

# DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE IM HÖLLENGBIRGE, OÖ

Ralf Benischke<sup>(1)</sup>, Gerhard Schubert<sup>(2)</sup> und Hans Zojer<sup>(1)</sup>

<sup>1)</sup> ralf.benischke@joanneum.at, hans.zojer@joanneum.at, Joanneum Research, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Graz; <sup>2)</sup> schgrd@geolba.ac.at, Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, A-1031 Wien

## I. EINLEITUNG

In den 1980er Jahren wurden – finanziert durch die Akademie der Wissenschaften und das Land Oberösterreich – vom Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum in Graz die unterirdischen Abflussverhältnisse im Höllengebirge detailliert untersucht (Benischke et al. 1982-1988). Basierend auf den Erhebungen von Gamerith und Kollmann (1976) wurden ein umfangreiches Quellbeobachtungsprogramm und Abflussmessungen durchgeführt. An den Quellen wurden neben Schüttung und Hydrochemie auch Sauerstoff-18 bestimmt. Diese Untersuchungen führten schließlich zur Durchführung eines ausgedehnten kombinierten Markierungsversuchs in den Jahren 1986 und 1987, im Zuge dessen im Karststock des Höllengebirges an mehreren Orten unterschiedliche Fluoreszenzfarbstoffe eingespeist wurden. Zu dieser Zeit lagen auch Ergebnisse eines lokalen Markierungsversuchs aus dem Jahr 1983 vor (Benischke und Zojer 1988). Der vorliegende Beitrag hat zum Ziel, die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchungen, die im Detail nur in den erwähnten unpublizierten Projektberichten enthalten sind, einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

## II. GEOLOGISCHER RAHMEN

Das Höllengebirge – die höchste Erhebung ist mit 1862 m Seehöhe der Große Höllkogel – besteht zum Großteil aus stark verkarsteten Kalken des Anis bis frühen Karn, vorwiegend Wettersteinkalk (Egger 1996, Van Husen 1989). Diese gehen am Südfuß des Gebirges in gleich alte Dolomite, vorwiegend Wettersteindolomit, über (siehe Abb. 2). Südlich des Weißenbachtals wird der Wettersteindolomit von einem Karnband (Sandstein und Tonstein der Lunz-Formation, spätes Karn) und mächtigem Hauptdolomit (Nor) überlagert. Ebenso begleitet die Wettersteinformation im Norden ein allerdings lückenhaft ausgebildetes Karnband, nämlich von der Höhe der Langbathseen im Westen bis knapp vor den Traunsee im Osten.

Die großteils nach Süden einfallende Schichtfolge von Steinalm- bzw. Wettersteinformation bis Hauptdolomit gehört der zum Tirolikum gerechneten Höllengebirgsdecke an. Sie ist im Norden der Langbathzone (Bajuvarikum) aufgeschoben. Die Überschiebungsbahn (Deckengrenze) zwischen dem Tirolikum und dem darunterliegenden Bajuvarikum befindet sich am Fuße des Nordabfalles des Höllengebirges. Sie wird vom erwähnten Karnband begleitet (siehe Abb. 2 und 3). Die Langbathzone besteht überwiegend aus Hauptdolomit und darüberliegendem Plattenkalk (Nor), über dem in Ost-West gerichteten Mulden jurassische und kretazische Sedimente (bestehend aus Mergel, Kalk, Radiolarit, Sandstein, Konglomerat und Brekzie) folgen.

## III. HYDROCHEMISCHE UND ISOTOPENHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

Die hydrochemische Beprobung lieferte vor allem bei der Miesenbach- und der Schusterbachquelle interessante Ergebnisse. Die beiden Quellen fielen aufgrund ihrer vergleichsweise hohen Chlorid- und Natrium-Werte auf, welche auf das Vorkommen von Evaporiten im Einzugsgebiet hinweisen. Da bei diesen beiden eng benachbarten Quellen die Schüttung und der Lösungsinhalt in gleicher Weise auf die Niederschlagsverhältnisse reagieren, schlossen Benischke und Zojer (1986), dass die Schusterbachquelle einen zum System der Miesenbachquelle gehörenden Überlauf darstellt.

Bei der Miesenbachquelle wurde auch eine Beprobung in kurzen Intervallen während eines Niederschlagsereignisses durchgeführt, um dessen Einfluss auf Schüttung und Lösungsinhalt näher zu untersuchen. Eine Auswahl der Messergebnisse ist in Abb. 1 wiedergegeben. Aus den Schüttungs- und hydrochemischen Daten der Ereignisbeprobung geht klar hervor, dass bei der Miesenbachquelle Niederschlagsereignisse am Feuerkogelplateau sehr rasch zu einem Schüttungsanstieg führen. Im Zuge solcher Schüttungsanstiege steigt an beiden Quellen der Lösungsinhalt der Quellwässer an, was einen Austrag anfangs höher mineralisierten Vorniederschlagswassers, das etwas länger gespeichert war, bedeutet. Einige Stunden später ist diese Abflusskomponente vollständig durch gering mineralisiertes Wasser des aktuellen Niederschlags ersetzt (siehe Abb. 1).

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden die Quellwässer auch auf Sauerstoff-18 untersucht (Benischke und Zojer 1986, 1988). Aufgrund der großen Schwankungen im Sauerstoff-18-Gehalt der Quellwässer war aus den vorliegenden Daten (monatliche Beprobung über zwei Jahre) keine genaue Quantifizierung der mittleren Einzugsgebietsgröße der Quellen möglich. Aus den Sauerstoff-18-Daten kann jedoch abgeleitet werden, dass das Einzugsgebiet der im Südosten des Hölleengebirges befindlichen Quellen des Miesen- und des Schusterbaches in großer Höhe, d. h. im nahe gelegenen Feuerkogelplateau zu suchen ist. Besonders große Sauerstoff-18-Schwankungen waren bei der Schwarzenbachquelle, dem Gimbach- und Höllbach-Ursprung sowie der Miesenbach- und Schusterbachquelle zu verzeichnen. Dies lässt auf schlechte Speichereigenschaften im Einzugsgebiet dieser Quellen, d. h. eine geringe mittlere Verweilzeit der Quellwässer schließen. Anders verhält es sich bei der Kaltenbachquelle im Nordosten, bei der der Sauerstoff-18-Gehalt keinen so großen Schwankungen unterworfen war. Die hier zu erwartenden günstigeren Speicherbedingungen werden von Benischke und Zojer (1986) auf das im Süden der Quelle gelegene und mit mächtigen Lockersedimenten erfüllte Kar zurückgeführt.

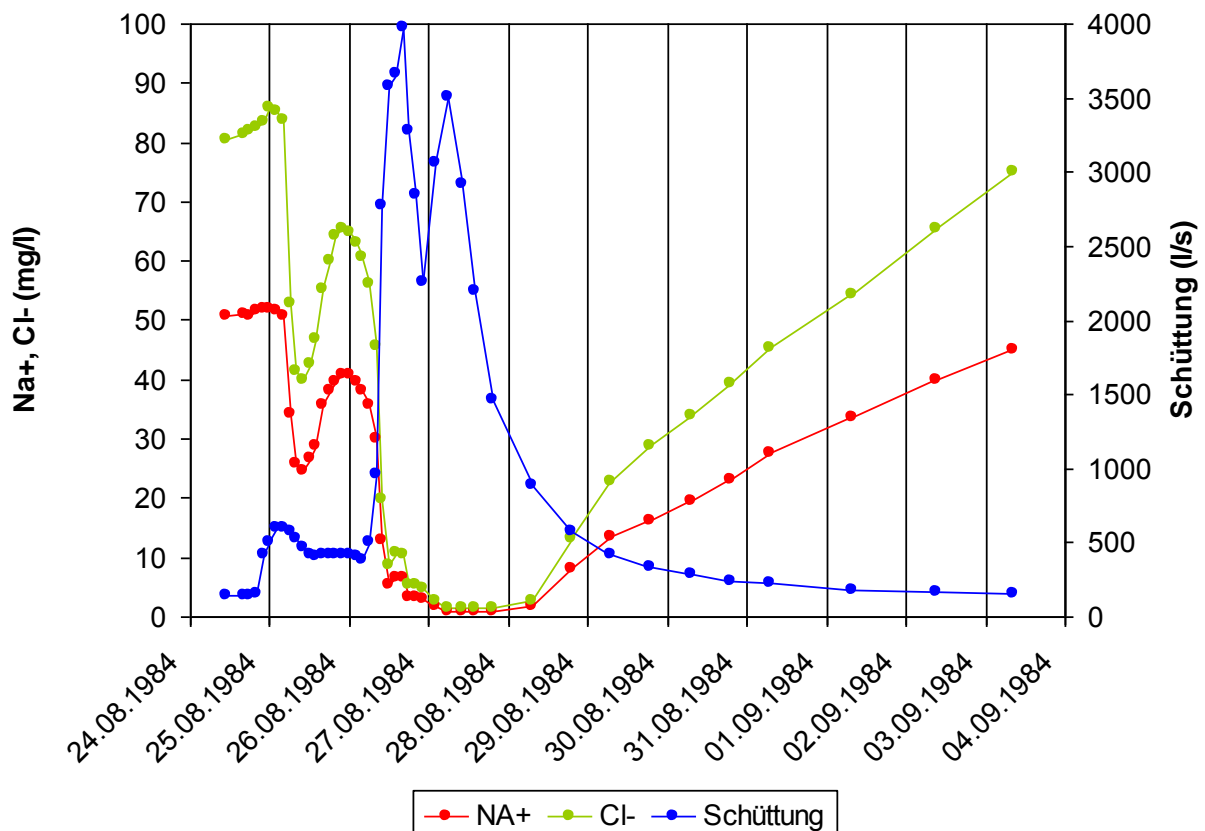


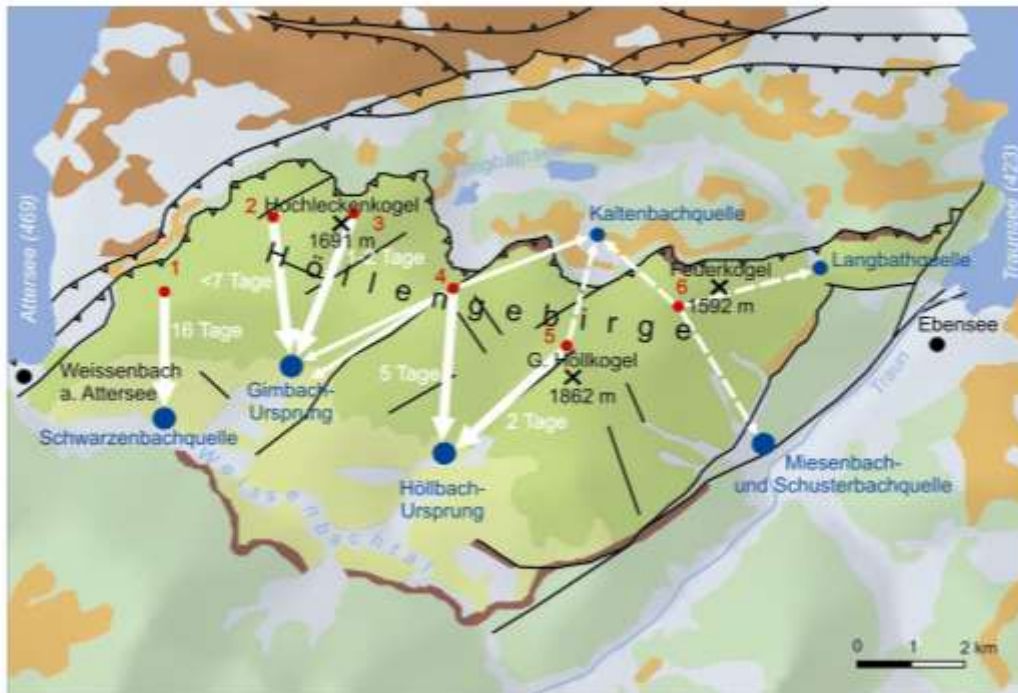
Abb. 1: Ausgewählte Ganglinien zur Ereignisbeprobung der Miesenbachquelle nach Benischke und Zojer (1986). Zwischen 24. und 27. Juli erfolgten im Einzugsgebiet dieser Quelle mehrere Niederschlagsereignisse. Das erste am 24. Juli reichte von 13:00 bis 20:00 und führte zu einer Schüttungserhöhung und einer anfänglich leichten Erhöhung des  $\text{Na}^+$ - und  $\text{Cl}^-$ -Gehalts. Anschließend kam es zur Verdünnung durch aktuelles Niederschlagswasser. Ein ähnlicher Effekt war nach dem Niederschlag am 25. August, von 05:00 bis 13:00 zu beobachten: Mit dem durch diesen Niederschlag verursachten bescheidenen Schüttungsanstieg war ein starker Anstieg des Lösungsinhalts verbunden. Infolge der weiteren Niederschlagsereignisse kam es zu starken Schüttungsanstiegen und einer starken Verdünnung.

#### IV. UNTERIRDISCHE ABFLUSSVERHÄLTNISSE

Bereits aus den Vorarbeiten (Benischke et al. 1982-1986) ging hervor, dass der unterirdische Abfluss des Hölleengebirgs-Karststockes im wesentlichen nach Süden gerichtet sein muss, da sich im Süden die großen Wasseraustritte konzentrieren. Namentlich sind das die Schwarzenbachquelle, der Gimbach- und der Höllbach-Ursprung sowie die Miesenbach- und die Schusterbachquelle (siehe Abb. 2 und Tab. 1).

## Hydrogeologische Übersichtskarte des Höllengebirges

Zusammengestellt von Gerhard Schubert nach BENISCHKE & ZOJER 1988, EGGER 1996  
KRENMAYR, PLOCHINGER 1982, SCHÄFFER 1982 und VAN HUSEN 1989



- Quelle mit mittlerer Schüttung 10 - 100 l/s
- Quelle mit mittlerer Schüttung > 100 l/s
- Einseispunkt

- ⇓ Mehrmaliger Nachweis höherer Konzentrationen  
(in Klammer ist die Zeit zwischen Einspeisung und erstem Nachweis in der Quelle angegeben)
- ⇓ Mehrmaliger Nachweis geringerer Konzentrationen
- ⇓ Vereinzelter Nachweis geringerer Konzentrationen

### JUNGE BEDECKUNG

Quartär: Kies, Sand, Schluff, Moräne	Porengrundwasserleiter und Stauer
---	-----------------------------------

### FLYSCHZONE INKL. ULTRAHELKETIKUM

Jura bis Paleozän: Mergel, Sandstein, Siltstein, Tonstein	Stauer
--	--------

### NÖRDLICHE KALKALPEN

Obertrias (Rhät) bis Oberkreide: Mergel, Kalk, Radiolarit, Sandstein, Konglomerat, Brekzie	Überwiegend Stauer, untergeordnet Kluft- und Karstgrundwasserleiter
Obertrias (Nor): Dolomit und Kalk	Kluft- und Karstgrundwasserleiter
Obertrias (spätes Kam): Sandstein, Tonstein, Mergel, Kalk	Stauer
Mittel- bis Obertrias (Anis bis frühes Kam): Dolomit	Überwiegend Kluftgrundwasserleiter
Mittel- bis Obertrias (Anis bis frühes Kam): Kalk	Überwiegend Karstgrundwasserleiter

Abb. 2: Hydrogeologische Übersichtskarte des Höllengebirges mit ausgewählten Ergebnissen der in Benischke und Zojer (1988) dokumentierten Markierungsversuche.

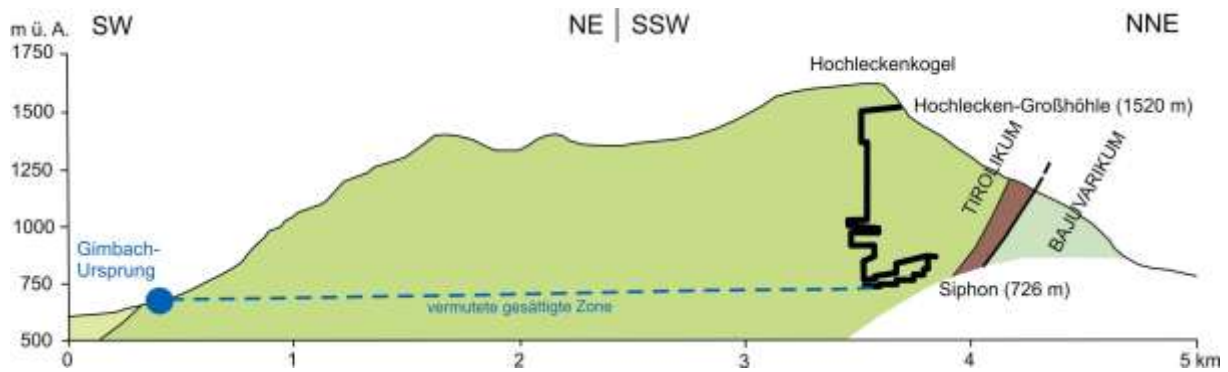


Abb. 3: Hydrogeologischer Schnitt durch das Höllengebirge nach Benischke und Zojer (1988). Die Legende ist in Abb. 2 enthalten. Die Lage der von wasserstauenden Sedimenten begleiteten Deckengrenze Tirolikum-Bajuvarikum weist auf eine unterirdische Entwässerung in Richtung Süden hin. Die Lage des am tiefsten Punkt der Hochlecken-Großhöhle befindlichen Siphons lässt auf ein geringes Gefälle aktiver Abflussbahnen zu den im Süden liegenden Quellen schließen.

Tab. 1: Schüttungscharakteristik (Angaben in l/s) der größten Quellen des Höllengebirges auf Basis von Monatswerten der Jahre 1981 bis 1984 (nach Benischke und Zojer (1986)).

Quelle	Minimum	Mittel	Maximum
Schwarzenbachquelle	70	538	2500
Gimbach-Ursprung	50	342	3500
Höllbach-Ursprung	50	326	2500
Miesenbachquelle	24	916	9581
Schusterbachquelle	0,5	121	1000
Langbathquelle	30	66	200
Kaltenbachquelle	4	29	150

Nachgewiesen wurde der nach Süden gerichtete Abfluss erstmals 1983 in einem Markierungsversuch der Hydrologischen Untersuchungsstelle Salzburg (Gutachten Haider nach Benischke und Zojer, 1988), bei dem westlich des Hochleckenkogels (Eingabestelle 2 in Abb. 2) eingespeist wurde und ausschließlich im Gimbach-Ursprung ein Farbdurchgang zu verzeichnen war. Durch den im Jahr 1986 von der Forschungsgesellschaft Joanneum durchgeführten Markierungsversuch wurde diese Abflussrichtung im westlichen und mittleren Abschnitt des Höllengebirges bestätigt. Bei diesem Markierungsversuch waren ebenfalls nur in den im Süden gelegenen Großquellen hohe Tracerkonzentrationen zu verzeichnen, nämlich in der Schwarzenbachquelle sowie im Gimbach- und Höllbach-Ursprung – und das bereits kurze Zeit nach der Einspeisung (siehe Abb. 2 und Tab. 2). Die Einzugsgebiete der drei genannten Quellen überlappen den Markierungsergebnissen zufolge nur wenig, die eingesetzten Farbstoffe waren nämlich jeweils nur in einer Quelle in großer Konzentration nachzuweisen, was für den Grundwasserschutz von wesentlicher Bedeutung ist.

Interessant ist weiters der Umstand, dass mit etwas Zeitverzögerung auch in der im Nordosten gelegenen Kaltenbachquelle geringe Konzentrationen der im zentralen Teil des Höllengebirges eingespeisten Farbstoffe zu verzeichnen waren (siehe Abb. 2). Die östlichste Markierung (Einspeisepunkt 6 in Abb. 2) lieferte aufgrund ungünstiger Rahmenbedingungen nur das bescheidene Ergebnis, dass aus der Umgebung des Feuerkogels sowohl die Kaltenbach- und Langbathquelle im Norden als auch die Miesenbach- und die Schusterbachquelle im Süden

alimentiert werden. Über Abstandsgeschwindigkeiten konnten aufgrund der nur in einzelnen Aktivkohleproben nachgewiesenen Tracerspuren keine eindeutigen Ergebnisse erzielt werden. Benischke und Zojer (1988) schlagen daher vor, im Osten des Höllengebirges einen ergänzenden Markierungsversuch durchzuführen.

Tabelle 2: Eckdaten zu den in Benischke und Zojer (1988) beschriebenen Tracerversuchen. Wegen nur vereinzelter Spurennachweise sind in der Tabelle keine Ergebnisse der Einspeisung in Punkt 6 enthalten. Aufgrund der Aktivkohlebeprobung im Zuge der Eingabe bei Punkt 2 lässt sich die Transportzeit für den Gimbach-Ursprung nicht genauer eingrenzen, ähnlich für H 64. Lange Transportzeiten für Uranin beim Gimbach-Ursprung und bei der Kaltenbachquelle sind auf die besonderen hydrometeorologischen Bedingungen während des Versuches zurückzuführen. Lage der Einspeisepunkte siehe Abb. 2.

Einspeisepunkt	Tracer	Einspeiszeitpunkt	Quellen mit mehrfach hohen Konzentrationen	Quellen mit mehrfach niedrigen Konzentrationen	Erstes Auftreten des Tracers	Konzentrationsmaximum
					(in h nach Einspeisung)	
1	Pyranin	19.06.1986	Schwarzenbachquelle		385	475
2	Uranin	10.05.1983	Gimbach-Ursprung		< 173	< 173
3	Eosin	12.06.1986	Gimbach-Ursprung		50	50
4	Uranin	19.06.1986	Höllbach-Ursprung		128	273
				H64 (südöstlich Gimbach-Ursprung)	< 99	< 170
				Gimbach-Ursprung	842	3577
				Kaltenbachquelle	1446	4562
5	Amidorhodamin BN	19.06.1986	Höllbach-Ursprung		48	56
				Kaltenbachquelle	sehr gering nur in Aktivkohle vereinzelt	

## LITERATUR UND UNTERLAGEN

- Benischke R. 1993. Zur Hydrogeologie des Höllengebirges. In: Wimmer H. (Red.): Hydrogeologische Exkursion Höllengebirge 19. Juni 1993, Exkursionsführer 14, 32-36, Österr. Geol. Ges., Wien.
- Benischke R., Gamerith W., Zojer H. 1982. Endbericht „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen, Schafberg-Höllengebirge“, Teil I/1981-82. Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Gamerith W., Zojer H. 1983. Endbericht „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen, Schafberg-Höllengebirge“, Teil II/1982-83. Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Zojer H. 1984. Endbericht „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen. Schafberg-Höllengebirge“, Teil III/1983-84. Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Zojer H. 1985. Endbericht „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Schafberg“, Teil IV (Detailprogramm 1984). Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Zojer H. 1986. Endbericht „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Schafberg“, Teil V (Teilprogramm 1985). Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Zojer H. 1988. Endbericht über das Projekt „Hydrogeologie der Nördlichen Kalkvoralpen, Höllengebirge-Abschluss (Teil VI). Unpubl. Projektbericht, Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- Benischke R., Zojer H., Fritz P., Maloszewski P., Stichler W. 1988. Environmental and Artificial Tracer Studies in an Alpine Karst Massif (Austria). Proceedings, IAH 21<sup>st</sup> Congr. „Karst Hydrogeology and Karst Environment Protection“, 10-15<sup>th</sup> Oct. 1980, Guilin, China, 938-947, Beijing.
- Egger H. (Red.) 1996. Geologische Karte der Republik Österreich, Bl. 66 Gmunden. Geol. B.-A., Wien.

- Gamerith W., Kollmann W. F. H. 1976. Zur Hydrogeologie des Schafberg- und Leonsberggebietes sowie des Höllengebirges. In: Attersee. Vorläufige Ergebnisse des OECD-Seeneutrophierungs- und des MaB-Programms, 29-42, Gmunden.
- Krenmayr H. G. (Red.) in Bearbeitung. Geologische Karte von Oberösterreich 1:200.000. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Plöckinger B. 1982. Geologische Karte der Republik Österreich, Bl. 95 St. Wolfgang. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Schäffer G. 1982. Geologische Karte der Republik Österreich, Bl. 96 Bad Ischl. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- Van Husen D. (Red.) 1989. Geologische Karte der Republik Österreich, Bl. 65 Mondsee. Geologische Bundesanstalt, Wien.