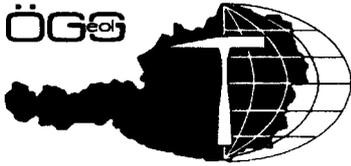


ÖGG



**Österreichische Geologische Gesellschaft**  
**Arbeitsgruppe Hydrogeologie**  
c/o Geologische Bundesanstalt Rasumofskygasse 23 A-1031 Wien

# Exkursionsführer

**14**

2. ÖSTERREICHISCHER HYDROGEOLOGENTAG 1993

ÖSTERREICHISCHE GEOLOGISCHE GESELLSCHAFT  
ARBEITSGRUPPE HYDROGEOLOGIE

**Hydrogeologische Exkursion Höllengebirge**

19. Juni 1993

Führung: H. WIMMER

**Thema**

**Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie  
im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes  
in Karstgebieten**



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

i

Wien, Oktober 1993

## Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

### Verzeichnis der Beiträge

2. Österreichischer Hydrogeologentag Programmabfolge, Danksagung.....	1
WIMMER, H.: Exkursionsroute und Haltepunkte Höllengebirge mit 11 Abbildungen.....	2
GAMERITH, W. & W. KOLLMANN: Zur Hydrogeologie des Schafberg- und Leonsberggebietes sowie des Höllengebirges Bericht der Aufnahmen 1974 und 1975 im Rahmen des MaB- und OECD-Projektes Attersee der Österreichischen Akademie der Wissenschaften Nachdruck des Originalmanuskriptes vom 8.3.1976, mit 5 Abbildungen.....	16
TERTILT, K.: EDV und Umweltschutz - durch Computerkartographie visualisierte Grundwassergefährdung im Malmkarst bei Regensburg.....	26
BENISCHKE, R.: Zur Hydrogeologie des Höllengebirges mit 2 Abbildungen.....	32
HERLICKSKA, H.: Wasserqualitätsuntersuchungen in Karstgebieten - Grundlage für den vorbeugenden Gewässerschutz mit 1 Abbildung.....	37
NIEDERREITER, R.: Neue Methoden zur Erkundung und Probenentnahme in Böden und Grundwasserkörpern.....	42
BAUMGARTNER, P.: Anmerkungen zum geplanten Schongebiet Trauntal Ebensee-Bad Ischl, OÖ. mit 4 Abbildungen.....	45
BECKE, M.: Hydrogeologische Erkundungen zum Zwecke einer Schongebietsfeststellung im Weißenbachtal mit 2 Abbildungen.....	50
PAVUZA, R.: Die Höhlen des Höllengebirges mit 3 Abbildungen.....	54



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Salzburg 1993

S.1

Wien, Oktober 1993

## 2. Österreichischer Hydrogeologentag Programmabfolge, Danksagung

### Programmabfolge

#### Einführungsnachmittag 18.6.1993 Mondsee

Mit einem Überblick über den Stand der hydrogeologischen Erforschungsgeschichte des Exkursionsgebietes und dem Aufzeigen von Forschungsdefiziten wurde die Tagung von H. WIMMER (Geologische Bundesanstalt Wien) eröffnet.

W. GAMERITH (Büro für Technische Geologie Graz) vermittelte mit forschungsgeschichtlich interessanten Bildern einen Überblick über das Exkursionsgebiet.

W. KOLLMANN (Geologische Bundesanstalt Wien) berichtete über die ersten zusammen mit W. GAMERITH durchgeführten systematischen Quellaufnahmen (s. Beitrag "Zur Hydrogeologie...") und zog Vergleiche mit heutigen Arbeitsmethoden.

K. TERTILT (Fa. WATEC GmbH Markt Schwaben, D) erläuterte eine von ihm und seinen Mitarbeitern entwickelte EDV-gestützte Methodik der Erstellung einer Grundwassergefährdungskarte anhand eines Projektes im Malmkarst bei Regensburg (s. Beitrag "EDV und Umweltschutz...").

R. BENISCHKE (Institut für Geothermie und Hydrologie der Forschungsgemeinschaft Joanneum in Graz) gab einen Überblick über die karsthydrologischen Arbeiten im Exkursionsgebiet (s. Beitrag "Zur Hydrogeologie...").

H. HERLICKA (Umweltbundesamt Wien) erläuterte am Beispiel eines Pilotprojektes im Dachsteingebiet die Entwicklung und die Ergebnisse karsthydrologischer und hydrochemischer Methoden im Zuge der Erhebung der Wassergüte in Österreich (s. Beitrag "Wasserqualitätsuntersuchungen in Karstgebieten...").

R. NIEDERREITER (Fa. UWITEC Mondsee) schloß den Einführungsnachmittag mit einem Videofilm über sein von ihm entwickeltes Grundwasserbeobachtungsverfahren (s. Beitrag "Neue Methoden...") sowie mit der Demonstration eines von ihm und der Fa. Benckiser Wassertechnik in Mondsee entwickelten Beprobungssystems.

### Hydrogeologische Exkursion 19.6.1993

#### Höllengebirge

(s. Beitrag "Exkursionsroute und Haltepunkte...")

### Danksagung

Neben den erwähnten Vortragenden sei an dieser Stelle folgenden Personen, die zum Gelingen des 2. Hydrogeologentages ihren Beitrag leisteten, sehr herzlich gedankt:

Herrn Landeshauptmann von Oberösterreich Dr. RATZENBÖCK für die Ermöglichung der Seilbahn-Sonderfahrt auf den Feuerkogel;

Herrn Landesrat Dr. ACHATZ für die Übernahme der Buskosten der Exkursion;

Herrn Bürgermeister von Mondsee DI MIERL für die Einladung zur abendlichen Bootsfahrt am Mondsee;

Herrn Bürgermeister von Steinbach am Attersee HAUSLEITHNER für Informationen über das Entsorgungsprojekt Hochleckenhaus;

Herrn Direktor WEISSENBACHER von der Fa. Benckiser Wassertechnik AG in Mondsee für die Einladung, den Vortragsnachmittag in ihren Räumlichkeiten durchzuführen;

Herrn DI BECWAR von der Traunsee-Touristik GmbH für Informationen über die siedlungswasserwirtschaftliche Situation am Feuerkogel;

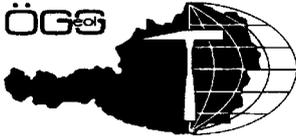
Herrn Dr. BAUMGARTNER für die Zurverfügungstellung von hauseigenen Sonderdrucken und Salzstangerln;

Familie LEHRL für das Offenhalten ihres Hotels und die kulturelle Einlage auf der Laimeralm;

Herrn NIEDERREITER von der Fa. UWITEC in Mondsee für die Leistung eines Druckkostenbeitrages;

Herrn MAILINGER von der Fa. Campo Vital GmbH für die Organisation vor Ort;

Herrn DI SHADLAU für die Kopier- und Bindearbeiten an diesem Exkursionsführer.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.2-15

Wien, Oktober 1993

## Exkursionsroute und Haltepunkte Höllengebirge

von HARALD WIMMER

mit 11 Abbildungen

*Kalkvoralpen  
Höllengebirgen  
Hydrogeologie  
Exkursion*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	3
1.	Exkursionsroute 19.6.1993 .....	3
2.	Haltepunkte .....	3
2.1.	Übersicht .....	3
2.2.	Erläuterungen zu den Haltepunkten .....	5
2.2.1.	Haltepunkt 1: St.Lorenz / Golfplatz .....	5
2.2.2.	Haltepunkt 2: Mitterweißenbach / Trauntal .....	5
2.2.3.	Haltepunkt 3: Langwies / Miesenbachquellen und Schusterbachquellen .....	5
2.2.4.	Haltepunkt 4: Karsthochfläche Feuerkogelplateau .....	7
2.2.5.	Haltepunkt 5: Westliches Höllengebirge .....	7
2.2.6.	Haltepunkt 6: Äußeres Weißenbachtal / Schwarzenbach .....	7
2.2.7.	Haltepunkt 7: Äußeres Weißenbachtal / Gimbach .....	7
2.2.8.	Haltepunkt 8: Äußeres Weißenbachtal / Röhrlingmoosquellen .....	7
2.2.9.	Haltepunkt 9: Mitterweißenbachtal / Höllbach .....	12
2.2.10.	Haltepunkt 10: Mitterweißenbachtal / Pegelstelle .....	12
	Literatur, Unterlagen .....	15

### Anschrift des Verfassers

Dr.Harald WIMMER  
Geologische Bundesanstalt  
Fachabteilung Hydrogeologie  
Rasumofskygasse 23  
A-1031 Wien  
0222-7125674/58

## Zusammenfassung

Die Arbeitsgruppe Hydrogeologie der Österreichischen Geologischen Gesellschaft veranstaltete vom 18.-19.6.1993 im Raum Mondsee-Höllengebirge den 2.Österreichischen Hydrogeologentag.

Der erste Tag war den Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten gewidmet.

Am zweiten Tag fand eine karsthydrologische Exkursion im Gebiet des Höllengebirges statt. Dabei wurden Methoden und Ergebnisse laufender und abgeschlossener Forschungsprojekte mit Bezug auf das Exkursionsgebiet vorgestellt und diskutiert.

## 1. Exkursionsroute 19.6.1993 (s.Abb.1)

Busfahrt von Mondsee über St.Lorenz, Scharflingpaß, Wolfgangsee, Bad Ischl, Langwies nach Ebensee. Seilbahnfahrt auf Feuerkogel.

Weiterfahrt von Ebensee über Altmünster und Großalm nach Steinbach/Attersee.

Von hier ins Weißenbachtal bis Mitterweißenbach und zurück nach Mondsee.

## 2. Haltepunkte

### 2.1. Übersicht

1. St.Lorenz/Golfplatz  
Demonstration einer Beobachtungssonde im Grundwasserschutzgebiet
2. Mitterweißenbach  
Schongebietsuntersuchungen Trauntal
3. Langwies  
Hydrologie und Hydrogeologie der Miesenbachquellen und Schusterbachquellen
4. Ebensee  
Karsthochfläche Feuerkogelplateau
5. Weißenbach am Attersee  
Hydrologie des westlichen Höllengebirges
6. Äußeres Weißenbachtal  
Hydrologie des Schwarzenbaches
7. Äußeres Weißenbachtal  
Hydrologie des Gimbaches
8. Äußeres Weißenbachtal  
Schongebietsuntersuchungen im Bereich der Röhrlingmoos-Quellen
9. Mitterweißenbachtal  
Hydrologie des Höllbaches
10. Mitterweißenbachtal/Pegel  
Hydrologie des Mitterweißenbachtals  
Charakteristika Leonsberg / Höllengebirge

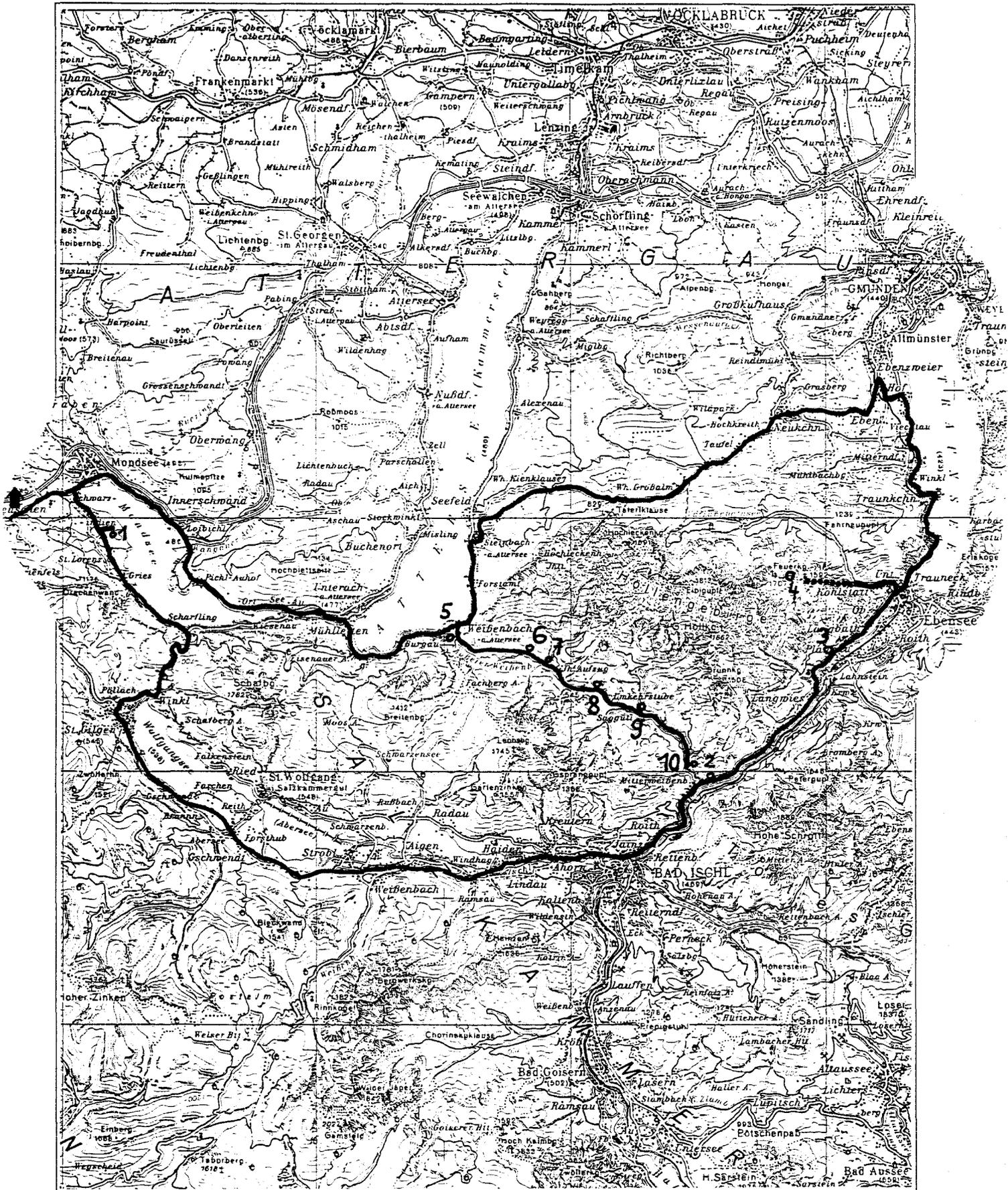


Abb.1: Exkursionsroute des 2. Österreichischen Hydrogeologentages 19.6.1993  
 Kartengrundlage: Österreichische Karte 1:200.000 B.-A.f.Eich-u.Vermessungswesen Wien

2.2. Erläuterungen zu den Haltepunkten

2.2.1. Haltepunkt 1  
St.Lorenz / Golfplatz

R.NIEDERREITER demonstriert anhand einer fix installierten Beobachtungssonde und einer Videokamera seine Methodik zur Erkundung und Probenahme in Böden und Grundwasserkörpern.

2.2.2. Haltepunkt 2  
Mitterweißenbach / Trauntal

P.BAUMGARTNER (s.Beitrag "Anmerkungen zum...") führt in die Hydrogeologie des Trauntales ein und erläutert seine von ihm angewandten Methoden im Rahmen der Vorarbeiten zur Erstellung eines Schongebietsvorschlages für das Trauntal zwischen Ebensee und Bad Ischl.

2.2.3. Haltepunkt 3  
Langwies / Miesbachquellen und Schusterbachquellen

R.BENISCHKE erläutert die hydrologische Charakteristik der beiden Karst-Großquellen (s.Abb.2 und sein Beitrag "Zur Hydrogeologie...").

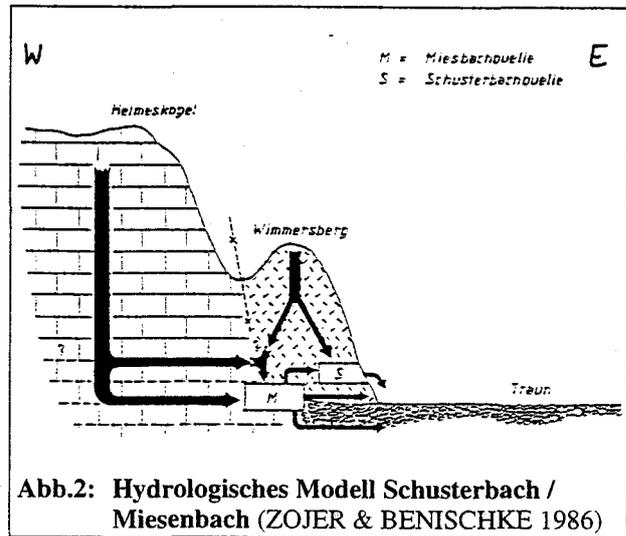
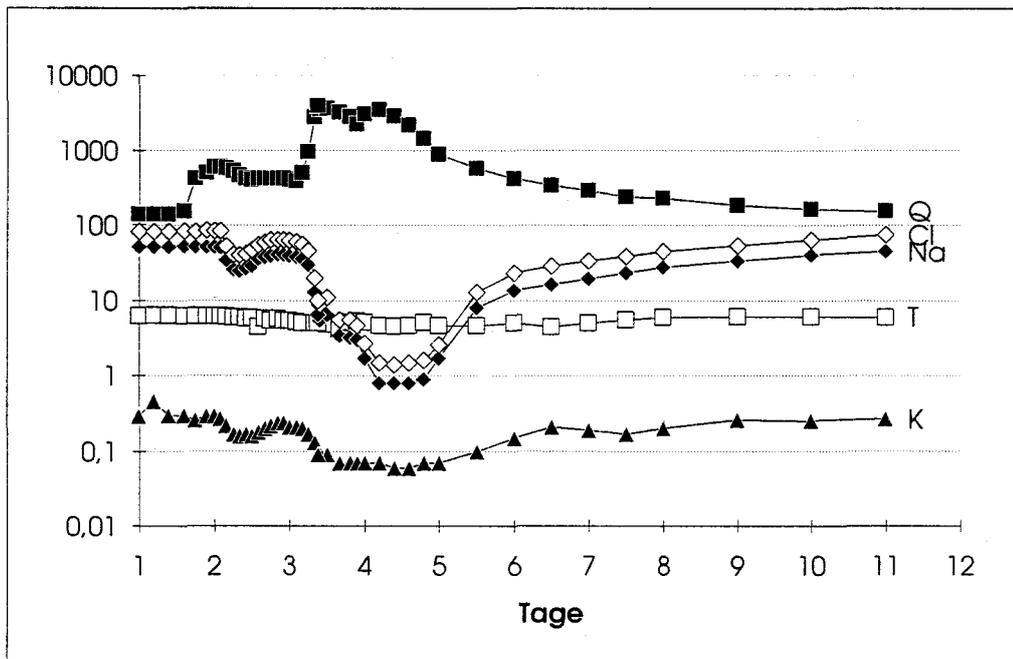


Abb.2: Hydrologisches Modell Schusterbach / Miesbach (ZOJER & BENISCHKE 1986)

H.WIMMER erläutert die hydrochemische und hydrologische Variation der Quellen in Abhängigkeit von Tageszeit, Jahreszeit und meteorologischem Geschehen (s.Abb.3 und 4). Auffällig sind die regelmäßigen und starken Schüttungsschwankungen während der Schneeschmelze, wobei am Nachmittag das Minimum und kurz nach Mitternacht das Maximum der Schüttung erreicht wird.

**KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGEBIRGE / OÖ**  
Variationsanalyse ausgewählter Untersuchungsparameter 24.8.-3.9.1984  
**MIESENBACHQUELLE / LANGWIES**



PARAMETER	
Schüttung	l/s
Chlorid	mg
Natrium	mg
Temperatur	°C
Kalium	mg/l

**DATENGRUNDLAGE**

H.ZOJER  
& R.BENISCHKE  
Hydrogeologie der  
nördlichen  
Kalkvorlpen  
Höllengebirge  
Schafberg  
1986

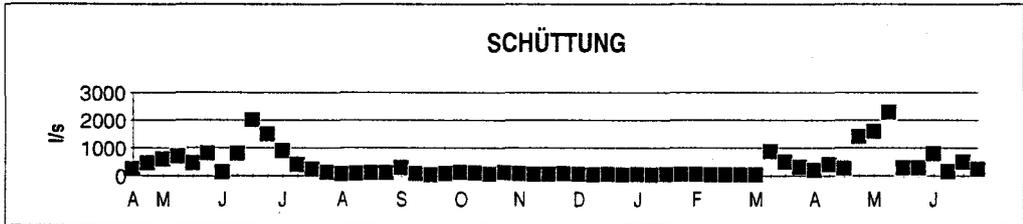
Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.3: Hydrochemische Variationsanalyse der Miesbachquelle 24.8.-3.9.1984  
Datengrundlage: ZOJER & BENISCHKE (1986)

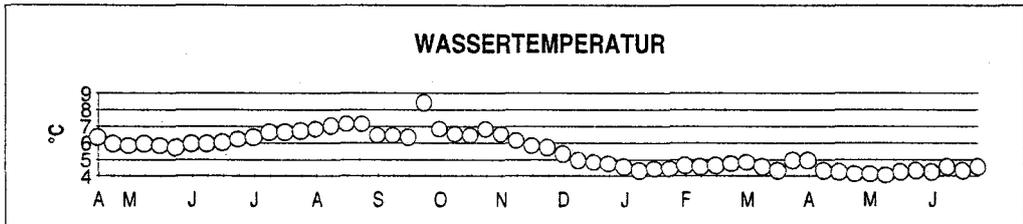
# KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGBIRGE / OÖ

## Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

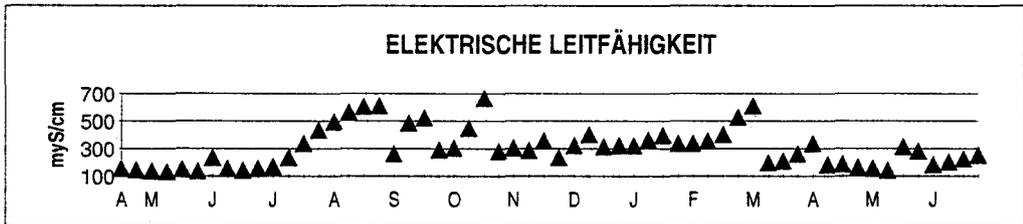
### MIESENBACHQUELLE



Minimum:	20
Maximum:	2300
Mittelwert:	370
St.-Abw.:	504
Abs.Var.:	2280
Rel.Var.%:	99

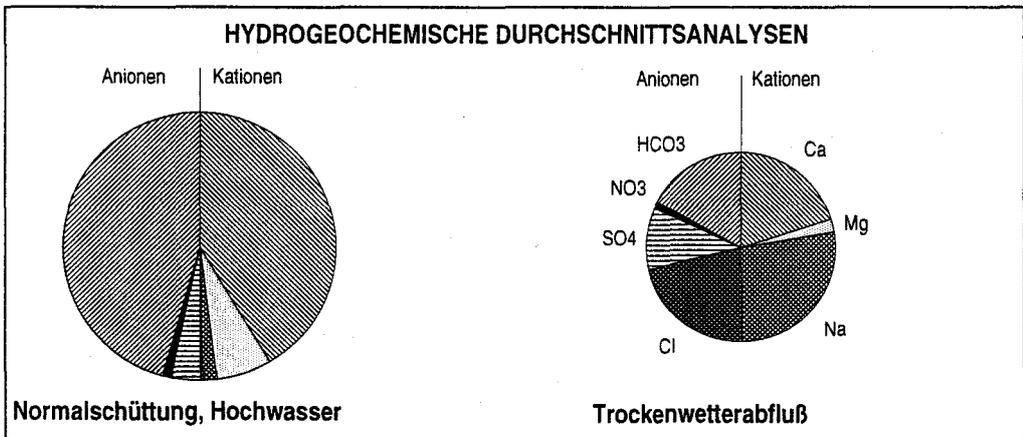
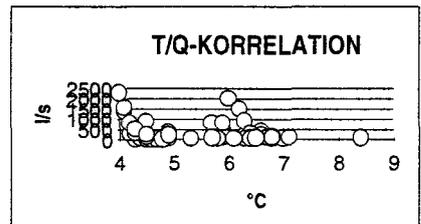
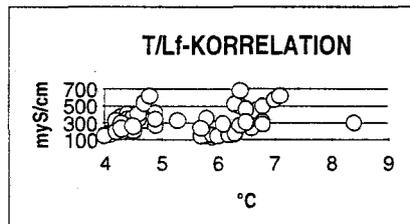
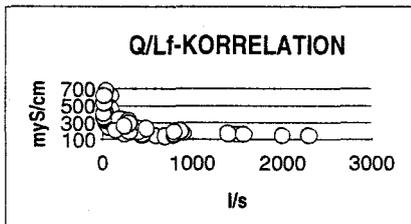


Minimum:	4,0
Maximum:	8,4
Mittelwert:	5,5
St.-Abw.:	1,1
Abs.Var.:	4,4
Rel.Var.%:	52,4



Minimum:	134
Maximum:	670
Mittelwert:	308
St.-Abw.:	142
Abs.Var.:	536
Rel.Var.%:	80

Monate April 1992 - Juni 1993



#### DATENGRUNDLAGE

**H.WIMMER**  
 Karsthydrologische  
 Dauerbeobachtungen  
 im Höllengebirge  
 1992-1993  
  
**P.KLEIN**  
 Hydrogeochemische  
 Untersuchungen 1993

Grafik:  
 H. Wimmer 10/93

Abb.4: Milieuparameteruntersuchungen Miesenbachquelle 1992-1993  
 Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1993)

**2.2.4. Haltepunkt 4  
Karsthochfläche Feuerkogelplateau**

Im Zuge der Besteigung des Heumahdgupfes von der Bergstation der Feuerkogelseilbahn aus wird die Problematik der Karstgefährdung und damit der Zusammenhang mit möglichen Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität der Karstquellen sichtbar.

Im Anschluß daran erläutert R.PAVUZA (s.Beitrag "Die Höhlen...") Methodik und Stand der Arbeiten zur Österreichischen Karstgefährdungskarte, von der aus finanziellen Gründen erst wenige Kartenblätter erschienen sind.

R.BENISCHKE weist auf den tektonisch bedingten signifikanten Entwässerungsunterschied zwischen Höllengebirgs-Südseite und -Nordseite hin.

**2.2.5. Haltepunkt 5  
Westliches Höllengebirge**

W.KOLLMANN berichtet über die im Raum Weißenbach durchgeführten subaquatischen Messungen, die Hinweise auf unter dem Seespiegelniveau in beträchtlicher Menge austretende Karstwässer der Höllengebirgs-Westseite erbrachten.

M.BECKE erläutert die im Zuge einer Tiefbohrung aufgeschlossene Sedimentabfolge im Schüttungsdelta des Äußeren Weißenbaches.

GOK		486,0m	
-10m	Kies	476,0	
		474,2	höchster Grundwasserstand
-13m	Grobschotter	473,0	
-20m	Kies	466,0	
-53m	Seeton	433,0	
-60m	Grobschotter	426,0	
-62m	Kies	424,0	Felsoberkante nicht erreicht

**2.2.6. Haltepunkt 6  
Äußeres Weißenbachtal / Schwarzenbach**

W.GAMERITH und H.WIMMER erläutern die hydrologisch stark von den anderen Großquellen des Höllengebirges abweichende Charakteristik der Schwarzenbachquelle.

Diese tritt knapp über dem Talniveau aus dem Wettersteindolomit aus.

Die Quelle fällt nie trocken, die bisher beobachteten Schüttungsmaxima liegen bei 10.000 l/s, die Minima bei 50 l/s (gemessen an der Straßenbrücke).

Die Analyse des Schüttungsverhaltens bei Herbstniederschlägen zeigt, daß die Quelle erst 2 Tage nach dem Niederschlagsereignis anspringt und mindestens 9 Tage braucht, bevor wieder Trockenwetterabflußverhältnisse hergestellt sind.

In Abb.5 werden die Ergebnisse der Dauerbeobachtungen von WIMMER 1992-93 dargestellt.

Ähnlich wie bei der Miesenbachquelle lassen sich bei geringen Schüttungen erhöhte NaCl-Konzentrationen feststellen. Das durchschnittliche Ca/Mg-Verhältnis beträgt 4:1.

**2.2.7. Haltepunkt 7  
Äußeres Weißenbachtal / Gimbach**

Im Bereich des Einstieges zu den Gimbachkaskaden (Wettersteindolomit) wird durch M.BECKE, W.KOLLMANN und H.WIMMER auf die Problematik der systematischen Erfassung von Karstgrundwasser-Aufschlüssen verwiesen. Besonders diskutiert wird die Aussagekraft und damit der Wert von Messungen der Milieuparameter (s.Abb.6), die so wie im Bereich des Haltepunktes in einiger Entfernung vom eigentlichen Quellaustritt erfolgen. Simultane Messungen durch H.WIMMER am Quellaustritt und bei Eintritt des Baches in die Talsohle ergaben fast identische Bilder hinsichtlich des Chemismus. Eine Veränderung der Zusammensetzung wird durch fehlende Versickerungsmöglichkeiten und das Fehlen nennenswerter Zuflüsse bei gleichzeitig großem Abfluß verhindert. Lediglich große Differenzen zwischen Wasser- und Lufttemperatur sowie starke Niederschlagsereignisse und die Schneeschmelze wirken sich nachvollziehbar verändernd auf die Milieuparameter aus.

Die Quelle entwässert Wettersteinkalk und Hangendpartien von Wettersteindolomit und fällt (so wie alle großen Höllengebirgs-Quellen) nie trocken. Die bisher beobachteten Schüttungsmaxima liegen bei 9.000 l/s, die Minima bei 50 l/s.

Die Analyse des Schüttungsverhaltens bei Herbstniederschlägen zeigt, daß die Quelle einen Tag nach dem Niederschlagsereignis anspringt. 6-7 Tage später ist wieder Trockenwetterabfluß erreicht.

Neben den Karbonaten wirken sich noch Sulfate verändernd auf die Gesamtmineralisation aus. Das Ca-Mg-Verhältnis liegt im Durchschnitt bei 5:1.

**2.2.8. Haltepunkt 8  
Äußeres Weißenbachtal /  
Röhringmoosquellen**

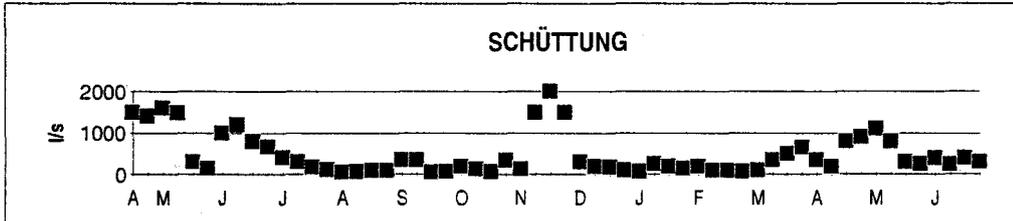
M.BECKE (s.Beitrag "Hydrologische Erkundungen...") erläutert hier im Bereich der Talwasserscheide den Stand seiner hydrogeologischen Arbeiten zur Entwicklung eines Schongebietsvorschlages Weißenbachtal (s.Abb.7). Dabei wird u.a. eine Klärung der Einzugsgebiete der Quellwässer (Höllengebirge / Leonsberg) erwartet.

Die Erläuterung der zeitlichen Entwicklung der Milieuparameter durch H.WIMMER ist in Abb.8 zusammengefaßt. Auffällig sind geringe Schüttungsschwankungen, die auf den Dämpfungseffekt der Alluvionen zurückzuführen sind. Die starke Magnesium-Betonung des Chemismus weist auf die vorwiegend dolomitische Herkunft des Wassers hin.

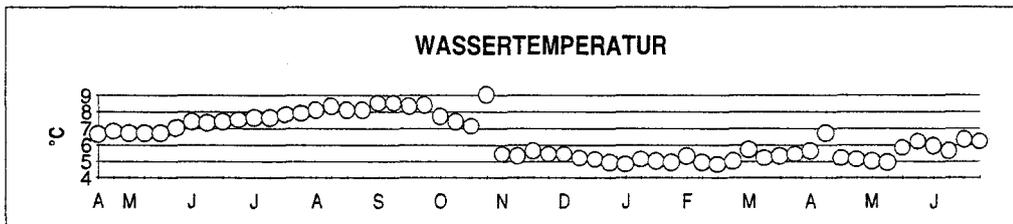
## KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGEBIRGE / OÖ

### Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

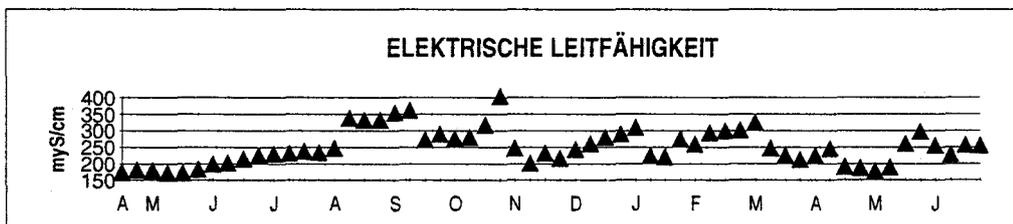
### SCHWARZENBACHQUELLE



Minimum:	50
Maximum:	2000
Mittelwert:	477
St.-Abw.:	495
Abs.Var.:	1950
Rel.Var.%:	98

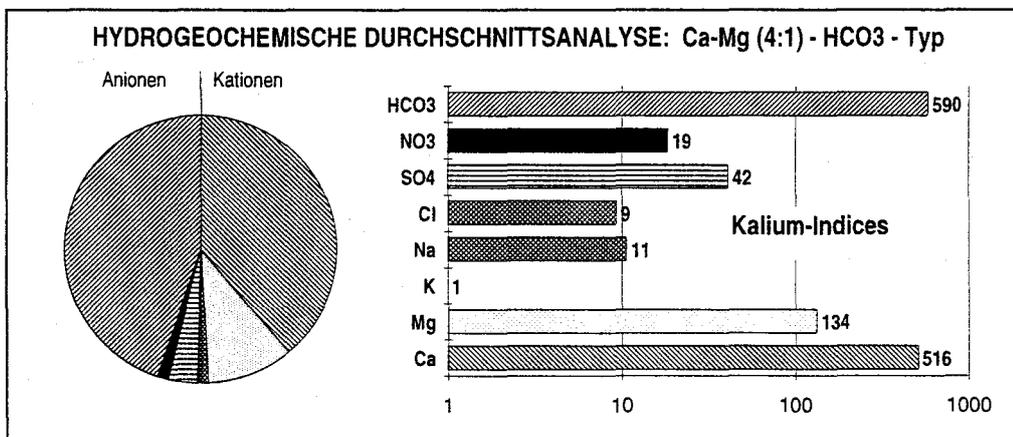
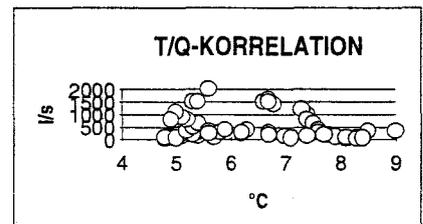
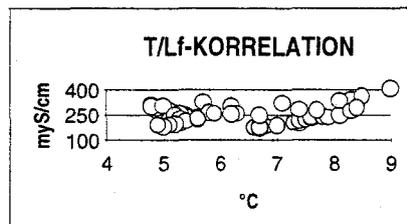
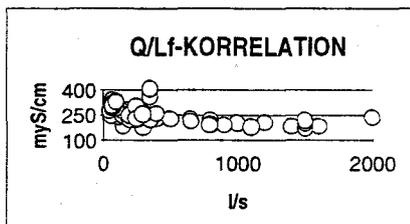


Minimum:	4,8
Maximum:	9,0
Mittelwert:	6,4
St.-Abw.:	1,3
Abs.Var.:	4,2
Rel.Var.%:	46,7



Minimum:	172
Maximum:	405
Mittelwert:	252
St.-Abw.:	53
Abs.Var.:	233
Rel.Var.%:	58

Monate April 1992 - Juni 1993



### DATENGRUNDLAGE

H.WIMMER  
Karsthydrologische  
Dauerbeobachtungen  
im Hölleengebirge  
1992-1993

P.KLEIN  
Hydrogeochemische  
Untersuchungen 1993

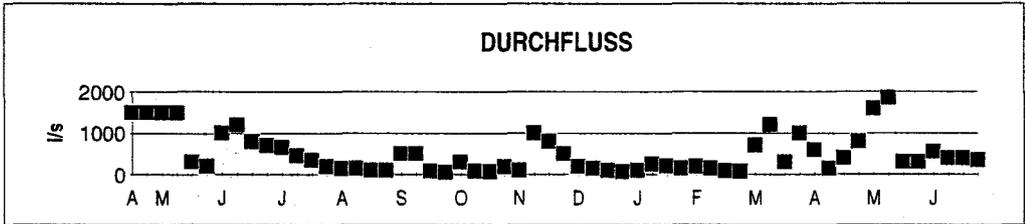
Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.5: Entwicklung der Milieuparameterunter der Schwarzenbachquelle 1992-1993  
Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1993)

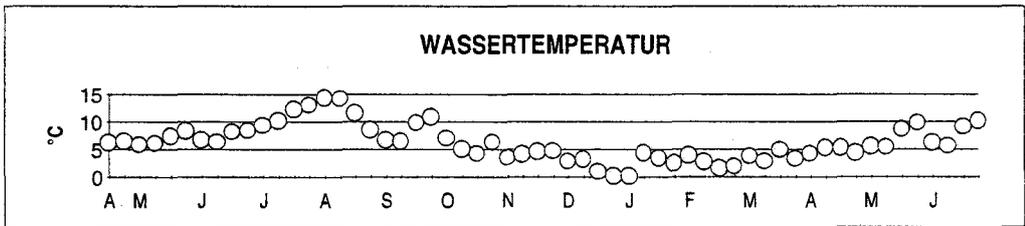
# KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGBIRGE / OÖ

## Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

### GIMBACH



Minimum:	50
Maximum:	1850
Mittelwert:	502
St.-Abw.:	474
Abs.Var.:	1800
Rel.Var.%:	97

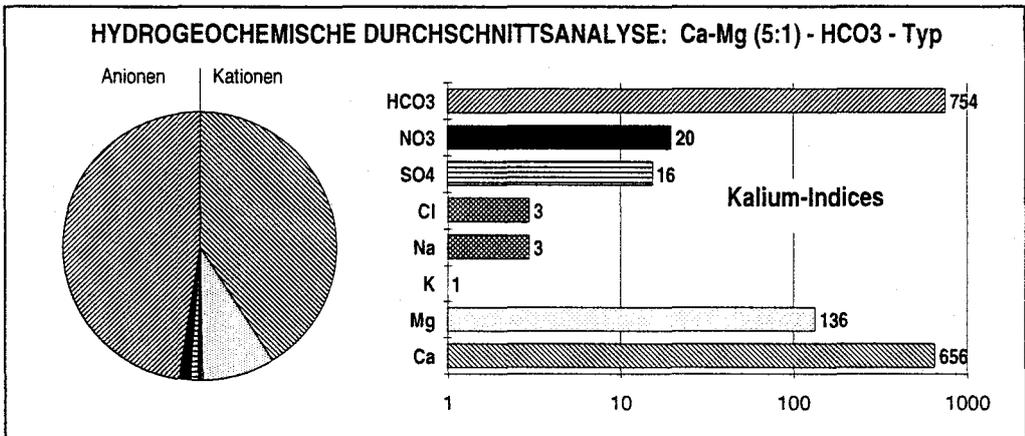
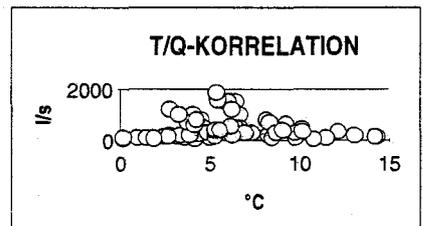
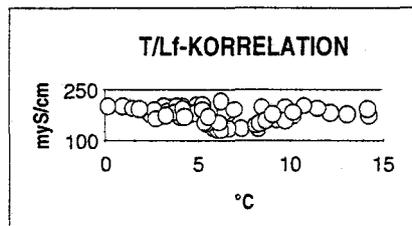
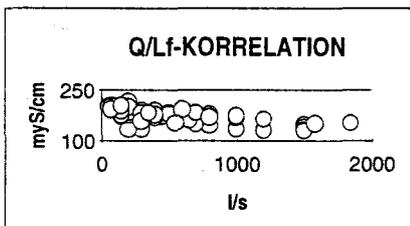


Minimum:	0,2
Maximum:	14,3
Mittelwert:	6,2
St.-Abw.:	3,3
Abs.Var.:	14,1
Rel.Var.%:	98,6



Minimum:	129
Maximum:	214
Mittelwert:	176
St.-Abw.:	22
Abs.Var.:	85
Rel.Var.%:	40

Monate April 1992 - Juni 1993



**DATENGRUNDLAGE**

H.WIMMER  
Karsthydrologische  
Dauerbeobachtungen  
im Höllengebirge  
1992-1993

P.KLEIN  
Hydrogeochemische  
Untersuchungen 1993

Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.6: Entwicklung der Milieuparameter der Gimbachquelle 1992-1993  
Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1993)

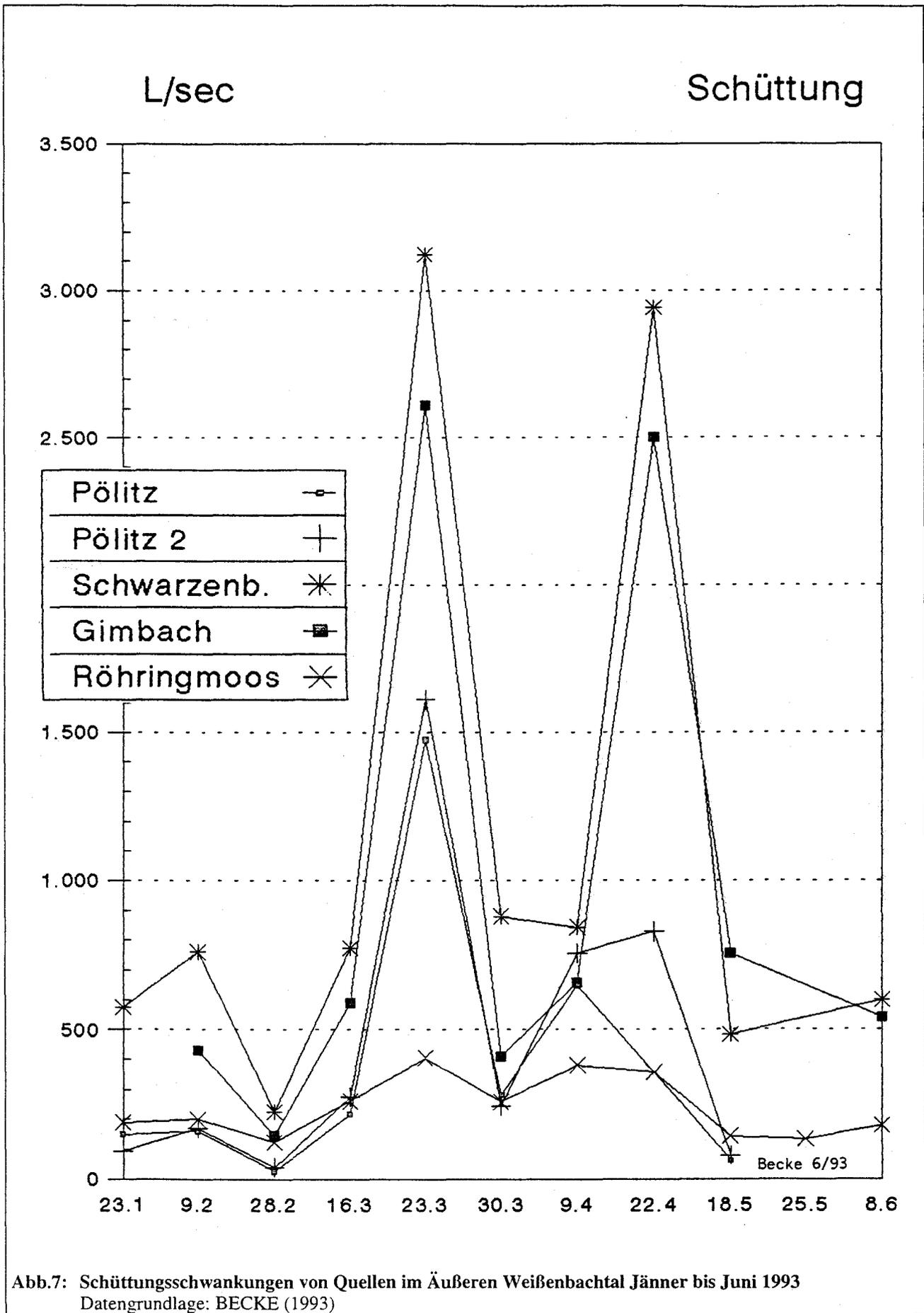
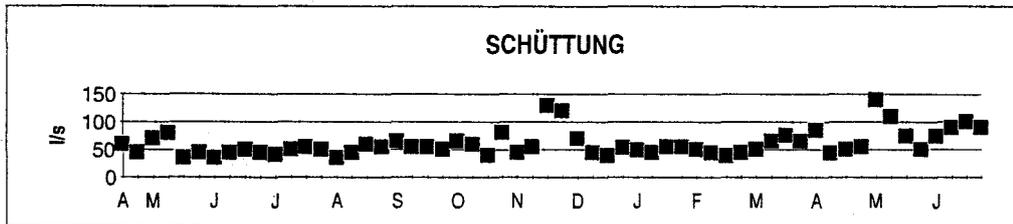


Abb.7: Schüttungsschwankungen von Quellen im Äußeren Weißenbachtal Jänner bis Juni 1993  
 Datengrundlage: BECKE (1993)

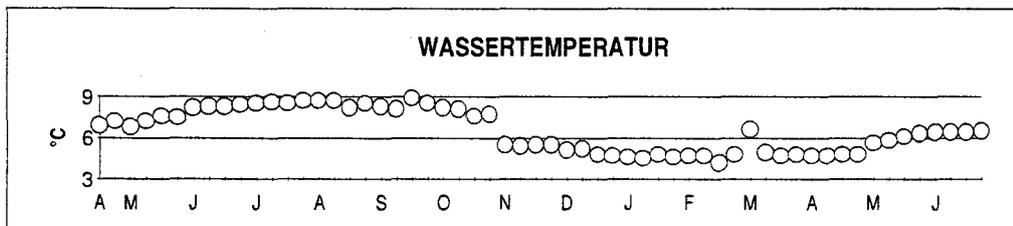
# KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGBIRGE / OÖ

## Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

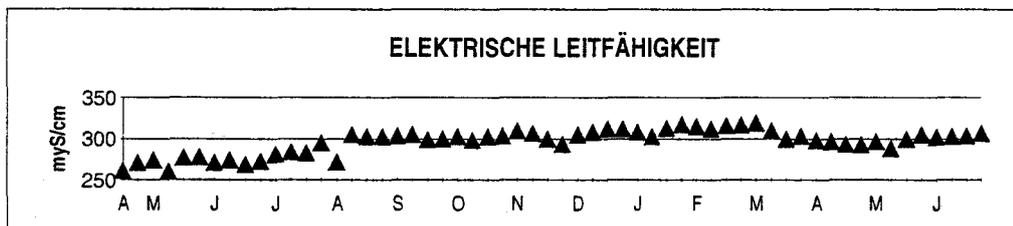
### RÖHRINGMOOS-QUELLE



Minimum:	35
Maximum:	140
Mittelwert:	61
St.-Abw.:	23
Abs.Var.:	105
Rel.Var.%:	75

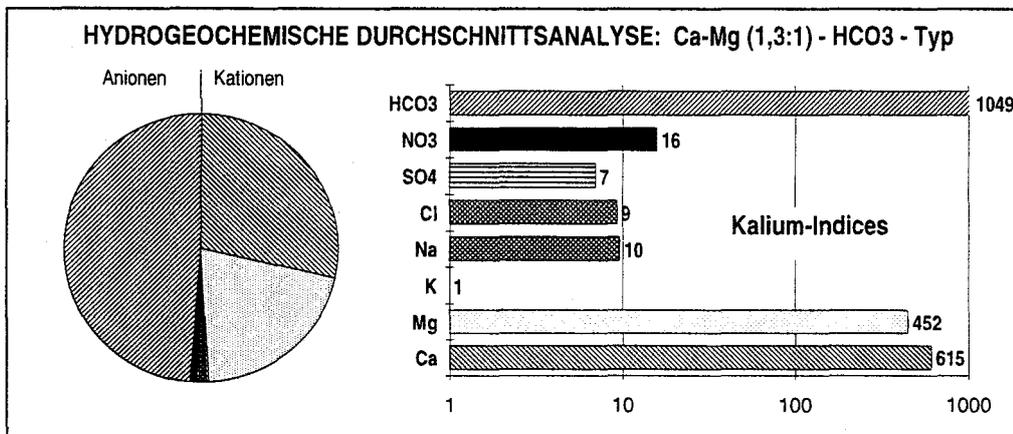
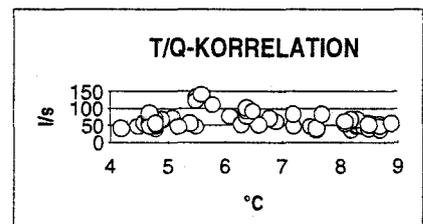
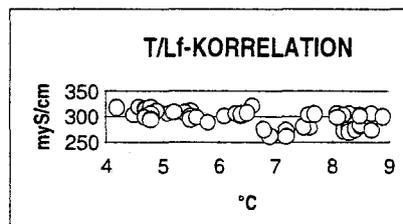
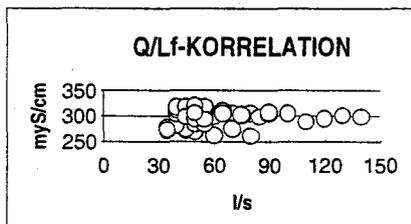


Minimum:	4,2
Maximum:	8,9
Mittelwert:	6,5
St.-Abw.:	1,6
Abs.Var.:	4,7
Rel.Var.%:	52,8



Minimum:	260
Maximum:	320
Mittelwert:	297
St.-Abw.:	15
Abs.Var.:	60
Rel.Var.%:	19

Monate April 1992 - Juni 1993



**DATENGRUNDLAGE**

H.WIMMER  
Karsthydrologische  
Dauerbeobachtungen  
im Höllengebirge  
1992-1993

P.KLEIN  
Hydrogeochemische  
Untersuchungen 1993

Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.8: Entwicklung der Milieuparameter der Röhringmoos-Quellen 1992-1993  
Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1993)

### 2.2.9. Haltepunkt 9 Mitterweißenbachtal / Höllbach

Gebunden an eine Felsbarriere im Wetterstein-Dolomit entwässert an dieser Stelle der Höllbach sein gesamtes Einzugsgebiet. R.BENISCHKE berichtet über abgeschlossene hydrologische Arbeiten in diesem Gebiet.

Der Chemismus und auch die Geologie des Einzugsgebietes ist mit der Gimbachquelle vergleichbar. Das durchschnittliche Ca/Mg-Verhältnis liegt bei 6:1. Auffällige Schwankungen der sehr geringen NaCl-Konzentrationen konnten nicht beobachtet werden.

Die beobachteten Schüttungsmaxima liegen oberhalb von 10.000 l/s und die Minima liegen bei 25 l/s. Bei der Analyse von Herbstniederschlägen zeigte sich allerdings, daß sich die hydrologische Charakteristik von der der Gimbachquelle dahingehend unterscheidet, daß das Anspringen erst zwei Tage nach dem Niederschlagsereignis erfolgt und die Quelle schon 2-3 Tage später wieder ihr vorheriges Schüttungsverhalten zeigt. Die Ergebnisse von Langzeituntersuchungen 1992-1993 von H.WIMMER sind in Abb.9 dargestellt.

### 2.2.10. Haltepunkt 10 Mitterweißenbachtal / Pegelstelle

In dieser klammartigen Durchbruchsstrecke des Mitterweißenbaches (Hauptdolomit) wird das gesamte Einzugsgebiet des Mitterweißenbaches oberflächlich entwässert. Hier ist die Pegelstelle des Hydrographischen Dienstes situiert. Der Abfluß schließt sowohl die Wässer aus dem südöstlichen Höllengebirge als auch die aus dem nordöstlichen Leonsberg-Gebiet ein.

Ergebnisse von Milieuparameteruntersuchungen von H.WIMMER über den Zeitraum 1992-1993 sind in Abb.10 dargestellt. Diesen sind Durchflußmessungen aus dem Vergleichszeitraum 1984/85 gegenübergestellt (ZOJER & BENISCHKE,1986).

Die Ablagerung von Geschiebe bei Hochwasser im Meßbereich macht hier eine oftmalige Korrektur des Pegelschlüssels notwendig. Der Durchfluß steigt bereits wenige Stunden nach Eintritt eines Niederschlagsereignisses stark an (bis zu 30.000 l/s). Zu Zeiten der Schneeschmelze erreicht der tägliche Abfluß um 14Uhr einen Hochpunkt, um Mitternacht einen Tiefpunkt. Die geringsten gemessenen Durchflußmengen liegen bei 150 l/s.

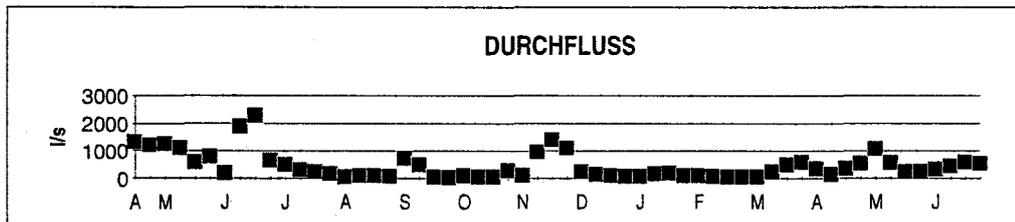
W.KOLLMANN und W.GAMERITH weisen abschließend auf die Verschiedenartigkeit der Entwässerungscharakteristik von Höllengebirge und Leonsberg hin, was in der unterschiedlichen Lithologie der Einzugsgebiete begründet ist.

Dies wird in Abb.11 mit einer Quelldichte-Karte (Anzahl von Quellen pro km<sup>2</sup>) veranschaulicht, die aus den vorliegenden Quell-Kartierungen von GAMERITH & KOLLMANN 1974-1975 sowie von WIMMER 1992-1993 entwickelt wurde.

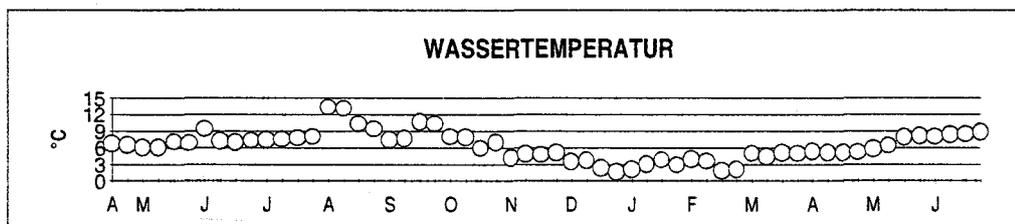
## KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGEBIRGE / OÖ

### Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

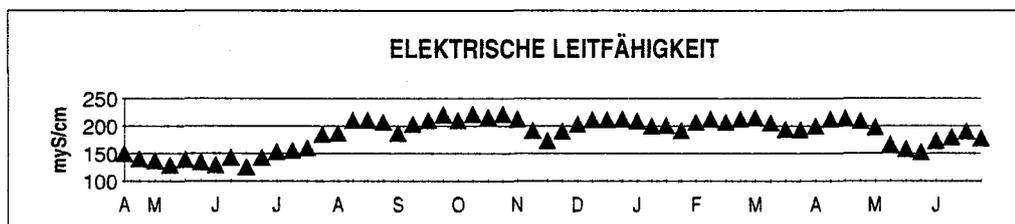
### HÖLLBACH



Minimum:	30
Maximum:	2300
Mittelwert:	459
St.-Abw.:	489
Abs.Var.:	2270
Rel.Var.%:	99

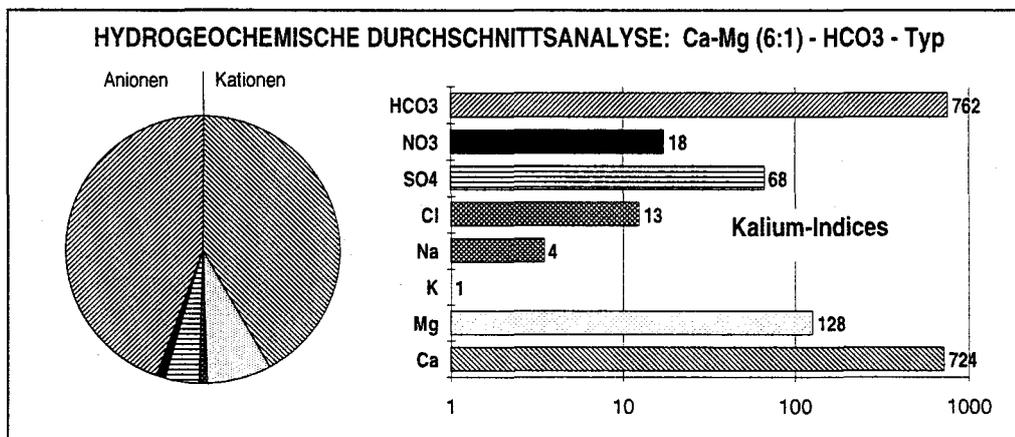
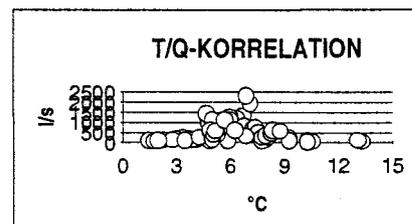
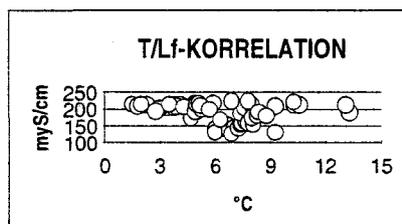
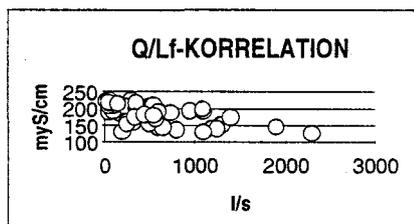


Minimum:	1,5
Maximum:	13,3
Mittelwert:	6,3
St.-Abw.:	2,6
Abs.Var.:	11,8
Rel.Var.%:	88,7



Minimum:	126
Maximum:	223
Mittelwert:	187
St.-Abw.:	29
Abs.Var.:	97
Rel.Var.%:	43

Monate April 1992 - Juni 1993



#### DATENGRUNDLAGE

H.WIMMER  
Karsthydrologische  
Dauerbeobachtungen  
im Höllengebirge  
1992-1993

P.KLEIN  
Hydrogeochemische  
Untersuchungen 1993

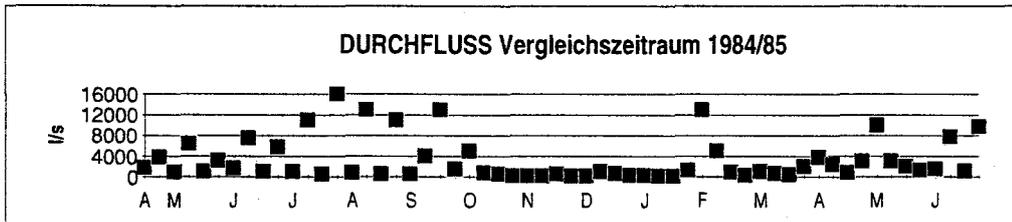
Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.9: Entwicklung der Milieuparameter der Höllbachquelle 1992-1993  
Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1993)

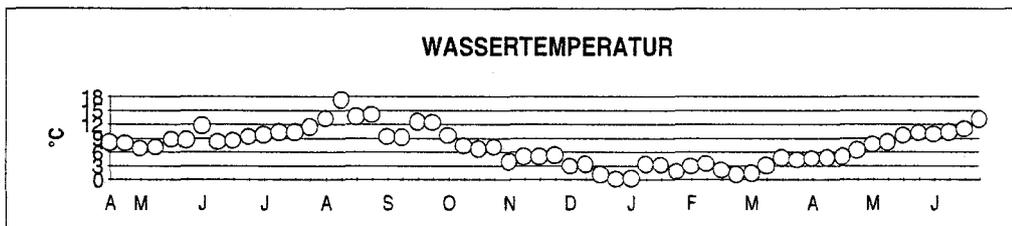
## KARSTWASSERUNTERSUCHUNG HÖLLENGBIRGE / OÖ

### Variation ausgewählter Milieuparameter April 1992 - Juni 1993

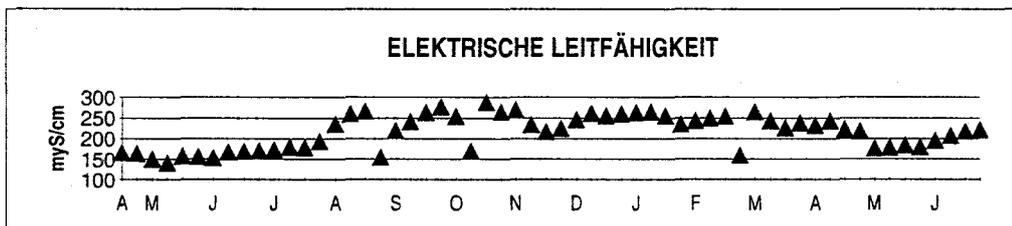
#### MITTERWEISSENBACH PEGELSTELLE



Minimum:	150
Maximum:	16000
Mittelwert:	3233
St.-Abw.:	4076
Abs.Var.:	15850
Rel.Var.%:	99

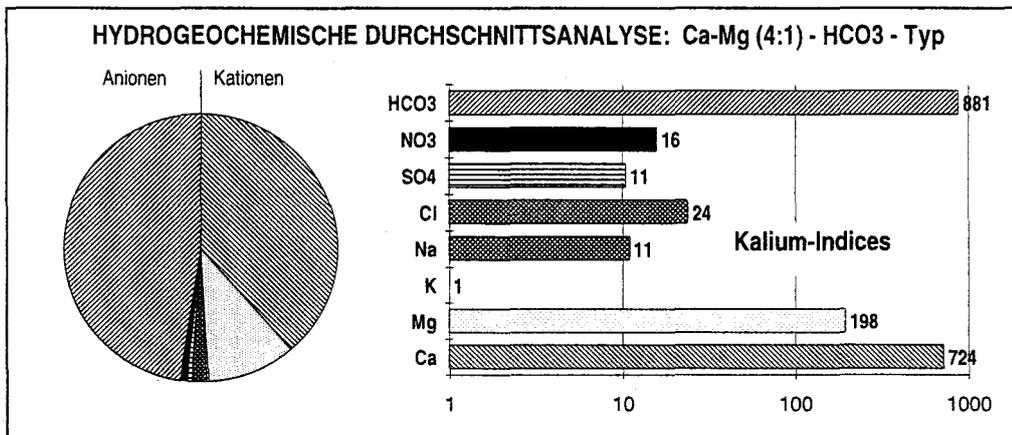
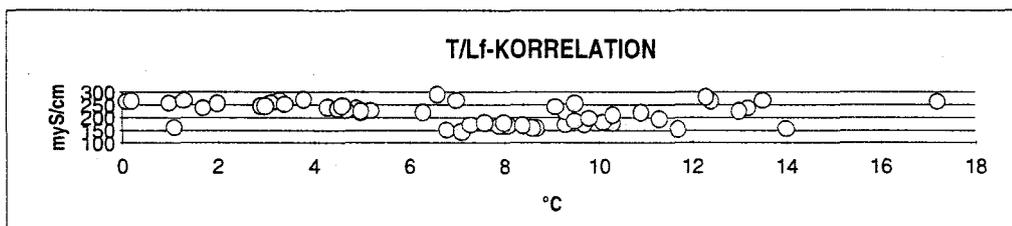


Minimum:	0,1
Maximum:	17,2
Mittelwert:	7,1
St.-Abw.:	3,9
Abs.Var.:	17,1
Rel.Var.%:	99,4



Minimum:	141
Maximum:	288
Mittelwert:	217
St.-Abw.:	42
Abs.Var.:	147
Rel.Var.%:	51

Monate April 1992 - Juni 1993



**DATENGRUNDLAGE**

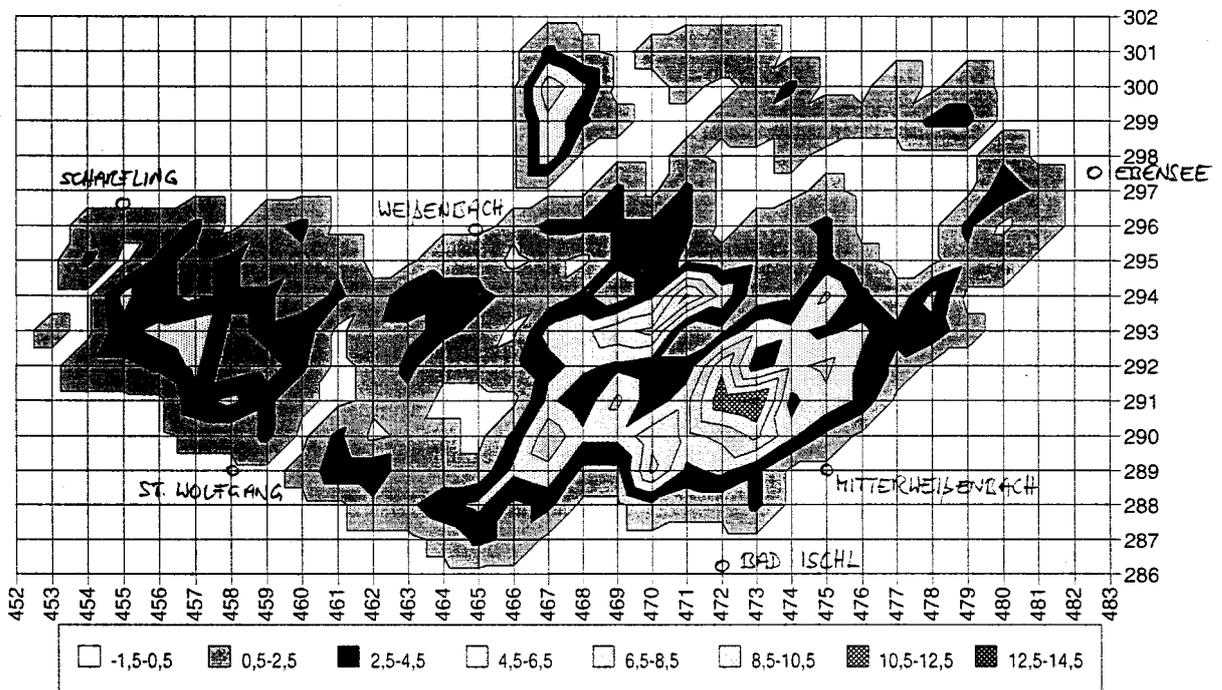
H.WIMMER  
Karsthydrologische  
Dauerbeobachtungen  
im Höllengebirge  
1992-1993  
P.KLEIN  
Hydrogeochemie 1993  
H.ZOJER &  
R.BENISCHKE (1986)

Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.10: Entwicklung der Milieuparameter des Mitterweißenbaches 1992-1993  
Datengrundlage: KLEIN (1993) und WIMMER (1992-1993)

## QUELLDICHTEKARTE Schafberg-Leonsberg-Höllengebirge

Kartenblätter: ÖK 65,66,95,96



Bearbeitet nach Quellenaufnahmen von:

W.GAMERITH & W.KOLLMANN (1974-1975)  
H.WIMMER (1992-1993)

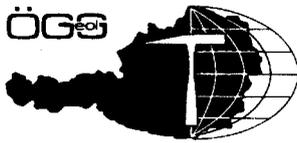


Grafik:  
H. Wimmer 10/93

Abb.11: Karte der Quelldichte des Gebietes Schafberg-Leonsberg-Höllengebirge

### Literatur, Unterlagen

- BENISCHKE R. & H.ZOJER (1986): Hydrogeologie der nördlichen Kalkvorpalen, Höllengebirge-Schafberg, Teil V. Endbericht. - Im Auftrag der Österr. Akademie der Wiss. und des Amtes der O.Ö.Landesregierung Abt. Wasserbau, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- GAMERITH, W. & W.KOLLMANN (1976): Bericht der Aufnahmen 1974 und 1975 im Rahmen des MaB- und OECD-Projektes Attersee der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. - Ms., 5 Abb., Wien.
- KLEIN, P. (1993): Hydrogeochemische Variationsuntersuchungen an Karstwässern des Salzkammergutes. - Ms., Geologische Bundesanstalt, Fachabteilungen Geochemie, Wien.
- WIMMER, H. (1992-1993): Karsthydrologische Dauerbeobachtungen, Milieuparameterstudien und hydrochemische Variationsuntersuchungen im Salzkammergut. - Ms., Geologische Bundesanstalt, Fachabteilung Hydrogeologie, Wien.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.16-25

Wien, Oktober 1993

## Zur Hydrogeologie des Schafberg- und Leonsberggebietes sowie des Höllengebirges

Bericht der Aufnahmen 1974 und 1975 im Rahmen des MaB- und OECD-Projektes  
ATTERSEE der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

von WALTER GAMERITH & WALTER KOLLMANN

Nachdruck des Originalmanuskriptes vom 8.3.1976, mit 5 Abbildungen

*Oberösterreich  
Kalkvorpalen  
Höllengebirge  
Schafberg  
Leonsberg  
Attersee  
Hydrogeologie  
Quellaufnahmen  
Karstgrundwasser*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	17
1.	Einleitung .....	17
2.	Der geologische Aufbau .....	17
3.	Die Quellen.....	17
3.1.	Verteilung und Schüttung der Quellen .....	19
3.2.	Temperaturverhältnisse .....	19
3.3.	Der pH-Wert der Gewässer .....	19
3.4.	Karbonathärte der Gewässer .....	19
3.5.	Gesamthärte und elektrische Leitfähigkeit .....	19
3.6.	Das Calcium-Magnesium-Verhältnis.....	19
3.7.	Auswertung.....	19
4.	Karstformen und -phänomene .....	22
4.1.	Das Schafberg-Leonsberg-Gebiet.....	22
4.2.	Höllengebirge .....	22
5.	Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßfahrt vor dem Südost- und Südufer des Attersees .....	22
5.1.	Fragestellung .....	22
5.2.	Zur graphischen Darstellung.....	22
5.3.	Ergebnisse .....	25
6.	Weiteres Programm .....	25
	Literatur .....	25

### Anschrift der Verfasser

Dr. Walter GAMERITH  
Ingenieurkonsulent für Technische Chemie  
Katzianergasse 9  
A-8010 Graz  
0316-832763

Dr. Walter KOLLMANN  
Geologische Bundesanstalt  
Fachabteilung Hydrogeologie  
Rasumofskygasse 23  
A-1031 Wien  
0222-7125674/58

## Zusammenfassung

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die systematischen Quellaufnahmen, die eine Grundvoraussetzung für die weiterführenden Forschungsaktivitäten zur Abgrenzung der hydrogeologischen Wasserscheiden in der südlichen kalkalpinen Umrahmung des Attersees bilden. Weiters wird ein Verfahren zur Abschätzung bzw. Verifizierung der vermuteten starken subaquatischen Quellaustritte in den Attersee vorgestellt.

Die vorliegende Arbeit ist der Nachdruck des bislang unveröffentlichten Originalmanuskriptes aus dem Jahre 1976.

## 1. Einleitung

Im Einzugsgebiet des Attersees bilden besonders jene Gebiete unbekannt hydrogeologische Wasserscheiden, welche aus Karbonatgesteinen aufgebaut werden. Da die Fläche des Einzugsgebietes zu den geographischen Grundlagen jeder gewässerkundlichen Arbeit gehört, wurde uns die Aufgabe gestellt, den Einzugsbereich des Attersees mit hydrogeologischen Methoden festzustellen und abzugrenzen. Daneben sollte die Frage subaquatischer Zuflüsse im Attersee behandelt werden. Zu den wichtigsten Voraussetzungen zur Klärung dieser Fragen gehörte das Feststellen der vorhandenen Quellen und Schwinden, wodurch ein erster Überblick über die unterirdische Entwässerung ermöglicht wurde. Weitere geographische, geologische und chemische Untersuchungen führten schließlich zu Markierungsversuchen, die als abschließende Aktionen eine Abgrenzung des tatsächlichen Einzugsgebietes im Bereiche der Kalkvoralpen herbeiführen sollten.

Bis Ende 1975 konnte die Quellaufnahme in zwei großen Gebieten durchgeführt werden, nämlich im Schafberg-Leonsberggebiet (1974) und im Höllengebirge (1975). Die beiden Räume werden vom Mitterweißenbach (Aufnahmegebiet KOLLMANN) und dem Äußeren Weißenbach (Aufnahmegebiet GAMERITH) hydrographisch getrennt und von folgenden Gewässern (im Uhrzeigersinn) begrenzt: Attersee-Kienbach-Aurach-Langbathbach-Traun-Ischler Ache-Wolfgangsee-Krottensee-Eglsee-Mondsee-Mondseer Ache-Attersee.

## 2. Der geologische Aufbau

Das zu den Kalkvoralpen gehörende Gebiet (Abb.1) baut sich aus der "tirolischen" Fazies auf, welche über die "Lechtaldecke" geschoben wurde. Dieses Deckenelement wurde in der älteren Literatur "Tirolischer Vorstoß" genannt, nach E.SPENGLER heißt die Einheit "Staufen-Höllengebirgsdecke". Sie nimmt große Teile der Nördlichen Kalkalpen ein und begräbt tiefere Bauelemente unter sich. B.PLÖCHINGER (1973) unterscheidet dabei das nördliche "Schafberg-tirolikum" und das südliche "Osterhorntirolikum".

Die Gesteine der Trias sind besonders stark vertreten; es sind dies vor allem Wettersteinkalk und Wettersteindolomit (Ladin), Hauptdolomit (Nor) sowie Raibler Schichten (Karn). Die im Schafberggebiet eingefalteten Ablagerungen des Jura bestehen aus Lias-Crinoiden- und Brachiopodenkalk und aus buntem Lias- und Liasspongienkalk sowie Plassenkalk. Im Süden, am Wolfgangsee, gibt es einige Vorkommen von bunten Kiesel- und Radiolarienschichten, Liasfleckenmergel und Gosamerigel. Die nordwärts gerichtete Überschiebungstendenz zeigt sich in der bevorzugten südlichen Einfallrichtung der Schichten. Nördlich des Höllengebirges treten in den sogenannten "Langbathschollen" Äquivalente der Lechtaldecke hervor. Einen Überblick über die geologische Situation gibt die geologische Übersichtskarte (Abb.1).

In der Oberflächenformung unterscheidet sich das Schafberg-Leonsberggebiet vom Höllengebirge insofern, als es keinen Plateaucharakter hat und sehr stark untergliedert ist. Ebenso vielgestaltig wie das Relief ist der Gesteinsaufbau. Das Höllengebirge stellt dagegen ein lithologisch recht einheitliches Karstmassiv (Wettersteinkalk und -dolomit) mit ausgeprägtem Plateau dar. Die morphologische Entwicklung begann im Miozän und setzte sich in Form von mehrmaligen Höherschaltungen bis ins Pleistozän fort, wodurch die Bildung von Niveaus, aber auch deren neuerliche Zerstörung durch randliche Erosion, in verschiedenen Höhen ermöglicht wurde. Ebenso wie die (Bruch-) Tektonik haben die im Laufe der Zeit entwickelten Erosionsniveaus Einfluß auf die unterirdische Entwässerung.

## 3. Die Quellen

Lage, Temperatur, Hydrochemie und Schüttung der Quellen bilden zunächst die wichtigste Grundlage bei der Erforschung der rezenten unterirdischen Entwässerung. Das Auftreten wird vom Wechsel der Gesteinschichten (stratigraphisch, tektonisch), von der Anlagerung undurchlässiger Schichten, von lokalen Erosionsbasen und von Schuttanhäufungen verursacht. Für genauere Rückschlüsse auf die Tiefe und Höhe des Einzugsgebietes sowie dessen petrographische Beschaffenheit müssen die Werte der Wassertemperatur, isotopenhydrologische und chemische Daten herangezogen werden.

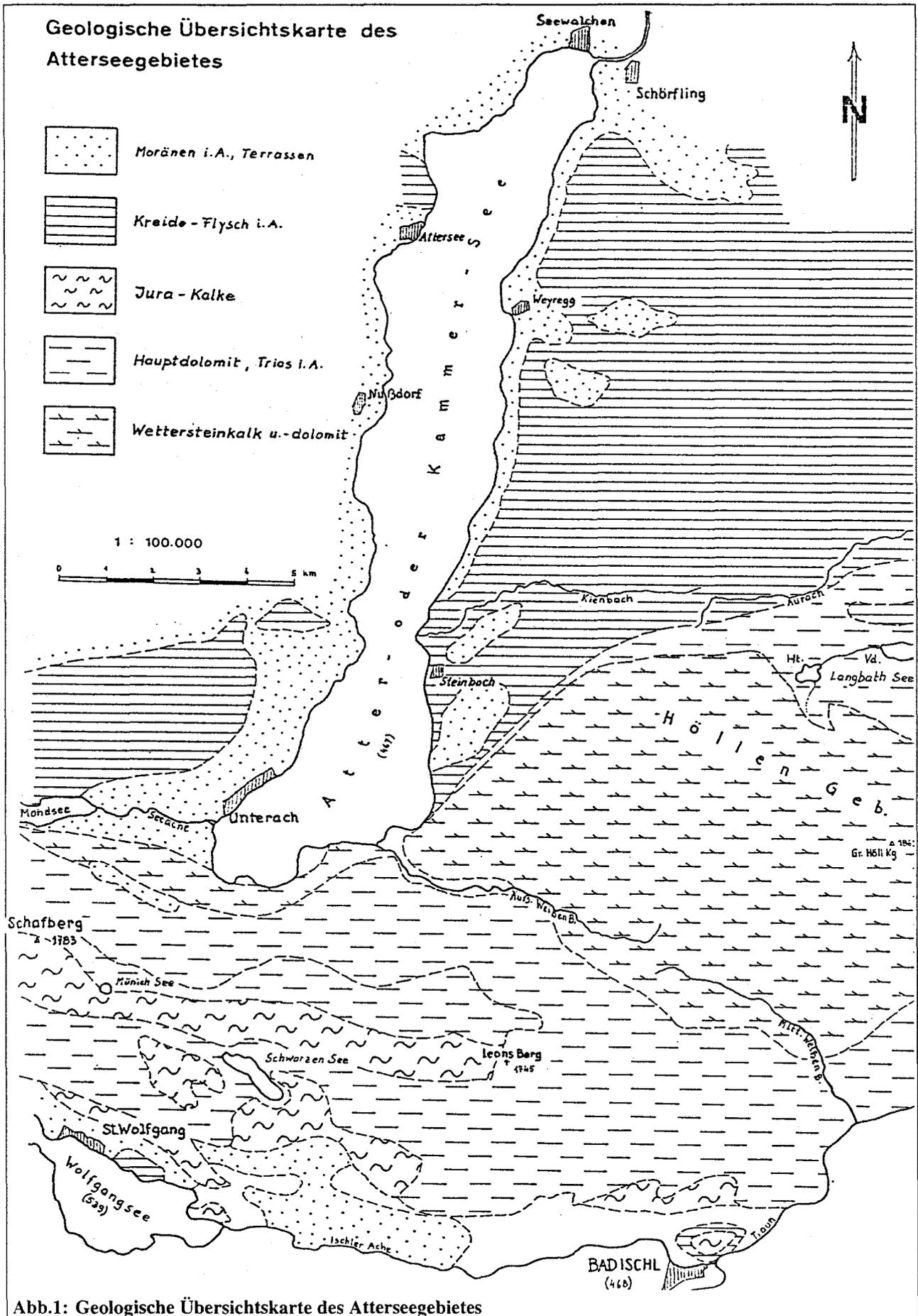


Abb.1: Geologische Übersichtskarte des Atterseegebietes

### 3.1. Verteilung und Schüttung der Quellen

Wie die Aufnahme in den Sommer- und Herbstmonaten der Jahre 1974 und 1975 zeigte, tritt im Schafberg-Leonsberggebiet eine größere Zahl von Quellen auf als im Höllengebirge, doch ist ihre Ergiebigkeit allgemein als begrenzt zu bezeichnen. Das Fehlen des den großen Kalkmassiven eigenen Plateaus läßt die Massierung der Quellaustritte am Rande lange nicht so stark hervortreten wie beim Höllengebirge. Die Schüttungen gehen über 50 l/s nicht hinaus (Niederwasser). Zu den starken Quellen gehören die Quellen beim Kaiserbrunnen (zusammen ca. 20 l/s), die Lasseralmquellen (ca. 40 l/s) und die Quellen bei Rußbach (Abb.2).

Beim Höllengebirge liegen weniger, aber stärkere Quellen vor, die sich alle an den Fuß des Massives halten (Abb.3). Das Plateau selbst weist keine größeren Quellen auf. Die ergiebigsten Wasseraustritte sind der Höllbach-Ursprung (H29, ca. <1500 l/s), der Gimbach-Ursprung (H65, ca. <1000 l/s) sowie der Schwarzenbach-Ursprung (H73, ca. <700 l/s). Bedeutsam sind auch die Miesenbachquellen (H14) und die benachbarte Schusterbachquelle (H15), welche einige hundert Liter pro Sekunde schütten können. Im Norden des Höllengebirges muß die Kaltenbachquelle (H9) mit ca. 100 l/s erwähnt werden, ansonsten gibt es an der Nordseite überraschend wenige und schwache Quellen (der Aurach-Ursprung z.B. wies eine Schüttung von nur 4 l/s auf und auch an der Westseite gibt es keine Quellen, die mehr als 10 l/s bei Trockenheit schütten). Die im Norden relativ hoch aufsteigenden Flyschgesteine lassen bedingt durch die nach Süden einfallenden Lagerungsverhältnisse offensichtlich nur wenige Wässer austreten.

### 3.2. Temperaturverhältnisse

Da die höchstgelegenen Quellen im Schafberggebiet zu finden sind (S113, S114), ergeben sich hier die niedrigsten Temperaturen (ca. 3°C zur Aufnahmezeit im Jahr 1974). Die tiefergelegenen größeren Quellen hatten Temperaturen von 6-7°C (Kaiserbrunnen 6,8°C, Lasseralm 6,1°C). Messungen über größere Zeiträume liegen nicht vor.

Beim Höllengebirge zeigen fast alle größeren Quellen Temperaturen von unter 6°C (Höllbach-Ursprung 5,0°C, Gimbach-Ursprung 5,1°C), während die schwächeren Quellen Temperaturen von 7-9°C aufwiesen. Die relativ hohe Temperatur der Schwarzenbachquelle (9,1°C) dürfte einerseits durch einen anderen lithologischen Aufbau des Einzugsgebietes und/oder andererseits durch einen größeren Tiefgang der Karstbasis bedingt sein.

### 3.3. Der pH-Wert der Gewässer

Dem geologischen Aufbau entsprechend lag der pH-Wert durchwegs im basischen Bereich. Die auftretenden Differenzen waren sehr gering und gingen über

7,5 bzw. 7,3 kaum hinaus. Der durchschnittliche Wert lag bei 7,45.

### 3.4. Karbonathärte der Gewässer

Das Vorherrschen der HCO<sub>3</sub>-Anteile unter den Anionen macht in Wässern aus Karbonatgesteinen naturgemäß den größten Teil der Gesamthärte aus. Die Karbonathärte lag bei den aufgenommenen Quellen zwischen 3,78°dH (Höllbach-Ursprung) und 11,42°dH (S205).

### 3.5. Gesamthärte und elektrische Leitfähigkeit

Diese beiden Werte gehen Hand in Hand und geben Auskunft, daß in der Gruppe der Kationen außer den Erdalkalien keine wesentlichen Alkalikonzentrationen (Na, K) vorliegen. Wie schon erwähnt, macht den größten Teil der Gesamthärte die Karbonathärte aus, die restliche Härte wird von Chloriden, Sulfaten etc. gebildet. Die geringste Gesamthärte wurde beim Höllbachursprung (4,07°dH, 116µS/20°C), die höchste bei der Quelle S205 (12,48°dH, 340µS/20°C) ermittelt. Die Bestimmung erfolgte durch Titration mit einer 0,02n bzw. 0,01n Titriplex-Lösung unter Pufferung mit 1ml 25% Ammoniak gegen einen Indikatorpuffer.

### 3.6. Das Calcium-Magnesium-Verhältnis

Besonders aufschlußreich für die petrographische Beschaffenheit des Einzugsgebietes von Quellen ist der prozentuelle Anteil von Magnesium bzw. Calcium. Durch diese Bestimmung (F.BAUER, 1969) kann eine Unterteilung der Wässer in Kalk-, Misch- oder Dolomitwässer vorgenommen werden. Im Höllengebirge herrschen die Kalkwässer vor. Die niederen Bereiche im Süden leiten über zu einer Zone, welche vor allem das Gebiet nördlich des Schafberges und Breitenberges umfaßt und von dolomitischen Wässern gekennzeichnet ist. Zu dieser Gruppe gehören auch die Lasseralm-Quellen. Der Hauptdolomit ist hier als oberflächennah eng geklüftetes Speichergestein weit verbreitet.

### 3.7. Auswertung

Die systematische Quellaufnahme stellt eine grundlegende und aufwendige Arbeit dar, der wirtschaftliche und technische Bedeutung zukommt. Im vorliegenden Fall dient sie zusammen mit den chemischen, geologischen und morphologischen Daten zur Klärung des Einzugsgebietes des Attersees im Bereiche der Karbonatgesteine mit Hilfe von Markierungsversuchen.

Alle Meßdaten der bisherigen Aufnahme betreffen nur die Aufnahmezeit und können für Vergleiche nur bedingt herangezogen werden. Zur Darstellung wurden Quellkartogramme gezeichnet, wobei die Schüttung durch Größe von Kreisen angezeigt wird. Farben geben die Werte der Temperaturen und des Chemismus wieder.

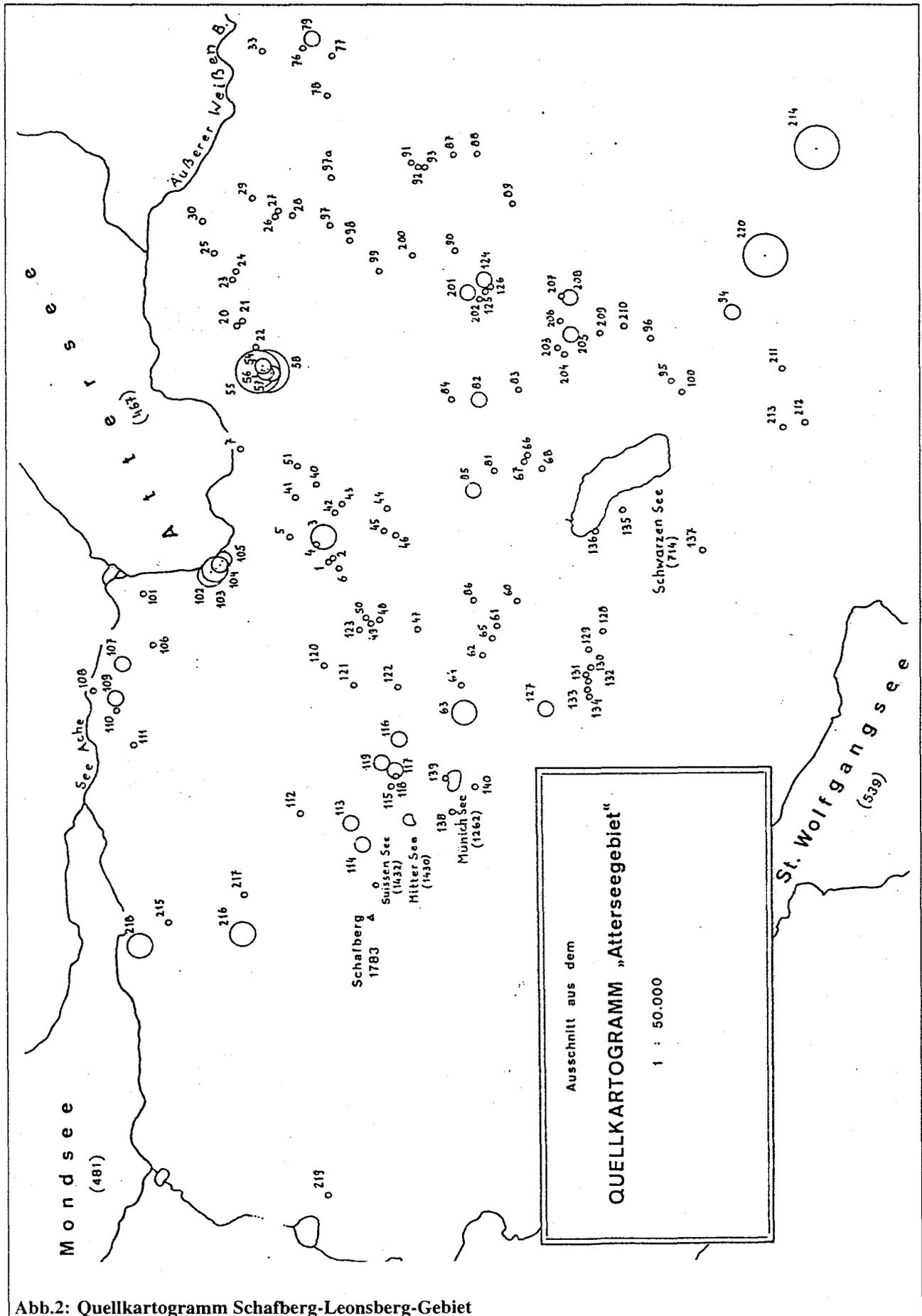
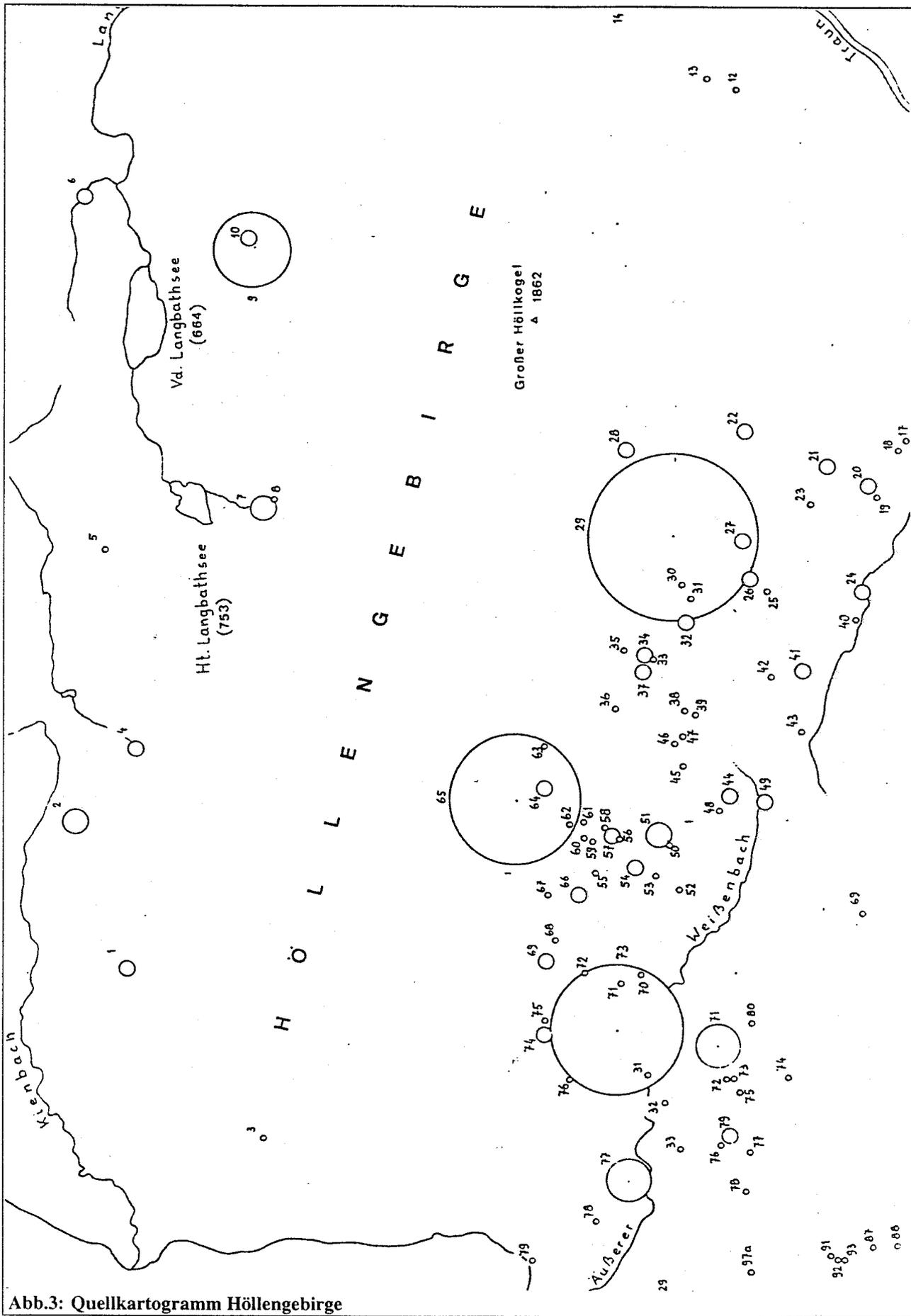


Abb.2: Quellkartogramm Schafberg-Leonsberg-Gebiet



Weiters wurde ein Quellkataster angelegt, in dem alle Daten (Quellentyp, Lage, Vegetation, Höhe, Schüttung, Temperatur, Chemismus, Skizzen, Bilder etc.) der Quellen verzeichnet sind. Dieser wurde dem Archiv der Fachabteilung Hydrogeologie an der Geologischen Bundesanstalt in Wien einverleibt und bildet die Grundlage für alle daran anknüpfenden Folgeuntersuchungen. Außerdem wurde jede aufgenommene Quelle mit ihrer Nummer und jeder wichtige Punkt (z.B. Ponor, Doline) in die Österreichische Karte 1:50.000 entsprechend dem GBA-H: Nummernsystem eingetragen.

#### 4. Karstformen und -phänomene

Neben der Aufnahme von Quellen muß nach Versickerungsstellen, Schwinden, Höhlen und anderen Karsthohlformen gesucht werden, weil sie für das Einbringen von Markierungsstoffen benötigt werden. Schachthöhlen können unter Umständen einen direkten Kontakt zu einem unterirdischen Karstwasserspiegel gestatten.

##### 4.1. Schafberg-Leonsberggebiet

Obwohl dieses Gebiet keine besonders großen Quellen zu verzeichnen hat, verfügt es über eine Anzahl aktiver Versickerungsstellen und Schwinden, wie sie beim Höllengebirge bis jetzt noch nicht gefunden werden konnten. Die starke morphologische Gliederung und das Vorhandensein junger abdichtender Sedimente begünstigt das Funktionieren alter Karstwasserwege. Besonders interessant ist das Polje und die Schwinde beim Halleswiessee (781m), wo 50 l/s und mehr der unterirdischen Wasserzirkulation zugeführt werden. Daneben sei noch auf die Kohlbachversickerung (Eisenau), auf die unterirdische Entwässerung des Suisen-, Mitter- und eventuell München-Sees sowie auf andere kleine Versickerungen hingewiesen.

##### 4.2. Höllengebirge

Am trockenen Höllengebirgs-Plateau, welches durch mehrere tiefe Einsenkungen unterteilt wird, ist das Auffinden von für Markierungsversuche geeigneten Schwinden schwierig. Die kuppige Hochfläche ist zwar von Dolinen, Spalten und Schloten übersät, doch die Beurteilung, welche dieser Hohlformen die beste Verbindung zur unterirdischen Entwässerung herstellt, ist problematisch. Es muß auch die Erreichbarkeit und die Versorgung mit Wasser für eine Tracereinspeisung berücksichtigt werden. Gewisse Möglichkeiten haben sich beim Hochleckenhaus, beim Brunnkogel und bei der Hirschlucken ergeben. Die meisten Dolinen, Spalten und Schlote sind verstürzt, bzw. von feineren Sedimenten verlegt, sodaß Zugang und Sicht nicht möglich ist, das Wasser jedoch weitgehend ungehindert überall in die Tiefe eindringen kann. Besonders Augenmerk wurde den tiefen Einsenkungen im

Höllengebirge geschenkt, da sie als lokale Erosionsbasis am ehesten Wasser und Schluckstellen aufweisen können (Pfaffengraben, Eisenau, Steinbacher Pfaffengraben). Bis jetzt konnte diese Vermutung in diesen durch den Latschenbewuchs äußerst schwer zugänglichen Gebieten noch nicht bestätigt werden. Der östliche Teil des Höllengebirges muß noch genauer untersucht werden.

#### 5. Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßfahrt vor dem Südost- und Südufer des Attersees

##### 5.1. Fragestellung

Mit dem Ziel der Untersuchung und Feststellung von Karstwasserzutritten, die als subaquatische Quellen unterhalb des Verschnittes von Bruchstörungen mit der Wasseroberfläche vermutet worden sind, wurde die Methode der Lotungen mit kombinierten physikalisch-chemischen Messungen eingesetzt. Diese mit einer Platte vorgenommenen Meßfahrten fanden vom 22. bis 24.8.1975 statt (Abb.4). Die ca. 30 bis 100m vom Ufersaum durchgeführten Messungen erfolgten gewöhnlich in Tiefen von 20cm, 5m, 10m, 15m, 20m etc. bis 45m. Das Gerät wurde von Prof.Dr.C.JOB vom Balneologischen Institut der Universität Innsbruck zur Verfügung gestellt, wofür wir zu besonderem Dank verpflichtet sind.

##### 5.2. Zur graphischen Darstellung

Mittels eines Computerprogrammes (LOTKOLL, erstellt von W.KOLLMANN 1975 am interfakultären Rechenzentrum der Universität Graz auf IBM 1130) wurden die Daten ausgewertet. Zu diesem Zweck wurde das Programm so gestaltet, daß jeweils die thermische Tiefenstufe (Meter pro 1°C) zwischen den einzelnen Messungen durch Interpolation berechnet wird. Die in den Bereichen von 5m (zwischen den Meßtiefen) linear angenommene Temperaturabnahme wurde durch Summierung der jeweiligen Tiefenstufe - von einer ganzzahligen Isotherme ausgehend - gewonnen. Mit Hilfe dieses Programmes konnten die Linien gleicher Temperatur in der entsprechenden Tiefe im Profil graphisch geplottet werden (Abb.5).

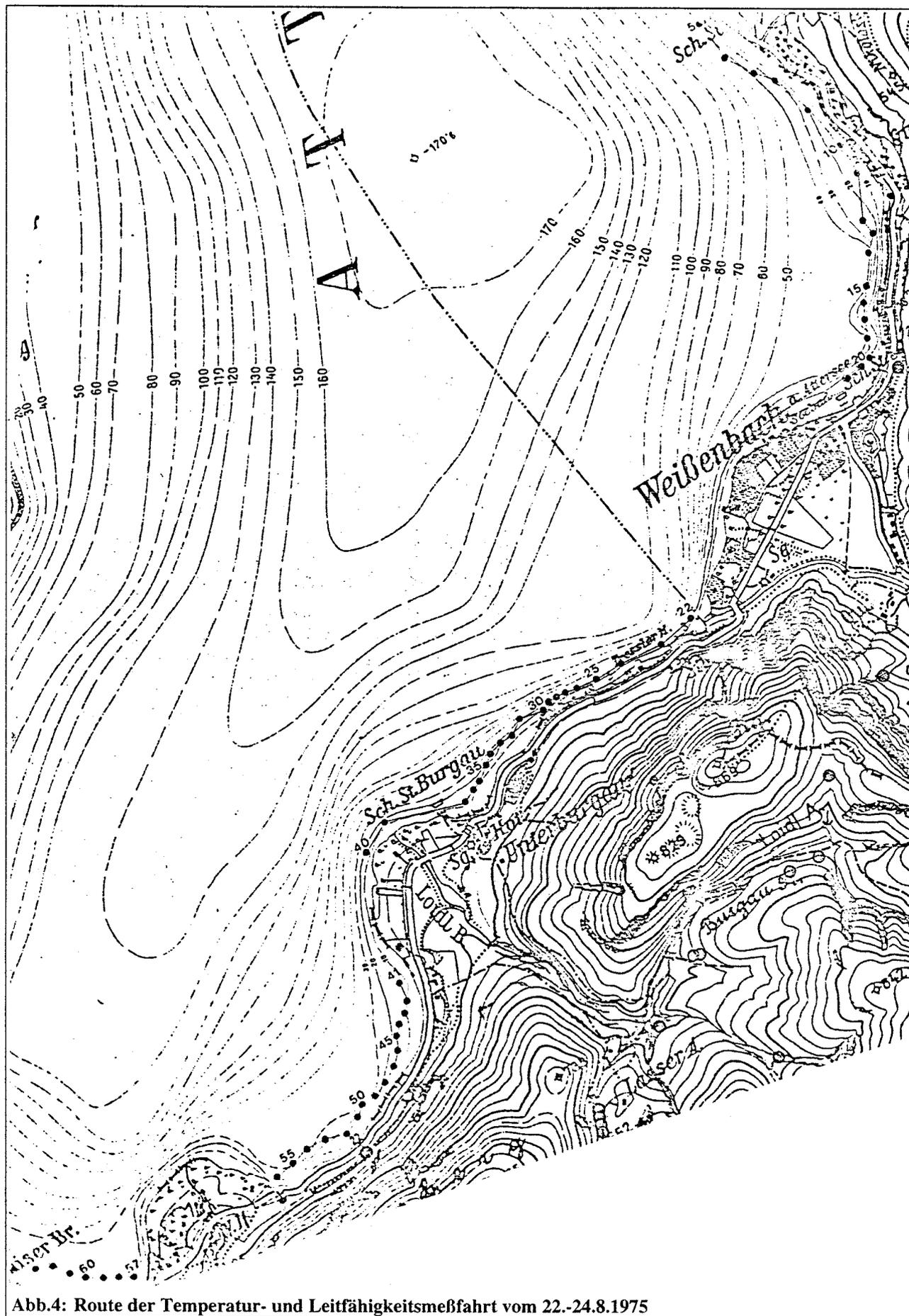


Abb.4: Route der Temperatur- und Leitfähigkeitsmessfahrt vom 22.-24.8.1975

Ausschnitt aus dem Diagramm "Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßfahrt am Süd- und Südostufer des Attersees vom 22. 8. bis 24. 8. 1975, ISOTHERMEN", von W. KOLLMANN

## Höllengebirge

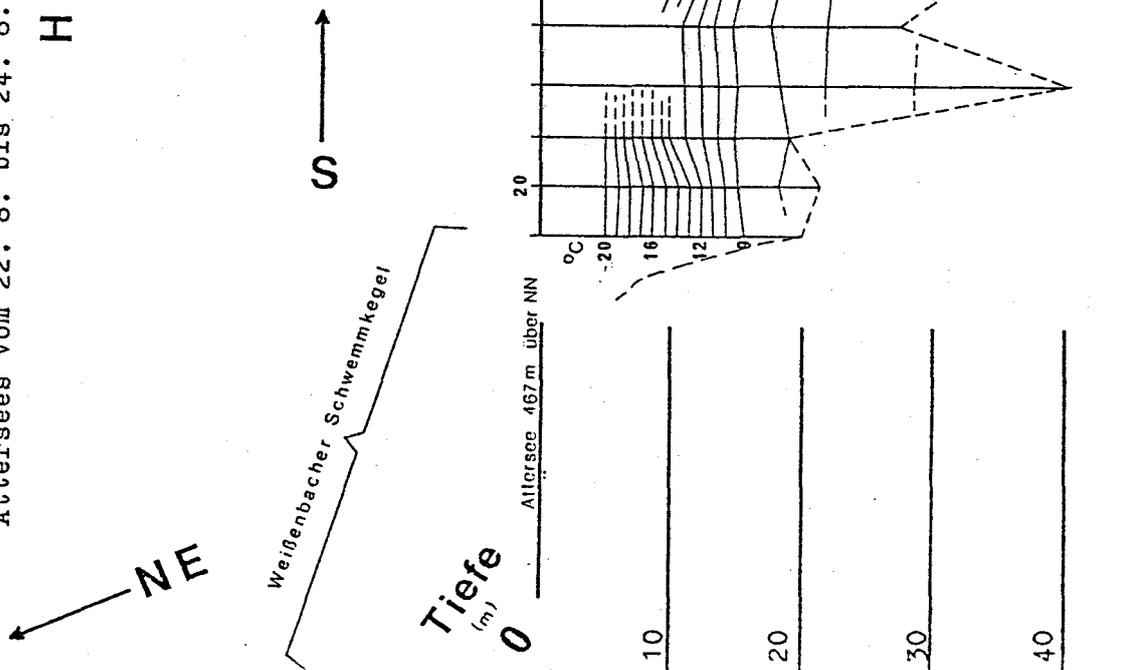


Abb.5: Profilausschnitt der Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßfahrt vom 22.-24.8.1975

### 5.3. Ergebnisse

Im Laufe der Messungen hat sich gezeigt, daß im besonderen in jenem Bereich, wo das Höllengebirge direkt zum See herantritt, der Seegrund wesentlich steiler abfällt, als dies in der ÖK 50 durch Isohypsen dargestellt ist. Das unmittelbare Abtauchen des verkarsteten und durch Vertikalstörungen gekennzeichneten Gebirgsstockes macht das Eintreten von Karstwässern in den See wahrscheinlich. Unterhalb der Verschneidung einer Verwerfung mit der Seeoberfläche, morphologisch durch eine steile Runse gekennzeichnet, dürften die starken Anomalien der Isothermen der Kurspunkte 10 und 11 (Fischerheim, Abb.5) auf beträchtliche unterseeische Zutritte hinweisen. Obwohl das quantitative Ausmaß dieser Alimentation nicht geklärt werden konnte, könnte hierin ein Ausgleich für das Fehlen größerer Quellen am Westrand des Höllengebirges gegeben sein.

### 6. Weiteres Programm

Im Jahre 1976 soll, wenn die finanziellen und technischen Voraussetzungen gesichert sind, mit Markierungsversuchen das Einzugsgebiet des Attersees im Abschnitt Süd und Südost geklärt werden. Da dies erst ein Teil des gesamten Einzugsgebietes ist, wäre eine weitere Bearbeitung zu empfehlen.

### Literatur

- BAUER, F. (1969): Karsthydrologische Untersuchungen im Schneealpenstollen in den steirisch-niederösterreichischen Kalkalpen. - Steir. Beitr. z. Hydrogeol., 163-215, Graz.
- KOLLMANN, W. (1975): LOTKOLL - ein Computerprogramm für COBOL-Compiler zur graphischen Umsetzung von thermischen Tiefenstufen. - Interfakultäres Rechenzentrum der Univ. Graz.
- PLÖCHINGER, B. (1973): Erläuterungen zur Geologischen Karte des Wolfgangseegebietes 1:25.000. - 92 S., Geologische Bundesanstalt, Wien.
- SPENGLER, E. (1956): Versuch einer Rekonstruktion des Ablagerungsraumes der Decken der nördlichen Kalkalpen. II. Teil: Der Mittelabschnitt der Kalkalpen. - Jb. Geol. B.-A., 99, 1-74, Wien.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.26-31

Wien, Oktober 1993

## EDV und Umweltschutz - durch Computerkartographie visualisierte Grundwassergefährdung im Malm-Karst bei Regensburg

von KONRAD TERTILT

mit 4 Abbildungen

*Deutschland  
Regensburg  
Hydrogeologie  
Malm  
GIS  
Grundwassergefährdung  
Karstgefährdung*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	28
1.	Projekt "Trinkwasserschutz im Jura-Karst" .....	28
1.1.	Einsatz von Geo-Informationssystemen im Projektgebiet .....	28
1.2.	Situation der Karstgefährdung im Projektgebiet .....	29
2.	Methodisches Vorgehen .....	29
3.	Datenaufbereitung und Modellentwicklung .....	29
4.	Zwischenergebnisse .....	29
5.	Kartenausgabe .....	31
6.	Anwendung .....	31
	Literatur .....	31

### Anschrift des Verfassers

Dipl.Geol. Konrad TERTILT  
WATEC-Ingenieurgesellschaft für  
Hydrogeologie und Hydrochemie mbH  
Im Wiegenfeld 4  
W-85570 Markt Schwaben bei München  
08121-428/0

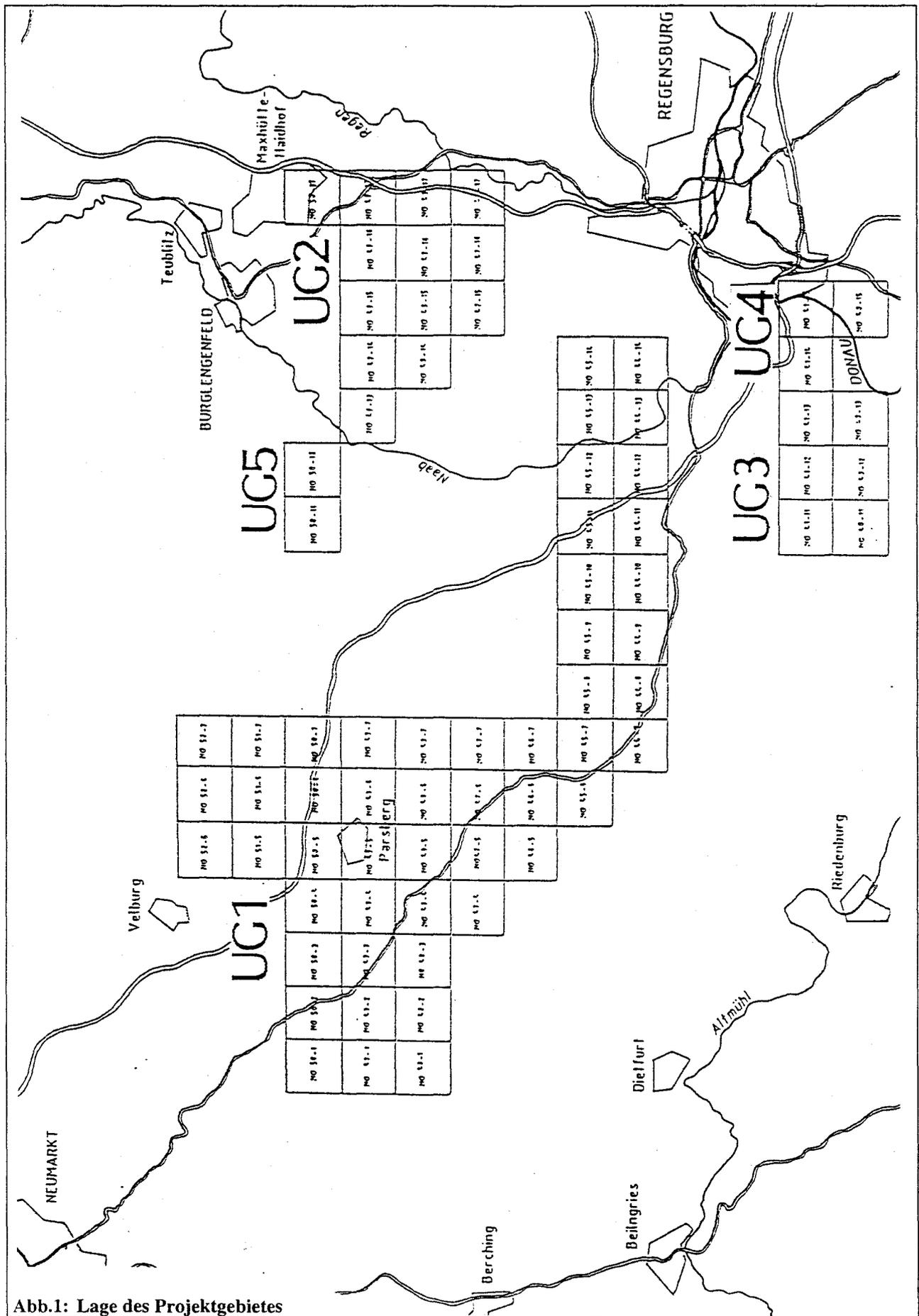


Abb.1: Lage des Projektgebietes

**Zusammenfassung**

Die langfristige Sicherung eines qualitativ hochwertigen Trinkwassers ist eine Aufgabenstellung, mit der viele Wasserversorger und Kommunalpolitiker konfrontiert sind. Durch die Entwicklung neuer leistungsfähiger Software ist es heute möglich, mit den Mitteln der graphischen Datenverarbeitung die Grundwassergefährdung zu simulieren und auf Karten darzustellen. Diese Karten können in rechtlichen und politischen Entscheidungsprozessen im Bereich Grundwasserschutz eine wichtige Argumentationshilfe sein. Am Beispiel eines Trinkwasserschutz-Projektes im Malmkarst von Regensburg wird diese Technologie vorgestellt.

**1. Projekt "Trinkwasserschutz im Jura-Karst"**

**1.1. Einsatz von Geo-Informationssystemen im Projektgebiet**

Im Rahmen dieses Projektes wurde aufgezeigt, wie Geo-Informationssysteme (GIS) bei der Simulation der Grundwassergefährdung und der anschließenden Kartenproduktion eingesetzt werden können. GIS sind Softwareprodukte, die graphische Daten (Punkte, Linien, Flächen, Luft- und Satellitenbilder etc.) verwalten, analysieren, darstellen und ausgeben können.

**1.2. Situation der Karstgefährdung im Projektgebiet**

Im Projektgebiet (Abb.1) nordwestlich von Regensburg werden ca. 250.000 Menschen mit Karstgrundwasser versorgt. An verschiedenen Stellen sind stark erhöhte

Atrazin- (0,56 µg/l) und Nitratwerte (45 mg/l) gemessen worden. Karstregionen gelten als besonders belastungsempfindlich, da über weite Gebiete wirksame Überdeckungen fehlen und das Karstgebirge selbst ungünstige Filtereigenschaften aufweist.

Die Grundwasserdeckschicht besteht im Westen im wesentlichen aus dem Malmgestein selbst. Gut schützende Deckschichten (meist tertiäre Lehme, Tone und Eibrunner Mergel aus der Kreide) sind nur lückenhaft ausgebildet und beschränken sich vorwiegend auf die Muldentäler. Im Osten liegt gute Überdeckung durch Kreide- und Tertiärserien vor. Bei ausreichenden Mächtigkeiten bieten die Decklehme oftmals einen guten Schutz, da durch die lange Verweildauer des Sickerwassers viele Schadstoffe wieder abgebaut, eingelagert und ausgetauscht werden können. In verkarsteten Bereichen des Malm (ohne Bodenauflage) jedoch, können große Niederschlagsmengen über spezifische Geländeformen wie Dolinen, Karststellen und Trockentäler akkumulieren und versickern (Abb.2).

Da der anstehende Malm kaum eine Filterwirkung besitzt, gelangen Schadstoffe, wie Nitrat oder Atrazin weitgehend ungehindert und schnell ins Grundwasser. Die gesamte Region hängt vom gleichen Grundwassersystem ab, deshalb kann die Sorge um die zukünftige Sicherung des Trinkwassers nicht das Problem einzelner Wasserversorger sein, sondern betrifft alle in der Region lebenden Menschen.

Im Jahre 1990 haben sich 13 Wasserversorger zusammengefunden um eine Arbeitsgemeinschaft Karst zu gründen und ein Gutachten zum Trinkwasserschutz in Auftrag zu geben. Der Wirtschaftsraum ist auf die Verfügbarkeit seines Grundwasservorkommens angewiesen, da anderweitige Ressourcen nicht vorhanden sind. Der Bayerische Freistaat hat das Projekt mit 50% der Kostenübernahme gefördert.

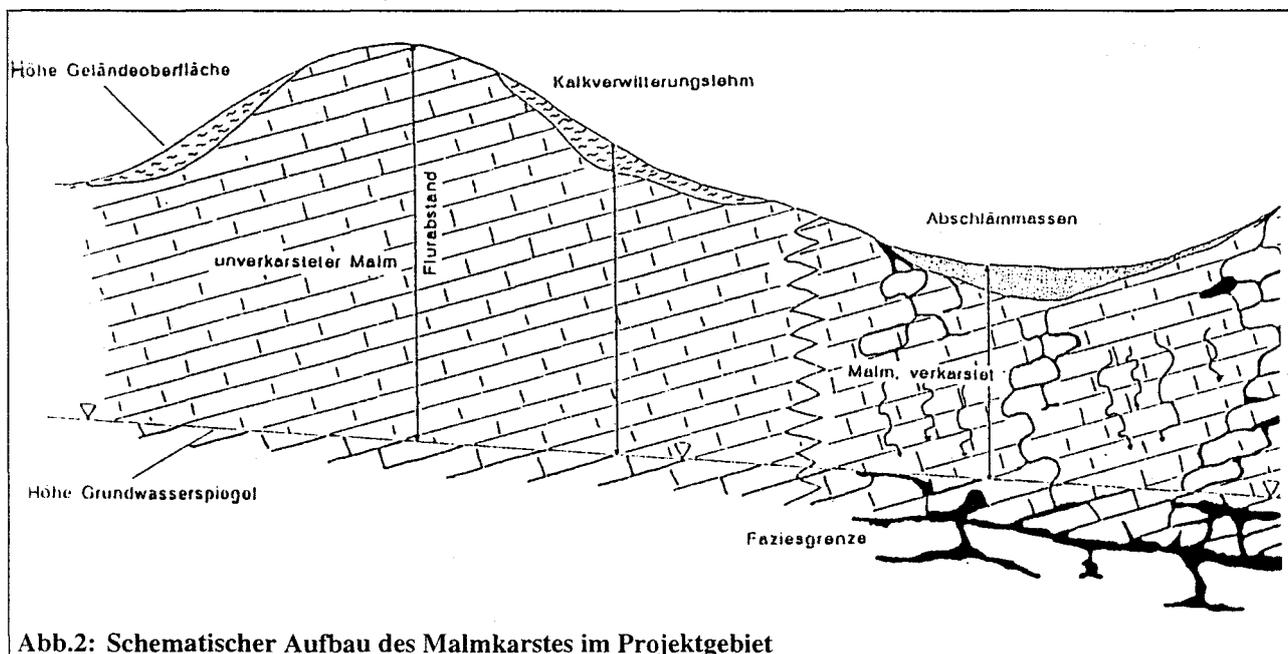


Abb.2: Schematischer Aufbau des Malmkarstes im Projektgebiet

## 2. Methodisches Vorgehen

Bei der Beurteilung von Gefährdungen des Grundwassers durch Schadstoffe und andere Belastungen kommt der Schutzwirkung der Grundwasserüberdeckung eine entscheidende Bedeutung zu. Das Konzept beruht auf der Annahme, daß die Grundwassergefährdung einerseits von der Grundwasserneubildungsrate und andererseits von der Verweilzeit des Sickerwassers in den Deckschichten abhängt.

Die Grundwassergefährdung ist hoch, wenn die Verweildauer des Sickerwassers gering ist. Wenn das Sickerwasser nur kurze Zeit braucht, um zum Grundwasser zu gelangen, werden Schadstoffe kaum vom Boden resorbiert oder abgebaut. Die Grundwassergefährdung steigt ebenfalls mit der Zunahme der Grundwasserneubildungsrate. D.h. wenn starke Niederschläge über karstspezifische Geländeformen einsickern, kann es lokal zu hohen Werten von Schadstofffrachten kommen.

Die Zuweisung der Gefährdungsklassen erfolgt mit Hilfe einer Bewertungsmatrix, in die die Kriterien Verweilzeit (hier: minimale Aufenthaltsdauer des Sickerwassers in der Grundwasserüberdeckung) und Grundwasserneubildung einfließen.

## 3. Datenaufbereitung und Modellentwicklung

Folgende Eingangsdaten wurden für die Untersuchung erfaßt:

- Geländehöhe
- Grundwasserstände
- Deckschicht (Boden, Locker- und Festgestein)
- Klima
- Flächennutzung

Die Eingangsdaten, die in die Berechnung der Grundwassergefährdungsklassen eingehen, werden mit einem GIS in einzelne Rasterebenen (z.B. Durchlässigkeit der Deckschicht, Höhe des Grundwasserspiegels, Niederschlag, etc.) aufgegliedert. Eine Elementarzelle dieser Ebenen besitzt die Auflösung von 12 x 12 Meter. Nach der Datenaufbereitung werden alle relevanten Eingangskriterien miteinander verknüpft und zur Berechnung der Grundwassergefährdung herangezogen (Abb.3).

Nachfolgend sind die für die Grundwassergefährdung maßgebenden Einflußgrößen kurz umrissen:

- Geländehöhe, Hangneigung und Exposition  
Verdunstungsberechnung
- Hangneigung  
zusätzlich zur Abschätzung des oberirdischen Abflusses
- Oberflächenmorphologie  
Berechnung von Gebieten, die aufgrund ihrer Drainagefunktion durch ein erhöhtes Wasserangebot gekennzeichnet sind
- Grundwasserstände und Geländehöhe  
Ermittlung des Grundwasserflurabstandes
- Flächennutzung  
Verdunstungs- und Abflußberechnung

Der geologische Aufbau oberhalb des Grundwasserleiters (im Idealfall die Deckschicht) ist ein wesentlicher Faktor für den Grundwasserschutz. Maßgebende Kriterien sind die Mächtigkeit und die Wasserwegsamkeit der Grundwasserüberdeckung. Bei der Kartierung wurde besonderer Wert auf karstspezifische, kleinräumige geomorphologische Besonderheiten wie Dolinen, Karstdellen, Schlucklöcher, Rinnensysteme und Trockentäler gelegt, da hier oftmals direkte Verbindungen zum Grundwasserleiter bestehen.

Als repräsentative Datengrundlage für die Lufttemperatur und den Niederschlag werden die langjährigen Durchschnittswerte aller für das Untersuchungsgebiet relevanten Klimastationen verwendet.

## 4. Zwischenergebnisse

Aus den primären Eingangsdatenebenen werden durch weitere Rechenschritte eine Reihe von Zwischenergebnissen erzeugt:

- Grundwasserflurabstand
- Abfluß
- Verdunstung
- Verweilzeit
- Grundwasserneubildung

Die Zwischenergebnisse können als eigenständige thematische Karten ausgegeben werden und sind für verschiedene Fragestellungen von Bedeutung. So liefern z.B. der Grundwasserflurabstand und die Verweilzeit Kriterien für die Abbauraten von Verunreinigungen. Die Grundwasserneubildung gibt Hinweise auf gewinnbare Grundwasservorräte.

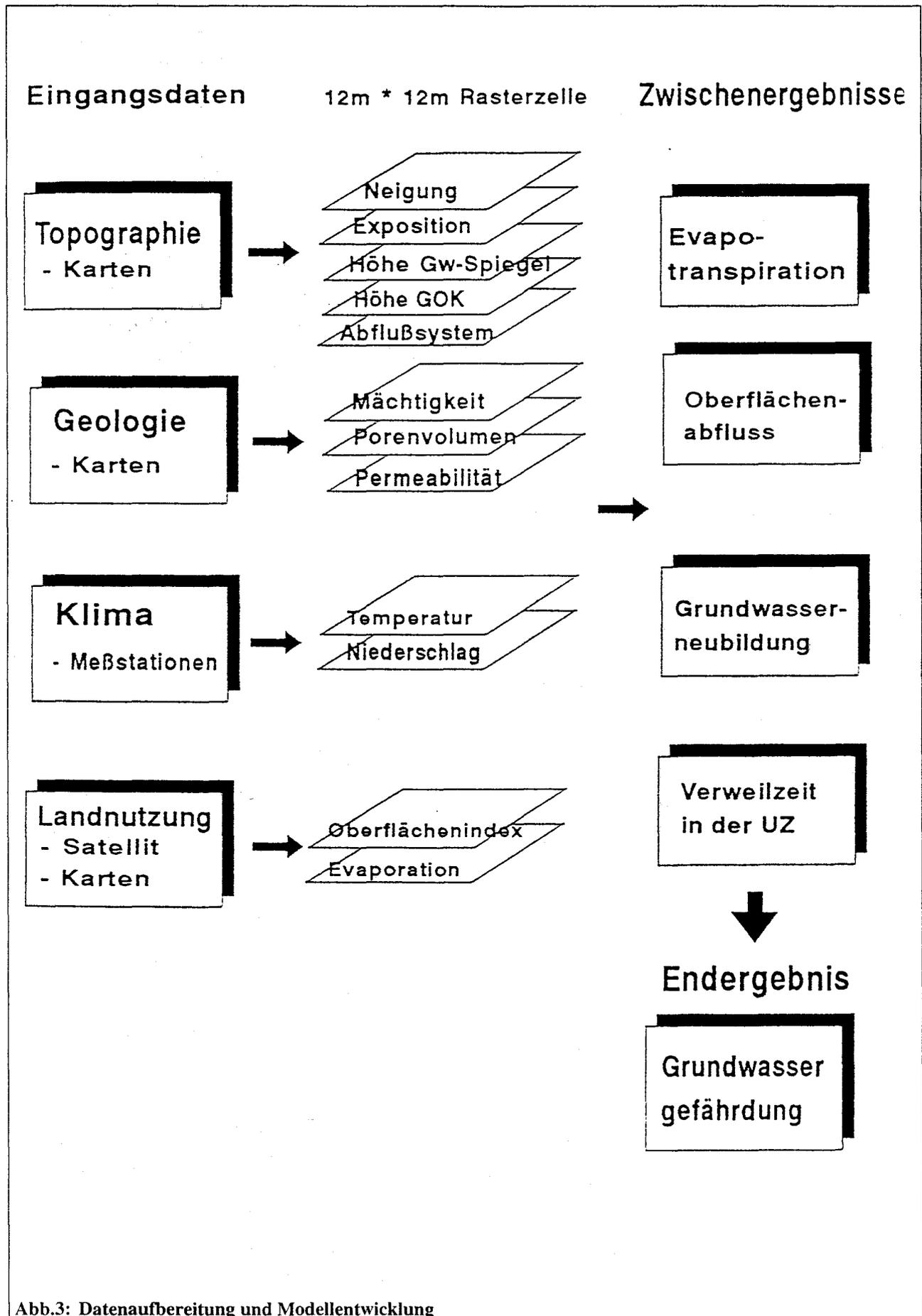


Abb.3: Datenaufbereitung und Modellentwicklung

## 5. Kartenausgabe

Die Gefährdung wird mittels einer Bewertungsmatrix in fünf dimensionslose Klassen unterschieden, die sich farbkodiert mit einer geometrischen Auflösung von 12 mal 12 Metern noch sinnvoll auf einer Flurkarte im Maßstab 1:5.000 darstellen läßt (Abb.4). Die Grundwassergefährdung wird dabei als Funktion aus der Grundwasserneubildung und der Verweilzeit in der ungesättigten Zone abgeschätzt. Durch die Verwendung des gewählten Rasters war es möglich, die kleinräumigen hydrogeologischen Strukturen des Untersuchungsgebietes (Dolinen, Trockentäler) hinreichend genau zu berücksichtigen.

## 6. Anwendung

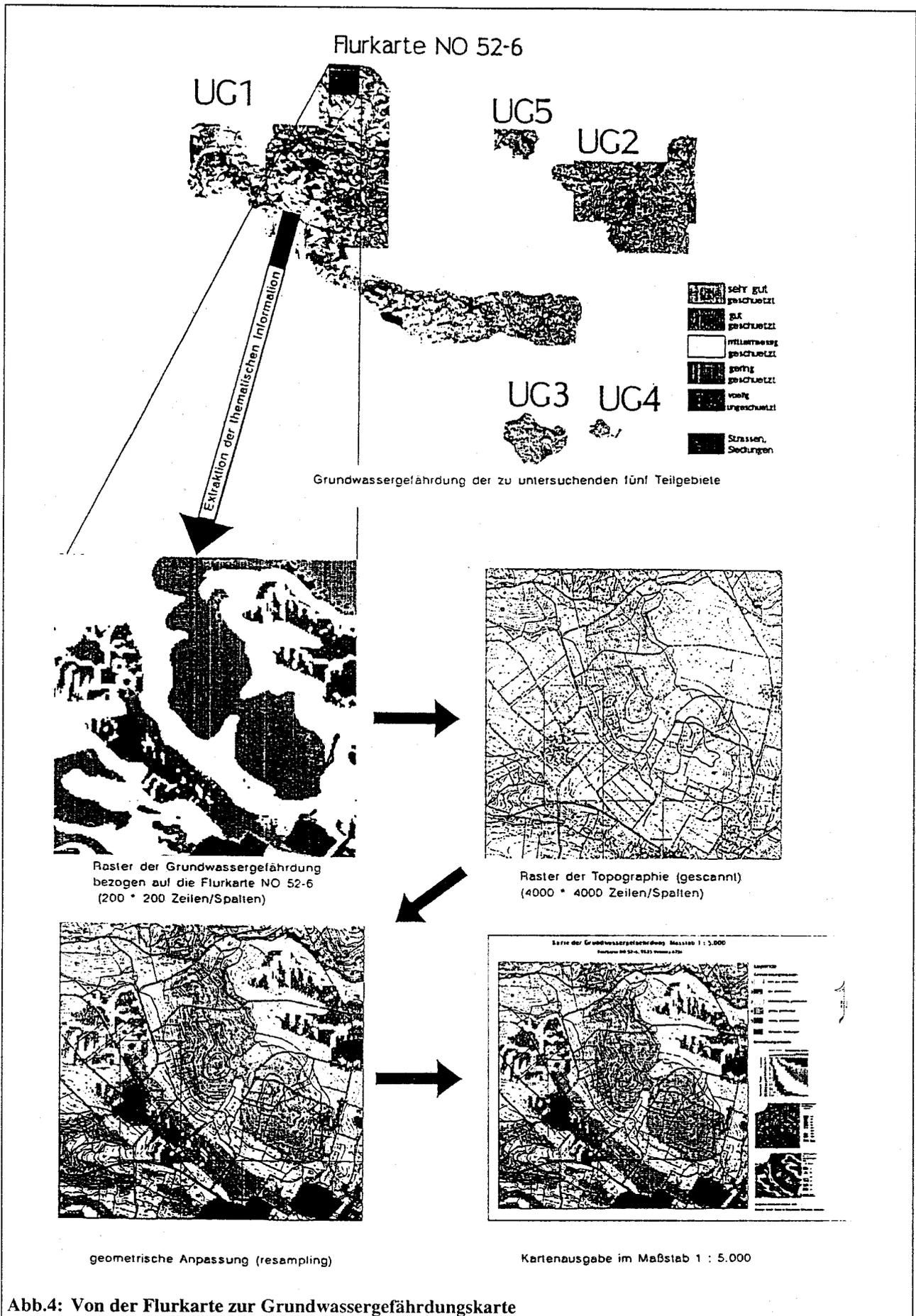
Die Karten der Grundwassergefährdung dienen als wichtiges Instrument für die Neuausweisung bzw. Erweiterung von Trinkwasserschutzgebieten.

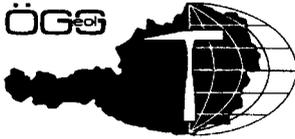
Die komplexen hydrogeologischen Zusammenhänge und Einflußgrößen sind bewertet und auch für den Laien verständlich dargestellt. Durch den Planungsmaßstab von 1:5.000 können Grundstücke, Häuser, Straßen, etc. lokalisiert und mit der farbkodierten Grundwassergefährdung in Verbindung gebracht werden. Da die Karte auf der Basis potentieller Versickerung gerechnet wurde, sind die Aussagen auch für die Fragestellungen im Zusammenhang mit geplanten Versickerungen (Versitzgruben, Versickerung von Oberflächenwasser von Strassen und Dächern) gültig. Eine Erweiterung der Aussage in Richtung Abbauverhalten und Sorptionsvermögen in Bezug auf bestimmte Schadstoffe ist möglich und relativ schnell durchführbar, da alle Daten bereits in digitalisierter Form vorliegen.

Darüberhinaus können Grundwassergefährdungskarten als Planungsgrundlage und Argumentationshilfe bei größeren, in der Öffentlichkeit umstrittenen Projekten, wie z.B. geplanten Trassen oder bei der Standortsuche für Industrieansiedlungen herangezogen werden.

## Literatur

MERKEL, B. & K.TERTILT (1992): Verfahren zur Erstellung von Karten der Grundwassergefährdung. - 42 S., unveröff. Dokumentation der WATEC GmbH, 85570 Markt Schwaben.





# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.32-36

Wien, Oktober 1993

## Zur Hydrogeologie des Höllengebirges

von RALF BENISCHKE

mit 2 Abbildungen

*Kalkvoralpen  
Höllengebirgen  
Hydrogeologie  
Hydrologie  
Markierungsversuche  
Hydrochemie  
IR-Fernerkundung*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	33
1.	Einleitung .....	33
2.	Hydrographisches Meßstellennetz .....	33
3.	Quellaufnahmen .....	34
4.	Anwendung von Fernerkundungsmethoden .....	34
5.	Hydrochemische Übersicht .....	34
6.	Markierungsversuche .....	35
7.	Schlußfolgerungen .....	35
	Literatur .....	36

### Anschrift des Verfassers

Ralf Benischke  
Institut f. Geothermie & Hydrogeologie  
Forschungsgesellschaft Joanneum Ges.m.b.H.  
Elisabethstraße 16  
A-8010 Graz  
0316-8020/373

**Zusammenfassung**

In diesem Bericht werden die mehrjährigen Arbeiten und Ergebnisse einer Studie dargestellt, welche quasi als Fortführung der im Rahmen des MaB-Projektes (GAMERITH & KOLLMANN, 1976) anzusehen sind. Maßgeblich in das Forschungsprojekt integriert waren der Aufbau und die Betreuung eines hydrographischen Meßnetzes über das gesamte Einzugsgebiet des Hölleengebirges, die Auswahl und wiederholte hydrochemische Beprobung von Quellen, die Durchführung und Auswertung eines Infrarot-Bildfluges entlang des Südostufers des Attersees sowie die Durchführung eines Markierungsversuches.

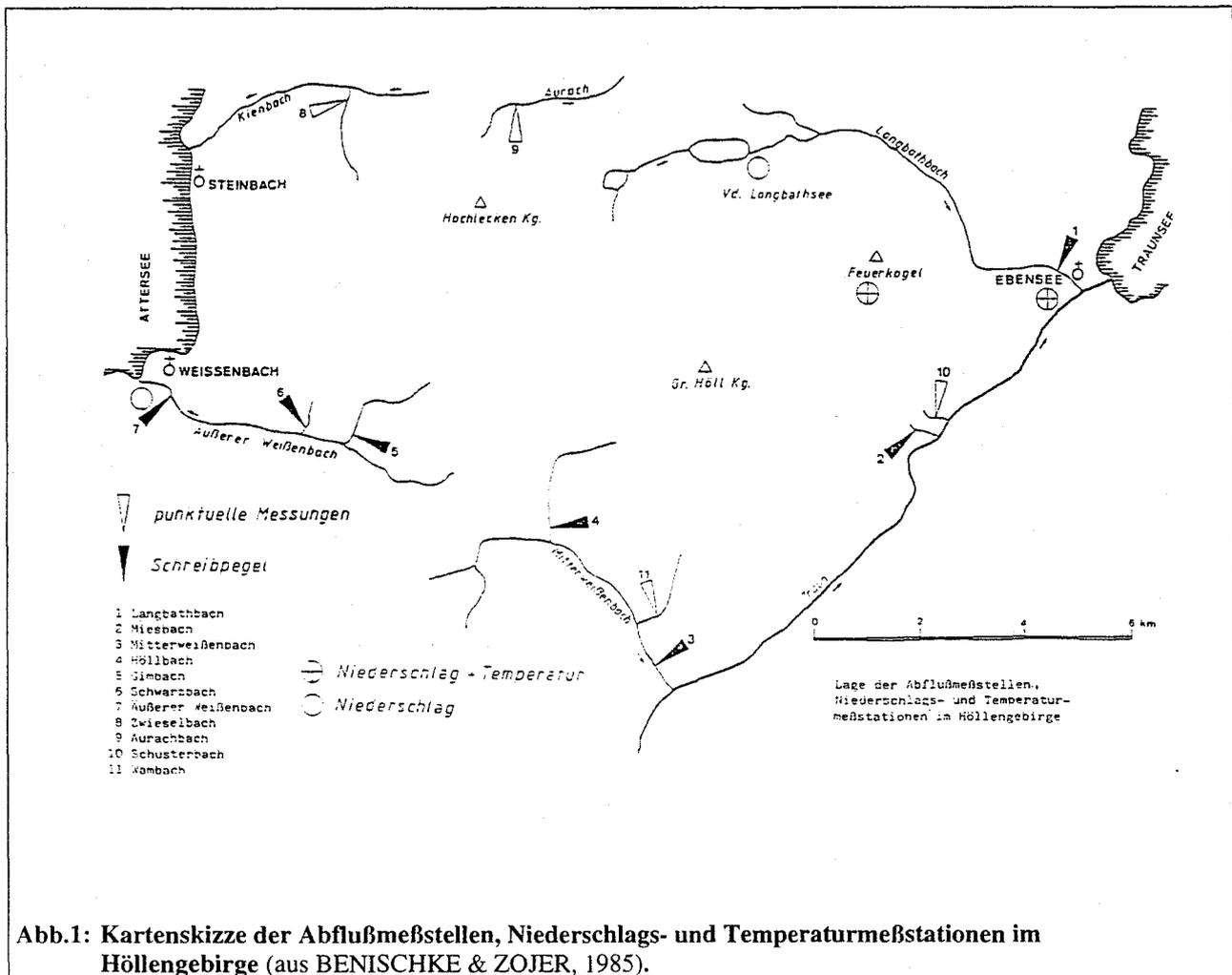
**1. Einleitung**

Das Hölleengebirge (Nördliche Kalkalpen) als ein geschlossenes Karstmassiv zwischen den beiden oberösterreichischen Seen Attersee und Traunsee gelegen, war Gegenstand einer mehrjährigen hydrogeologischen Studie (1981-1988) zur Erfassung des Wasserhaushaltes, zur Charakterisierung der Speicherkapazität einzelner Gesteinseinheiten und zur Erarbei-

tung von Grundlagen für die Sicherung allfällig in der Zukunft nutzbarer Karstwasserreserven. Die Durchführung des umfangreichen Projekts erfolgte durch das Institut für Geothermie & Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum im Rahmen der Bund-Bundesländerkooperation (Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung bzw. Land Oberösterreich) in enger Zusammenarbeit mit dem Hydrographischen Dienst des Landes Oberösterreich und der Oberösterreichischen Kraftwerke-AG, beides Institutionen, welche im hydrographischen Teil des Projektes die Aufstellung, Wartung und Betreuung von Meßanlagen ermöglichten.

**2. Hydrographisches Meßstellennetz**

In der Kartenskizze (Abb.1) ist das Meßstellennetz für die Erfassung des Niederschlages, der Lufttemperatur und des Abflusses eingetragen. An den wichtigsten Vorflutern (hauptsächlich im S und E des Gebirges) wurden Schreibpegelstationen entweder neu errichtet (Schwarzbach, Gimbach, Höllbach, Miesenbach) oder schon bestehende des Hydrographischen Dienstes (Äußerer Weißbach, Mitterweißbach, Langbathbach) in das Netz integriert.



### 3. Quellenaufnahmen

Auf der Grundlage bestehender geologischer Kartierungen wurden schon früher im Rahmen des MaB-Projekts "Attersee" Quellenaufnahmen durchgeführt, die in diesem Exkursionsführer an anderer Stelle näher erläutert sind (GAMERITH & KOLLMANN, 1976). Auf diesen Quellenaufnahmen konnte aufgebaut und daraus für die hydrochemische Beprobung repräsentative Quellen ausgewählt werden.

### 4. Anwendung von Fernerkundungsmethoden

Durch die Kartierungsarbeiten von GAMERITH & KOLLMANN 1974 und 1975, die auch entlang des Ostufers des Attersees durchgeführt wurden, ergab sich, daß von der Höllengebirgsseite im Seespiegelniveau bzw. darunter Wasser zufließt. Eine punktuelle Lokalisierung von unterseeischen Einzelaustritten war nicht eindeutig festzustellen. Dies betraf auch die Frage, ob die Zutritte tatsächlich unterseeische Quellen darstellen, oder ob verdeckt durch den Schuttmantel am Westfuß des Höllengebirges die dort gespeicherten Wässer praktisch auf Seenniveau austreten.

Um diese Frage näher zu untersuchen, wurden am 8.1.1993 zwei Meßflüge - einer entlang des Ostufers und einer entlang des Südufers - durchgeführt. Mittels Scannertechnik wurde der Bereich des thermischen Infrarot (Spektralbereich 8-13µm) erfaßt und die weitere Auswertung (SEGER & MANDL, 1984) mit einem geographischen Bildanalyseprogramm vorgenommen. Von der Zeit des Meßfluges war zu erwarten, daß, wenn überhaupt Wasser aus dem Karstsystem zuströmt, deutliche Unterschiede zum winterlich kühlen Seewasser zu sehen sein müßten.

Die Auswertung ergab, daß beiderseits der Schwemmfächer Burgbachau und Burgau einerseits beeinflusst durch den Austritt der Kaiserbrunnen-Quellen und andererseits auf Grund der Temperaturverteilungen auf der ganzen Länge des Steilufers zwischen den genannten Schwemmfächern unterseeische Zutritte zu erwarten sind. Neben den wärmeren Wässern aus dem Delta des Äußeren Weißenbaches konnten auch unterseeische Zutritte im Bereich Forstamt-Gmauret festgestellt werden. Eine punktuelle Zuordnung war aber damit nicht weiter möglich.

Nach den verfügbaren hydrologischen Daten (bei der Kürze der Beobachtungszeit ist mit einer erheblichen Unsicherheit zu rechnen) wurde aus Überlegungen im Zuge der Erstellung einer Wasserbilanz zumindest rechnerisch eine Menge von höchstens 100 l/s erhalten, die in Form unterseeischer Zutritte aus dem Höllengebirge - entweder direkt als Karstwasser oder als Wasser aus dem Schuttmantel oder als Mischung von beiden - zuströmt.

### 5. Hydrochemische Übersicht

Aus insgesamt 90 Quellen wurden 11 für eine "Dauerbeobachtung" ausgewählt und an diesen Quellen folgende Parameter erhoben:

Abfluß (gemessen oder geschätzt), elektrische Leitfähigkeit, Wassertemperatur, pH-Wert, die Kationen Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium und die Anionen Hydrogencarbonat, Chlorid, Nitrat und Sulfat.

Zusätzlich zur Dauerbeobachtung wurde an einer Quelle (H14, Miesenbachquelle) eine Beprobung während eines Niederschlagsereignisses im 2h-Intervall durchgeführt und auf die Ionen K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup> analysiert. Die Ergebnisse zeigen eine sehr starke Abhängigkeit von Regenfällen am Feuerkogelplateau mit einer Reaktionszeit von etwa 4 Stunden, was sich auch in sehr großen Schwankungen der genannten Ionengehalte ausdrückt. Die Variation der hydrochemischen Parameter der Miesenbachquelle (H14) und der Schusterbachquelle (H15) ist eng miteinander korreliert, so daß sich auch darin zeigt, daß die Schusterbachquelle nur den Hauptüberlauf der Miesenbachquelle darstellt. Mittels einer Massenbilanz der Ionengehalte von Na<sup>+</sup> und Cl<sup>-</sup> ist es möglich, ein kurzfristig austauschbares (innerhalb einer Zeitspanne von 63 h) Wasservolumen von etwa 66.000 m<sup>3</sup> zu errechnen, d.h. daß in dieser Zeit das durch hohe Natrium- oder Chloridkonzentrationen charakterisierte "Reservoirwasser" (Vorniederschlagswasser) vollständig durch infiltriertes gering mineralisiertes Niederschlagswasser ersetzt werden kann.

Die für die "Dauerbeobachtung" ausgewählten Quellen wurden in Monatsintervallen von August 1981 bis Juli 1984 beprobt (Tab.1).

**Tab.1: Für die hydrochemische Beprobung ausgewählte Quellen des Höllengebirges.**

Die angeführten Werte sind arithmetische Mittel aus monatlichen Entnahmen der Jahre 1981- 1984  
(aus BENISCHKE & ZOJER, 1985).

Meßstelle	Seehöhe	Q	Temp.	Leitf.	pH-Wert	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
H1 Zwieselgrabenqu.	740	1.3	6.2	246	7.74	0.27	0.70	39.62	9.20	166.05	1.33	5.75	7.45
H4 Aurach-Ursprung	950	2.1	5.2	205	7.76	0.23	0.25	37.03	5.73	137.21	0.93	4.62	5.13
H7 Hirschbrunn	830	5.1	5.5	187	7.88	0.23	0.29	36.09	5.02	127.92	0.94	3.39	4.42
H9 Kaltenbachqu.	810	29.2	5.8	212	7.90	0.27	1.20	37.36	6.29	143.74	2.38	3.86	6.22
H14 Miesenbachqu.	455	524.7	6.2	373	8.00	0.48	29.68	38.99	5.62	115.80	47.30	2.95	28.88
H15 Schusterbachqu.	450	125.3	6.2	375	8.03	0.55	27.71	39.14	5.86	114.25	44.19	3.04	28.32
H29 Höllbachqu.	600	334.3	5.8	137	7.97	0.15	0.35	30.71	3.83	106.26	0.90	2.92	4.40
H65 Gimbachqu.	650	349.6	5.2	155	7.91	0.16	0.22	30.32	4.08	104.43	0.95	3.37	4.62
H73 Schwarzbachqu.	520	324.8	7.4	249	7.84	0.26	3.49	41.26	7.04	137.29	5.03	3.51	23.42
H79 Nikolausqu.	469	0.2	6.4	209	7.95	0.29	0.32	40.35	4.53	129.53	1.16	4.88	10.54

Legende:	Rubrik	Erklärung	Maßeinheit
	Seehöhe		m ü. NN
	Q	Schüttung	l/s
	Temp.	Wassertemperatur	°C
	Leitf.	elektrische Leitfähigkeit	µS/cm/20°C
	K+ ...	Ionenkonzentrationen	mg/l

## 6. Markierungsversuche

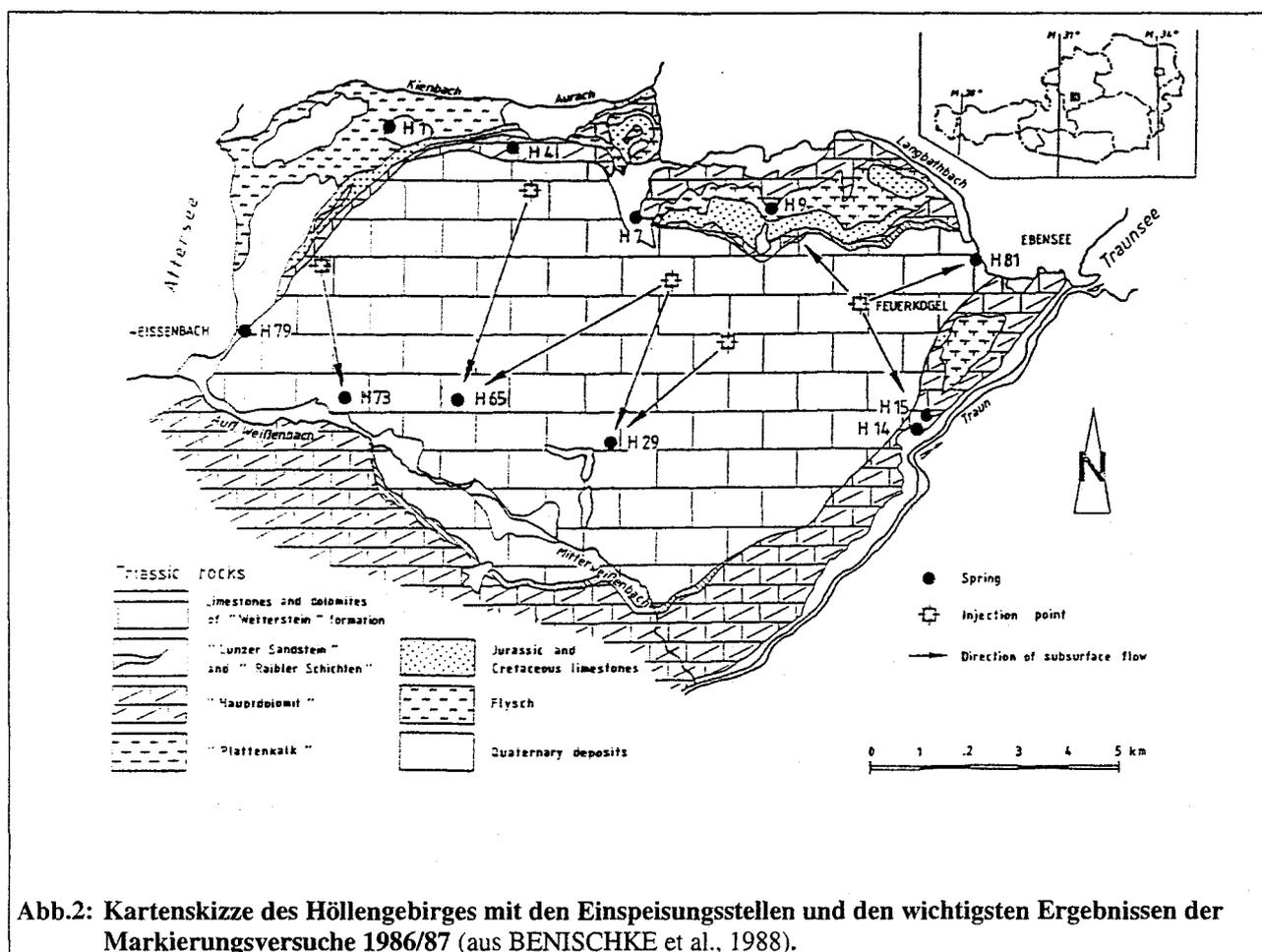
Zum Abschluß des Projektes wurde in den Jahren 1986/87 ein kombinierter Markierungsversuch mit gleichzeitiger Einspeisung von 5 Tracern (Fluoreszenzfarbstoffe: 12kg Pyranin 108%, 9kg Uranin AP konz., 9kg Eosin G, 12kg Amidorhodamin BN-350-PW und 20kg Naphthionsäure-Na<sub>3</sub>-Salz) am Höllengebirgsplateau durchgeführt.

Die Ergebnisse des Versuches sind in einer Übersichtsskizze (Abb.2) zusammengefaßt. Details können der Arbeit von BENISCHKE & ZOJER (1988) entnommen werden.

Insgesamt zeigt sich, daß auf Grund der geologischen Strukturen des Höllengebirges (überkippte Falte, NS-verlaufende tiefgreifende Störungen) die Hauptentwässerung des zentralen und westlichen Teiles nach Süden auf die Weißenbachfurche ausgerichtet ist, während der Ostteil mit dem Feuerkogelplateau vermutlich im Zusammenhang mit dem Gsollbruch über die Miesenbachquelle in das Trauntal entwässert. Im Verhältnis dazu hat die Entwässerung nach N in das Langbathtal zur Langbathquelle einerseits bzw. zur Kaltenbachquelle oder zum Hirschbrunn andererseits geringere Bedeutung (zumindest vom quantitativ hydrologischen Standpunkt aus). Die Entwässerung nach N in die Flyschzone ist dazu unbedeutend. Die Markierungsversuche zeigen auch, daß, obwohl gerade dort kleinere Ortswasserversorgungen angespeist werden, aus den Plateaubereichen keine Alimentation nachweisbar war und diese Quellen vornehmlich aus dem Schuttmantel der Nordhangbereiche gespeist werden.

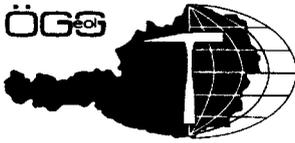
## 7. Schlußfolgerungen

Obwohl insgesamt erhebliche Wassermengen im Höllengebirge vorhanden sind, so ist doch die Speicherkapazität des Karstes als gering einzustufen. Diese Tatsache beeinflusst die Überlegungen hinsichtlich einer qualitativen Sicherung der Vorräte für größere Siedlungen. Eine direkte Nutzung der großen Karstquellen für Trinkwasserzwecke erscheint vor allem bei den großen Quellen der Südseite nicht zweckmäßig. Sinnvoller erscheint es, den Porengrundwasserkörper des Äußeren Weißenbachtals und die großen Quellabflüsse in geeigneter Weise zur Grundwasseranreicherung in Entnahmereichen zu nutzen. Nicht sinnvoll erscheint derzeit die Nutzung des Höllbaches bzw. eine Anreicherung im Trauntal aus dem Mitterweißenbach. Für solche Zwecke könnten gezielt Miesenbach- und Schusterbach herangezogen werden, allerdings unter Beachtung der sehr kurzen Verweilzeiten von auf dem Feuerkogelplateau infiltrierten Wässern. Schließlich kann die Ausweisung von Schutz- und Schongebieten zur weiteren Absicherung beitragen.



### Literatur

- BENISCHKE, R., W. GAMERITH & H. ZOJER (1982): Endbericht "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen: Schafberg-Höllengebirge", Teil I/1981-82.- Unpubl.Ber., 37 S., Graz.
- BENISCHKE, R., W. GAMERITH & H. ZOJER (1983): Endbericht "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen: Schafberg-Höllengebirge", Teil II/1982-83.- Unpubl.Ber., 80 S., Anh. Hydrochemie 29 S., Graz.
- BENISCHKE, R. & H. ZOJER (1984): Endbericht "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen: Schafberg-Höllengebirge", Teil III/1983-84.- Unpubl.Ber., 54 S., Anh. Hydrochemie 23 S., Graz.
- BENISCHKE, R. & H. ZOJER (1985): Endbericht "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Schafberg", Teil IV (Detailprogramm 1984).- Unpubl.Ber., Bd. 1: 21 S., Anh. Hydrochemie 46 S., 1 Beil., Bd. 2: Niederschlag, Abfluß, 226 S., Graz.
- BENISCHKE, R. & H. ZOJER (1986): Endbericht "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Schafberg", Teil V (Detailprogramm 1985).- Unpubl.Ber., 50 S., Anh. Hydrochemie 13 S., Graz.
- BENISCHKE, R. & H. ZOJER (1988): Endbericht über das Projekt "Hydrogeologie der nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Abschluß (Teil VI)".- Unpubl.Ber., 41 S., Beil. 13 S., 1 Kte. 1:25.000, Graz.
- BENISCHKE, R., H. ZOJER, P. FRITZ, P. MALOSZEWSKI & W. STICHLER (1988): Environmental and artificial tracer studies in an alpine karst massif (Austria).- Proc. 21st Congr. "Karst Hydrogeology and Karst Environment Protection", 10-15 October 1988, Guilin, China, IAH-Publ. XXI (Part 2), 938-947, Beijing.
- GAMERITH, W. & W. KOLLMANN (1976): Zur Hydrogeologie des Schafberg- und Leonsberggebietes sowie des Höllengebirges. Attersee - Vorläufige Ergebnisse des OECD-Seeneutrophierungs- und des MaB-Programms.- 29-42, Gmunden-Weyregg.
- SEGER, M. & P. MANDL (1984): Die Erfassung von unter dem Wasserspiegel einströmenden Grundwassers im Attersee, Oberösterreich, mittels Fernerkundung im Bereich des thermischen Infrarots.- In: BENISCHKE & ZOJER (1984).



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.37-41

Wien, Oktober 1993

## Wasserqualitätsuntersuchungen in Karstgebieten - Grundlage für den vorbeugenden Gewässerschutz

von **HELMUT HERLICKA**

mit 1 Abbildung

*Methoden  
Hydrogeologie  
Karstwasserqualität  
Grundwassermonitoring  
Wassergüteehebung  
Nördliche Kalkalpen  
Dachstein*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	38
1.	Gefährdung von Karstwasserressourcen .....	38
1.1.	Globale und internationale Gefährdungen .....	38
1.2.	Nationale, regionale und lokale Gefährdungen .....	38
2.	Ökosystemarer Untersuchungsansatz .....	38
3.	Karstwasserqualität Dachstein .....	38
3.1.	Das Untersuchungsgebiet .....	38
3.2.	Die Projektziele .....	38
3.3.	Bisherige Untersuchungen .....	40
3.4.	Untersuchungszeiträume .....	40
3.5.	Untersuchungsumfang .....	40
3.6.	Geplante Untersuchungen .....	40
4.	Beobachtung von Karst- und Kluftgrundwässern im Rahmen der Wassergüteehebungsverordnung .....	40
4.1.	Gesetzliche Grundlage .....	40
4.2.	Vollzug .....	40
4.3.	Arbeitsgruppe Karst- und Kluftwasser der Gesprächsplattform Österreichischer Grundwasserkataster .....	41
4.3.1.	Vertreter .....	41
4.3.2.	Inhalte .....	41
	Literatur .....	41

### Anschrift des Verfassers

D.I. Helmut Herlicka  
Umweltbundesamt Wien  
Spittelauerlände 5  
A-1090 Wien  
0222-31304

## Zusammenfassung

Wasserqualitätsuntersuchungen bilden zweifellos die Grundlage für einen vorbeugenden Gewässerschutz, wobei gerade bei den sehr komplexen Verhältnissen, wie sie in Karstgebieten zu finden sind, eine Verknüpfung mit den hydrologischen und geologischen Randbedingungen erforderlich ist.

Es wird die Bedeutung von Wasserqualitätsuntersuchungen in Karstgebieten aus der Sicht eines umfassenden Umweltschutzes dargelegt, wobei Aspekte der Gefährdung von Karstwasserressourcen, das Pilotprojekt des Umweltbundesamtes (UBA) "KARSTWASSERQUALITÄT DACHSTEIN" (HERLICKA, in Druck), sowie die Umsetzung der Erhebung der Wassergüte in Karstgebieten im Rahmen der Wassergüteeerhebungsverordnung (WGEV) eine Darstellung finden.

### 1. Gefährdung von Karstwasserressourcen

Bei der Gefährdung der Karstwasserressourcen läßt sich eine Unterteilung in *globale und internationale* (durch kleinräumigere Maßnahmen nicht begrenzbare Probleme), sowie in *nationale, regionale und lokale* Gefährdungen treffen.

#### 1.1. Globale und internationale Gefährdungen

Hier lassen sich vor allem die Probleme aus dem weltweit zunehmenden Wasserbedarf (quantitative Übernutzung von Wasservorkommen), sowie Gefährdungen durch Radioaktivität und die Langzeitwirkungen von Luftimmissionen nennen.

Aus der Sicht des Umweltschutzes ergeben sich daraus besonders schwierig zu lösende Probleme. Als Beispiel wird kurz auf das Problem der Langzeitwirkung von Luftimmissionen eingegangen.

Luftverunreinigungen werden in bedeutendem Ausmaß grenzüberschreitend fernverfrachtet, und es ergeben sich vor allem in den in den nördlichen und südlichen Staulagen der österreichischen Alpen hohe Depositionsraten an Luftschadstoffen. In diesen Bereichen befinden sich die nördlichen und südlichen Kalkalpen mit ihren sehr sensiblen Ökosystemen.

Die kalkalpinen Gebiete Österreichs weisen regional unterschiedlich starke Waldschädigungen auf. Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Schädigungen auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sind (u.a. Trockenheit, Trockenstandorte etc.), ist ein Zusammenhang mit der Deposition von Luftschadstoffen naheliegend. Unbestritten ist, daß der Zustand von Wald und Boden einen wesentlichen Einfluß auf die Karstwasserqualität (z.B. Quellwassertrübungen als Folge von verstärkter Erosion) hat.

### 1.2. Nationale, regionale und lokale Gefährdungen

Hier sind unter anderem der zunehmende Wasserbedarf auf regionaler Ebene (z.B. Bedarf in den "Trockenbereichen" Österreichs), die Auswirkungen des Tourismus, der Abwasseranfall baulicher Objekte im Gebirge u.v.a. zu nennen.

### 2. Ökosystemarer Untersuchungsansatz

In diesem Zusammenhang kommt einem ökosystemaren Untersuchungsansatz große Bedeutung zu, bei welchem die Karstwasserqualität nicht isoliert gesehen und ausschließlich nach geltenden Trinkwassergrenzwerten bzw. Grundwasserschwellenwerten beurteilt wird, sondern die verschiedensten Teilaspekte des Zyklusses "Niederschlag - geogene und anthropogene Einflußfaktoren - Quellwasser" einer umfassenden Betrachtung unterzogen werden.

Beim nachfolgend vorgestellten Pilotprojekt des UBA wird versucht, einem derartigen ökosystemaren Ansatz gerecht zu werden.

### 3. Karstwasserqualität Dachstein

#### 3.1. Das Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Dachstein wurde ausgewählt, da es sich um ein "typisches" Karstmassiv mit ausgeprägtem Plateaubereich in den Nördlichen Kalkalpen handelt, sich vor allem aufgrund des Tourismus ausgeprägte Nutzungskonflikte hinsichtlich des Grundwasserschutzes ergeben, und es aufgrund der hohen Niederschlagsmengen zu hohen Jahresdepositionen an Luftschadstoffen kommt. Eine Übersicht über das Untersuchungsgebiet gibt Abb.1.

#### 3.2. Die Projektziele

- Als Aufgaben und Ziele des Projektes sind zu nennen:
- großräumige Erfassung der Karstgrundwasserqualität
  - Erfassung und Quantifizierung von Einflußfaktoren
  - Erkennen von Zusammenhängen zwischen Abflußverhältnissen, Niederschlägen (auch qualitativ) und der Karstgrundwasserqualität
  - Sammeln von Erfahrung bezüglich Quellen-Auswahl, Probenahmezeitpunkten, Parameterauswahl und Probenbehandlung für die österreichweite Wassergüteeerhebung
  - Umsetzung der Ergebnisse auf den Karstgrundwasserschutz

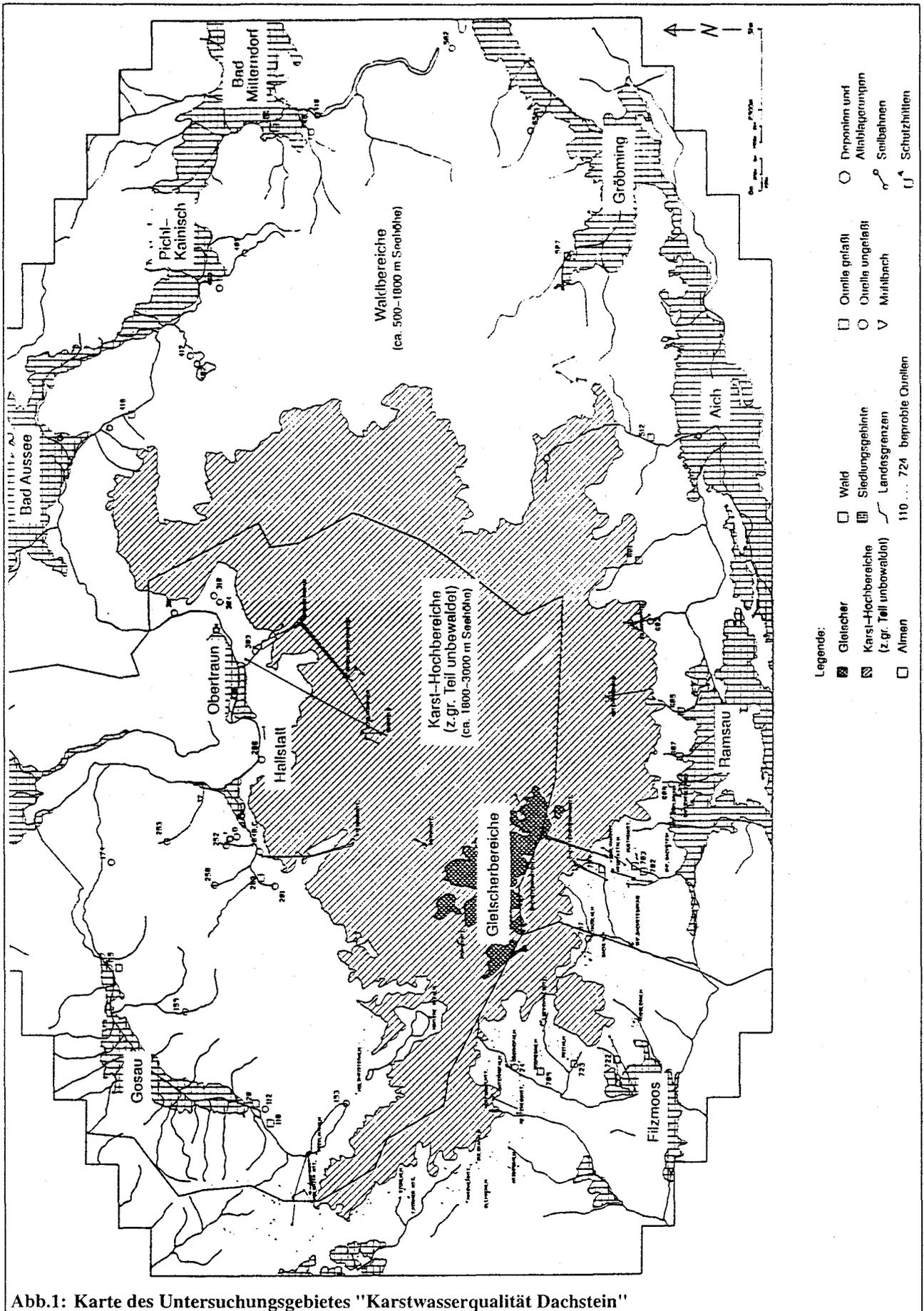


Abb.1: Karte des Untersuchungsgebietes "Karstwasserqualität Dachstein"

### 3.3. Bisherige Untersuchungen

Voraussetzungen für die gegenständlichen Untersuchungen bildeten die Ergebnisse der im Dachsteingebiet durchgeführten Sporentriftversuche 1953-1960, die Farbtracerversuche von 1984-1986 und von 1990, Gletscheruntersuchungen des Umweltbundesamtes, sowie verschiedenste im weiteren Bereich relevante naturwissenschaftliche Publikationen aus diesem Gebiet.

### 3.4. Untersuchungszeiträume

Die Untersuchungen wurden im Rahmen von fünf Hauptbeprobungszyklen, sowie (zum Teil noch laufenden) Sonderprogrammen durchgeführt.

Die Hauptbeprobungszyklen der Quellwasseruntersuchungen lassen sich hydrologisch folgendermaßen charakterisieren:

- August 1991:
  - starkes sommerliches Hochwasser
- November 1991:
  - spätherbstliches Niedrigwasser
- Februar 1992:
  - winterliches Niedrigwasser
- Mai 1992:
  - Frühjahrs-Schneesmelze
- August 1992:
  - Ende einer sommerlichen Trockenperiode

### 2.5. Untersuchungsumfang

Der Umfang der qualitativen Untersuchungen läßt sich folgendermaßen in Schlagworten beschreiben:

- Während 5 Probenahmezyklen
  - (August 1991-August 1992) Beprobung von
    - \* 42 Quellaustritten
    - \* 1 Bach
    - \* Sickerwasseraustritte im Bereich einer aufgelassenen Deponie
- Bei 11 Quellen zusätzliche Probenahme im März 1992
- Niederschläge Krippenstein: laufende Analyse von Monatsmischproben
- bei einer ausgewählten Quelle
  - \* tägliche Entnahme und Analyse von Wasserproben Mitte August 1992-Mitte Oktober 1992 sowie Mitte März 1993-Anfang Juli 1993
- zwei stichprobenartige Untersuchungen von Hüttenabwässern
- Auswertung von bereits vorliegenden Daten der routinemäßigen Trinkwasserkontrolle

Je Meßstelle wurden im Schnitt mehr als 60 chemisch-physikalische Parameter analysiert, wobei vor allem auch der Untersuchung organischer Spurenverunreinigungen sowie anorganischer Spurenstoffe breiter Raum gewidmet wurde.

### 3.6. Geplante Untersuchungen

Die Ergebnisse der aktuellen qualitativen Wasseruntersuchungen werden im Frühjahr 1993 publiziert.

Weitere Probenahmen und Untersuchungen, betreffend das Kontaminationsrisiko von Karstquellen im Bereich Dachstein, laufen noch bis zum Sommer 1994. Eine diesbezügliche Publikation, welche vor allem auf einer Verknüpfung von Daten aus Isotopenuntersuchungen mit den Wasserqualitätsdaten sowie der Geologie basieren wird, ist für Frühjahr 1995 geplant.

## 4. Beobachtung von Karst- und Kluftgrundwässern im Rahmen der Wassergüteehebungsverordnung

### 4.1. Gesetzliche Grundlage

Eine wesentliche Datenbasis zur Qualität der österreichischen Karstgrundwasservorkommen ergibt sich aus der Untersuchung der Wassergüte im Rahmen der österreichweiten Wassergüteehebung.

Die gesetzliche Grundlage für die Untersuchung der Wassergüte in Österreich (Bereiche: Fließgewässer, Porengrundwasser, Karst- und Kluftgrundwasser) bildet die Hydrographiegesetz-Novelle 1990, sowie in weiterer Folge die WGEV (BGBl.338/91).

Die Durchführung basiert auf einer Zusammenarbeit des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft (BMLF) mit den entsprechenden Fachabteilungen der Bundesländer und dem UBA.

### 4.2. Vollzug

Mit Stand vom August 1992 waren 46 Quellen (Karst- und Kluftgrundwassermeßstellen) in Beprobung. Bis Juli 1996 werden von den ca. 2050 Grundwassermeßstellen 15-20% auf den Bereich Karst- und Kluftgrundwasser entfallen.

Die Durchführung der "regulären" Beprobung erfolgte 4mal pro Jahr, wobei folgende Zeitpunkte für die durchzuführenden Probenahmen angestrebt wurden, um eine möglichst gute Repräsentativität der Ergebnisse zu gewährleisten:

- Schneeschmelze
- sommerliche Trockenperiode
- längere sommerliche Regenperiode
- Zeitraum winterlichen Niederwassers

Weiters ist die Möglichkeit der Durchführung von "Sonderbeobachtungen" (mit kurzen zeitlichen Entnahmeintervallen etc.) im Rahmen der Wassergüteehebung vorgesehen.

### 4.3. Arbeitsgruppe Karst-und Kluftwasser der Gesprächsplattform Österreichischer Grundwasserkataster

#### 4.3.1. Vertreter

Um den speziellen Erfordernissen bei der Umsetzung der Wassergütererhebung in den österreichischen "Karst-und Kluftgrundwasser"-Bereichen gerecht zu werden, wurde vom UBA in Zusammenarbeit mit dem BMLF im Rahmen der Gesprächsplattform Österreichischer Grundwasserkataster eine "Arbeitsgruppe Karst-und Kluftwasser" ins Leben gerufen. Diese setzt sich aus Vertretern des BMLF, der Bundesländer, des UBA, weiterer Bundesdienststellen wie Geologische Bundesanstalt und Bundes-Versuchs-und Forschungsanstalt Arsenal, Vertretern von Universitäten sowie Fachleuten für spezielle Fragestellungen zusammen.

#### 4.3.2. Inhalte

Seit März 1992 wurden sechs Sitzungen durchgeführt und dabei folgende Themen behandelt:

- Abstimmung WGEV und hydrologisch-hydrogeologisch orientierte Untersuchungen
- Kriterien zur Auswahl von Quellen
- Probenbehandlung
- Mindestbestimmungsgrenzen
- zusätzlich erforderliche Untersuchungsparameter
- Einsatz von Tracern bei Karstwasseruntersuchungen
- Versauerungsproblematik und Quellwasserqualität
- Erfahrungen zu Karstwasserqualität und Karstwasserschutz
- Karstverbreitungs- und Karstgefährdungskarten
- qualitative Sicherung von Karstwasservorkommen

Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe werden in einem abschließenden Bericht zusammengefaßt. Verschiedenste behandelte Aspekte sind bereits in die Arbeitsunterlagen zur Wassergütererhebung eingeflossen und tragen somit zu einer Vertiefung des Wissens um die Qualität der österreichischen Karstgrundwasservorkommen bei.

#### Literatur

- Bundesgesetzblatt (BGBl) für die Republik Österreich: 338. Verordnung des BMLF über die Erhebung der Wassergüte in Österreich (Wassergütererhebungsverordnung - WGEV). - 1631-1660, Wien, 27.6.1991.
- HERLICKA, H., G.LORBEER et al. (in Druck): Pilotprojekt "Karstwasser Dachstein". Band 1: Karstwasserqualität. - Monographien Bd.41, Umweltbundesamt, Wien.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.42-44

Wien, Oktober 1993

## Neue Methoden zur Erkundung und Probenentnahme in Böden und Grundwasserkörpern

von RICHARD NIEDERREITER

*Methoden  
Hydrogeologie  
Probenentnahme  
Grundwassersonde  
Grundwassermonitoring*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	43
1.	Durchsichtige Grundwassersonde .....	43
2.	Beobachtungskamera .....	43
3.	Probenentnahmerät mit Pneumatikpumpe .....	43
3.1.	Bauweise.....	43
3.2.	Vorteile .....	44
4.	Einbindung der Gerätetechnologie in wissenschaftliche Projekte .....	44
4.1.	Einsatz bei Projekten in Österreich .....	44
4.2.	Einsatz bei Projekten im Ausland .....	44
	Literatur .....	44

### Anschrift des Verfassers

Richard NIEDERREITER  
Fa.UWITEC Umwelt-und Wissenschaftstechnik  
Herzog-Odilo-Straße 59  
A-5310 Mondsee  
06232-3946

## Zusammenfassung

Die hier vorgestellte Technik und Geräteeinheit wurde in Zusammenarbeit mit der Fa. BWT (Benckiser Wassertechnik AG Mondsee) entwickelt und zur Serienreife gebracht. Die Verwendung durchsichtiger Sonden erlaubt mittels einer Spezialkamera die in-situ-Beobachtung und Dokumentation von Grundwasser- und/oder Deponiekörper. Dies erlaubt in Verbindung mit einem systemkompatiblen Probenentnahmegesetz, diskrete und kontaminationsfreie Grundwasserbeprobungen.

### 1. Durchsichtige Grundwassersonde

Das Einbringen von Grundwassersonden aus Plexiglas erfolgt durch Einrammen eines Hilfsgestänges, in das nach Entnahme der Schlagspitze nach oben das Plexiglasrohr eingeführt wird. Die Plexiglasrohre (Außendurchmesser 60mm, Innendurchmesser 54mm) werden in 2m- oder 3m-Stücken vorgelocht und mit Muffe und Schaft versehen zur Bohrung mitgebracht. Die Verbindung der Rohre erfolgt direkt während des Einführens in das Hilfsgestänge mittels Schrumpfen durch Heißluft. Diese Vorgangsweise ermöglicht rasche und dauerhafte Verbindungen der Rohre vor Ort ohne Klebstoff und anderer Verunreinigungen. Da die Verbindungsmuffen außen dicker als die Rohre sind, können diese beim Einführen nicht zerkratzt werden. Als letzter Schritt wird das Hilfsgestänge mit Hilfe von wasserbetriebener Hydraulik gezogen. So ist eine risikolose Anwendung in gefährdungssensiblen Grundwassergebieten gewährleistet.

Im Untergrund verbleibt letztlich nur das Plexiglasrohr und kein einziges Metallteil. Dies ermöglicht die nachfolgende Probenahme für Schwermetallanalysen und reduziert andererseits die Kosten.

Bei sehr festen Sedimenten entsteht ein dauerhafter Hohlraum von ca. 15mm zwischen Hilfsgestänge und Plexiglasrohr. Bei weniger festen Sedimenten füllt sich der Hohlraum noch während das Gestänge gezogen wird. Eingedrungenes Feinmaterial und Verwischungen an der Außenwand des Plexiglasrohres können durch starkes Abpumpen entfernt werden.

Zum Setzen der Sonden wurde ein einfaches Gerät entwickelt, welches auf einem PKW-Anhänger transportiert und von zwei Personen auch im unwegsamen Gelände eingesetzt werden kann.

Die derzeit erreichbare Tiefe für den Ausbau mit Plexiglasrohren beträgt 20m.

### 2. Beobachtungskamera

Bereits nach wenigen Stunden kann nun mit Hilfe einer speziell adaptierten Videokamera das komplette Profil des Sondenstandortes gefilmt und auf Band aufgezeichnet werden. Sedimentabfolgen, Schichtstrukturen, Korngrößenzusammensetzungen, Verun-

reinigungen, Grundwasserströmungen und Biozönosen können in Farbe und Rundumsicht schon vor Ort studiert werden.

In Verbindung mit dem Probenentnahmegesetz wird eine punktgenaue Wasserentnahme durchführbar.

Wenn die Sonde zur Vorerkundung eingesetzt wird, kann man mit geringem Kostenaufwand feststellen, wieviele Bohrungen mit Filterstrecken in welchen Teufen man zur Sanierung eines Areals oder zur Errichtung einer Trinkwasserversorgung benötigt. Wie die Praxis zeigt, muß ein Sandfilter in vielen Fällen erst gar nicht eingebaut werden, weil in den entsprechenden Schichten die erforderlichen Korngrößen schon vorhanden sein können.

### 3. Probenentnahmegesetz mit Pneumatikpumpe

#### 3.1. Bauweise

Das Gerät ist in Modulbauweise hergestellt und besteht aus:

- Schlauchwagen mit Bedienungselementen, Zubehör und Preßluftflasche
- ein oder mehrere Versorgungsschläuche a 15m mit Stecker und Kupplung
- Steuer- und Antriebsteil
- Pumpenteil mit Probenförderschlauch
- Meßteil mit Kabel und Kupplung für verschiedene Meßfühler und Pegellot für in-situ-Messungen
- Doppelpacker mit Ansaugteilen und variabler Ansaugstrecke

#### 3.2. Vorteile

Gegenüber der Verwendung herkömmlicher Systeme ergeben sich bei der Probenahme folgende Vorteile:

- von einer Person im Feld bedien- und transportierbar
- stufenlose schonende Probenförderung mit max. 0,1 l/s (flüssig und gasförmig) bis 60m Tiefe in der Standardversion
- keine Verfälschung der Proben durch Verwendung inerte Materialien (keine Metallteile)
- Förderschlauch und Pumpenteil leicht auszutauschen und zu reinigen
- schichtweise Beprobung durch Doppelpacker möglich in Rohrdurchmesser 46-80mm und mit Adapter 70-150mm
- Ansaugbereich auch nur nach unten oder nur nach oben abschottbar
- In-situ-Messung verschiedener Milieuparameter möglich
- unempfindlich gegen Verunreinigungen oder Sand
- wenig Verschleißteile, Komponenten untereinander austauschbar, servicefreundlich

**4. Einbindung der Gerätetechnologie in wissenschaftliche Projekte**

Das vorgestellte System ist derzeit an folgenden Standorten in wissenschaftliche Projekte eingebunden:

**4.1. Einsatz bei Projekten in Österreich**

Mondsee/Oberösterreich

Monitoring eines Trinkwasserschutzgebietes

Altenwörth/Niederösterreich

Ökosystemstudie des ÖN der IAD

Breitenau/Niederösterreich

Einsatz in der Versuchsdeponie der TU Wien

Lobau/Wien

Grundwasserbiologie im Rahmen eines FWF-Projektes (DANIELOPOL et al., 1991)

**4.2. Einsatz bei Projekten im Ausland**

Europa

Grundwasseruntersuchungen in Südfrankreich (Univ.Lyon)

Afrika

Hydrogeologische Untersuchungen in der Sahara (Univ. Würzburg und Univ.Salzburg)

Südamerika

Limnologische und hydrologische Projekte in Ecuador und Venezuela (IAEA)

Limnologische Projekte im Amazonasgebiet (Max Planck Institut für Limnologie)

Limnologische Untersuchungen am Titicacasee (Univ.Bordeaux)

Antarktis

Feinsedimentuntersuchungen (Univ. Heidelberg) (MÄUSBACHER, 1991)

Arktis

Bodenwasser- und Eiskernuntersuchungen in Spitzbergen (Univ. Würzburg)

**Literatur**

DANIELOPOL, D.L. et al. (1991): Ecology of organisms living in a high toxic groundwater environment at Vienna (Austria). - Projektbericht FWF P 7881, 19 S., 8 Abb., Mondsee.

MÄUSBACHER, R. (1991): Die jungquartäre Relief- und Klimageschichte im Bereich der Fildes-Halbinsel/Südshetlandinseln/Antarktis. - Heidelberger Geogr.Arbeiten, 89, 87 Abb., 9 Tab., Selbstverlag Geogr.Inst.Univ.Heidelberg.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.45-49

Wien, Oktober 1993

## Anmerkungen zum geplanten Schongebiet Trauntal Ebensee-Bad Ischl, OÖ.

von PETER BAUMGARTNER

mit 4 Abbildungen

*Oberösterreich  
Kalkvoralpen  
Trauntal  
Hydrogeologie  
Grundwasserschongebiet*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	46
1.	Ausarbeitung eines Schongebietsvorschlages .....	46
2.	Methodik .....	46
3.	Hydrogeologische Situation .....	46
4.	Konzept des geplanten Schongebietes .....	47
	Literatur .....	49

### Anschrift des Verfassers

Dr. Peter Baumgartner  
Staatlich befugter und beeideter  
Ingenieurkonsulent für Technische Geologie  
Gerichtlich beeideter Sachverständiger  
Im Winkl 7  
A-4801 Traunkirchen  
07617-2538

**Zusammenfassung**

Das Trauntal zwischen Bad Ischl und Ebensee stellt mit erhöhten Tiefen bis zu 200m eine bedeutende Grundwasserreserve dar, die jedoch einigen Problemen ausgeliefert ist. Diese sind in der Besiedlung, in der Wirtschaftstätigkeit und in der geplanten Anlage von verschiedenen Deponien oder in der Existenz von Altlasten zu finden. Derzeit ist die Ausarbeitung eines Schongebietsvorschlages für das gesamte Grundwasservorkommen im Gange. Aufgrund der sehr guten Informationslage durch Grundwassermodelle und hydrogeologische Untersuchungen ist es möglich, innerhalb der Kernzonen des geplanten Schongebiets Grundwasservorbehaltbereiche für die Situierung künftiger Großbrunnen auszuweisen. Außerdem sollen die Schongebiete bis zum nahtlosen Angrenzen an andere Schongebiete und wasserwirtschaftliche Rahmenverfügen über die kalkalpinen Randbereiche ausgedehnt werden.

**1. Ausarbeitung eines Schongebietsvorschlages**

Das südliche Traunseebecken wurde nacheiszeitlich - beginnend vor ca. 19000 Jahren (nach VAN HUSEN,1978)- mit dem Geschiebe der Traun in Form einer ca.200m mächtigen Deltaschüttung aufgefüllt. Das darin enthaltene Grundwasser stellt eine große Reserve dar, das derzeit nicht in seiner Gesamtheit vor anthropogenen Einflüssen geschützt ist. Die Einfluß-Aktivitäten finden sowohl im Einzugsgebiet am südlichen Traunseebecken selbst als auch in der Infiltrations- und Exfiltrationsstrecke des Trauntales zwischen dem Süden des Grundwasservorkommens im Bereich Lahnstein (Ebensee) und Bad Ischl statt.

Vom Wasserwirtschaftlichen Planungsorgan des Amtes der OÖ Landesregierung wurde die Ausarbeitung eines Schongebietsvorschlages für dieses Grundwasservorkommen und seine kleineren orographischen Vorläufer Richtung Bad Ischl sowie die Kartwasser-einspeisungen beauftragt.

**2. Methodik**

Die Arbeiten zur Erstellung des Schongebietes stützen sich auf eine umfangreiche Grundwasserstudie von LOHBERGER & BAUMGARTNER (1984) über genau diesen Abschnitt des Trauntales. Im Zusammenhang mit dieser Studie wurden sowohl einjährige Grundwassermeßreihen an Brunnen und Quellen durchgeführt, als auch eine 185m tiefe Bohrung im Delta der Traun in Ebensee abgeteuft. Im Zuge einer Diplomarbeit, ausgeführt von einem Mitarbeiter der Universität Innsbruck in unserem Büro, wurden Lockergesteine untersucht, die im Raum Ebensee die Grundwasserleitgesteine gut beschreiben. Die Informationen aus bestehenden Karten und Unterlagen, insbesondere der laufenden Untersuchungen von G.SCHÄFFER an der Geologischen Bundesanstalt, erlauben gute Rückschlüsse auf die Karstwasser-Verhältnisse. Derzeit ist für die Positionierung von leistungsfähigen Entnahmekbrunnen im Talbecken von Ebensee ein Grundwassermodell in Ausarbeitung. Im Speziellen geht es dabei um die Festlegung von Sicherheitszonen für die bestehenden Brunnen der Wasserversorgung von Ebensee und um die Ausweitung von Flächen, die im Flächenwidmungsplan als Grundwasservorbehaltgebiete berücksichtigt werden sollten.

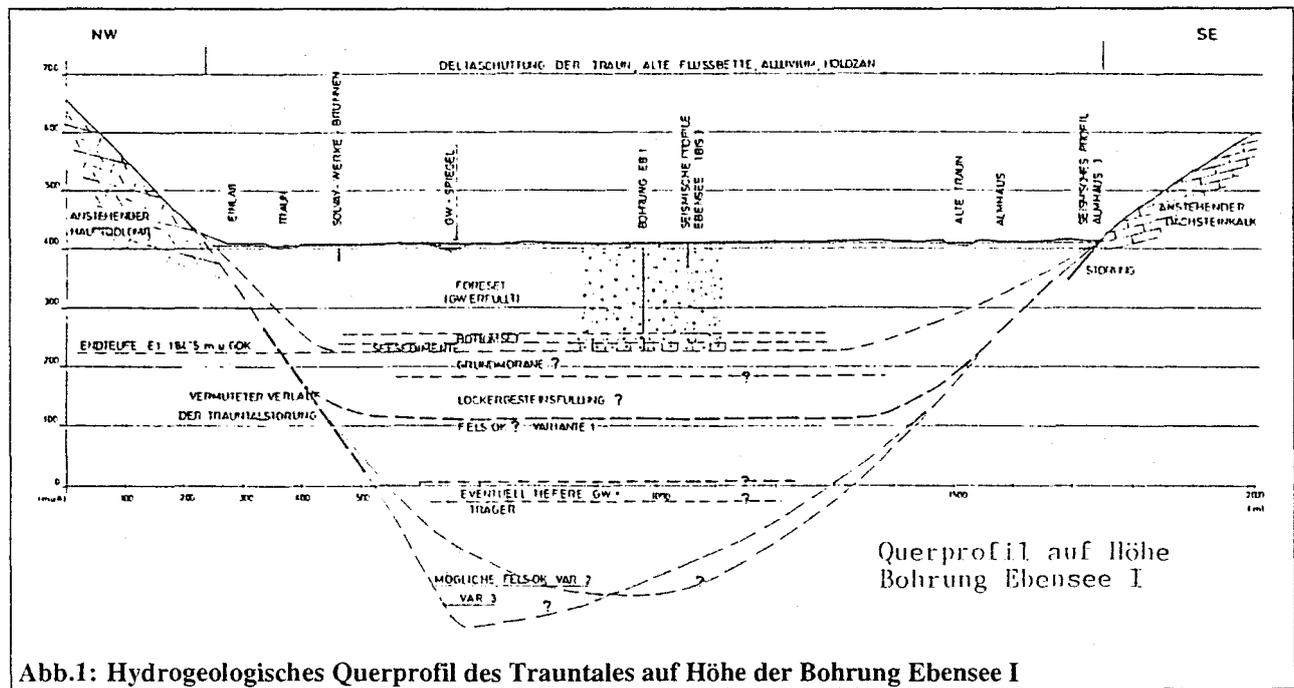


Abb.1: Hydrogeologisches Querprofil des Trauntales auf Höhe der Bohrung Ebensee I

### 3. Hydrogeologische Situation

Zur Beschreibung der hydrogeologischen Situation im Talbecken von Ebensee wird nachstehend ein Quer- und Längsprofil (Abb.1 u.2) sowie ein Grundwasserschichtenplan (Abb.3) aus der Studie von 1984 wiedergegeben. Ein Diagramm zeigt in signifikanten Grundwassermeßpunkten die Grundwasser-Ganglinien eines Jahres (s.Abb.4). Aufgrund der Kürze der vorliegenden Arbeit wird auf eine Kommentierung der Abbildungsinhalte, die ja eigentlich für sich selbst sprechen, verzichtet.

### 4. Konzept des geplanten Schongebietes

Das Konzept für das Schongebiet Trauntal deckt sich vom Grunde her mit dem des Schongebietes Weißenbachtal, das von BECKE (s.Beitrag in diesem Führer) für den selben Auftraggeber bearbeitet wird.

Im einzelnen ist vorgesehen, die in den jungquartären Sand- und Kiesablagerungen befindlichen Talgrundwasserkörper mit der Ausweisung einer Kernzone zu schützen. Die seitlichen kalkalpinen Einhänge, die hauptsächlich durch Karstwasserführung gekennzeichnet sind, sollen als Randzonen Teil der geplanten Schongebiete werden und nahtlos an andere Schongebiete anschließen.

Es ist vorgesehen, im Einzugsbereich dieses so potenten Grundwasserkörpers im Talbecken von Ebensee industrielle Aktivitäten (Betriebsansiedlungen, Deponien u.ä.) möglichst so zu regeln, daß die Qualitätssicherung des Grundwassers für die künftige Nah- und Fernversorgung von der Wasserrechtsbehörde her reguliert oder zumindest mitbestimmt werden kann.

Da die Ausarbeitung des Schongebietsentwurfes noch im Gange ist, muß zwangsläufig auf die Darstellung einer Karte mit den Schongebietsgrenzen verzichtet werden.

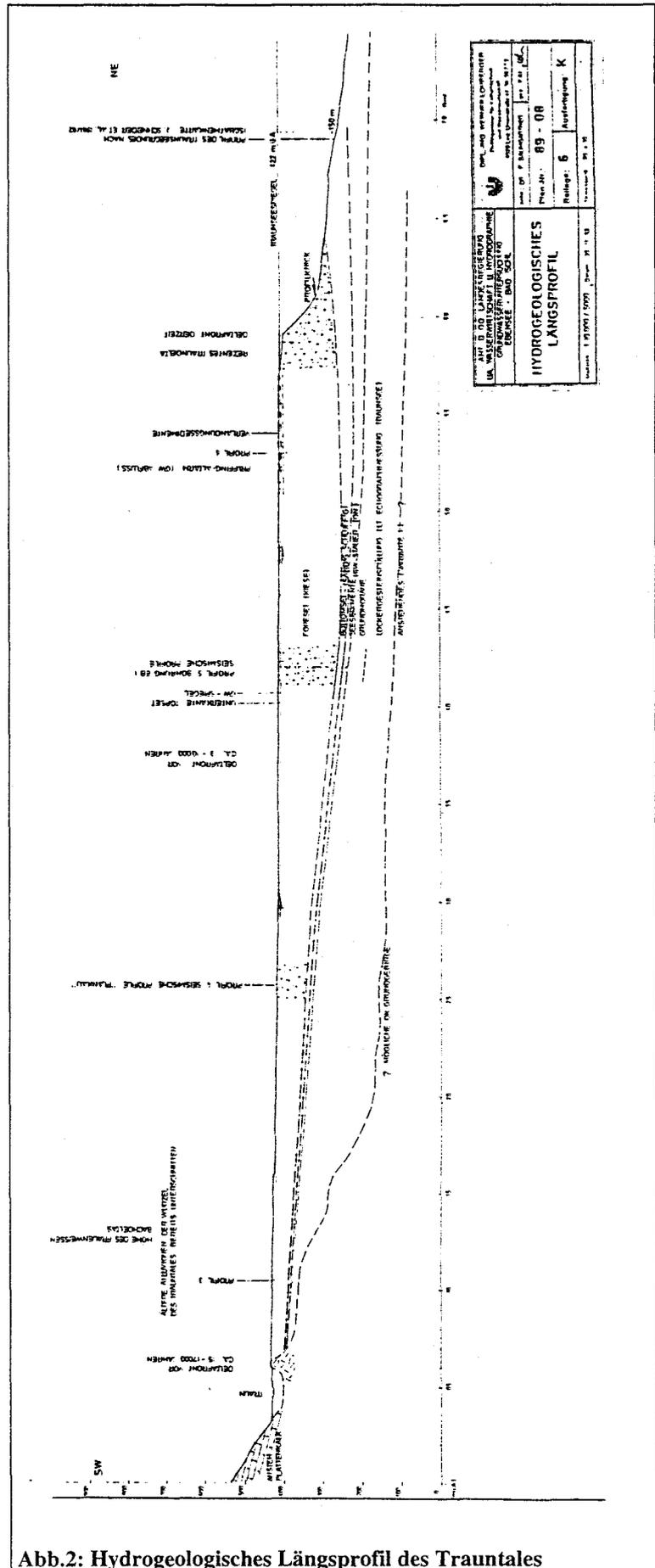


Abb.2: Hydrogeologisches Längsprofil des Trauntales

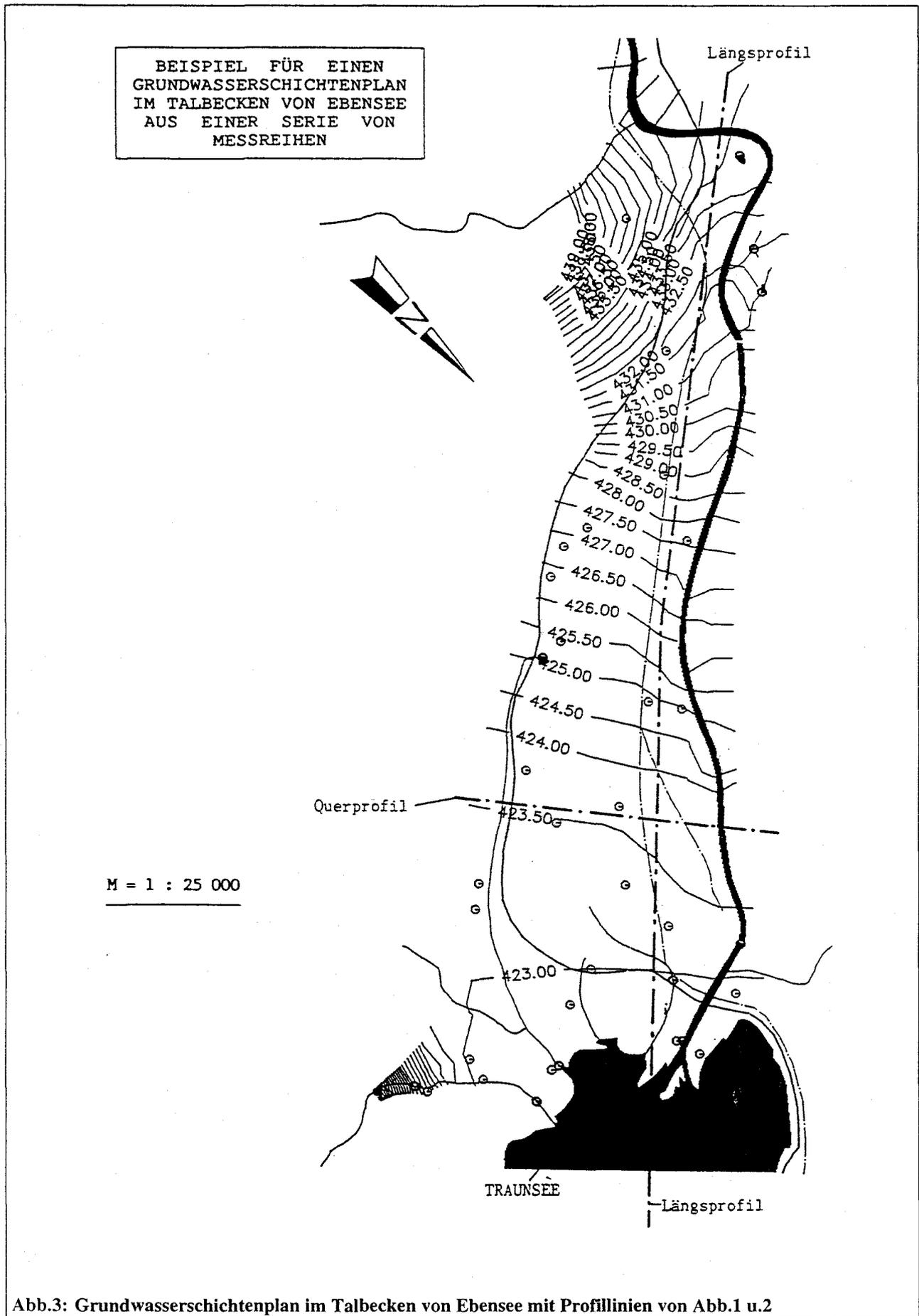
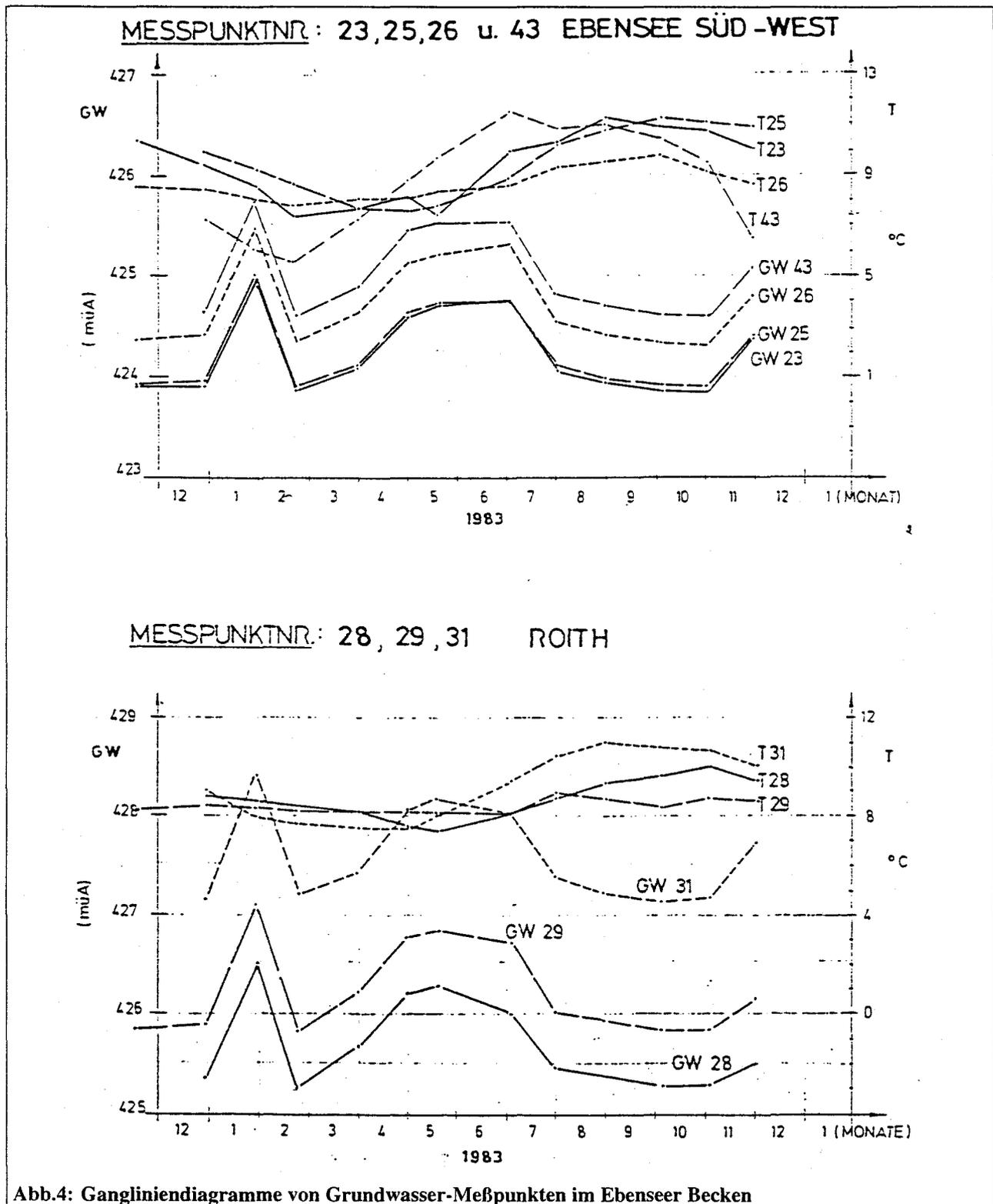
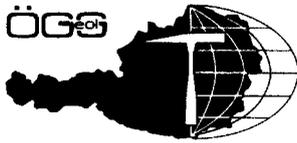


Abb.3: Grundwasserschichtenplan im Talbecken von Ebensee mit Profillinien von Abb.1 u.2



#### Literatur

- LOHBERGER, W. & P.BAUMGARTNER (1983): Grundsatzkonzept Wasserreserven Oberes Trauntal (Ebensee-Bad Ischl). - Studie i.A. des Amtes d.OÖ.LR, 7 Beil., davon 1 Hydrogeologisches Gutachten, 1 Grundwasserschichtenplan 1:5000, Linz.
- VAN HUSEN, D. (1977): Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. - Jb.d.Geol.B.-A., 120, H.1, 1-30, 5 Taf., 69 Abb., 1 Quartärgeol.Kte. 1:50.000, Wien.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.50-53

Wien, Oktober 1993

## Hydrogeologische Erkundungen zum Zwecke einer Schongebietsfeststellung im Weißenbachtal

von MAX BECKE

mit 2 Abbildungen

*Oberösterreich  
Kalkvoralpen  
Höllengebirge  
Weißenbachtal  
Hydrogeologie  
Schongebietsfeststellung*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	51
1.	Einleitung .....	51
2.	Situation .....	51
2.1.	Geologie und Tektonik .....	51
2.2.	Quartärgeologie und Talfüllungen .....	51
2.3.	Hydrogeologischer Überblick .....	52
3.	Das Schongebiet .....	53
3.1.	Zielvorstellung .....	53
3.2.	Begrenzung .....	53
4.	Ausblick .....	53
	Literatur .....	53

### Anschrift des Verfassers

Dr. Max BECKE  
Büro für Angewandte Geologie  
Goldbachgasse 7  
A-8793 Trofaiach  
03847-4463

**Zusammenfassung**

Im Zuge der geplanten Ausarbeitung einer Schongebietsverordnung für das Weißenbachtal durch das Land Oberösterreich konzentrieren sich die derzeitigen hydrogeologischen Erkundungen auf das Gebiet der Talwasserscheide zwischen Mitterweißenbach und Äußerem Weißenbach. Mit Hilfe systematischer Grundwasseruntersuchungen, Quellaufnahmen und geophysikalischer Methoden soll die Alimentation der Talfüllungen durch Karstwässer aus dem Höllengebirge und dem Gebiet des Leonsberges quantifiziert und zu den bisherigen Forschungsergebnissen in Beziehung gesetzt werden.

**1. Einleitung**

Ein Schongebiet ist im Unterschied zu einem Schutzgebiet, das einer konkreten Wasserversorgungsanlage zugeordnet ist, nicht an eine bereits vorhandene Anlage gebunden, sondern dient dem generellen Schutz eines Grund- oder Karstwasservorkommens und stellt somit eine Sicherung für eine künftige, meist überregionale Wasserversorgung dar. Das rechtliche Instrument der Schongebietsverordnung (§34 WRG) bietet die Möglichkeit, Maßnahmen und Eingriffe, die die Beschaffenheit sowie die Ergiebigkeit eines Wasservorkommens gefährden können, der wasserrechtlichen Bewilligungs- und Anzeigepflicht zu unterwerfen.

Das Schongebiet Weißenbachtal ist derzeit in der Planungsphase. Daher ist die Grenzziehung, der Umfang und die Auflagen erst vorläufig und auch von benachbarten und angrenzenden Vorhaben (Trauntal, Langbath) abhängig.

**2. Situation**

**2.1. Geologie und Tektonik**

Das Höllengebirge wird von einer großen, nach Norden überkippten Falte gebildet. Hauptfelsbildner ist stark verkarsteter Wettersteinkalk. Dieser baut auch den nach Süden zum Weißenbachtal hin einfallenden Hangendschenkel auf. Südlich des Weißenbachtals erhebt sich der vorwiegend aus Hauptdolomit bestehende Leonsberg, der auch noch zum Hangendschenkel der Höllengebirgsantiklinale gezählt wird.

Im inversen Liegendschenkel an der Nordseite des Höllengebirges sind vor allem die Raibler Schichten aber auch der Hauptdolomit häufig stark ausgedünnt bis fehlend.

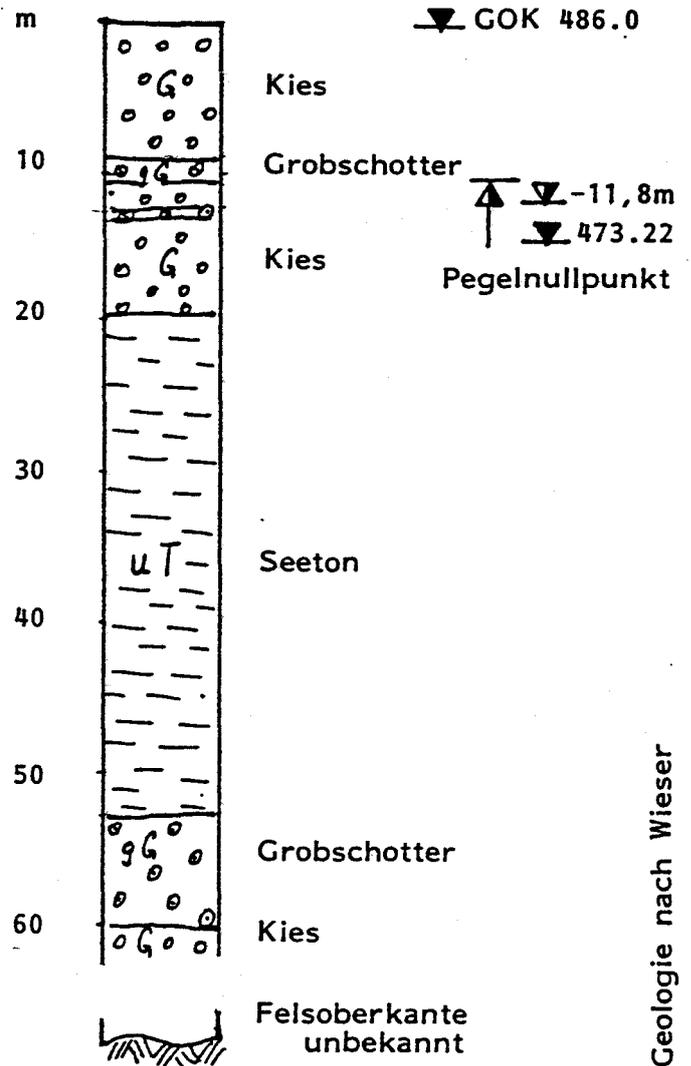
Dieser gesamte Bereich wird der Stauffen-Höllengebirgsdecke als Teil des Tirolischen Deckensystems zugeordnet. Die nördlich angrenzende und unterlagernde Langbathzone, zum tieferen Bajuvarikum zählend, keilt nach Westen hin rasch aus.

**2.2. Quartärgeologie und Talfüllungen**

Im Äußeren Weißenbachtal sind im Gegensatz zum Tal des Mitterweißenbaches mächtige Talfüllungen zu vermuten. Einen ersten Eindruck gewährt das Bohrprofil des Tiefbrunnens Weißenbach (Abb.1) einige 100m östlich der gleichnamigen Ortschaft.

Von 0-20m wurden in Wechsellagerung grundwasserführende Sande, Kiese und Schotter erbohrt; von 20-50m Seeton; darunter ein weiterer Grundwasserhorizont in gut durchlässigen Schottern. Die Felsoberkante wurde nicht erreicht.

**Tiefbrunnen Weißenbach**



**Abb.1: Profilschnitt des Tiefbrunnens Weißenbach**

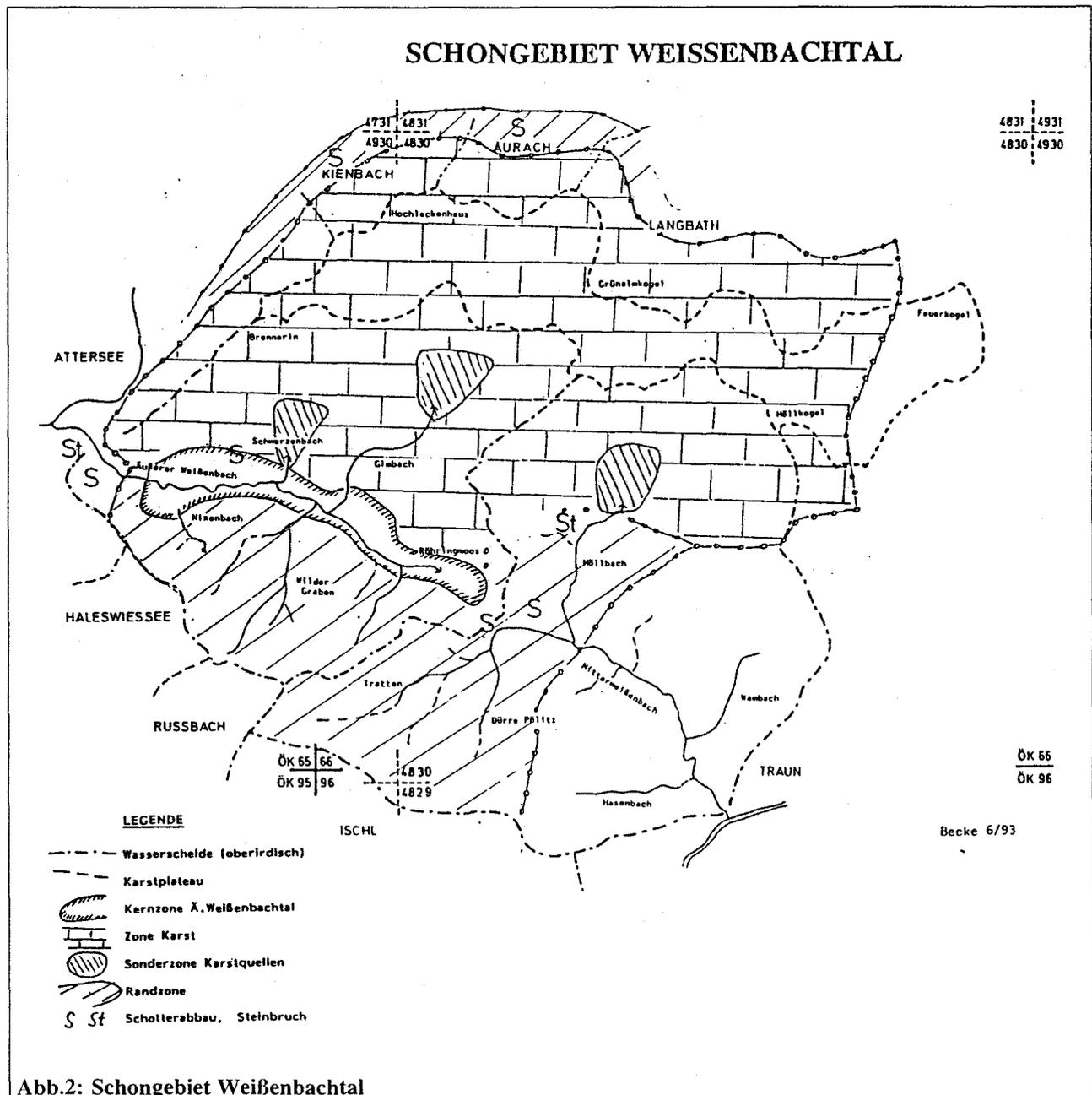
Im Bereich der Talwasserscheide zwischen dem Röhrlingmoos und der Höllbachmündung trifft man auf 20-30m mächtige Schotter, die, teilweise von Moränen überlagert, ein von der heutigen Morphologie möglicherweise abweichendes Untergrundrelief verbergen.

### 2.3. Hydrogeologischer Überblick

Die Hauptentwässerung erfolgt der geologisch-tektonischen Situation entsprechend nach Süden ins Weißenbachtal. Hier liegen auch die großen Karstquellen wie Schwarzenbach-, Gimbach- und Höllbachquelle. Ein Entwässerungsmodell aus den Berichten von BENISCHKE, ZOJER et al.(1981-1988) zeigt, daß das Einzugsgebiet dieser Karstquellen bis über den nördlichen Plateaurand hinausreicht.

Noch ungeklärt sind die Verhältnisse im Bereich der Talwasserscheide. Die Röhringmoosquelle besitzt ein orographisches Einzugsgebiet von knapp 2,4 km<sup>2</sup>, trotzdem betrug die Schüttung Ende Februar 1993 nach einer längeren Kälteperiode immer noch 125 l/sec.

Im laufenden Jahr wurde mit systematischen Quellbeobachtungen begonnen. Vorweg kann bereits festgestellt werden, daß die Röhringmoosquelle große Unterschiede zu den gleichzeitig beobachteten Karstquellen aufweist. So weist z.B. die beobachtete Schüttungsschwankung zwischen Niederwasser Ende Februar und der Hauptschneesmelze im Falle Röhringmoos ein Verhältnis von 1:4 auf, die Gimbach- und Schwarzenbachquelle hingegen Verhältnisse im Bereich von 1:25 bis 1:30.



### 3. Das Schongebiet (s.Abb.2)

#### 3.1. Zielvorstellung

Erschließung des durch die Karstwässer gespeisten Porengrundwassers im Äußeren Weißenbachtal zu einem noch nicht näher definierten Zeitpunkt.

#### 3.2. Begrenzung

Prinzipiell ist das gesamte Einzugsgebiet zu berücksichtigen. Den hydrogeologischen Gegebenheiten entsprechend ist eine Gliederung in mehrere Zonen vorgesehen.

##### Kernzone:

- 1.) Talboden des Äußeren Weißenbachtals mit Porengrundwasser
- 2.) Karstzone des Höllengebirges; umfasst den gesamten Komplex aus Wettersteinkalk bis zur Deckengrenze im Norden
- 3.) Sonderzonen um die Hauptkarstquellen

##### Randzone:

- 1.) Randzone Leonsberg; die Begrenzung des Einzugsgebietes geht hier bis auf unbedeutende Ausnahmen mit dem Gratverlauf konform
- 2.) Randzone Höllengebirge; umfasst die Zone zwischen Karst und Flysch.

### 4. Ausblick

Neben einem Versuch einer Konsensfindung mit allen Beteiligten läuft derzeit ein Meßprogramm, das vorwiegend die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich Röhrlingmoos-Stehrerau abklären soll.

Als nächster Schritt ist ein geophysikalisches Meßprogramm vorgesehen. Vorerst sind Geoelektrik zur Erfassung der Ausdehnung des Seetonhorizontes, sowie Seismik zur Erkundung der Lockergesteinsmächtigkeit im Äußeren Weißenbachtal geplant.

### Literatur

- BENISCHKE R., H.ZOJER et al (1981-1988): Hydrogeologie der Nördlichen Kalkalpen, Höllengebirge. - Berichte Teil I-VI, Graz.
- GAMERITH W. & W.KOLLMANN (1976): Quellaufnahme des Gebietes Schafberg-Leonsberg-Höllengebirge. - Ms., Wien.
- PIA J. (1912): Geologische Studien im Höllengebirge und seinen nördlichen Vorlagen. - Jb.Geol.B.-A.,557-612, Wien.
- TOLLMANN A. (1976): Monographie der Nördlichen Kalkalpen, Teil 3: Der Bau der Nördlichen Kalkalpen. - Deuticke, Wien.



# Österreichische Geologische Gesellschaft Arbeitsgruppe Hydrogeologie

Aufgaben und Methoden der Hydrogeologie im Rahmen des Grundwasser- und Trinkwasserschutzes in Karstgebieten

ÖGG-Exkursionsführer 14: 2. Österreichischer Hydrogeologentag Höllengebirge 1993

S.54-57

Wien, Oktober 1993

## Die Höhlen des Höllengebirges

von RUDOLF PAVUZA

mit 3 Abbildungen

*Oberösterreich  
Nördliche Kalkalpen  
Höllengebirge  
Speläologie  
Hydrogeologie  
Höhlenkataster*

### Inhalt

	Zusammenfassung .....	55
1.	Topographie und Anlage der Höhlen .....	55
2.	Zur hydrogeologischen Bedeutung von Höhlen .....	56
	Literatur .....	57

### Anschrift des Verfassers

Dr. Rudolf PAVUZA  
Naturhistorisches Museum Wien  
Karst- und Höhlenkundliche Abteilung  
Messeplatz 1/10/1  
A-1070 Wien  
0222-930418/20

**Zusammenfassung**

Höhlen als eine der augenfälligsten Kennzeichen des Karstphänomens sind im Höllengebirge weit verbreitet. Unter den bisher 87 vermessenen und katastermäßig erfaßten Objekten sind eine Großhöhle, zwei größere Höhlen und 84 kleine Objekte vertreten. Die zwei größten Höhlen (Hochlecken-Großhöhle und Totengrabenhöhle) werden in Plänen dargestellt.

**1. Topographie und Anlage der Höhlen**

Im Gegensatz zum benachbarten Toten Gebirge, wo freilich Dachsteinkalk dominiert, stehen im Höllengebirge den drei größeren Höhlen eine Vielzahl kleiner Objekte gegenüber. Grund dafür könnte die Anlage der Höhlen im Wettersteinkalk sein, der immer wieder wolkige Dolomitierungen aufweist und so der Höhlenbildung bereichsweise weniger förderlich ist als der stets sehr gut gebankte, grobklüftige Dachsteinkalk. Zur Zeit sind im österreichischen Höhlenverzeichnis (gemeinsam geführt vom Verband österreichischer Höhlenforscher und der Karst- und höhlenkundlichen

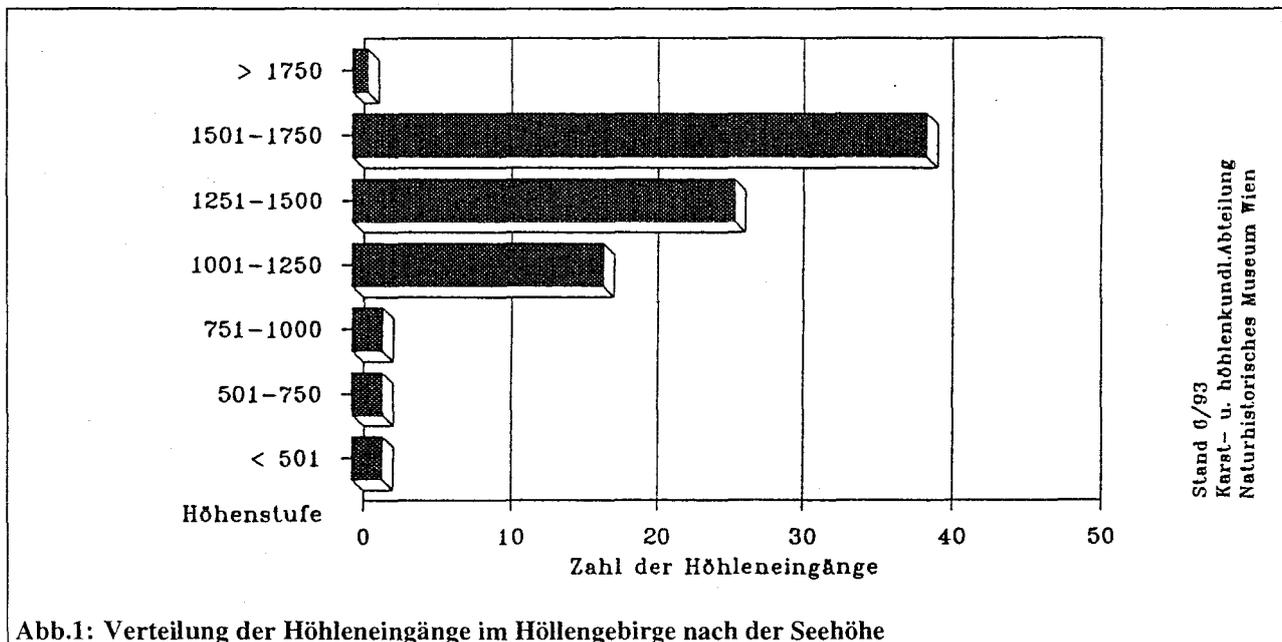
Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien) für das Katastergebiet "1567 - HÖLLENGEBIRGE" 87 Objekte eingetragen. Die Verteilung der Eingänge nach der Seehöhe, die hier infolge der Dominanz kleiner Höhlen unproblematischer ist als in Gebieten mit Höhlen von großer vertikaler Erstreckung (Abb.1) zeigt eine Häufung der Eingänge in den Höhenbereichen um 1500 m, also im Plateaubereich. An den Flanken sowie im Bereich der Vorflutniveaus, sind nur wenige Höhlen zu finden. Dies scheint aber wenigstens zum Teil eine Funktion des geringeren Flächenanteiles und des Höhlenverfalles zu sein, ein Schluß auf die Verkarstung an sich ist sicher nicht zulässig. Dies wird vor allem durch die Hochlecken-Großhöhle dokumentiert, die in ihren tiefsten Teilen bis ins Talniveau hinabreicht (Abb.2). Auch die Totengrabenhöhle weist eine merkliche Tiefenerstreckung auf, die abschließenden Siphone liegen indessen noch über dem Vorflutniveau (Abb.3).

In der folgenden Tabelle finden sich die Ganglängen und die Vertikalerstreckungen der 3 größten Höhlen des Höllengebirges in einer Zusammenschau (Tab.1):

BEZEICHNUNG	KAT.NR.	SH(E)	GL	HM+	HM-
HOCHLECKEN-GROSSHÖHLE	1567/29	1520	5300	100	-800
TOTENGRABENHÖHLE	1567/41	1120	850	40	-200
GMUNDNERHÖHLE	1547/49	1130	550	90	-000

KAT.NR. Katasternummer des österreichischen Höhlenverzeichnisses  
 SH(E) Seehöhe des Höhleneinganges (m)  
 GL bisher vermessene Ganglänge (m)  
 HM+ Vertikalerstreckung oberhalb des Einganges (m)  
 HM- Vertikalerstreckung unterhalb des Einganges (m)

**Tab.1: Kenndaten der 3 größten Höhlen im Höllengebirge**



**Abb.1: Verteilung der Höhleneingänge im Höllengebirge nach der Seehöhe**

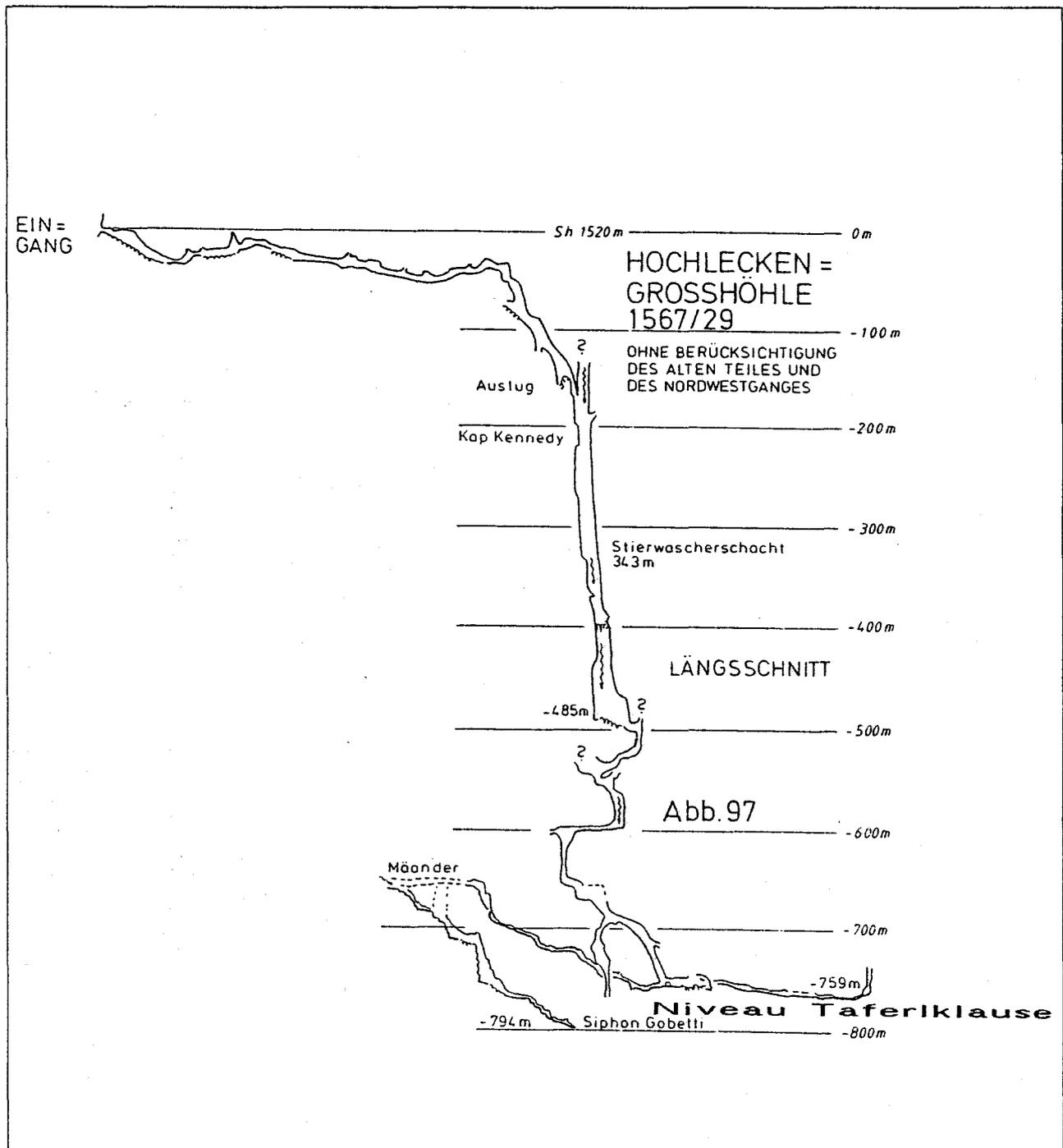


Abb.2: Die Hochlecken-Großhöhle im Höllengebirge (aus: PFARR & STUMMER, 1988)

**2. Zur hydrogeologischen Bedeutung von Höhlen**

Neben Ihrer Bedeutung als potentielle und aktuelle Entwässerungsbereiche im Karstaquifer und anderes mehr soll hier kurz auf ein weniger beachtetes Phänomen eingegangen werden.

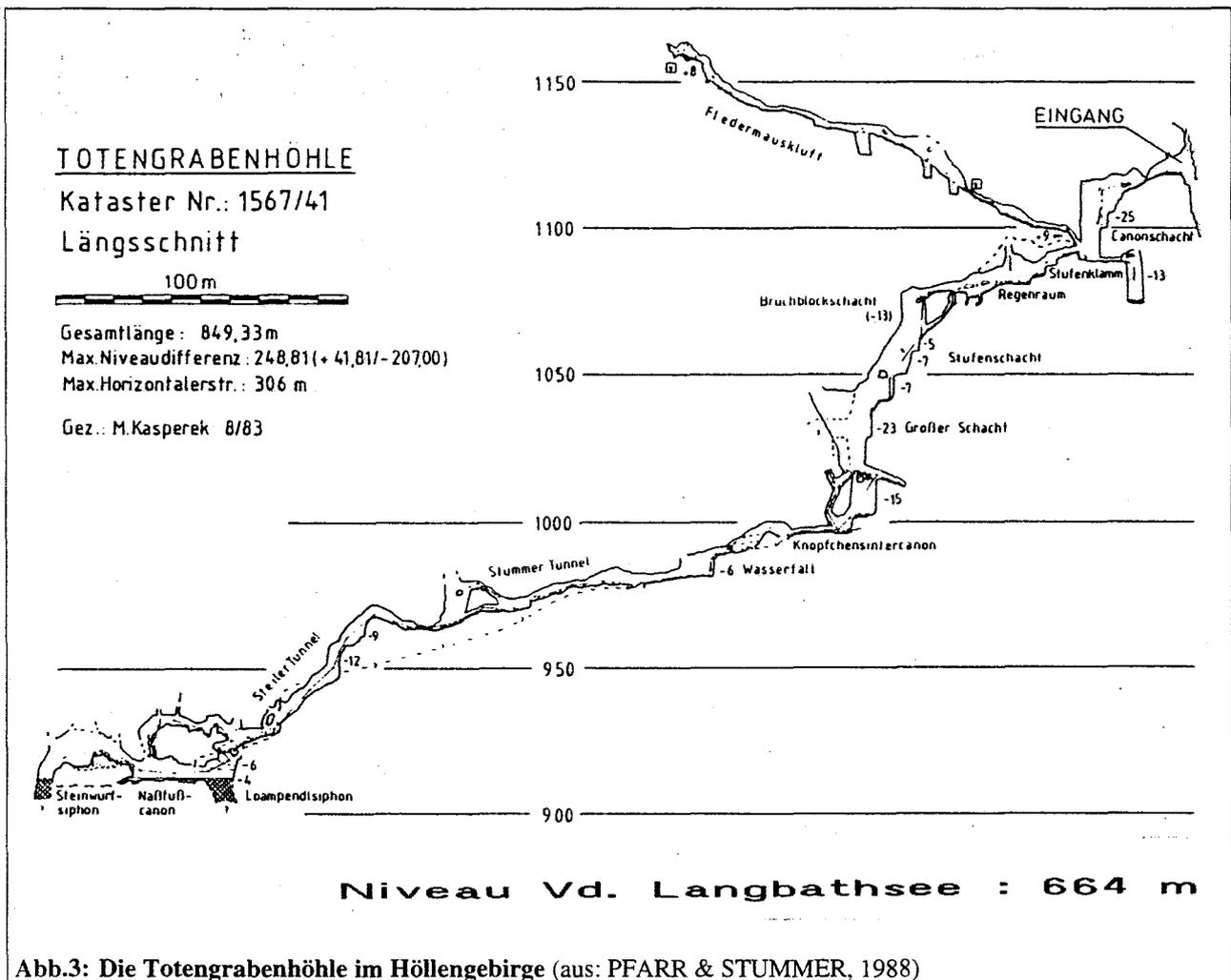
Entgegen der Beobachtung an den Quellen, die stets einen integralen hydrochemischen Wert über ihr Einzugsgebiet liefern, bietet sich in den Höhlen mit ihren zahllosen Tropfstellen die Möglichkeit, das

Einzugsgebiet der späteren Quellen bzw. den Weg des Wassers zwischen Versickerung und Quellaustritt viel besser zu beobachten. Aus dem Höllengebirge liegen nur wenige diesbezügliche Daten vor, eine Momentaufnahme aus dem Dachstein soll indessen die merkliche lokale Variation der Wässer innerhalb des vadosen Bereiches vor Augen führen: Bei einer Meßtour vom West- zum Osteingang der Dachstein-Mammuthöhle am 27.7.1993 ergaben sich an der rund 700 m langen Strecke folgende Variationen der elektrischen Leitfähigkeit der Höhlenwässer (Tab.2):

100 m vom Westeingang	153 $\mu\text{S}/\text{cm}/25^\circ\text{C}$
220 m - " -	169
280 m - " -	169
310 m - " -	193
330 m - " -	191
360 m - " -	203
400 m - " -	192
650 m - " -	189
700 m - " - = Osteingang	202

**Tab.2: Variation der elektr. Leitfähigkeiten in der Dachstein-Mammuthöhle am 27.7.1993**

Diese nur zweidimensionale Erfassung (bei vier möglichen) alleine der Leitfähigkeit ergibt bereits signifikante Variationen und rechtfertigt die Einbeziehung von Höhlenwässern bei bestimmten hydrogeologischen Fragestellungen. Aus diesem Falle wurde von den oben genannten Stellen bereits mit der Erfassung der Wasseranalysen aus Höhlen in der Datenbank SPELAQUA begonnen.



**Literatur**

KUFFNER, D. et al. (1987): Höhlenforschung in Ebensee.- 72 S., zahlr. Abb., Verein für Höhlenkunde, Ebensee.  
 PFARR, T. & G.STUMMER (1988): Die längsten und tiefsten Höhlen Österreichs.- 247 S.,163 Abb., Wiss. Beih. z. Zeitschr. "Die Höhle", Wien.