 0,38                       | 100,00                      |
| <b>Anionen</b>                |                       |                                |                                |                               |                            |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1                             | 0,06                       | 13,63                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 18,30                 | 61,02                          | 0,30                           | 1                             | 0,30                       | 68,18                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1                             | 0,02                       | 4,55                        |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2,70                  | 96,06                          | 0,03                           | 2                             | 0,06                       | 13,64                       |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |                               | 0,44                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -7 %                           |                                | Ca-(HCO <sub>3</sub> -)Wasser |                            |                             |

Tab. 15: Ionenbilanz der Bärenthal-Quellen Q8-Q28 vom 30.07.1992  
(nach GÖDL 1993)

| Q8-Q28<br>CH 30.07.92         | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit | Aquivalentconc.<br>[meq/l]                 | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|--|-----------------------------|
| Kationen                      |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,62                  | 22,99                          | 0,02                           | 1          | 0,02                                       | 7,89                        |
| K <sup>+</sup>                | 0,40                  | 39,10                          | 0,01                           | 1          | 0,01                                       | 2,63                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 6,80                  | 40,08                          | 0,17                           | 2          | 0,34                                       | 78,95                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,27                  | 24,31                          | 0,01                           | 2          | 0,02                                       | 10,53                       |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |            | 0,39                                       | 100,00                      |
| Anionen                       |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1          | 0,06                                       | 12,50                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 18,30                 | 61,02                          | 0,30                           | 1          | 0,30                                       | 62,50                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1          | 0,02                                       | 4,17                        |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 5,10                  | 96,06                          | 0,05                           | 2          | 0,10                                       | 20,83                       |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |            | 0,48                                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -10 %                          |                                |            | Ca-(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )-Wasser |                             |

Tab. 16: Ionenbilanz der Bärenthal-Quellen Q8-Q28 vom 05.08.1992  
(nach GÖDL 1993)

| Q8-Q28<br>CH 05.08.92         | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit | Aquivalentconc.<br>[meq/l]                 | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|--|-----------------------------|
| Kationen                      |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,62                  | 22,99                          | 0,03                           | 1          | 0,03                                       | 7,50                        |
| K <sup>+</sup>                | 0,45                  | 39,10                          | 0,01                           | 1          | 0,01                                       | 2,50                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 6,90                  | 40,08                          | 0,17                           | 2          | 0,34                                       | 85,00                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,28                  | 24,31                          | 0,01                           | 2          | 0,02                                       | 5,00                        |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |            | 0,40                                       | 100,00                      |
| Anionen                       |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1          | 0,06                                       | 13,04                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 18,30                 | 61,02                          | 0,30                           | 1          | 0,30                                       | 65,22                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1          | 0,02                                       | 4,35                        |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 4,30                  | 96,06                          | 0,04                           | 2          | 0,08                                       | 17,39                       |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |            | 0,46                                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -7 %                           |                                |            | Ca-(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )-Wasser |                             |

Tab. 17: Ionenbilanz der Quellen Q40-Q47 (Ursprung im Brandstätterkar) vom  
07.08.1992 (nach GÖDL 1993)

| Q40-Q47<br>CH 07.08.92        | Massenconc.<br>[mg/l] | Atom/Molek.<br>Gewicht [mol/l] | Stoffmengen-<br>conc. [mmol/l] | Wertigkeit | Aquivalentconc.<br>[meq/l]                 | Aquivalent-<br>prozente [%] |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------|--|-----------------------------|
| Kationen                      |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Na <sup>+</sup>               | 0,67                  | 22,99                          | 0,03                           | 1          | 0,03                                       | 8,33                        |
| K <sup>+</sup>                | 0,35                  | 39,10                          | 0,01                           | 1          | 0,01                                       | 2,78                        |
| Ca <sup>2+</sup>              | 6,10                  | 40,08                          | 0,15                           | 2          | 0,30                                       | 83,33                       |
| Mg <sup>2+</sup>              | 0,19                  | 24,31                          | 0,01                           | 2          | 0,02                                       | 5,56                        |
| Summe der Kationen            |                       |                                |                                |            | 0,36                                       | 100,00                      |
| Anionen                       |                       |                                |                                |            |  |                             |
| Cl <sup>-</sup>               | <2                    | 35,45                          | 0,06                           | 1          | 0,06                                       | 13,63                       |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 18,30                 | 61,02                          | 0,30                           | 1          | 0,30                                       | 68,18                       |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | <1                    | 62,01                          | 0,02                           | 1          | 0,02                                       | 4,55                        |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2,70                  | 96,06                          | 0,03                           | 2          | 0,06                                       | 13,64                       |
| Summe der Anionen             |                       |                                |                                |            | 0,44                                       | 100,00                      |
| Ionenbilanzfehler             |                       | -10 %                          |                                |            | Ca-(HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )-Wasser |                             |

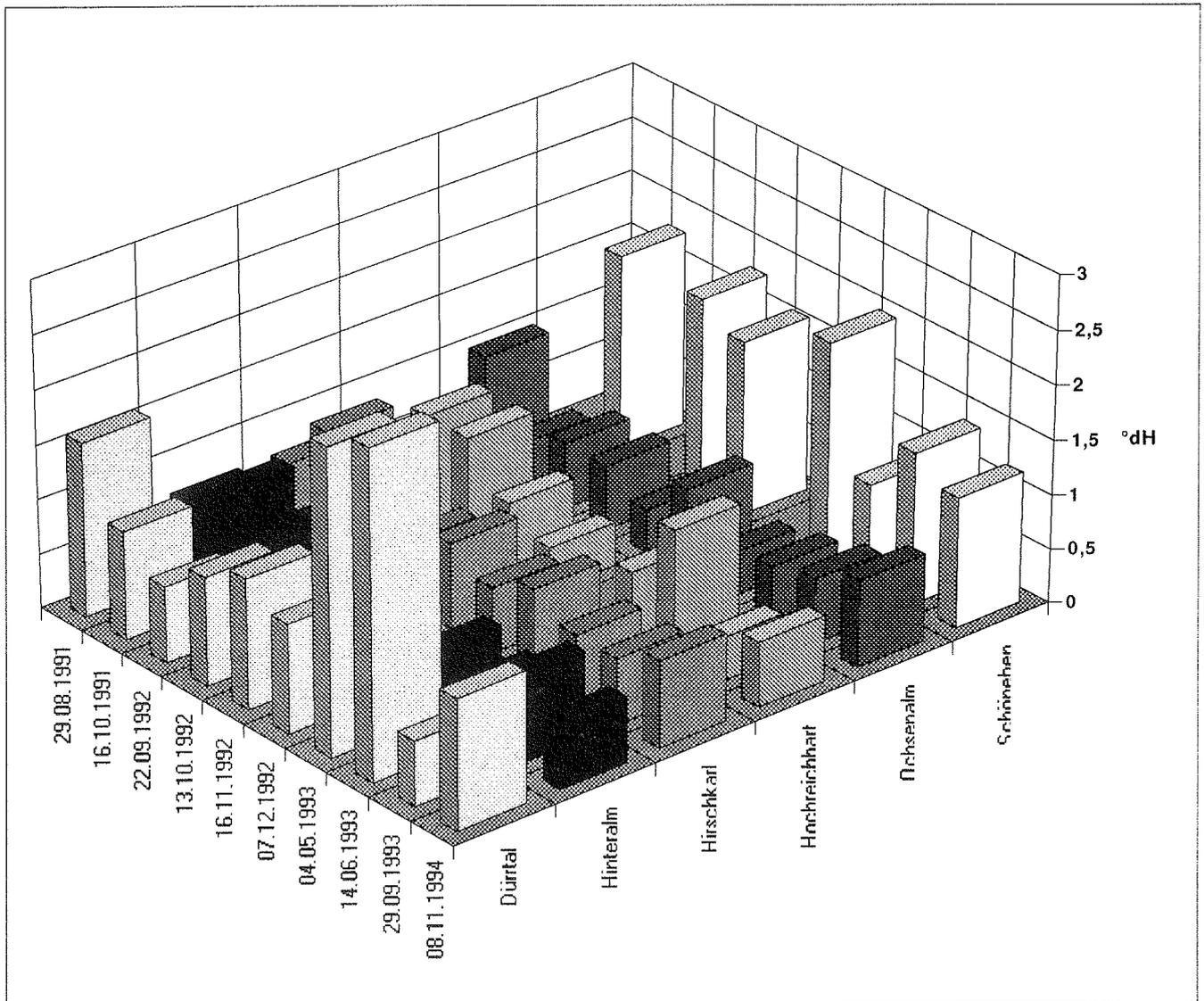


Abb. 26: Karbonathärte ausgewählter Blockgletscherquellen

Der Vergleich der einzelnen Ionenbilanzen bezogen auf die Gesamtmineralisation bringt tendenziell dasselbe Ergebnis, das mit Hilfe einer Näherungsformel über die elektrische Leitfähigkeit erzielt werden konnte. Die Gesamtmineralisation (= Summe von Kationen und Anionen) beträgt bei Q51 nur 11,7 mg/l, während die Analyse für die Hochreichhartquelle Q48 vom 29.7.1992 30,98 mg/l und vom 2.8.1992 31,7 mg/l, die Analyse für die Bärentalquellen Q8 bis Q28 vom 30.7.1992 34,49 mg/l und vom 5.8.1992 33,85 mg/l sowie die Analyse von Q40 bis Q47 (Brandstätterkar) 31,31 mg/l ergab.

Auch hinsichtlich der Zusammensetzung fällt Q51 aus dem Rahmen, wobei das Wasser als Ca-SO<sub>4</sub>-Wasser bezeichnet werden kann. Die übrigen Probenwässer können als Ca-HCO<sub>3</sub>-Wässer eingestuft werden. Das Kalzium stammt höchstwahrscheinlich aus den Feldspäten bzw. dem Karbonat, das Sulfat aus den schwefelhaltigen Erzphasen des Einzugsgebietes. Dieses wird aus Übergangszonen-Gneis und Gesteinen der Biotitschiefer-Serie aufgebaut, die beide reich an Kupferkies und Pyrit sind.

Um die Analysenergebnisse im Piper-Diagramm darstellen zu können, muß vorausgesetzt werden, daß die Differenz zwischen Äquivalentkonzentration [meq/l] der Kationen und der Anionen gleich der Summe der Äquivalentkonzentrationen von Chlorid und Nitrat ist. Da man das Hochreichhartgebiet nicht landwirtschaftlich intensiv nutzt, kann weiter angenommen werden, daß kaum Nitrat in den Wässern vorhanden ist. Tatsächlich wurde Nitrat bei einer Nachweisgrenze von 5 mg/l im gesamten Untersuchungsgebiet nur bei den Braunkarquellen nachgewiesen. Der höchste Wert wurde bei der Braunkarquelle E im September 1991 mit 10 mg/l erreicht, was nicht weiter verwunderlich ist, da das Braunkar als Almweide genutzt wird. Nitrit konnte bei keiner Quelle nachgewiesen werden. Zusätzlich beruhen alle diese Überlegungen auf der Voraussetzung, daß keine anderen als die beprobten Ionen vorliegen.

Es ergibt sich daher aus den Ionenbilanzen für die einzelnen Wasserproben folgender Chloridgehalt:

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| 1. Q51 vom 27.07.92:     | 0,01 meq/l = 0,35 mg/l |
| 2. Q48 vom 29.07.92:     | 0,04 meq/l = 1,42 mg/l |
| 3. Q48 vom 02.08.92:     | 0,02 meq/l = 0,71 mg/l |
| 4. Q8-Q28 vom 30.07.92:  | kein Chlorid           |
| 5. Q8-Q28 vom 05.08.92:  | 0,02 meq/l = 0,71 mg/l |
| 6. Q40-Q47 vom 07.08.92: | kein Chlorid           |

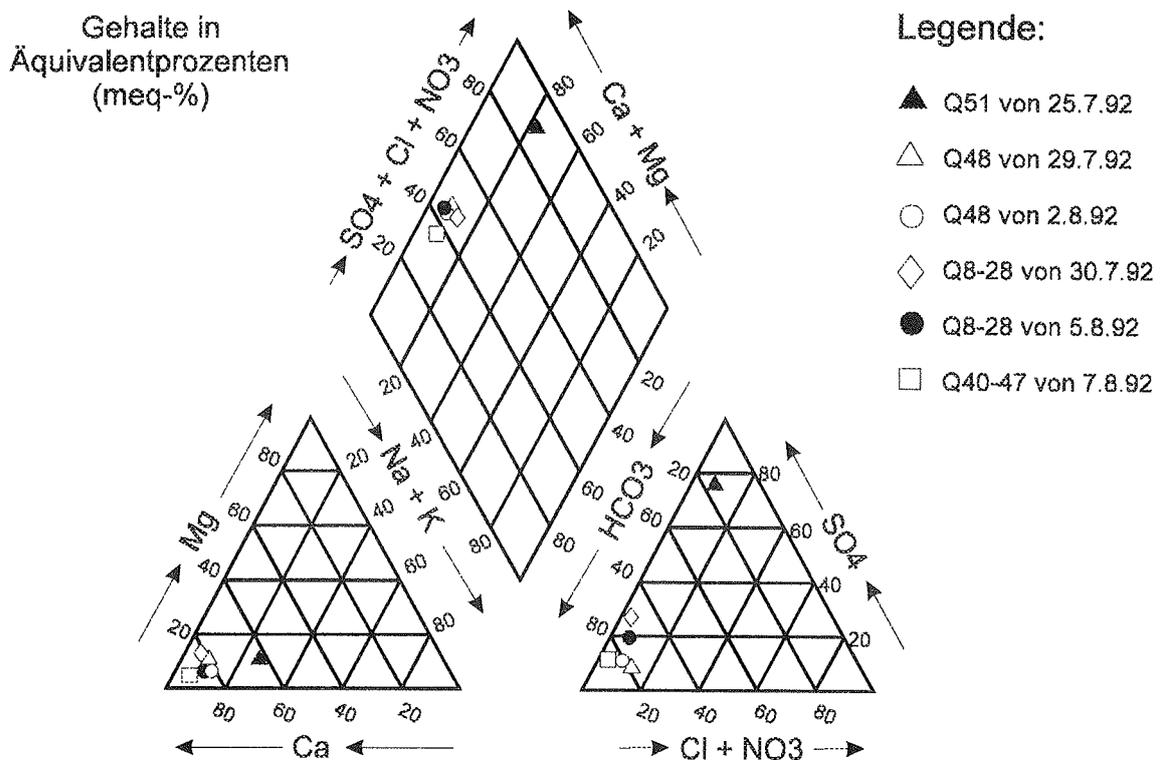


Abb. 27: Darstellung der Analysenergebnisse ausgesuchter Quellen des Hochreichhart-Gebietes (Q51, Q48, Q8-Q28, Q40-Q47) in hydrochemischen PIPER-Diagramm (aus GÖDL 1993).

Auch aus dem hydrochemischen Diagramm nach PIPER läßt sich eindeutig feststellen, daß Q51 deutlich anders im Ionengehalt zusammengesetzt ist, als die anderen Probenwässer.

Bedingt durch die Ablesegenauigkeit lag der Chloridgehalt der Blockgletscherquellen meist bei 2mg/l, der tatsächliche Gehalt ist höchstwahrscheinlich noch geringer.

Sauerstoff

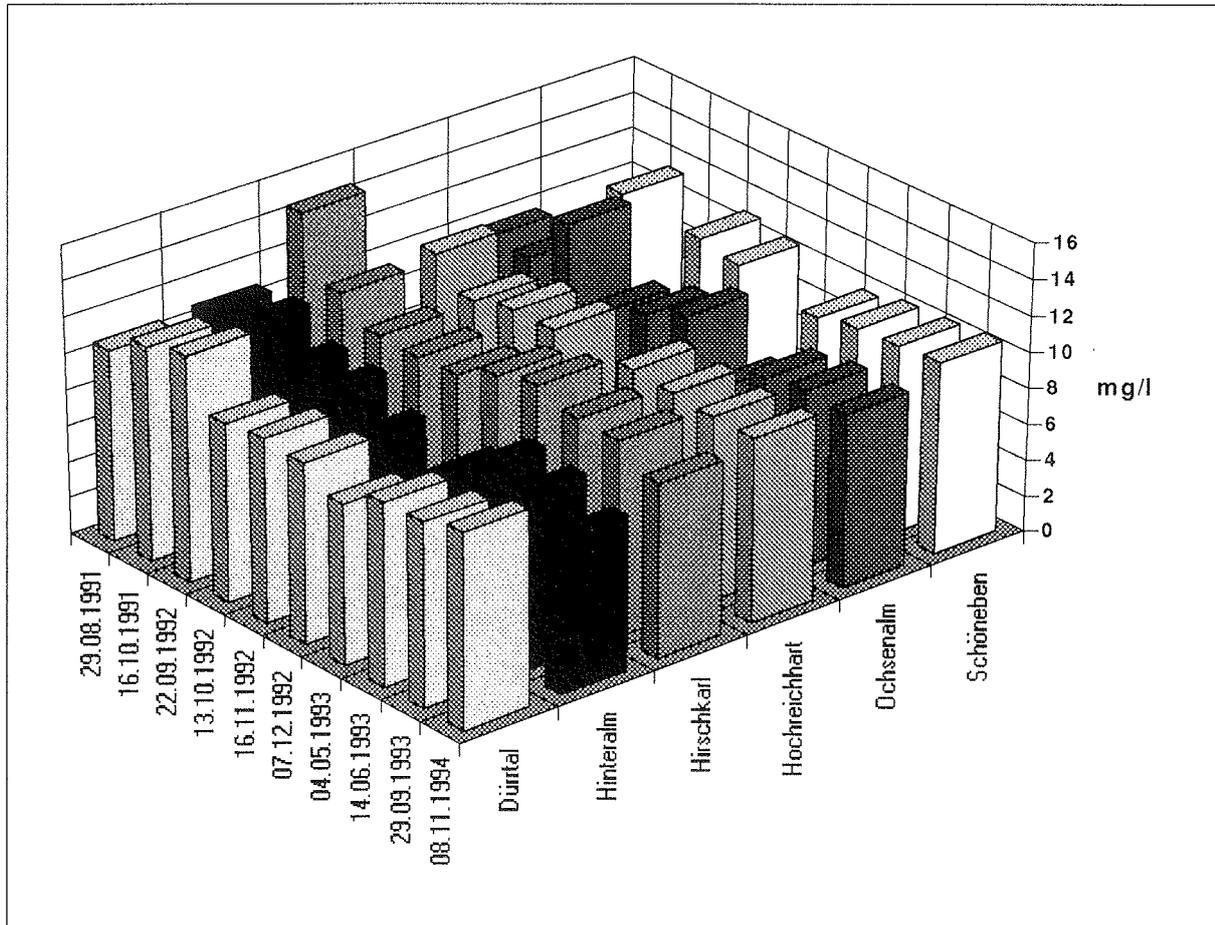


Abb. 28: Sauerstoffgehalt typischer Blockgletscherquellen

Der Sauerstoffgehalt aller beprobten Blockgletscherquellen des Untersuchungsgebietes lag stets geringfügig unter dem Sättigungswert. Durch Wasser mit einer geringen Gesamthärte und hohem Sauerstoffgehalt werden Metalle, besonders jedoch Eisen angegriffen (THURNER 1967). Abb. 28 zeigt den Sauerstoffgehalt typischer Blockgletscherquellen.

Eisen konnte bei einer Nachweisgrenze von 0,1 ppm im gesamten Untersuchungsgebiet bei keiner Quelle nachgewiesen werden.

Gesamthärte

Die Gesamthärte der Blockgletscherquellen ist ebenfalls sehr gering. Der absolut niedrigste Wert aller Quellen wurde im Sept. 1991 bei der Krauserbachquelle (1°dH), der höchste Wert von 4,8 °dH im Oktober 1991 bei der Hochreichhartquelle

gemessen. Alle Blockgletscherquellen zeigen prozentuell hohe Schwankungen der Gesamthärte. So liegt das Verhältnis von Maximum und Minimum der Hochreichhartquelle bei einem Beobachtungszeitraum von zwei Jahren bei 2,6. Abb. 29 zeigt die Schwankungen der Gesamthärte typischer Blockgletscherquellen.

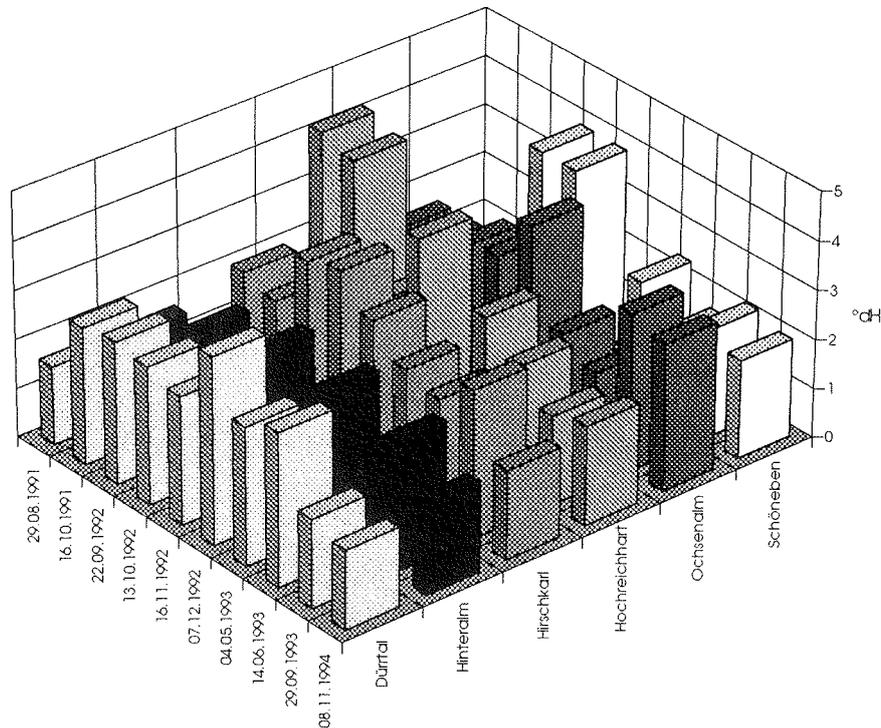


Abb. 29: Gesamthärte ausgewählter Blockgletscherquellen

## 10. Digitale Erfassung der im Wasserbuch dokumentierten Quellen und Wasserkraftanlagen der Niederen Tauern

Um im Rahmen dieser Arbeit einen Überblick über die bereits genutzten Wasservorkommen der Niederen Tauern geben zu können, wurden alle im Wasserbuch erfaßten Quellen und Wasserkraftanlagen (Kartenbeilage 2 und 3) digitalisiert. Diese Daten wurden im Arc/Info-Format erfaßten Daten wurden an die Fachabteilung IIIa übergeben und in die Fachdatenbasis des GIS Steiermark integriert. Erfaßt wurden der Gerichtsbezirk, die geographische Lage im BMN 34, die Postzahl und die Konsensmenge. Waren über die Konsensmenge keine definitiven Angaben in Erfahrung zu bringen, so wurde die angegebene Schüttung in l/s herangezogen.

Die gesamte Konsensmenge der 262 Quellen beträgt 484 l/s, die durchschnittliche Konsensmenge pro Quelle 2 l/s. Die größte Quelle liegt am Südhang des Bärnthales (Postzahl 641 in Judenburg) und schüttet durchschnittlich 20 l/s.

Die Abb. 30 und 31 stellen die Häufigkeitsverteilung der Konsensmengen der Quellen und Kraftwerke dar. Aus Abb. 30 ist ersichtlich, daß in den Niederen Tauern nur 7 Quellen genutzt werden, deren Schüttung mehr als 10 l/s beträgt.

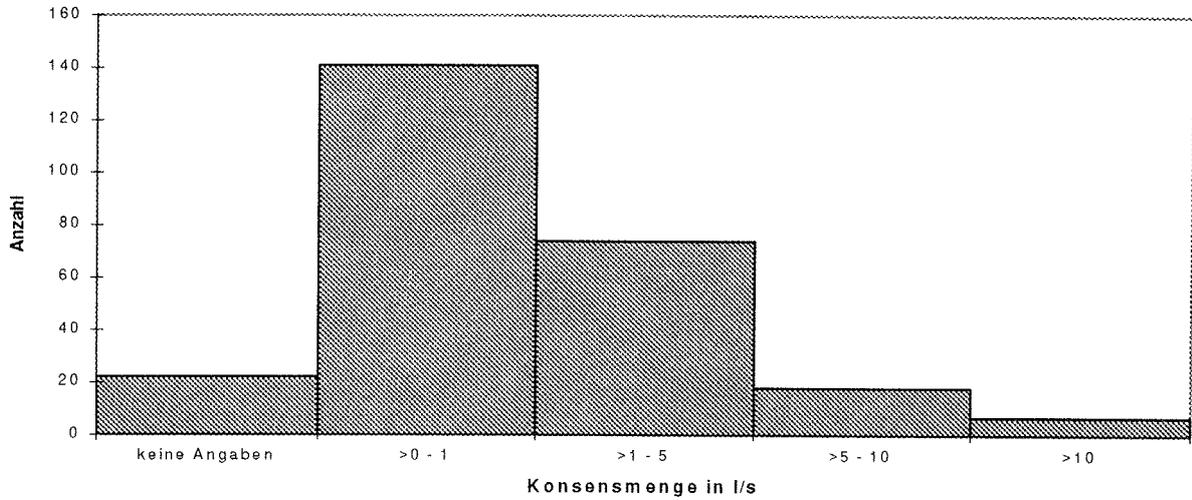


Abb.30: Konsensmengen der Quellen in den Niederen Tauern

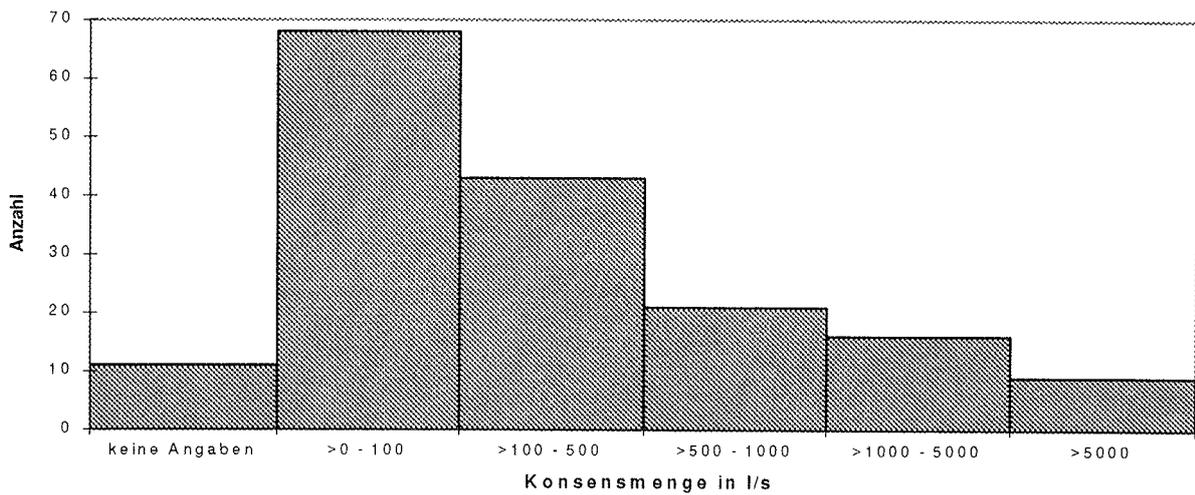


Abb.31: Konsensmengen der Kraftwerke in den Niederen Tauern

Die gesamte Konsensmenge der 168 Kraftwerke in den Niederen Tauern beträgt 163.000 l/s, die durchschnittliche Konsensmenge pro Kraftwerk 1.037 l/s. Das größte Kraftwerk liegt im Gerichtsbezirk Gröbming (Postzahl 940) am SE-Ortsrand von Stein. Die maximal bewilligte Wasserentnahme beträgt aus dem Großsölkbach 30 m<sup>3</sup>/s, aus dem Kleinsölkbach 14 m<sup>3</sup>/s, aus dem Donnersbach 8,5 m<sup>3</sup>/s und aus dem Walchenbach 2 m<sup>3</sup>/s.

## 11. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Abflußmessungen wurden an insgesamt 113 Meßstellen im Gebiet der Niederen Tauern zu mehreren Zeitpunkten durchgeführt. Die Werte für die Abflußpenden liegen durchwegs um 20 l/s.km<sup>2</sup> bzw. etwas darüber. Der hohe Wert von 66,1 l/s.km<sup>2</sup> für das Preuneggatal ergibt sich durch die Karstentwässerung im Bereich der Steirischen Kalkspitze.

In den Niederen Tauern liegen bisher auf einer Fläche von 393km<sup>2</sup> detaillierte Quellenaufnahmen vor. Insgesamt wurden dabei 4841 Quellen kartiert bzw. die hydrologischen Grundparameter gemessen.

Drei Quelltypen sind zu unterscheiden:

- kleine, für Kristallingebiete typische Quellen (Q= meist <1l/s)
- Karstquellen aus Karbonatgesteinen (Q= meist mehrere l/s)
- Quellen aus quartären Schuttmassen (Moränen und fossile Blockgletscher; Q= mehrere l/s bzw. 10er l/s)

Aus den Untersuchungen geht hervor, daß im Ostteil der Niederen Tauern ein an fossile Blockgletscherformen gebundenes, unerwartet hohes Potential an Wasserreserven vorhanden ist. Interessant ist vor allem der durch die Blockgletscher als Speichermassen bedingte vielfach konzentrierte Austritt größerer Wassermengen in nur wenigen Quellen.

Auf Grund der detaillierten Kartierung von fossilen Blockgletschern und Quellen in den östlichen Niederen Tauern kann der Zusammenhang zwischen fossilen Blockgletschern bzw. deren Stirnbereichen und bedeutenden Quellaustritten als erwiesen gelten.

Die im Eigentum der Lichtenstein'schen Forstverwaltung befindliche Hochreichhartquelle wird derzeit gefaßt und soll sowohl Energie als auch hochwertiges Trinkwasser liefern. Wie die Wasseranalysen ergeben haben, ist das Quellwasser in keiner Weise bakteriologisch oder chemisch verunreinigt. Da jedoch alle Blockgletscherquellen ein ähnliches Abflußverhalten wie Karstquellen aufweisen, ist eine hohe Grundwasservulnerabilität zu befürchten. Um darüber jedoch genauere Aussagen treffen zu können, wären weitere Untersuchungen notwendig.

Nach den Untersuchungen der Quellen mit einfachen Feldmethoden sind die Wässer durchwegs gering mineralisiert und sauerstoffreich. Die Quellen weisen starke jahreszeitliche Schüttungsschwankungen auf. Genauere Aussagen über das Speichervermögen der fossilen Blockgletscher bzw. das Abflußverhalten aus den Blockgletscherquellen sind derzeit nicht möglich. Dauerbeobachtungen von einzelnen typischen Quellen, eventuell Tracerversuche bzw. Altersbestimmungen der Wässer könnten detailliertere Ergebnisse erbringen.

Mit Hilfe sedimentologischer Untersuchungen könnte weiters geklärt werden, wie weit das Grundwasser durch tonige bzw. schluffige Deckschichten geschützt ist. Derzeit kann auch die Grundwassermächtigkeit und damit zusammenhängend der Flurabstand nur grob abgeschätzt werden. Hier könnten elektromagnetische Feldmethoden kombiniert mit einigen Bohrungen Klarheit verschaffen.

Entscheidend ist auch die Frage der Verweildauer der Wässer im Untergrund, die mit Hilfe von Markierungsversuchen und Isotopenuntersuchungen beantwortet werden könnte.

Wenig ist bisher über die Trinkwasserqualität der Wässer nicht nur hinsichtlich der bakteriologischen Eignung des Wassers einzelner Quellen für Trinkwasserzwecke, sondern vor allem in Hinblick auf den Schutz dieser Vorkommen durch eine mehr oder weniger wirksame Überdeckung bzw. durch die Filterwirkung des Materials bekannt. Im Zuge der inzwischen erfolgten Fassung der „Hochreichhartquelle“ (N 37/H-5) für eine zunächst energetische Nutzung wurde das Wasser dieser und einiger kleinerer Quellen der Umgebung auf seine Tauglichkeit als Trinkwasser untersucht. Die in den Untersuchungsbefunden des Hygiene-Institutes Graz ausgewiesenen Gesamtkeimzahlen schwanken zwischen 0 und 35 und lassen bei einer ordnungsgemäßen Fassung der Quellen einwandfreies Trinkwasser erwarten (GAMERITH 1993).

## 12. Literaturverzeichnis

BACHMANN, H.: Die Geologie des Raumes Oppenberg bei Rottenmann, Steiermark.- Verh. geol. B.-A., 1964, Wien 1964.

BARSCHE, D.: Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin.- Z. Geom., Suppl. 8, Berlin-Stuttgart 1969.

BARSCHE, D.: Alpiner Permafrost - ein Beitrag zur Verbreitung, zum Charakter und zur Ökologie am Beispiel der Schweizer Alpen.- In: POSER, H. (Hrsg.): Formen, Formengesellschaften und Untergrenzen in den heutigen periglazialen Höhenstufen der Hochgebirge Europas und Afrikas zwischen Arktis und Äquator. Bericht über ein Symposium.- Abh. Akad. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl., III/31, Göttingen 1977.

BARSCHE, D.: Blockgletscher-Studien, Zusammenfassung und offene Probleme.- In: POSER, H. & SCHUNKE, E. (Hrsg.): Mesoformen des Reliefs im heutigen Periglazialraum.- Abh. Akad. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl., III, Göttingen 1983.

GAMERITH, W.: Fassung Stubalm-Quellen. Hydrogeologisches Gutachten. Univ. Gutachten, Graz 1993.

GAMERITH, W. & STADLER, H.: Niedere Tauern (Süd) - Bericht über die Abflußmessungen und Quelluntersuchungen im Jahre 1990.- Unveröff. Ber., Graz 1990.

Geologische Karte der Steiermark 1:200.000, Geol.B.-A., Wien 1984.

GÖDL, S.: Geohydrologie der Blockgletscher im Hochreichhart-Gebiet (Seckauer Tauern, Steiermark).- unveröff. Diplomarb. Univ. Wien, Wien 1993.

HÖLLERMANN, P.: Blockgletscher als Mesoform der Periglazialstufe. Studien aus europäischen und nordamerikanischen Hochgebirgen.- Bonner Geogr. Abh., 67, Bonn 1983.

HÖLTING, B.: Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie.- 3. Aufl., Stuttgart 1989.

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1971-1980.- Beiträge zur Hydrographie Österreichs, 46, Wien 1983.

KRAINER, B.: Hydrogeologische Untersuchungen zur Erschließung potentieller Trinkwasserreserven im Bereich der Finsterliesing, Seckauer Tauern.- Unveröff. Ber., Graz 1987.

KRAINER, B. & UNTERSWEG, T.: Wasserreserven Niedere Tauern.- Arbeitsbericht, Graz 1989.

LESER, M., HAAS, M.-D., MOSIMANN, T. & PAESLER, R.: DIERKE-Wörterbuch der Allgemeinen Geographie.- 2 Bd., München (DTV) 1991.

LIEB, G.K.: Die Blockgletscher der östlichen Schobergruppe (Hohe Tauern, Kärnten).- Arb. Inst. Geogr. Univ. Graz, 27, Graz 1986.

LIEB, G.K.: Zur Spätglazialen Gletscher- und Blockgletschergeschichte im Vergleich zwischen den Hohen und Niederen Tauern.- Mitt. Österr. Geogr. Ges., 129, Wien 1987.

LIEB, G.K.: Die horizontale und vertikale Verteilung der Blockgletscher in den Hohen Tauern (Österreich).- Z. Geomorph. N.F., 35, Berlin 1991.

LICHTENBERGER, E.: Stadiale Gletscherstände in den Schladminger Tauern.- Z. Gletscherk. Glazialgeol., 3/2, Innsbruck 1956.

MANDEL, S. & SHIFTAN, Z.L.: Groundwater Resources. Investigation and Development.- Academic Press, Inc., New York 1981.

METZ, K.: Die Geologie der Grauwackenzone von Mautern bis Trieben.- Mitt. Reichsst. Bodenforsch. Zweigst. Wien, 1, Wien 1940.

METZ, K.: Beiträge zur Kenntnis der Seckauer Tauern. I. Die Kerngesteine (Gneise und Granite).- Mitt. natw. Ver. Steiermark, 83, Graz 1953.

METZ, K.: Geologische Karte der Republik Österreich, Blatt Oberzeiring-Kalwang, Maßstab 1:50.000, Geolog. Bundesanst., Wien 1967.

METZ, K.: Der geologische Bau der Wölzer Tauern.- Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, 106, Graz 1976.

NAGL, H.: Die Raum-Zeit Verteilung der Blockgletscher in den Niederen Tauern und die eiszeitliche Vergletscherung der Seckauer Tauern.- Mitt. naturwiss. Ver. Stmk., 106, Graz 1976.

NAHOLD, M.: Zur Hydrologie und Geologie im Raume Möderbrugg-Pusterwald (Wölzer Tauern).- Graz 1986

PATZELT, G.: Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. In: Jahresbericht der Österr. Geogr. Ges. 76/77, Zweigverein Innsbruck, Innsbruck 1980.

QUENTIN, K.-E.: Trinkwasser. Untersuchung von Trink- und Schwimmbadwasser.- Springer Berlin 1988.

RICHTER, W. & LILLICH, W.: Abriß der Hydrogeologie.- Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart 1975.

SCHMALZMEIER, R.: Die hydrologischen Verhältnisse im Kristallingebiet von Bretstein, östliche Wölzer Tauern, Steiermark.- Unv. Dipl. Arb. Univ. f. Bodenkultur, Wien 1986.

SCHWENDT, A. & UNTERSWEG, T.: Gesamtbericht 1990/91 über die Erkundung von Quellen in den Niederen Tauern.- Unv.Ber., Graz 1992.

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich.- 1, Wien 1977.

TOLLMANN, A.: Geologie von Österreich.- 2, Wien 1985.

TOLLMANN; A.: Geologie von Österreich.- 3, Wien 1986.

THURNER, A: Hydrogeologie.- Springer Wien-New York, 1967.

UNTERSWEG, T. & SCHWENDT, A.: Trinkwasserreserven und Blockgletscher in den Niederen Tauern.- Endber. Jubiläumsfondsproj. Nr. 3454 Österr. Nationalbank, Graz 1992.

UNTERSWEG, T. & SCHWENDT, A.: Erkundung der Quellen der Niederen Tauern. Zusammenfassender Gesamtbericht 1987 bis 1993.- Unv.Ber., Graz 1994.

UNTERSWEG, T. & SCHWENDT, A.: Blockgletscher und Quellen in den Niederen Tauern.- Mitt. Österr. Geol. Ges., 1995 im Druck.

VAN HUSEN, D.: Die Ostalpen in den Eiszeiten. Aus der geologischen Geschichte Österreichs.- Geol.B.-A., Wien 1987.

WAKONIGG, H.: Witterung und Klima in der Steiermark.- Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, Verlag f.d. TU Graz, 1978.

WHITE, S.E.: Rock Glaciers and Block Fields, review and new data.- Quaternary Research, 6, Washington D.C. 1976.

WHITE, S.E.: Alpine mass movement forms (non catastrophic): Classification, description, and significance.- Arctic and Alpine Research, 13/2, Boulder/Col. 1981.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Thomas Untersweg & Mag. Andreas Schwendt  
Joanneum Research  
Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung  
Eilsabethstraße 16-18/I, A-8010 Graz

## Verzeichnis der Tabellen

|         |  |      |
|---------|--|------|
| Tab. 1: | Übersicht über die mittleren Abflußspenden (l/s km <sup>2</sup> ) in den Niederen Tauern und angrenzenden Gebieten   | S 13 |
| Tab. 2: | Abschätzung der theoretischen Vorratsmengen bezogen auf MQ-Februar   | S 13 |
| Tab. 3: | Ergebnisse der Abflußmessungen, Niedere Tauern - Nord  | S 15 |
| Tab. 4: | Ergebnisse der Abflußmessungen, Niedere Tauern - Süd   | S 17 |
| Tab. 5: | Abflußmessungen 1990/91  | S 21 |
| Tab. 6: | Ergebnis der Parallelabflußmessungen in NT - Süd 1990  | S 24 |
| Tab. 7: | Übersicht über die Quellenaufnahmen bis 1986 - Seckauer Tauern   | S 26 |
| Tab. 8: | Übersicht über die Quellenaufnahmen bis 1987 - Wölzer Tauern   | S 27 |
| Tab. 9: | Blockgletscher und verwandte Formen mit Längen >500 m  | S 31 |
| Tab.10: | Meßergebnisse der Hochreichhartquelle Q 48 (aus GÖDL 1993)   | S 55 |
| Tab.11: | Analysenergebnisse der hydrochemischen Untersuchungen an ausgewählten Quellen des Hochreichhartgebietes und Vergleich mit den Grenzwerten des Österreichischen Lebensmittelbuches (verändert nach GÖDL 1993) | S 57 |
| Tab.12: | Ionenbilanz der Quelle Q51 vom 25.7.1992 (nach GÖDL 1993)  | S 60 |
| Tab.13: | Ionenbilanz der Hochreichhart-Quelle Q48 vom 29.7.1992 (nach GÖDL 1993)  | S 60 |
| Tab.14: | Ionenbilanz der Hochreichhart-Quelle Q48 vom 2.8.1992 (nach GÖDL 1993)   | S 60 |
| Tab.15: | Ionenbilanz der Bärenthal-Quellen Q8-Q28 vom 30.7.1992 (nach GÖDL 1993)  | S 61 |
| Tab.16: | Ionenbilanz der Bärenthal-Quellen Q8-Q28 vom 5.8.1992 (nach GÖDL 1993)   | S 61 |
| Tab.17: | Ionenbilanz der Quellen Q40-Q47 (Ursprung im Brandstätterkar) vom 7.8.1992 (nach GÖDL 1993)  | S 61 |

## Verzeichnis der Abbildungen

|         |   |      |
|---------|---|------|
| Abb. 1: | Abflußganglinie des Pegels Liesing/Kammern 1977   | S 11 |
| Abb. 2: | Abflußganglinie des Pegels Pusterwald/Möderbrugg 1977   | S 12 |
| Abb. 3: | Lineare Regression Schüttung zu Fläche 1988   | S 19 |
| Abb. 4: | Lineare Regression Schüttung zu Fläche 1991   | S 23 |
| Abb. 5: | Exposition der Blockgletscher in den Niederen Tauern<br>(Gesamtzahl 487)  | S 29 |
| Abb. 6: | Beziehung zwischen der Länge und Exposition der Blockgletscher<br>der Niederen Tauern                                 | S 29 |
| Abb. 7: | Verteilung der Blockgletscherlängen in den Niederen Tauern  | S 30 |
| Abb. 8: | Typische Großform eines fossilen Blockgletschers (Hölltal H3)   | S 35 |
| Abb. 9: | Oberfläche des Blockgletschers Hühnersteige (HS 2)  | S 35 |
| Abb.10: | Hinteralmquelle S 22/I-19   | S 39 |
| Abb.11: | Sundlquelle S 21/I-12, Stirn des Blockgletschers S1   | S 41 |
| Abb.12: | Blockgletscher Tiertal T1   | S 42 |
| Abb.13: | Oberer Karboden der Ochsenalm   | S 43 |
| Abb.14: | Blockgletscher Hühnersteige HS1   | S 44 |
| Abb.15: | Quelle S20/G-14S Krugsee  | S 45 |
| Abb.16: | Schönebenquelle N 34/SCH-1, Stirn des Blockgletschers SCH1  | S 47 |
| Abb.17: | Blick auf die Quelle N-37/H-5: Hochreichhartquelle  | S 47 |
| Abb.18: | Vergleich der Mittel der Lufttemperatur (Mautern i.d. Stmk.) der<br>Jahre 1971 - 1990 (aus GÖDL 1993)                 | S 49 |
| Abb.19: | Vergleich der langjährigen Mittelwerte der Lufttemperatur<br>(Mautern i.d. Stmk.) 1931 - 1990 (aus GÖDL 1993)         | S 50 |
| Abb.20: | Vergleich des langjährigen Durchschnitts der Niederschläge<br>(Mautern i.d. Stmk.) 1931 - 1990 (aus GÖDL 1993)        | S 50 |
| Abb.21: | Statistische Auswertung des Beginns und des Endes der<br>Schneedecke (Mautern i.d. Stmk.) 1970 - 1992 (aus GÖDL 1993) | S 51 |
| Abb.22: | Dauer der Winterdecke (Mautern i.d. Stmk.) 1970 - 1992 (aus<br>GÖDL 1993)   | S 51 |
| Abb.23: | Schüttung der Hochreichhartquelle und Niederschlag an den<br>Meßstellen Mautern i.d. Stmk. und Wald am Schoberpaß     | S 53 |
| Abb.24: | Trockenwetterfalllinie der Hochreichhartquelle  | S 56 |
| Abb.25: | Korrelation der Wassertemperatur mit der Seehöhe im Okt. 1991   | S 58 |
| Abb.26: | Karbonathärte ausgewählter Blockgletscherquellen  | S 62 |

|  |      |
|--|------|
| Abb.27: Darstellung der Analysenergebnisse ausgesuchter Quellen des Hochreichhart-Gebietes (Q51, Q48, Q8-Q28, Q40-Q47) im hydrochemischen PIPER-Diagramm | S 63 |
| Abb.28: Sauerstoffgehalt typischer Blockgletscherquellen   | S 64 |
| Abb.29: Gesamthärte ausgewählter Blockgletscherquellen   | S 65 |
| Abb.30: Konsensmenge der Quellen in den Niederen Tauern  | S 66 |
| Abb.31: Konsensmenge der Kraftwerke in den Niederen Tauern   | S 66 |

## Verzeichnis der Karten

|           |   |       |
|-----------|---|-------|
| Karte 1:  | Übersicht über bedeutende Blockgletscher und Blockgletscherquellen in den Triebener und Seckauer Tauern<br>1:50.000 | S37f  |
| Karte 2:  | Blockgletscher und Quellen - Schönleiten, Hinterleiten, Gaal,<br>1:10.000   | S 39f |
| Karte 3:  | Blockgletscher und Quellen - Donnerofen, 1:10.000   | S 40f |
| Karte 4:  | Blockgletscher und Quellen - Hölltal, Dürrtal, 1:10.000   | S 40f |
| Karte 5:  | Blockgletscher und Quellen - Sundlsee, 1:10.000   | S 40f |
| Karte 6:  | Blockgletscher und Quellen - Tierscharte, 1:10.000  | S 42f |
| Karte 7:  | Blockgletscher und Quellen - Kuhalm Ochsenalm, 1:10.000   | S 43f |
| Karte 8:  | Blockgletscher und Quellen - Hühnersteige, 1:10.000   | S 44f |
| Karte 9:  | Blockgletscher und Quellen - Krauserbach, 1:10.000  | S 45f |
| Karte 10: | Blockgletscher und Quellen - Braunkar, 1:10.000   | S 46f |
| Karte 11: | Blockgletscher und Quellen - Schöneben, 1:10.000  | S 46f |
| Karte 12: | Blockgletscher und Quellen - Hochreichhart, 1:10.000  | S 46f |
| Karte 13: | Quellenkarte des Hochreichhart-Gebietes, 1:20.000   | S 57f |

## **Verzeichnis der Beilagen**

- Kartenbeilage 1: Wasserreserven Niedere Tauern - Abflußmeßgebiete 1988, 1989 - Quellenaufnahmegebiete (1:200.000)
- Kartenbeilage 2: Im Wasserbuch erfaßte Quellen in den Niederen Tauern (1:200.000)
- Kartenbeilage 3: Im Wasserbuch erfaßte Wasserkraftanlagen in den Niederen Tauern (1:200.000)

## VERZEICHNIS DER BISHER ERSCHIENENEN BÄNDE

- | Band | Titel   |
|------|---|
| 1    | VORTRAGSREIHE ABFALLBESEITIGUNG, 18. April 1964. Neuauflage 1968, von W. Tronko, P. Bilek, J. Wotschke, K. Stundl, F. Heigl, E.v. Conrad.   |
| 2    | EIN BEITRAG ZUR GEOLOGIE UND MORPHOLOGIE DES MÜRZTALES, von R. Sperlich, W. Scharf, A. Thurner, 1965.   |
| 3    | VORTRAGSREIHE ABFALLVERARBEITUNG, 18. März 1965, von F. Fischer, R. Braun, F. Schönbeck, W. Tronko, K. Stundl, B. Urban.  |
| 4    | GEWÄSSERSCHUTZ IST NÖTIG, von J. Krainer, F. Hahne, H. Kalloch, F. Schönbeck, H. Moosbrugger, L. Bernhart, W. Tronko, 1965.   |
| 5    | DIE MÜLLVERBRENNUNGSANLAGE - VERSUCH EINER ZUSAMMENFASSENDEN DARSTELLUNG, von F. Heigl, 1965.   |
| 6    | VORTRAGSREIHE ABFALLVERARBEITUNG, 18. November 1965, von F. Schönbeck, H. Sontheimer, A. Kern, H. Rasworschegg, J. Wotschke, J. Brodbeck, R. Spinola, K. Stundl, W. Tronko, 1966.                     |
| 7    | SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN IM GRUNDWASSERFELD FRIESACH NÖRDLICH VON GRAZ, von H. Zetinigg, Th. Puschnigg, H. Novak, F. Weber, 1966.  |
| 8    | DER MÜRZVERBAND, von E. Fabiani, P. Bilek, H. Novak, E. Kauderer, F. Hartl, 1966.   |
| 9    | RAUMPLANUNG, FLÄCHENNUTZUNGSPLÄNE DER GEMEINDEN, von J. Krainer, H. Wengert, K. Eberl, F. Plankensteiner, G. Gorbach, H. Egger, H. Hoffmann, K. Freisitzer, W. Tronko, H. Bullmann, I.E. Holub, 1966. |
| 10   | SAMMLUNG, BESEITIGUNG UND VERARBEITUNG DER FESTEN SIEDLUNGSABFÄLLE, von H. Erhard, 1967.  |
| 11   | SIEDLUNGSKUNDLICHE GRUNDLAGEN FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFTLICHE RAHMENPLANUNG IM FLUSSGEBIET DER MÜRZ, von H. Wengert, E. Hillbrand, K. Freisitzer, 1967.   |
| 12   | HYDROLOGIE DES MURTALES, von N. Anderle, 1969   |
| 13   | 10 JAHRE GEWÄSSERGÜTEAUF SICHT IN DER STEIERMARK 1959 - 1969, von L. Bernhart, H. Sölkner, H. Ertl, W. Popp, M. Noe, 1969.  |
| 14   | GEWÄSSERSCHUTZMASSNAHMEN IN SCHWERPUNKTGEBIETEN STEIER-MARKS, 1970 (DAS VORLÄUFIGE SCHWERPUNKTPROGRAMM 1964 UND DAS SCHWERPUNKTPROGRAMM 1966), von F. Schönbeck, L. Bernhart, E. Gangl, H. Ertl.      |
| 15   | INDUSTRIELLER ABWASSERKATASTER STEIERMARKS, von L. Bernhart ,1970   |

- 16/17 TÄTIGKEITEN UND ORGANISATION DES WIRTSCHAFTSHOFES DER LANDESHAUPTSTADT GRAZ, ABFALLBEHANDLUNG IN GRAZ, LITERATURANGABEN ZUM THEMA "ABFALLBEHANDLUNG", von A. Wasle
- 18 ABWASSERFRAGEN AUS BERGBAU UND EISENHÜTTE, von L. Bernhart, K. Stundl, A. Wutschel, 1971.
- 19 MASSNAHMEN ZUR LÖSUNG DER ABWASSERFRAGEN IN ZELLSTOFFFABRIKEN, von B. Walzel - Wiesentreu, W. Schönauer, 1971.
- 20 BODENBEDECKUNG UND TERRASSEN DES MURTALES ZWISCHEN WILDON UND DER STAATSGRENZE, von E. Fabiani, M. Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971.
- 21 UNTERSUCHUNG AN ARTESISCHEN WÄSSERN IN DER NÖRDLICHEN OSTSTEIERMARK, von L. Bernhart, J. Zötl, H. Zetinigg, 1972.
- 22 GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM SÜDÖSTLICHEN GRAZERFELD, von L. Bernhart, H. Zetinigg, J. Novak, W. Popp, 1973.
- 23 GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM NORDÖSTLICHEN LEIBNITZERFELD, von L. Bernhart, E. Fabiani, M. Eisenhut, F. Weber, E.P. Nemecek, Th. Glanz, W. Wessiak, H. Ertl, H. Schwinghammer, 1973
- 24 GRUNDWASSERVERSORGUNG AUS DEM LEIBNITZERFELD von L. Bernhart, 1973.
- 25 WÄRMEBELASTUNG STEIRISCHER GEWÄSSER, von L. Bernhart, H. Niederl, J. Fuchs, H. Schlatte, H. Salinger, 1973.
- 26 DIE ARTESISCHEN BRUNNEN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von H. Zetinigg, 1973.
- 27 DIE BEWEGUNG VON MINERAÖLEN IN BODEN UND GRUNDWASSER, von L. Bernhart, 1973.
- 28 KENNZAHLEN FÜR DEN ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN VERGLEICH THERMISCHER ABLAUGEVERWERTUNGSANLAGEN, von L. Bernhart, D. Radner, H. Artledter, 1974.
- 29 GENERALPLAN DER WASSERVERSORGUNG STEIERMARKS, ENTWURFSSTAND 1973, von L. Bernhart, E. Fabiani, E. Kauderer, H. Zetinigg, J. Zötl, 1974.
- 30 GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 1. TEIL, EINFÜHRUNG, HYDROGEOLOGIE, KLIMATOLOGIE, von L. Bernhart, J. Zötl, H. Zojer, H. Otto, 1975.
- 31 GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 2. TEIL, GEOLOGIE, von L. Bernhart, P. Beck - Mannagetta, A. Alker, 1975.
- 32 BEITRÄGE ZUR WASSERWIRTSCHAFTLICHEN RAHMENPLANUNG IN DER STEIERMARK, von L. Bernhart, 1975.
- 33 HYDROGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BOHRUNGEN UND BRUNNEN IN DER OSTSTEIERMARK, von H. Janschek, I. Küpper, H. Polesny, H. Zetinigg, 1975.

- 34 DAS GRUNDWASSERVORKOMMEN IM MURTAL BEI ST. STEFAN O.L. UND KRAUBATH, von I. Arbeiter, P. Hacker, H. Janschek, H. Krainer, H. Ertl, J. Novak, D. Rank, F. Weber, H. Zetinigg, 1976.
- 35 WASSERVERSORGUNG FÜR DAS UMLAND VON GRAZ. ZUR GRÜNDUNG DES WASSERVERBANDES UMLAND - GRAZ, von L. Bernhart, K. Pirkner, 1977.
- 36 GRUNDWASSERSCHONGEBIETE, von W. Kasper, H. Zetinigg, 1977.
- 37 VORBEREITUNG EINER ZENTRALWASSERVERSORGUNG FÜR DIE SÜDOSTSTEIERMARK, von L. Bernhart, 1978.
- 38 ZENTRALWASSERVERSORGUNG FÜR DIE SÜDOSTSTEIERMARK, von L. Bernhart, 1978
- 39 GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM UNTEREN MURTAL, von E. Fabiani, H. Krainer, H. Ertl, W. Wessiak, 1978.
- 40 GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 3. TEIL, DIE GRUNDWASSERFÜHRUNG IM TALE DER LASSNITZ, SULM, UND SAGGAU ZWISCHEN GRUNDGEBIRGE UND LEIBNITZERFELD, von H. Fessler, 1978.
- 41 GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 4. TEIL, DIE GRUNDWASSERERSCHLIESSUNG IM TALE DER LASSNITZ, SULM, UND SAGGAU ZWISCHEN GRUNDGEBIRGE UND LEIBNITZERFELD, von H. Zetinigg, 1978.
- 42 ZUR GEOLOGIE IM RAUM EISENERZ - RADMER UND ZU IHREM EINFLUSS AUF DIE HYDROCHEMIE DER DORTIGEN GRUNDWASSER, von U. Mager, 1979.
- 43 DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM KAINACHTAL (ST. JOHANN O.H. - WEITENDORF), von M. Eisenhut, J. Novak, H. Zojer, H. Krainer, H. Ertl, H. Zetinigg, 1979.
- 44 GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWABGEBIET, TEIL I, NATURRÄUMLICHE GRUNDLAGEN; GEOLOGIE - MORPHOLOGIE - KLIMATOLOGIE, von E. Fabiani, V. Weissensteiner, H. Wakonigg, 1980.
- 45 GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWABGEBIET, TEIL II, DIE UNTERSUCHUNGEN: GESCHICHTE - DURCHFÜHRUNG - METHODIK; von E. Fabiani, 1980.
- 46 GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWABGEBIET, TEIL III, GEOPHYSIK - ISOTOPENUNTERSUCHUNG - HYDROCHEMIE, von Ch. Schmid, H. Zojer, H. Krainer, H. Ertl, R. Ott, 1980.
- 47 GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWABGEBIET, TEIL IV, DIE UNTERSUCHUNG IM TRAGÖSSTAL, von E. Fabiani, 1980.
- 48 GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWABGEBIET, TEIL V, UNTERSUCHUNGEN IN DEN SÜDLICHEN HOCHSCHWABTÄLERN (ILGENERTAL BIS SEEGRABEN), von E. Fabiani, 1980.

- 49 UNTERSUCHUNG ÜBER DIE MÖGLICHKEIT ZUR ENTNAHME VON GRUNDWASSER IM SÜDLICHEN HOCHSCHWABGEBIET UND DEREN BEWIRTSCHAFTUNG, von Ch. Meidl, J. Novak, W. Wessiak, 1980.
- 50 KONZEPT EINER ZENTRALWASSERVERSORGUNG HOCHSCHWAB SÜD, von L. Bernhart, 1980.
- 51 REGIONALE ABWASSERANLAGEN IN DER STEIERMARK, BEMÜHUNGEN UND ERGEBNISSE, von L. Bernhart, P. Bilek, E. Kauderer, H. Senekowitsch, O. Thaller, 1980.
- 52 GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM MURTAL ZWISCHEN KNITTELFELD UND ZELTWEG, von I. Arbeiter, H. Krainer, H. Ertl, H. Zetinigg, 1980.
- 53 GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM UNTEREN SAGGAUTAL, von I. Arbeiter, H. Krainer, H. Zetinigg, 1980.
- 54 "10 JAHRE WASSERVERBAND HOCHSCHWAB - SÜD" von L. Bernhart, W. Kneissel, J. Novak, R. Ott, F. Schönbeck, 1981.
- 55 DIE AUSWIRKUNGEN DES KRAFTWERKBAUES VON OBERVOGAU AUF DAS GRUNDWASSER, von H. Fessler, 1981.
- 56 FESTVERANSTALTUNG "10 JAHRE WASSERVERBAND HOCHSCHWAB - SÜD 1971 - 1981", von L. Bernhart, R. Burgstaller, M. Rupprecht, H. Sölkner, G. Bujatti, E. Wurzer, A. Zdarsky, J. Krainer, V. Ahrer, 1981.
- 57 GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von L. Bernhart, E. Hübl, E. Schubert, E. Fabiani, H. Zetinigg, H. Zojer, E.P. Nemecek, E.P. Kauch, 1981.
- 58 WASSERBEDARF DER SÜDWESTSTEIERMARK, von L. Bernhart, 1982.
- 59 KOSTENAUFTEILUNGSSCHLÜSSEL FÜR ABWASSERVERBÄNDE, von P. Bilek, E. Kauderer, 1982.
- 60 DIE QUELLEN DES SCHÖCKLGEBIETS, von H. Zetinigg, W. Griessler, Th. Untersweg, V. Weissensteiner, Ch. Meidl, 1982.
- 61 BEDARFSERMITTLUNG FÜR EINEN STEIRISCHEN WASSERVERBUND, von Ch. Meidl, Ch. Kaiser, mit einer Einführung von L. Bernhart, 1983.
- 62 DIE MESSUNGEN DER FLIESSGESCHWINDIGKEITEN DES GRUNDWASSERS IM MUR- UND MÜRZTAL, von H. Zetinigg, 1983.
- 63 GRUNDLAGEN FÜR EINEN STEIRISCHEN WASSERVERBUND -LEITUNGSFÜHRUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von J. Novak, Ch. Kaiser, 1983.
- 64 STEIRISCHES WASSERVERBUNDMODELL 1982, von J. Novak, 1983.
- 65 DER KARST AM OSTUFER DER WEIZKLAMM, von G. Fuchs, 1983.
- 66 HYDROGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN NÖRDLICHEN GESÄUSEBERGEN, von W. Kollmann, 1983.

- 67 DIE AUSWIRKUNGEN DES KRAFTWERKBAUES SPIELFELD AUF DAS GRUNDWASSER, von H. Fessler, 1983.
- 68 BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER ARTESISCHEN WÄSSER IM STEIRISCHEN BECKEN, von H. Zojer, H. Zetinigg, 1987.
- 69 BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER GESPANNTEN GRUNDWÄSSER IM MITTERENNSTAL UND PALTENTAL, von G. Suette, H. Zetinigg, 1988.
- 70 GRUNDWASSERMODELL MURTAL, ABSCHNITT ST. STEFAN O.L. - KRAUBATH, von W. Erhart - Schippeck, Ch. Kaiser, 1990.
- 71 KARSTHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM WEIZER BERGLAND, von P. Hacker, 1991.
- 72 MARKIERUNGSVERSUCHE IN KARSTGEBIETEN DER STEIERMARK, von A. Huber, M. Pöschl, H. Zetinigg, 1991.
- 73 KARSTHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM EINZUGSGEBIET DES MIXNITZBACHES, von H. Stadler, 1992.
- 74 HYDROGEOLOGIE UND GRUNDWASSERMODELL DES LEIBNITZERFELDES, von J. Frank, A. Jawecki, H.P. Nachtnebel, H. Zojer, 1993.
- 75 UNTERSUCHUNGEN DER GESPANNTEN GRUNDWASSERVORKOMMEN IM FEISTRITZTAL UND SAFENTAL, OSTSTEIERMARK, von H. Bergmann, A. Lettowsky, E. Niesner, Ch. Schmid, J. Schön, F. Überwimmer, 1993.
- 76 GROSSPUMPVERSUCH UND GRUNDWASSERMODELL KALSDORF, von J., Fank und G. Rock, 1994
- 77 DIE NEUEN GRUNDWASSERSCHUTZGEBIETE von F. Bauer, A. Bernhart, R. Guschlbauer, Ch. Kaiser, H. Stadlbauer, G. Suette, H. Zetinigg, 1995
- 78 DIE QUELLEN DER BLOCKGLETSCHER IN DEN NIEDEREN TAUERN von Th. Untersweg und A. Schwendt, 1995

