

# 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  
Kalkvoralpen  
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 Gosamergerel. 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.

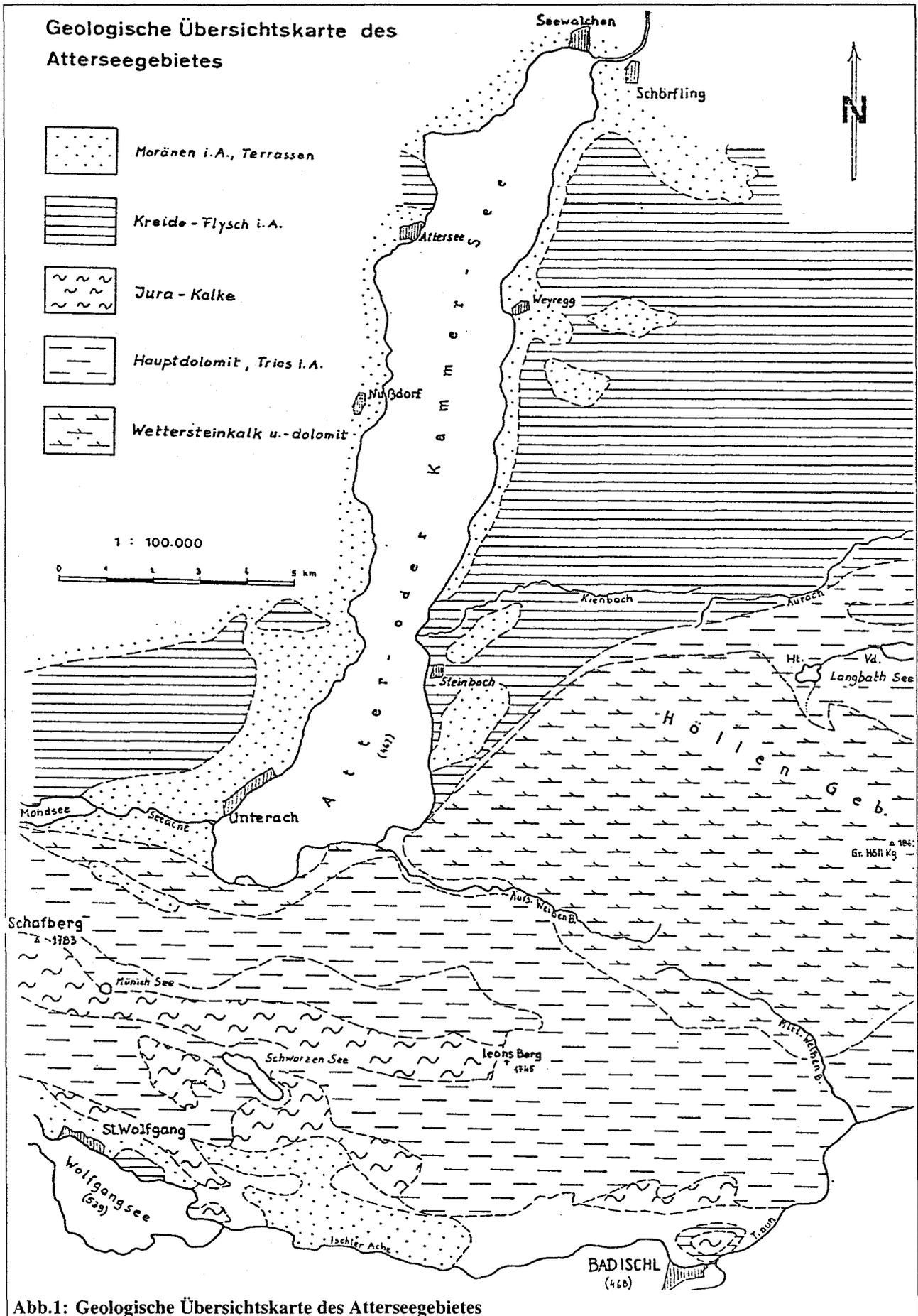


Abb.1: Geologische Übersichtskarte des Atterseegebietes

### 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.

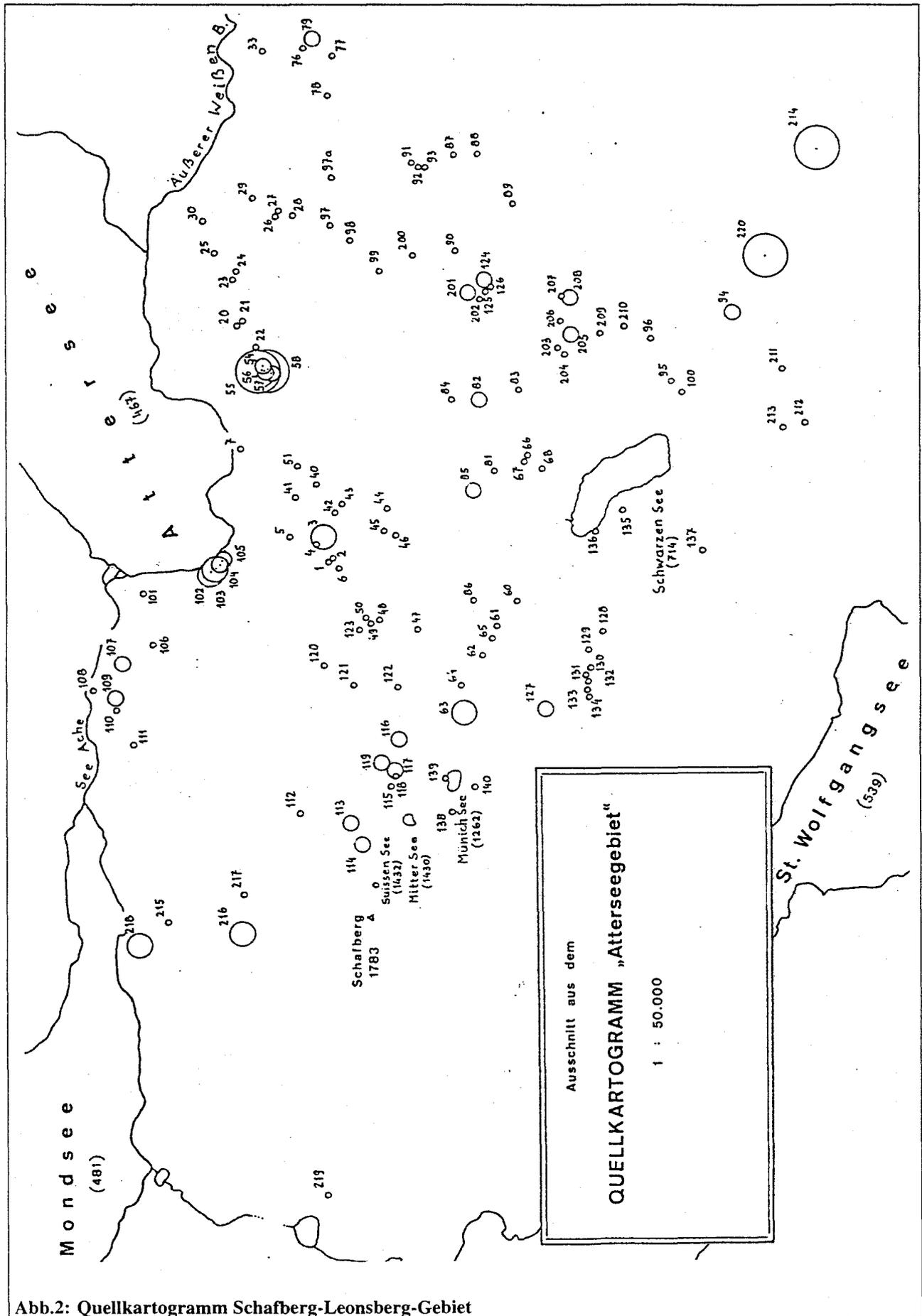


Abb.2: Quellkartogramm Schafberg-Leonsberg-Gebiet

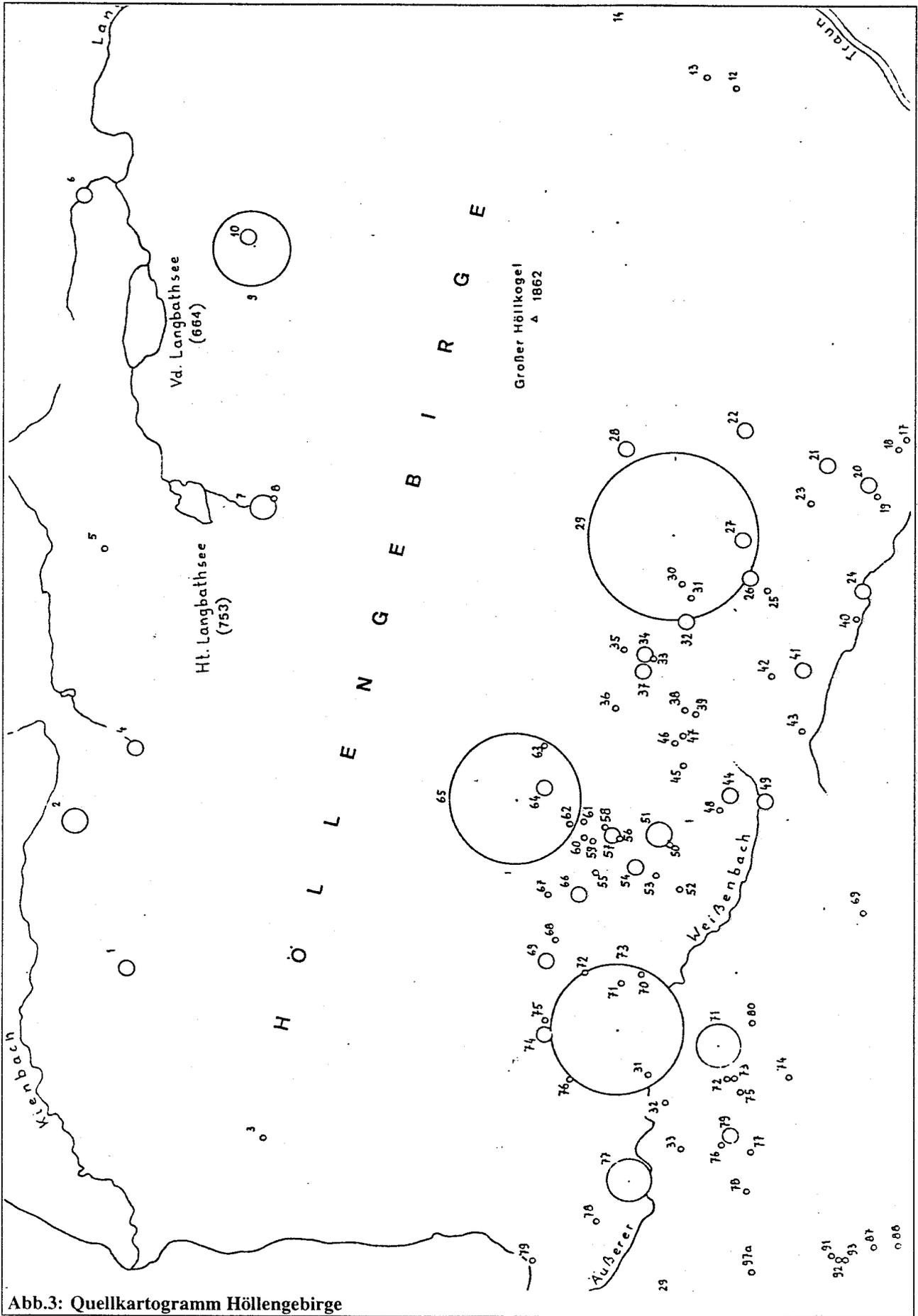


Abb.3: Quellkartogramm Höllengebirge

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).

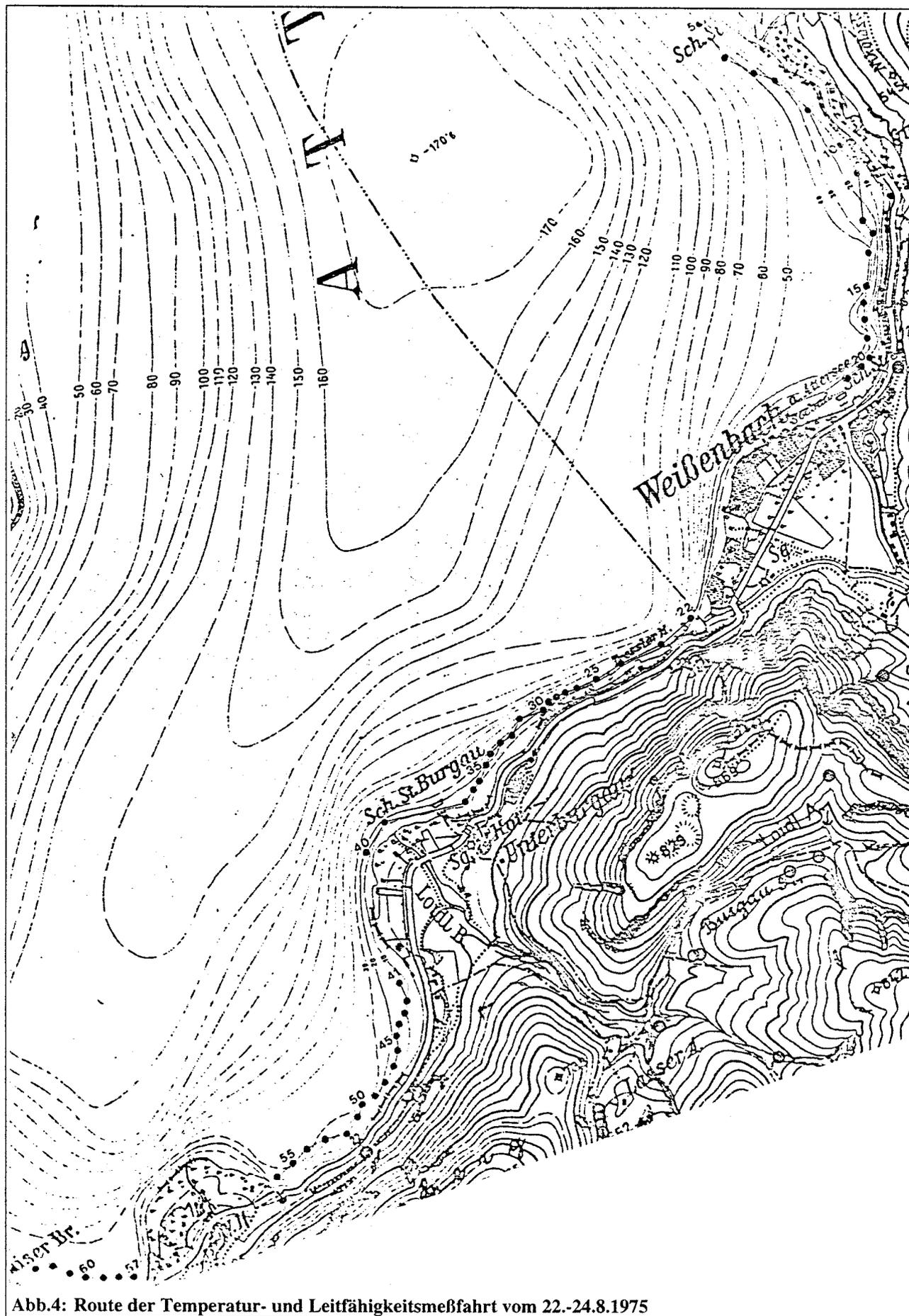


Abb.4: Route der Temperatur- und Leitfähigkeitsmessfahrt vom 22.-24.8.1975

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

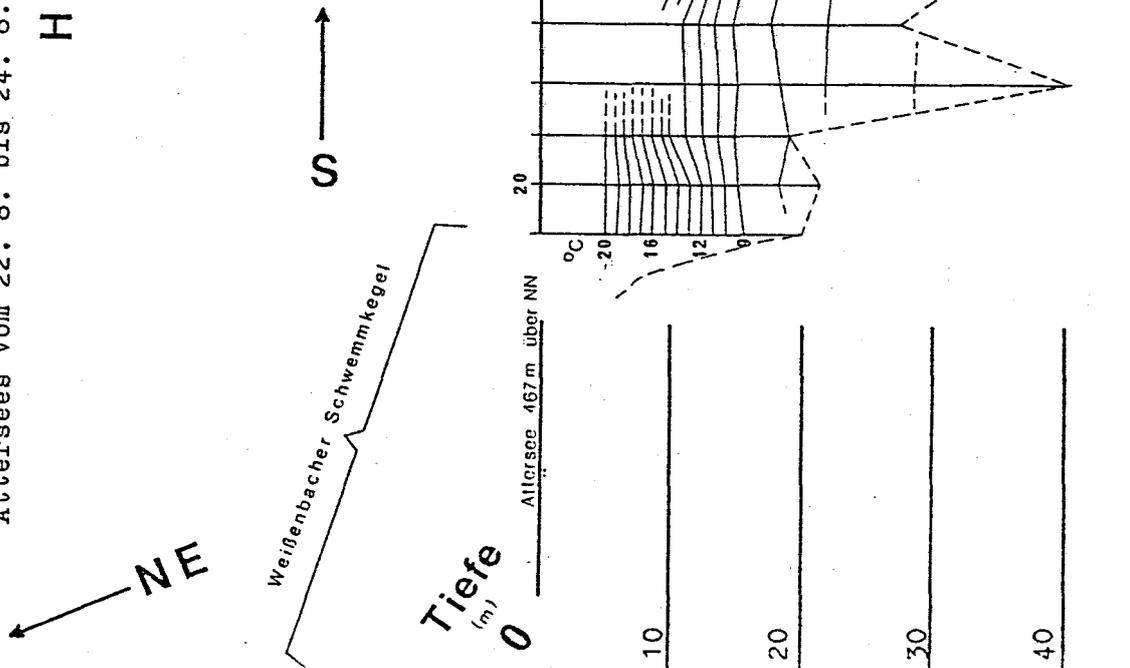


Abb.5: Profilausschnitt der Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßfahrt vom 22.-24.8.1975

### 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.