

**Schlüsselwörter**

Niedere Tauern  
Periglazial  
Fossile Blockgletscher  
Blockgletscherquelle  
Abflußmessungen  
Quellenkartierungen

# Blockgletscher und Quellen in den Niederen Tauern

THOMAS UNTERSWEG & ANDREAS SCHWENDT\*)

11 Abbildungen

## Inhalt

Zusammenfassung .....	47
Abstract .....	47
1. Einleitung .....	47
2. Ausgangssituation und Problemstellung .....	47
3. Untersuchungsmethoden .....	48
4. Abflußmessungen .....	48
5. Quellenaufnahmen .....	49
6. Kartierung der Blockgletscher .....	50
7. Detailkartierung von Blockgletschern und Quellen in den östlichen Niederen Tauern .....	52
8. Ergebnisse und Schlußfolgerungen .....	53
Dank .....	55
Literatur .....	55

## 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 Speichermedien 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.

## Rock Glaciers and Springs in the "Niedere Tauern" (Styria)

### Abstract

Since 1987 a springwater measuring and geomorphological mapping programme has been launched in the "Niedere Tauern", Styria, Austria. One of the main findings of these investigations is the relation between the occurrence of big springs and periglacial rockglaciers. This interdependence is due to the fact that rockglaciers are preferred groundwater reservoirs. These springs are named "Blockgletscherquellen". Over the years hydrological data (e.g. amount of water discharge, temperature, electrical conductivity, pH as well as basic hydrochemical data) have been recorded from several springs of these large reservoirs. These investigations were requested and financed by the state government of Styria.

## 1. Einleitung

Im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, FA IIIa, 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 & UNTERSWEG, 1989), Blockgletscher- und Quellenmessungen mit SCHWENDT durchgeführt werden (SCHWENDT & UNTERSWEG, 1992; UNTERSWEG & SCHWENDT, 1992). Zuletzt wurde von UNTERSWEG & SCHWENDT (1994) zusammenfassend berichtet.

## 2. Ausgangssituation und Problemstellung

Aus dem gesamten Areal der steirischen Niederen Tauern mit einer Fläche von mehr als 3000 km<sup>2</sup> lagen bisher hinsichtlich der Quellsituation kaum Daten vor. Abgesehen von der allgemeinen Kenntnis, daß in kristallinen Gebirgen eher eine Vielzahl kleiner Quellen zu erwarten ist, wenn man die an die Marmorzüge gebundenen Karstquellen ausklammert, fehlten Detailuntersuchungen. Die Gegebenheiten im Hinblick auf die Reserven für eine Trinkwassernutzung waren in dieser während des Pleistozäns stark glazial überformten Gebirgsgruppe weitgehend unbekannt.

Die Hauptmasse der Niederen Tauern kann als hydrogeologisch recht einheitlicher Bereich angesehen werden. Es handelt sich zum überwiegenden Teil um kristalline Gesteine

\*) Anschrift der Verfasser: Dr. THOMAS UNTERSWEG, Mag. ANDREAS SCHWENDT, Institut für Umweltgeologie und Ökosystemforschung, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft m.b.H., Steyrergasse 17, A-8010 Graz.

(Schiefer und Gneise; FLÜGEL & NEUBAUER, 1984). Die Unterschiede der einzelnen Gesteinseinheiten beschränken sich meist auf unterschiedliche Kluftwasserwegigkeiten in den massigeren quarzreichen und den schiefrigen glimmerreichen Gesteinen. Hydrogeologisch wirksame Ausnahmen des generellen Verhaltens stellen nur die verbreitet eingeschalteten Marmorzüge (Bretstein- und Sölker Marmor) dar, sowie karbonatische Anteile des Zentralalpinen Mesozoikums ganz im Westen an der salzburgischen Grenze.

Die pleistozäne Entwicklung ist durch einen mehrfachen Auf- und Abbau des alpinen Eisstromnetzes während der Kalt- bzw. Warmzeiten charakterisiert. Durch Gletscherwirkung einerseits und die intensive Frostsprengung andererseits wurde viel Schutt produziert. Diese glazialen bzw. periglazialen Lockergesteinsmassen stellen zusammen mit der erosiven Überformung wichtige, die alpinen Kar- und Tallandschaften prägende Elemente dar (VAN HUSEN, 1987).

### 3. Untersuchungsmethoden

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 besprochen:

- 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 Beobachtung von sogenannten „Blockgletscherquellen“

Abb. 1.  
Beispiel eines Stammblattes für die Abflußmessungen in den Niederen Tauern.

### 4. Abflußmessungen

Abflußmessungen wurden im gesamten Bereich der steirischen Niederen Tauern mehrmals, und zwar jeweils möglichst in trockenen Witterungsperioden – meist im Spätherbst – bei niedrigen Abflußverhältnissen vorgenommen.

Insgesamt wurden dabei nördlich des Alpenhauptkammes 69 und südlich davon 44 Teileinzugsgebiete mit genauer Festlegung der einzelnen Meßstellen erkundet (KRAINER, 1987; KRAINER & UNTERSWEG, 1989; SCHWENDT & UNTERSWEG, 1992; GAMERITH & STADLER, 1990).

Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Erkundung und detaillierte Dokumentation der einzelnen Meßstellen gelegt. Einerseits sollen für die angewandte Methode (Salzverdünnung) günstige Meßstrecken mit turbulenten Strömungsverhältnissen und möglichst ohne Umläufigkeiten

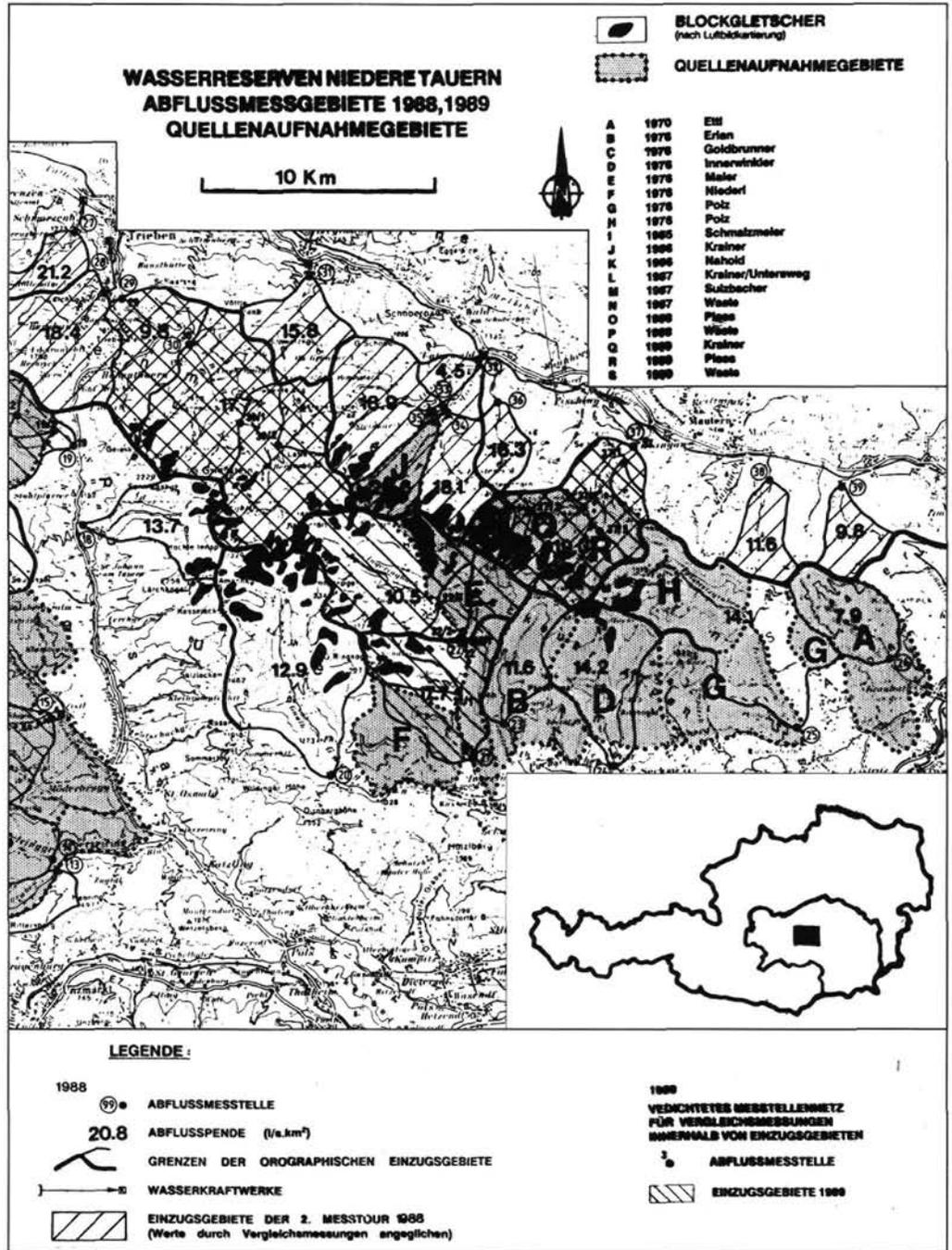
PROJEKT Niedere Tauern		ABFLUSSMESSSTELLEN STAMMBLATT		NUMMER 20	
Bezeichnung d. Meßstelle: LÄRCHKARALM			Gewässer: LÄRCHKARBACH		
ÖK: 129	Gemeinde: DONNERBACHWALD	Seehöhe: 1250		m	
erste Erhebung am: 27.7.1988		Fläche d. orogr. Einzugsgebietes: 16.3		km <sup>2</sup>	
von: B. KRAINER u. T. UNTERSWEG		Mittl. Seehöhe d. orogr. Einzugsgeb.:		m	
Beschreibung der Meßstelle: Bachfassung für KKW unmittelbar oberhalb der Einmündung des Flederbaches; Meßpunkt beim Beginn des Staubeereiches, Eingabepunkt nach altem Saumweg zu Lärchkaralm ca. 120 m bachaufwärts, relativ rasche, turbulente Strömung;					
DATUM	METHODE	Q (l/s)	q (l/s.km <sup>2</sup> )	Witterung, Abflußverh.	Abstichmaß
7.11.1988	Salzmisch.	266	19,7	niedr. Trockenwetterabfl.	
Geologische Verhältnisse: am Meßpunkt in der Böschung phyll. Glimmerschiefer anstehend, im Bachbett grober Wildbachschutt			Abstichmeßpunkt:		
im Einzugsgebiet (Granat-)Glimmerschiefer d. Wölzer Glimmerschieferzone mit graphitischen Einschaltungen und einzelnen Marmorlinsen (Bretstein-Typus)					
Bemerkungen: Kraftwerk beim Zusammenfluß Lärchkar-/Donnersbach (1066 m); für Zufahrt zum Meßpunkt Schlüssel beim Forstamt in Donnersbach einholen; Abzwg. vom Lärchkaralmweg nach links zur Brücke 1242 beim ehemaligem Gft. Kleinbauer;		Datum: 27.7.1988	Bild Nr.: 35/Neg.27		
					

Abb. 2. Ausschnitt aus der Karte der Abflußmeßgebiete und Quellenaufnahmegebiete in den Niederen Tauern.

gefunden werden, andererseits müssen für mehrmalige Messungen und Meßreihen Meßpunkte bzw. -strecken ohne Schwierigkeiten wiedergefunden werden können, um die Vergleichbarkeit einzelner Reihen zu gewährleisten.

Aus diesen Gründen wurden sogenannte „Abflußmeßstellen-Stamtblätter“ angelegt, auf denen lokale Daten und Beschreibungen, geologische Angaben etc. vermerkt, aber auch Meßergebnisse eingetragen werden (Abb. 1). Als günstig haben sich auch technisch-organisatorische Hinweise erwiesen, wie z.B. Angaben über Umleitungen von Bächen für Kleinkraftwerke, Zufahrtsmöglichkeiten, Schlüsselsdepots für abgesperrte Forststraßen etc.

Die Ergebnisse der Abflußmessungen, die eine eher übersichtsmäßige Erkundung darstellen, sind ausschnittsweise auf Abb. 2 dargestellt. Auf der Karte sind mehrere Meßtouren enthalten, wobei in den Teileinzugsgebieten die Abflußspenden in  $l/s \cdot km^2$  eingetragen sind. Die Werte liegen durchwegs um  $20 l/s \cdot km^2$ , teilweise auch etwas darüber. Insgesamt zeigen die Meßergebnisse keine unerwarteten Extremwerte. In erster Linie liegt das wohl darin begründet, daß die gemessenen Teileinzugsgebiete flächenmäßig relativ groß sind. Die Unterschiede von wenigen  $l/s \cdot km^2$  zwischen einzelnen Einzugsgebieten dürften auf lokale Faktoren wie Höhenlage, unterschiedlichen Niederschlagsbedingungen, Exposition oder Bewuchs zurückzuführen sein. Einen Extremwert stellen die  $66,1 l/s \cdot km^2$  im Einzugsgebiet des Preuneggbaches im äußersten Westen der steirischen Niederen Tauern dar. Dieser Wert ergibt sich durch den Austritt großer Karstquellen auf der Ursprungalm, deren orographisches Einzugsgebiet kleiner ist als das durch die Karstentwässerung bedingte tatsächliche (Steirische Kalkspitze).



### 5. Quellenaufnahmen

Im gesamten Bereich der Niederen Tauern gibt es nur wenige Gebiete, aus denen systematische Quellenaufnahmen vorliegen. In der Hauptsache wurden sie in den 70er Jahren vornehmlich im Gebiet der Seckauer Tauern im Auftrag des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführt. Diese Kartierungen wurden in verschiedenen Jahren und Jahreszeiten bei unterschiedlichen meteorologischen Rahmenbedingungen unternommen; darüber hinaus sind die Ergebnisse offensichtlich auch unterschiedlicher Qualität und daher untereinander kaum vergleichbar.

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 Grundparameter sowie Kartierung von quartären Lockermassen – besonderes Augenmerk gelegt.

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 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.

## 6. Kartierung der Blockgletscher

Die Erfahrungen aus den Quellenaufnahmen führten zur Kartierung von Blockgletschern als bedeutende Schuttmassen, aus denen infolge ihrer Position in Hochtältrögen bzw. Karen konzentrierte Wasseraustritte zu erwarten waren. Die fossilen Blockgletscher der Niederen Tauern sind im Spätglazial, nach dem Rückzug des hochglazialen wärmzeitlichen 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 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.

Nach der gängigen Theorie (BARSCH, 1969) sind aktive Blockgletscher von Eis durchsetzte Blockschuttmassen

(ice-cemented rock glacier) von 20 bis 200 m Mächtigkeit und einigen 100 m Länge, die sich langsam – rezent im Durchschnitt mit 5–100 cm/Jahr tal – bzw. hangabwärts fortbewegen. Ihre Oberfläche ist infolge der Bewegung in Wälle und Rinnen gegliedert, typisch ist ein steil abfallender Stirnwall mit 32–40° Neigung. Es werden aktive, inaktive und fossile Blockgletscher unterschieden. Die aktiven Formen liegen im heutigen Permafrostbereich, das Porenvolumen des Schuttes ist mit Eis erfüllt und sie bewegen sich. Inaktive Blockgletscher wurden unter kälteren Klimabedingungen als den heutigen gebildet; sie beinhalten noch nicht ausgeschmolzenes Eis, bewegen sich aber nicht mehr. Fossile Blockgletscher, wie sie in den Niederen Tauern vorliegen, enthalten heute kein Eis mehr und bewegen sich nicht. Ausnahmen könnten in den höchstgelegenen Teilen der Schladminger Tauern vorliegen; die entsprechenden aktiven bzw. inaktiven Formen sind aber nicht näher untersucht.

Infolge des Ausschmelzens des Eises sind die fossilen Blockgletscher in sich zusammengefallen, kollabiert, womit 40–60 % Volumensverlust einhergingen (BARSCH, 1983). 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 Grobblockigkeit und der meist 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. 3, Abb. 4).

Um einen Überblick über das Gesamtgebiet zu gewinnen, wurde zunächst eine stereoskopische Auswertung von Luftbildern durchgeführt, wobei alle Blockgletscher bzw. blockgletscherverdächtigen Formen erfaßt wurden. Einen Ausschnitt aus der Karte zeigt Abb. 2, der Originalmaßstab ist 1 : 100.000. Zusammenhänge mit Moränenwällen, die Art der Vegetationsbedeckung bzw. erkennbare Bachläufe erbrachten neben statistischen Parametern über Größe, Exposition und Höhenlage der Formen Hinweise auf Gebiete, in denen günstige Voraussetzungen für größere Quellaustritte gegeben sein könnten.

Insgesamt wurden mit Hilfe der Luftbildauswertung 487 blockgletscherverdächtige Formen im Maßstab 1 : 25.000 kartiert, 98 davon sind bedeutendere Bildungen mit Längen von mehr als 500 m. Einen Überblick zeigt die Darstellung 1 : 50.000 (Ausschnitt, Abb. 5).



Abb. 4.  
Oberfläche des Blockgletschers Hölltal H3; Blickrichtung Norden.

Abb. 3.  
Typische Großform eines fossilen Blockgletschers (Hölltal H3). Die mächtige Stirn der höher gelegenen Zunge (jüngere Generation) liegt auf einer älteren Blockgletscherterrasse (siehe Abb. 9).



Die Daten sind nach Einzugsgebieten geordnet in einer d-Base-Datei gespeichert. Die Datei beinhaltet relevante Daten wie Höhenlage, maximale Länge und Breite, Exposition, Vegetationsbedeckung, Hinweise auf Quellen usw. Die Abbildungen 6, 7 und 8 fassen Exposition bzw. die Längenverhältnisse der aus den Luftbildern kartierten Formen zusammen.

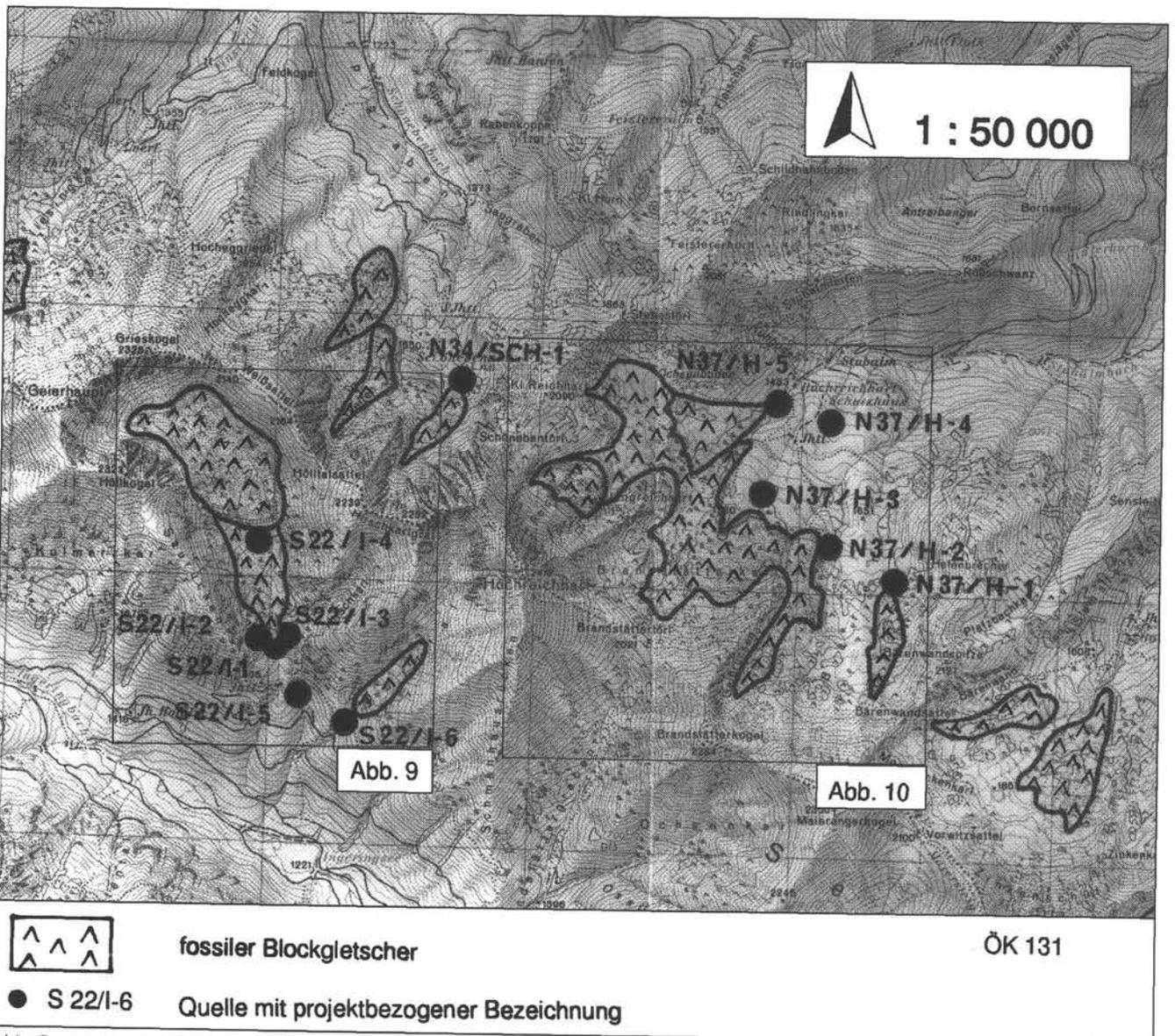


Abb. 5. Ausschnitt aus der Übersicht über bedeutende Blockgletscher und Blockgletscherquellen in den Triebener und Seckauer Tauern.

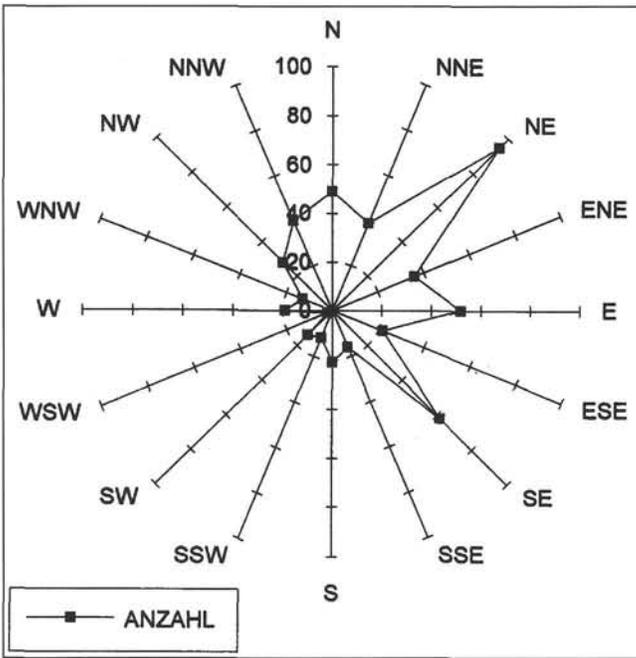


Abb. 6. Exposition der Blockgletscher in den Niederen Tauern. Gesamtanzahl: 487 Formen.

Nach den geomorphologischen Kartierungen 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.

Abb. 7. Beziehung zwischen der Länge (in m) und Exposition (in °) der Blockgletscher der Niederen Tauern.

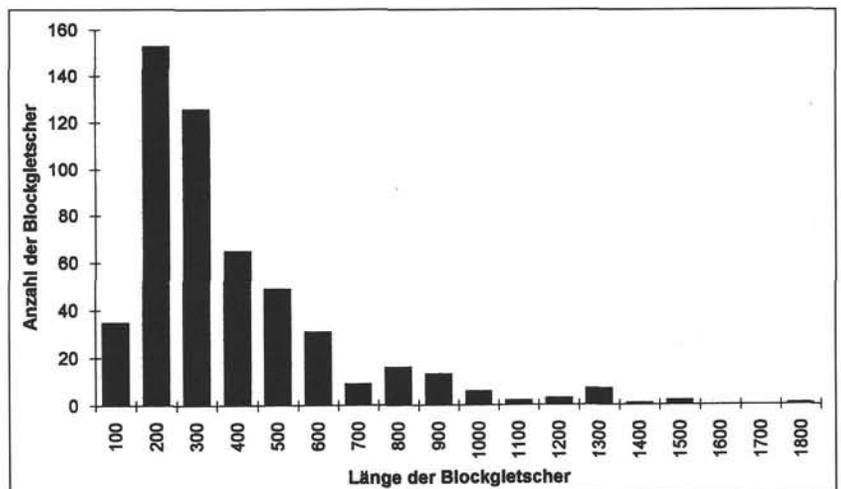
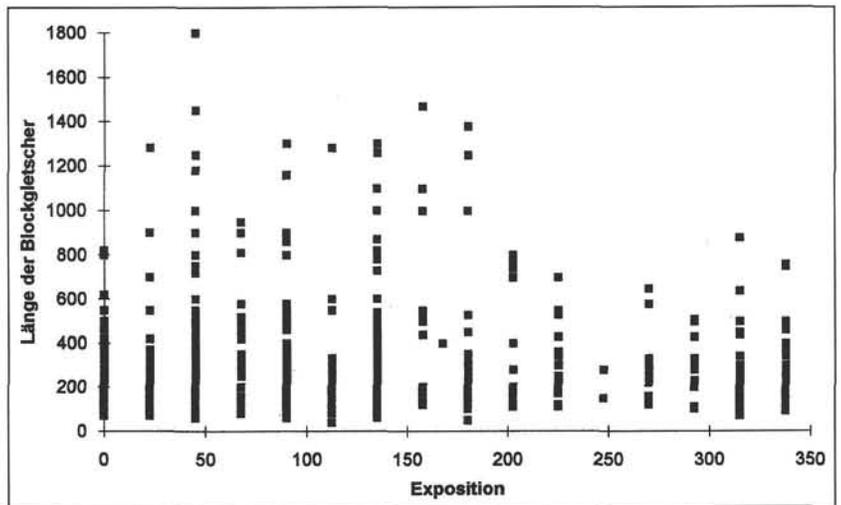


Abb. 8. Histogramm der Verteilung der Blockgletscherlängen (m) in den Niederen Tauern.

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 (Abb. 2 und Abb. 5).

Der Grund dafür, daß es in diesen Bereichen zu so ausgeprägten Blockgletscherbildungen 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.

### 7. Detailkartierung von Blockgletschern und Quellen in den östlichen Niederen Tauern

Als nächster Arbeitsschritt wurden in den Seckauer Tauern stichprobenartige Kartierungen von Blockgletschern und Quellen vorgenommen, mit dem vorläufigen Ergebnis,

Abb. 9.  
Mehnteiliger Blockgletscher Hölltal H 3 (Ingeringgebiet) mit  
Quellen.

daß die fossilen Blockmassen tatsächlich günstige Speichermassen darstellen können. 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.

Diese Ergebnisse führten 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 22 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 ab 1 l/s berücksichtigt.

Typische durchschnittliche Schüttungsmengen von Blockgletscherquellen belaufen sich auf Werte zwischen mehreren bis 25 l/s (in Trockenwetterperioden). Allerdings lassen jene Quellen, an denen in verschiedenen Jahreszeiten Messungen durchgeführt wurden, größere Schüttungsschwankungen erkennen. Von wasserwirtschaftlicher Relevanz sind sicherlich Austritte zwischen 20 und 30 l/s, wie sie etwa im Feistrizgraben, im Hölltal, im Hirschkarl oder Dürnthal kartiert wurden (Abb. 9). Der Name Dürnthal ist ein Hinweis auf das weitgehend wasserlose Kar, dessen Abfluß aus nur einer größeren Quelle etwas unterhalb der Blockgletscherstirn gespeist wird (S 22/I-6: ca 30 l/s) (Abb. 9). Die bisher größte bekannte Blockgletscherquelle ist die „Hochreichhartquelle“ (N 37/H-5), der in 1520 m Sh gelegene Ursprung des Stubalmbaches. Es werden durch diese Quelle weitreichende Karlandschaften nördlich des Hochreichhart entwässert. Die Schuttmassen reichen bis in Höhen von über 1900 m Sh (Abb. 10). An dieser Quelle wurden bisher die meisten Schüttungsmessungen durchgeführt, u.a. von GÖDEL (1993), die zu verschiedenen Jahreszeiten Ergebnisse zwischen 52 und 259 l/s erbrachten. Die Messungen der Quellen wurden während spätherbstlicher Trockenperioden in den Jahren 1990 bis 1992 vorgenommen. Abb. 11 zeigt ein Beispiel einer kleineren, aber typischen Blockgletscherquelle.

Das Quellwasser wurde an Ort und Stelle mit einfachen Feldmethoden hydrochemisch untersucht. Bestimmt wurden folgende Parameter: Nitrit, Nitrat, Sauerstoff, Eisen,



Calcium, Chlorid, Gesamthärte, Carbonathärte, pH-Wert. Die Quellwässer weisen durchwegs eine äußerst geringe Mineralisation auf und sind sehr sauerstoffreich. Die Gesamthärte liegt meist unter 5° dH, die Carbonathärte zwischen 0,4 und 2° dH. Die Werte für die elektrische Leitfähigkeit liegen meist unter 40, kaum jemals über 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  bei 25°C.

## 8. 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 Preuneggtau ergibt sich durch die Karstentwässerung im Bereich der Steirischen Kalkspitze.

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

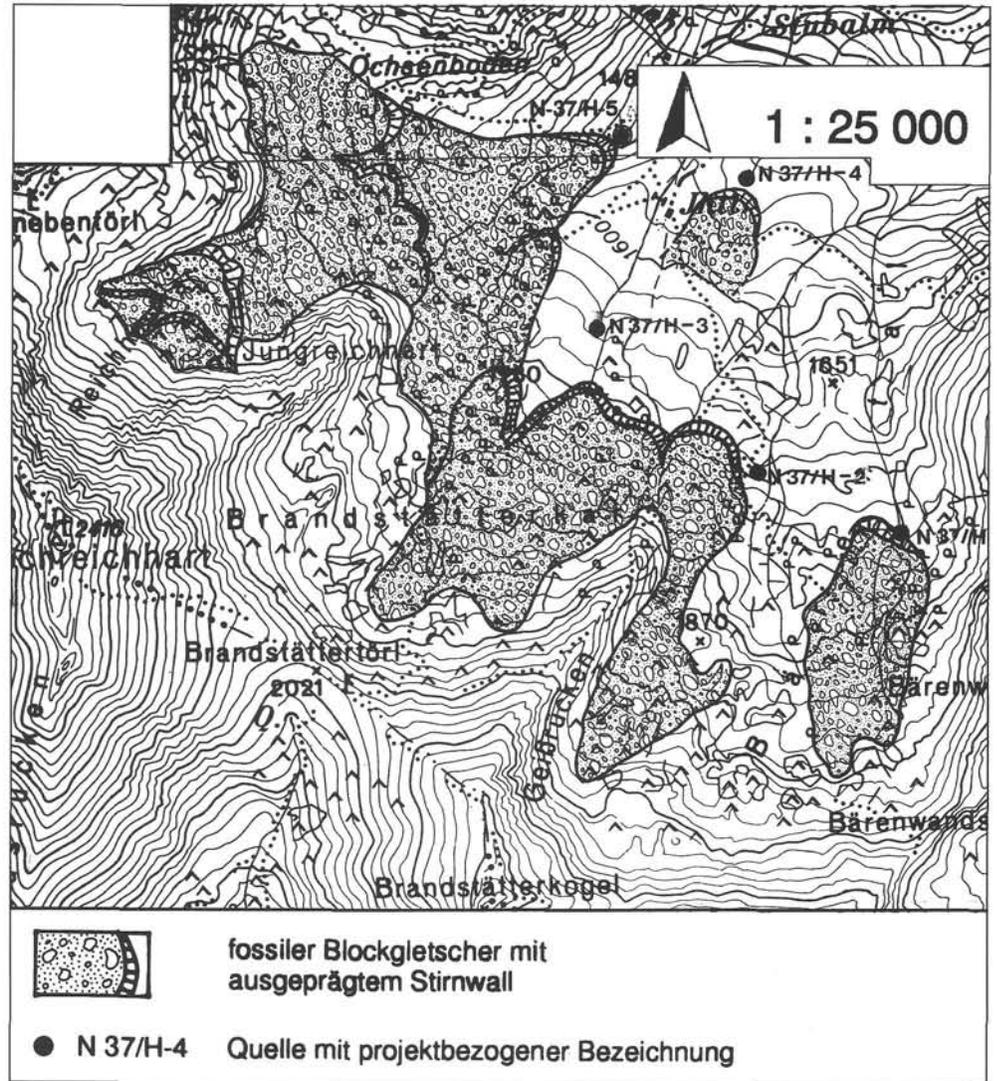
Drei Quelltypen sind zu unterscheiden:

- Kleine, für Kristallingebiete typische Quellen (Q = meist < 1 l/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)

Abb. 10. Mehrfachform von Blockgletschern im Reichhartgebiet (Hagenbach – Stubalmbachgebiet) mit Quellen.

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.

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 er-



folgten 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).



Abb. 11. Austritt einer typischen Blockgletscherquelle: Sundquelle S 21/I-12 im Ingeringgebiet aus der Stirn des Blockgletschers Sundl 1 (Q: 6 l/s). Typischer Quellaustritt mit Steinpflaster. In der oberen Bildhälfte befindet sich – von Legföhren verdeckt – der Anstieg der steilen Blockgletscherstirn.

## Dank

Die im Zusammenhang mit den Blockgletschern stehenden Forschungen wurden vom Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank (Jubiläumsfondsprojekt Nr. 3454) gefördert.

## Literatur

- BARSCHE, D., 1969: Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin. – Z. Geom., Suppl. 8, 11–30, Berlin – Stuttgart.
- BARSCHE, D., 1983: Blockgletscher-Studien, Zusammenfassung und offene Probleme. – in: POSER, H. & SCHUNKE, E. (Hrsg.): Mesformen des Reliefs im heutigen Periglazialraum. – Abh. Akad. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl., III, 122–150, Göttingen.
- FLÜGEL, H.W. & NEUBAUER, F.R., 1984: Geologische Karte der Steiermark, 1 : 200.000, Geol. B.-A., Wien.
- GAMERITH, W., 1993: Fassung Stubalm-Quellen. – Unveröff. Hydrogeologisches Gutachten, 6 S., Graz.
- GAMERITH, W. & STADLER, H., 1990: Niedere Tauern (Süd) – Bericht über die Abflußmessungen und Quelluntersuchungen im Jahre 1990. – Unveröff. Ber., 27 S., Graz.
- GÖDEL, S., 1993: Geohydrologie der Blockgletscher im Hochreichhart-Gebiet (Seckauer Tauern, Steiermark). – Diplomarbeit d. Univ. Wien, 165 S., Wien.
- KRAINER, B., 1987: Hydrogeologische Untersuchungen zur Erschließung potentieller Trinkwasserreserven im Bereich der Finsterlising, Seckauer Tauern. – Unveröff. Ber., 17 S., Graz.
- KRAINER, B. & UNTERSWEG, T., 1989: Wasserreserven Niedere Tauern. – Arbeitsbericht, 4 S., Graz.
- LIEB, G.K., 1987: Zur spätglazialen Gletscher- und Blockgletschergeschichte im Vergleich zwischen den Hohen und Niederen Tauern. – Mitt. Österr. Geogr. Ges., 129, 5–27, Wien.
- NAGL, H., 1976: Die Raum-Zeit-Verteilung der Blockgletscher in den Niederen Tauern und die eiszeitliche Vergletscherung der Seckauer Tauern. – Mitt. naturwiss. Ver. Steierm., 106, 95–118, Graz.
- SCHWENDT, A. & UNTERSWEG, T., 1992: Gesamtbericht 1990/91 über die Erkundung von Quellen in den Niederen Tauern. – Unveröff. Ber., 13 S., Graz.
- UNTERSWEG, T. & SCHWENDT, A., 1992: Trinkwasserreserven und Blockgletscher in den Niederen Tauern. – Endber. Jubiläumsfondproj. Nr. 3454 Österr. Nationalbank, 71 S., Graz.
- UNTERSWEG, T. & SCHWENDT, A., 1994: Erkundung der Quellen der Niederen Tauern. Zusammenfassender Gesamtbericht 1987 bis 1993. – Unveröff. Ber., 100 S., Graz.
- VAN HUSEN, D., 1987: Die Ostalpen in den Eiszeiten. Aus der geologischen Geschichte Österreichs. – Populärwiss. Veröff. Geol. B.-A., 24 S., Wien.

Manuskript eingegangen am: 22. 7. 1993

Revidierte Version eingegangen am: 2. 5. 1995

Manuskript akzeptiert am: 25. 7. 1995