

BERICHTE
der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 45

**Grund- und Karstwasseruntersuchungen im
Hochschwabgebiet**

Teil II
Die Untersuchungen
Geschichte — Durchführung — Methodik

von

E. Fabiani

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion
Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung
Graz 1980

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Einleitung	2
A) Zur Geschichte der Untersuchungen	5
B) Zur Durchführung und Methodik der Untersuchungen	15
1) Geologische Kartierungen	15
2) Karsthydrologische Aufnahmen im Hochschwabgebiet	18
3) Quellaufnahmen	21
4) Isotopenuntersuchungen	24
5) Niederschlagsmessungen	25
6) Temperaturmessungen	30
7) Abflußmessungen	31
8) Geophysikalische Untersuchungen ...	39
9) Untersuchungsbohrungen	41
10) Bodenuntersuchungen	46
11) Kurzpumpversuche	47
12) Dauerpumpversuche	47
13) Bohrlochuntersuchungen	48
14) Chemisch-bakteriologische Untersuchungen	50
15) Markierungsversuche	51
16) Grundwasserbeobachtung	53
Literaturverzeichnis	55
Verzeichnis der bisher erschienenen Bände.	56

E I N L E I T U N G

Unberührte, vom Massentourismus noch kaum „erschlossene“ Landschaften sind selten geworden. Vor allem, wenn sie von solch reizvoller Vielfalt sind, wie das Hochschwabmassiv.

Mit seinen schroffen Kalkwänden, weiten Hochflächen und grünen Tälern zieht es seit eh und je Bergsteiger und Wanderer an und ist so weit über die Grenzen des Landes hinaus bekannt geworden.

Als geologische Einheit betrachtet, stellt es jedoch mit einer Gesamtfläche von über 590 km^2 nicht nur das flächenmäßig ausgedehnteste, sondern auch das wasserwirtschaftlich bedeutendste Karstmassiv der Steiermark dar.

Die wasserwirtschaftliche Bedeutung des Hochschwabmassives wurde bereits zur Jahrhundertwende erkannt, indem die Stadtgemeinde Wien in den Jahren 1900 bis 1910 durch den Bau der II. Wiener Hochquellenleitung die bedeutenden Karstquellen des nördlichen Hochschwabmassives faßte und mit einer Konsensmenge von 200.000 m^3 pro Tag ableitete. Mit der Überleitung der Pfannbauernquelle wird nunmehr auch die bereits 1873 eröffnete I. Wiener Hochquellenleitung aus dem Hochschwabmassiv alimentiert werden. Die Pioniertat dieser Hochquellenleitungen entspricht sowohl der Tatkraft und dem weitschauenden Vorausblick einzelner Persönlichkeiten, wie auch der Notwendigkeit, eine qualitativ und quantitativ ausreichende Wasserversorgung für die rasch anwachsende Großstadt Wien sicherzustellen.

Das steirische Interesse am Hochschwabmassiv wurde hingegen erst mehr als ein halbes Jahrhundert später wach. Dieses

entsprang einerseits der Aufgabe und dem Bemühen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, die für eine Sicherung der künftigen Wasserversorgung noch verfügbaren Wasservorräte des Landes zu erfassen, andererseits dem Bemühen der Grazer Stadtwerke AG., die künftige Versorgung der Landeshauptstadt sicherzustellen.

Erste Untersuchungen setzten im südlichen Teil des Hochschwabmassives bereits im Jahre 1967 ein, systematische Untersuchungen folgten ab dem Jahre 1970. Schließlich wurde der wasserwirtschaftlichen Bedeutung des Hochschwabmassives durch die Gründung des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ und die Erlassung einer sowohl den steirischen als auch den Wiener Interessenbereich umfassenden Schongebietsverordnung sowie die Widmung der Wasservorkommen für die Trinkwasserversorgung Rechnung getragen.

Wenn nun nach rund 10-jähriger Untersuchungstätigkeit die ersten Veröffentlichungen von Untersuchungsergebnissen in dieser Veröffentlichungsreihe erscheinen, so liegt dieser relativ lange Zeitraum in einer gewissen Sonderstellung des Untersuchungsgebietes begründet. Denn wie sich im Laufe der Untersuchungen immer mehr herausstellte, lassen sich die Täler des Hochschwabmassives in keiner Weise mit den Grundwasserfeldern des Mur- und Mürztales vergleichen. So erforderten die außergewöhnliche Mächtigkeit und der komplizierte Aufbau der Talfüllungen nicht nur Teufen bis zu 200 m, sondern auch eine große Zahl von Untersuchungsbohrungen und ergänzenden Untersuchungen. Aussagen über Wasservorkommen und Wasserhaushalt waren schon allein auf Grund der Größe des Gebietes nur durch ein mehrjähriges Untersuchungsprogramm zu erreichen. Darüber hinaus erforderten die gegebenen geologischen Zusammenhänge eine gesamtheitliche Betrachtung und hinsichtlich der Erfassung des Wasserhaushaltes das Vorliegen mehrjähriger Beobachtungsreihen, was wieder die Bearbeitung einer Fülle von Daten nach sich zog.

Wie der Titel sagt, sollte im vorliegenden Berichtsband zunächst ein allgemeiner Überblick über die im südlichen und westlichen Hochschwabgebiet durchgeführten Untersuchungen geboten werden, während die Veröffentlichung spezieller Untersuchungsergebnisse Folgebänden vorbehalten bleiben soll.

Die geographische Bezeichnung „Südlicher Hochschwab“ ist weitgehend mit dem geologischen Begriff der „südlichen Hochschwabmulde“ ident. Dieser, auch wasserwirtschaftlich als Einheit zu betrachtende, sich zwischen Tragöß und Seebachtal (Frauenmauer - Hochanger) erstreckende Gebirgstheil umfaßt eine Fläche von 192 km^2 und somit 32,5 % des Hochschwabmassives.

Als westlicher Hochschwab wird das Gebiet der Seeau bei Eisenerz und das Schwabental bezeichnet, wobei die Untersuchungen in das geologisch noch dem Hochschwabgebiet zugehörige Kaiserschildmassiv fortgesetzt werden.

Über die in diesem Teil durchgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

In die Beschreibung der Untersuchungen und der Untersuchungsergebnisse werden, mit Einverständnis des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“, auch dessen, teils gemeinsam mit dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung durchgeführten Untersuchungen im Ilgenertal einbezogen.

A) ZUR GESCHICHTE DER UNTERSUCHUNGEN

Wie bereits erwähnt, gehen die ersten Untersuchungen im südlichen Hochschwabmassiv bereits auf das Jahr 1967 zurück und gingen von zwei verschiedenen Intentionen aus.

Einerseits waren es, und dies sei hier besonders hervorgehoben, die unermüdlichen Hinweise des 1975 verstorbenen Universitätsprofessors Andreas Thurner, der - ein gebürtiger Aflenzler - immer wieder auf den Wasserreichtum des Hochschwabmassives hinwies. Seine Gedanken sind in den Niederschriften der Studienkommission für die Wasserversorgung von Graz (1967), einer im Auftrag der Grazer Stadtwerke AG. erstellten, unveröffentlichten Studie (1967), einer Veröffentlichung im Durit-Magazin (1970) und seiner „Hydrogeologie“ (1967) festgehalten. A. Thurner geht im wesentlichen von dem Gedanken aus, daß sich im Bereich der sogenannten südlichen Hochschwabmulde, einer tektonisch geformten Mulde, in den über undurchlässigen Schiefern liegenden Kalken und Dolomiten ein zusammenhängender Karst- bzw. Kluftwasserspiegel bilden könne. Wird dieses in Klüften und Karströhren zirkulierende Wasser durch Bohrungen erschlossen, könnten nach Ansicht von A. Thurner Karstwasservorräte in der Größenordnung von ca. 500 l/s gewonnen werden. Als ideales Entnahmegebiet wurde das Ilgenertal im Raume Buchberg vorgeschlagen. Daraus folgte das besondere Interesse der Grazer Stadtwerke AG. am Ilgenertal, was schließlich zur Erlangung einer wasserrechtlichen Bewilligung zur Erschließung und Benutzung von 50 l/s bei der sogenannten Kammerhoferquelle und später zur schwerpunktmäßigen Untersuchung des Ilgenertales

durch den Wasserverband Hochschwab - Süd führte. Wenngleich auch auf Grund der späteren Untersuchungsergebnisse vom Gedanken einer Kluftwassererschötung abgegangen werden mußte, waren die Hinweise A. Thurner's doch maßgeblich am Interesse für diesen Raum beteiligt.

Die Untersuchungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung nahmen zunächst vom Tragöbital her ihren Ausgang. Schon 1967 war der damals beim Referat für Siedlungswasserbau (Leitung Regierungsoberbaurat Dr. Tronko) tätige Verfasser auf den Wasserreichtum dieses Gebietes aufmerksam geworden, als er im Zusammenhang mit Wasserhaushaltsfragen des Grünen Sees mit diesem Raum befaßt war. Erste Erhebungen, Kartierungen und Untersuchungen wurden durchgeführt.

Als nach dem frühen Hinscheiden des Regierungsoberbaurates Dr. Tronko 1968 das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung gebildet wurde und deren Leitung Wirkl.Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Bernhart übernahm, wurden die Untersuchungen mit der ihm eigenen Schaffenskraft und Zielstrebigkeit vorangetrieben. 1968 wurde ein Färbeversuch im oberen Tragöbital durchgeführt. 1969 wurde auf Grund eines Landtagsbeschlusses (Landtagsbeschluß vom 10.März 1969, Präs.Nr.Landtag Ldtg 285/1-1968) zur exakten Aufnahme der steirischen Wasservorräte mit einer Neuaufnahme der Quellen des Hochschwabgebietes und systematischen Abflußmessungen begonnen.

Der eigentliche Beginn systematischer Untersuchungen erfolgte jedoch mit dem Jahre 1970, als ein Untersuchungsprogramm zur Erfassung der Wasservorkommen im südlichen Hochschwabgebiet erstellt wurde. Dieses umfaßte:

Hydrogeologische Kartierungen,
Quellaufnahmen und hydrochemische Untersuchungen,
Abflußmessungen,
Niederschlags- und Temperaturmessungen,

Markierungsversuche,
geophysikalische Untersuchungen,
Bohrungen und
Folgeuntersuchungen

und wurde zur Richtlinie für die nachfolgenden Untersuchungen bzw. für die in der Folge alljährlich erstellten detaillierten Untersuchungsprogramme.

In den folgenden Jahren wurden über den gesamten Bereich der südlichen Hochschwabmulde sowie auch des Eisenerzer Raumes einschließlich Plateaus und Schwabeltales hydrogeologische Kartierungs- und Quellaufnahmen durchgeführt, ein Netz von Niederschlagsstationen errichtet und an sämtlichen südlichen und westlichen Abflüssen des Massives Abflußmeßstationen eingerichtet. 1971 wurden die ersten Bohrungen im Ilgenertal abgeteuft. Das überraschende Ergebnis einer Bohrung beim Gasthof Bodenbauer, wo bis in 122 m Tiefe kein Fels erreicht werden konnte, wurde 1972 durch erst in 200 m Tiefe Fels erreichende Bohrungen im Raume Tragöb und 1973 durch eine weitere ebenso tiefe Bohrung im Ilgenertal bestätigt. Diese überraschenden Ergebnisse führten zwangsläufig zu einer Umstellung des zeitlichen wie auch finanziellen Ablaufes der Untersuchungen.

Im Jahre 1970 konnte in Erfahrung gebracht werden, daß die Stadtgemeinde Wien an der Abgrenzung eines Schutzgebietes für die Wasservorkommen im nördlichen Hochschwabmassiv arbeite und beabsichtige, beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft einen Antrag zur Erlassung einer Rahmenverordnung und einer Schongebietsverordnung vorzulegen, welche auch beträchtliche Teile des südlichen und westlichen Hochschwabmassives berühren würde. Da dies nicht nur eine Fortführung der begonnenen Untersuchungen in Frage gestellt hätte, sondern auch einen wesentlichen Eingriff in die Interessen steirischer Gemeinden bedeutet hätte, ist es der raschen

Initiative von W.Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Bernhart zu danken, daß am 12.1.1971 der Wasserverband „Hochschwab-Süd“ gegründet und somit ein geeigneter Rechtsträger zur Wahrung der steirischen Interessen gebildet werden konnte. Dieser, zur Zeit 27 steirische Gemeinden einschließlich der Landeshauptstadt Graz und rd. 400.000 Einwohner vertretende Verband beantragte nun ebenfalls eine wasserwirtschaftliche Rahmenverfügung, welche den gesamten Süden und Westen des Hochschwabmassives umfaßte. Nach langwierigen und teils schwierigen Verhandlungen konnte schließlich eine zufriedenstellende Lösung dadurch gefunden werden, daß im Süden und Westen das rechtliche Interesse des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ und im Norden jenes der Stadtgemeinde Wien anerkannt wurde. Die im zentralen Gebirgstteil liegenden Hochzonen mit ungeklärten Abflußverhältnissen wurden jedoch zu einer „neutralen Zone“, in der keinerlei Nutzungen und Änderungen der Abflußverhältnisse stattfinden dürfen, erklärt. Gleichzeitig wurden mit Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 29. Juli 1973 zum Schutze der Wasservorkommen im Hochschwabgebiet (BGBl.Nr. 345/1973) die Quell- und Grundwasservorkommen vorzugsweise der Trinkwasserversorgung gewidmet und ein Schongebiet zum Schutze der Wasservorkommen bestimmt.

Durch die Mitgliedschaft der Grazer Stadtwerke AG. beim Wasserverband „Hochschwab-Süd“ ergab sich, daß in der Folge die weiteren Untersuchungen im Ilgenertal hauptsächlich vom Wasserverband „Hochschwab-Süd“ getragen wurden, wobei Kontakt und Zusammenarbeit mit dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung stets gegeben waren.

Das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung konzentrierte seine Tätigkeit hingegen wieder mehr auf das

Seebach- und Lammingtal bzw. auf den Raum Eisenerz. Durch eine Reihe von Untersuchungen, insbesondere durch Bohrungen und Pumpversuche, konnten nunmehr in den Tälern des südlichen Hochschwabs die Untersuchungen soweit abgeschlossen werden, daß ein Bericht darüber vorgelegt werden kann. Die zeitliche Folge der bisher durchgeführten Untersuchungen und gleichzeitig auch ein Überblick über die Vielfalt der durch die Größe des Gebietes wie auch komplizierte Untergrundverhältnisse notwendig gewordenen Untersuchungen sollte in der nachfolgenden Zusammenstellung veranschaulicht werden.

I. Untersuchungen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung

a) Referat für Siedlungswasserbau(Fachabteilung IIIa)

1967

Untersuchungen über den Wasserhaushalt des Grünen Sees
(Gemeinde Tragöß)

Geomorphologische Kartierungen, Profile, Höheneinmessungen, Färbeversuch, Sammlung hydrologischer Daten und bestehender Wasserrechte

1968

1.3.1968: Erstellung eines ersten Untersuchungsprogrammes, Auftrag an Prof. Zötl, Gesamtstudie über die Erfassung der unterirdischen Wasserwege im Hochschwab mittels Markierungsversuche zu erstellen (fertiggestellt 3.12.1968)

Mai - Juni 1968:

Färbeversuch Pfarrerlacke- Lamingquellen (Leitung Prof. Zötl)

b) Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung

1969

Auf Grund des Landtagsbeschlusses vom 10.3.1969 Neuaufnahme der Quellen im südlichen Hochschwabmassiv, Aufnahme von 250 Quellen im Bereich des Jassinggrabens, des Haring-

grabens, des Ilgener- und des Fölztales, chemische Untersuchungen und geologische Kartierungen

15 Abflußmessungen an südlichen Abflüssen des Hochschwabmassives. Anbringung eines Lattenpegels an der Laming

1970

Erstellung eines Untersuchungsprogrammes

Hydrogeologische Kartierung des Gebietes zwischen Frauenmauer und Ilgenertal

Fortsetzung der Quellaufnahmen zwischen Bürgeralm und Seebach

Bau eines Meßprofiles am Feistringbach

15 Abflußmessungen an Bächen, Einbau eines Lattenpegels am Grünen See

1971

Geologische Kartierung des Gebietes vom Gsollgraben bis zum Schwabental, des Ilgener- und Fölztales

Niederbringung einer 122 m tiefen Bohrung beim Bodenbauer und einer 30 m tiefen Bohrung mit zwei Pegeln bei der Kammerhoferquelle im Ilgenertal, Ausbau von drei Meßprofilen Feistringbach, Fölzbach, Seebach

Aufstellung von Pegelstationen mit Meßeinrichtungen

Aufstellung von drei Regenmeßstationen in Seewiesen, Fölz-

tal und auf der Jassingalm, Quellaufnahme Seebachtal, Brücklergraben, karstmorphologische Kartierungen im Gebiet der Bösen Mauer, Entnahme von Tritiumproben an 12 ausgewählten Quellen des Hochschwabmassives und 8 Quellen im Bereiche des Grünen Sees durch 13 Monate

1972

Geologische Kartierung des Bereiches Bürgeralm - Seebachalm, Bohrung beim Moarhaus (50 m, durch Zusatzauftrag des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ Ausbau auf 400 mm Enddurchmesser), je eine Bohrung auf der Jassingalm (150 m) und beim Kreuzteich (200 m)

Bodenprobenuntersuchungen an Bohrungen des Ilgenertales, Errichtung von Meßprofilen am Seebach und an der Laming, Errichtung von heizbaren Pegelmeßstationen in Tragöß-Oberort

3 Temperaturmeßstationen

karstmorphologische Kartierungen im Bereich der Bösen Mauer und der Frauenmauer

Abflußmessungen an sämtlichen Bächen und

Eichung von Meßprofilen

1973

Aufschlußbohrung Buchberg - St. Ilgen (200 m)
Bohrung Pichl-Großdorf/Tragöb (200 m)
karstmorphologische Kartierungen im Bereich Pfaffing-
Langstein
hydrogeologische Kartierungen Feistringgraben und Lappent-
tal
Bodenuntersuchungen, Kurzpumpversuche und hydrologische
Gutachten betreffend Bohrungen im Ilgenertal

1974

Errichtung der Abflußmeßstation Feistring III
Abteufung von 2 Untersuchungsbohrungen im Raume Seeau
bei Eisenerz (164 und 153 m Endteufe)
Untersuchungsbohrung Seetal bei Seewiesen (80 m Endteufe)
Karstmorphologische Aufnahmen Hochschwab-Plateau
Errichtung eines Meßprofiles in der Seeau
Errichtung einer Niederschlagsstation in der Seeau

1975

Errichtung von 3 Meßprofilen im Raume Eisenerz
Niederbringung von 5 Untersuchungsbohrungen im Raume See-
wiesen (Teufen von 30 - 90 m)
Quellaufnahmen im westlichen Hochschwabgebiet (Gsollgraben,
Seeau)
Fertigstellung der Quellaufnahmen im Fölzgraben
karstmorphologische Aufnahmen im Raume Seemauer-Meßnerin
Einrichtung von selbstschreibenden Registriergeräten über
Bohrungen und Abflußmeßstationen
Abteufung von zwei Untersuchungsbohrungen (400 mm Enddurch-
messer) in Seetal und Seegraben bei Seewiesen
Durchführung eines Dauerpumpversuches

1976

Dauerpumpversuch an einer Untersuchungsbohrung im Seegra-
ben und Auswertung
Durchführung eines Färbeversuches im Seegraben
Abteufung von 5 Untersuchungsbohrungen bzw. Pegelbohrungen
im Raume Tragöb-Oberort mit Endteufen von 15 - 80 m
Abteufung einer Untersuchungsbohrung mit einem Enddurchmes-
ser von 600 mm im Raume Tragöb-Oberort
Errichtung einer Abflußmeßstation am Haringbach bei Tragöb
Errichtung einer Regenmeßstation auf der Sonnschienalm
und von Totalisatoren auf der Neuwald- und Sonnschienalm
karstmorphologische Aufnahmen im Bereiche Pribitz, Sackwie-
sensee, Seestein
hydrogeologische Kartierung des Schwabeltales

1977

Durchführung eines Dauerpumpversuches an der Untersuchungsbohrung Oberort
Abteufen von 5 Untersuchungsbohrungen mit einem Enddurchmesser von 2 - 5 m und Endteufen von 38 - 164 m im Tragöstal
Abteufen von 2 Untersuchungsbohrungen mit einem Enddurchmesser von 400 mm im Bereiche von Pichl-Großdorf-Tragöß
Durchführung von Dauerpumpversuchen an den Untersuchungsbohrungen 400 mm
Auswertung der an diesen Bohrungen durchgeführten Kurzpumpversuche und Dauerpumpversuche
Bohrlochuntersuchungen an ausgewählten Bohrungen im Raume Tragöß
Durchführung von geoelektrischen Untersuchungen im Raume Tragöß
karstmorphologische Kartierungen im Raume Trawies - Karlhochkogel - Dullwitz

1978

Durchführung eines Dauerpumpversuches an Untersuchungsbohrung 400 mm im Galgenwald bei Tragöß
Auswertung des Pumpversuches und der Kurzpumpversuche, Fortsetzung der geoelektrischen Untersuchungen im Raume Tragöß
karstmorphologische Untersuchungen im Raume der Fölz - Mitteralm und Griesmauer
Errichtung einer Abflußmeßstation im Schwabeltal
Einrichtung einer Abflußmeßstation im Lamingtal (Laming I)
Errichtung einer Niederschlagsstation im Schwabeltal
Auswertung der Niederschlagsmessungen und Erstellung eines Gutachtens durch Dr. H. Wakonigg

1979

Auswertung der bisherigen Untersuchungsergebnisse und Erstellung von hydrologischen Schlußgutachten durch W. Wessiak über das Lamingtal, Ilgenertal und Seebachtal
Trassenuntersuchung der Zentralwasserversorgung Hochschwab (Arbeitsgemeinschaft Dipl.-Ing. Meidl - Dipl.-Ing. Novak)
Abteufung einer Untersuchungsbohrung (500 mm) im Raume Seeau - Eisenerz
Durchführung eines Pumpversuches an dieser Untersuchungsbohrung

II. Tätigkeiten und Untersuchungen der Grazer Stadtwerke AG.
bzw. des Wasserverbandes Hochschwab-Süd:

1970

Errichtung eines Meßüberfalles an der Kammerhoferquelle
bei St. Ilgen
Errichtung eines Regenschreibers im Trawiestal

1971

Seismische Untersuchungen im Ilgenertal (Prof. Weber)
Untersuchung von Tritiumproben von ausgewählten Quell-
wässern (Bundesversuchsanstalt Arsenal, Wien)

1972

Ausbau einer Untersuchungsbohrung des Referates für was-
serwirtschaftliche Rahmenplanung zu einem Untersuchungs-
brunnen mit 400 mm Enddurchmesser

1973

Errichtung eines Meßprofiles bei St. Ilgen

1974 - 1975

Durchführung eines Pumpversuches an der Untersuchungsboh-
rung 400 mm im Raume Buchberg - St. Ilgen
geothermische Untersuchungen an 3 Bohrungen im Ilgenertal
(H. Janschek)

1978

Abteufung von 5 Untersuchungsbohrungen mit Endteufen von
28 - 100 m im Raume Karlschütt - St. Ilgen (Innerzwain)
Abteufung einer Untersuchungsbohrung mit 600 mm Enddurch-
messer und 50 m Endteufe
Durchführung eines Dauerpumpversuches
Errichtung eines Meßprofiles an der Laming bei Unterort

1979

Auswertung des Dauerpumpversuches (W. Wessiak)
Durchführung geoelektrischer Untersuchungen im Raume Karl-
schütt - Innerzwain (Dr. Ch. Schmid)
Auswertung der Tritiumuntersuchungen im Hochschwabmassiv
(Dr. H. Zojer)

Die Wartung der Niederschlags-, Grundwasser- und Abflußmeßstationen sowie die Eichung der Meßprofile wurde im Bereiche des Ilgenertales von der Grazer Stadtwerke AG. wahrgenommen. Alle übrigen Stationen des Hochschwabgebietes wurden laufend vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung betreut.

B) ZUR DURCHFÜHRUNG UND METHODIK DER UNTERSUCHUNGEN

1.) Geologische Kartierungen

Die Fragen der Versickerung, der unterirdischen Verteilung, der Speicherung, Filterung und schließlich des gewinnbaren Anteiles des natürlichen Dargebotes sind weitgehend vom geologischen Untergrund abhängig. Daher ist die Erfassung der hydrogeologischen Voraussetzungen ein wesentlicher Faktor bei der Untersuchung von Wasserhoffnungsgebieten.

Der geologische Aufbau des Hochschwabmassives ist aus der Literatur vor allem durch die ausgezeichneten Bearbeitungen von E. Spengler (1919, 1920, 1922, 1925) gut bekannt. Doch standen bei den bisherigen Bearbeitungen naturgemäß nicht hydrogeologische Fragen, sondern Stratigraphie und Tektonik im Vordergrund des Interesses. Die Hydrogeologie des Hochschwabmassives wurde erstmals von A. Thurner (1952, 1955, 1967, 1970) und J. Zötl (1961) eingehender behandelt. Vor allem A. Thurner wies auf die günstigen hydrogeologischen Voraussetzungen im Bereich der südlichen Hochschwabmulde hin.

Die eingehende Befassung mit den wasserwirtschaftlichen Fragen dieses Raumes ließ im Hinblick auf die bisher nur kleinteilig vorhandenen und auf grundlegende Zusammenhänge hinweisenden Unterlagen eine Neukartierung in hydrogeologischer Hinsicht als sinnvoll erscheinen. Dabei erschien es als zweckmäßig, die Bearbeitung der einzelnen Teilgebiete einem Geologen anzuvertrauen, der schließlich auf Grundlage der in den Teilgebieten gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen eine umfassende und abschließende Zusammenschau geben sollte.

Die Neuaufnahme des Gebietes erfolgte, wie bereits betont, nach hydrogeologischen Gesichtspunkten. Schwerpunkte der Aufnahme Tätigkeit waren demnach eine genaue Abgrenzung des undurchlässigen Untergrundes und, soweit möglich, die Erfassung seines Verlaufes, die Abgrenzung verkarstungsfähiger Gesteine von minder verkarstungsfähigen Gesteinen, die Erfassung der maßgeblichen Kluftrichtungen und Störungen bzw. der Lagerung von Gesteinsschichten und Hinweise auf geologische Zusammenhänge von Quellaustritten und schließlich die Ausweisung von Verkarstungszonen.

Die Aufnahme erfolgte in den Maßstäben 1:10.000 und 1:25.000, den Aufnahmeberichten sind neben Kluftdiagrammen, geologischen Profilen und Detailkarten jeweils eine geologische Karte und eine hydrogeologische Karte beigegeben.

In den Jahren 1970 - 1974 wurden folgende Teilgebiete hydrogeologisch bearbeitet:

- 1.) Y.Yamac: Geologische Untersuchungen über die Wasserführung im Tröschlingzug, 2 Karten
1:10.000 1970
- 2.) H.Petschnigg: Die Geologie des Jassinggrabens,
2 Karten 1:10.000 1970
- 3.) Y.Yamac: Geologische Untersuchungen über
die Wasserführung im Hochschwab-
plateau
Geologische Karte 1:10.000 1970
- 4.) Y.Yamac: Geologie und Wasserführung im Ge-
biet zwischen Oberort, Josersee
und Ilgenertal, Steiermark
Geologische Karte 1:10.000 1970
- 5.) Y.Yamac: Tektonische Studie über die Was-
serführung im Hochschwabplateau
zwischen Frauenmauer und Ilgener-
tal
Geologische Karte 1:25.000 1970
- 6.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des Ge-
bietes nördlich von St. Ilgen
2 Karten 1:25.000 1971

- 7.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des oberen Fölsgrabens
Geologische Karte 1:25.000 1972
- 8.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des Gebietes von Aflenz-Kurort, Steiermark
2 Karten 1:25.000 1972
- 9.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des östlichen Hochschwabgebietes Feistringgraben, Seegraben, Dullwitz, Seetal, Lappental
2 Karten 1:25.000 1973
- 10.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des südlichen Hochschwabgebietes zwischen Eisenerz und Seewiesen
Hydrogeologische Karte 1:25.000
tektonische Übersichtskarte 1:50.000 1973

Die Arbeiten beinhalten neben einer allgemeinen Beschreibung der wichtigsten Gesteinsarten, deren Lagerung und Tektonik sowie Morphologie vor allem Hinweise auf die Eigenschaften hinsichtlich Wasseraufnahmefähigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Wasserführung.

Die Ergebnisse und Kartenausschnitte werden teilweise bei der geologischen Beschreibung einzelner Talabschnitte berücksichtigt.

Bezüglich eines zusammenfassenden Überblickes über die Geologie des Hochschwabmassives wird auf Band 44 der Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung hingewiesen.

Im westlichen Hochschwab wurden folgende Teilgebiete hydrogeologisch bearbeitet:

- 1.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie des westlichen Hochschwabplateaus nördlich von Eisenerz
Geologische Karte 1:25.000, Hydrogeol. Karte 1:25.000, Geolog.Profile 1971
- 2.) Y.Yamac: Hydrogeologische Studie über das Schwabeltal/Steiermark
1 Hydrogeologische Karte 1:25.000 1976

Geologie und Hydrochemie der Grundwässer des Kaiserschildmassives wurden von U. Mager (1979) beschrieben.

2.) Karsthydrologische Aufnahmen im Hochschwabgebiet

Die Entwässerung von Karstmassiven erfolgt zum überwiegenden Teil unterirdisch. Sichtbar sind weitgehend die Eintrittsflächen, insbesondere Gebiete mit starker Verkarstung, und der Wiederaustritt, soweit er in Form von Quellaustritten erfolgt. Unsichtbar bleiben hingegen die unterirdischen Wasserwege. Eine bewährte Methode, unterirdische Wasserwege zu verfolgen, ist die Einspeisung von Markierungsmitteln. Doch kann diese Methode für das gesamte Hochschwabmassiv nur in Form eines Großversuches sinnvoll angewendet werden, was aus später näher zu erläuternden Gründen bisher nicht zur Ausführung gelangte.

Eine weitere Möglichkeit, Kenntnisse über unterirdische Wasserwege zu erlangen, ist die Erfassung ober- und unterirdischer Verkarstungserscheinungen, namentlich von Dolinen, Schächten und Höhlen. Auf Hinweis von Dr. A. Alker (Leiter der Abteilung für Mineralogie des Landesmuseums Joanneum) setzte sich das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Jahre 1970 mit Herrn Mag. V. Weißensteiner vom Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark in Verbindung, wieweit aus den bisher vorhandenen Unterlagen Hinweise auf unterirdische Wasserwege und Verkarstungserscheinungen beständen und die Anfertigung eines Höhlenkatasters möglich sei.

Dabei zeigt es sich, daß zwar zahlreiche Höhlen und Schächte bereits erfaßt worden waren und ein reichhaltiges Unterlagenmaterial vorlag, jedoch gerade in intensiv verkarsteten Gebieten noch Lücken bestanden, die ergänzender Aufnahmen bedurften. Daraufhin wurde dem Landesverein für Höhlenkunde in der Steiermark der Auftrag zur Durchführung karstmorphologischer und karsthydrologischer Aufnahmen im Hochschwabgebiet erteilt. Die Aufgabenstellung bestand in einer

Sichtung und Auswertung der vorhandenen Unterlagen und einer ergänzenden Erfassung aller wesentlichen unterirdischen Wasserwege und Karstformen, welche auf solche hindeuteten.

In bisher acht vorgelegten Aufnahmeberichten konnte das Gebiet zwischen Pfaffenstein und Feistringgraben erfaßt werden, wobei zahlreiche Höhlen und Schächte neu vermessen und zum Teil unter härtesten Bedingungen untersucht werden konnten. Es sei in diesem Zusammenhang besonders hervorgehoben, daß mit den Aufträgen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung nur ein Teil der überaus anstrengenden und zeitaufwendigen Untersuchungen abgedeckt werden konnte. Sicher stand auch nur ein Teil der im Rahmen einer gesamtsteirischen Höhlenaufnahme erfolgten Tätigkeiten rein im wasserwirtschaftlichen Interesse, doch sei der große Idealismus der Beteiligten, ohne den die Bearbeitung eines so großen und intensiv verkarsteten Gebietes nicht möglich gewesen wäre, besonders dankend hervorgehoben.

In den Aufnahmeberichten wurden einerseits sämtliche Höhlen und Schächte planlich in Längs- und Querschnitten wie auch in Lageplänen dargestellt. Im besonderen sei die hervorragende fotografische Dokumentation hervorgehoben.

Wertvolle Hinweise für die wasserwirtschaftliche Beurteilung der einzelnen Teilgebiete ergaben sich vor allem aus Richtung und Gefälle unterirdischer Hohlräume, der linearen Anordnung und Konzentration von Schächten und Dolinen entlang tektonischer Störungs- und Zerrüttungszonen, Hauptklüften und Brüchen, welche bis zur Bildung von Poljen führen kann.

Ähnliche Hinweise auf den geologischen Aufbau ergaben sich nicht nur durch tiefreichende Höhlen, sondern vor allem auch durch bis über 100 m tiefe, nahezu senkrechte Schächte, welche häufig an den Gesteinsgrenzen enden.

Eine zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse erfolgte durch einen eigenen Beitrag von V. Weißensteiner in Band 44 der Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung.

Bisher wurden folgende Gebiete untersucht und Aufnahmeberichte vorgelegt:

- 1971: Gehartsboden, 5 Schächte, 4 Höhlen, 11 Dolinenfelder (1 - 19)
- 1972: Pfaffenstein - Böse Mauer, 2 Schächte, 2 Höhlen, 6 Dolinenfelder (19 - 28)
- 1973: Bärenlochsattel, 8 Schächte, 2 Höhlen (29 - 38)
- 1974: 1.) Filzmoos-Murmelboden
1 Schacht, 5 Höhlen, 2 Dolinenfelder (Poljen)
2.) Androthalm - Bärensboden, Stallmauer
13 Schächte, 6 Höhlen
- 1975: 1.) Rabenstein, 6 Höhlen (teils Höhlenruinen)
2.) Seemauer, 5 Schächte, 1 Höhle, 2 Dolinenfelder
3.) Klamm, Meßnerin
4.) Häuseltrog, 4 Schächte, 2 Höhlen, 1 Doline
- 1976: 1.) Seestein (Häuselberg)
15 Schächte
2.) Pribitz, Lenkerkogel
2 Schächte, 11 Höhlen (teils Höhlenreste)
3.) Sperberkogel (1 Höhle)
Fuchsgraben, Meßnerin, Rabenstein
- 1977: Trawiestal-Ghacktes-Dullwitz
22 Schächte, 4 Höhlen
- 1978: Bärensbodenalm, 27 Schächte, 1 Höhle
Griesmauer, 2 Höhlen, 1 Schacht
Mitteralm-Fölzstein-Feistringgraben
Höhlen und Schächte. (Forschungsbericht des Landesvereines für Höhlenkunde in Wien u.NÖ, Forschungsgruppe Neunkirchen, Teil 1)
- 1979 Bärnsbodenalm, 31 Schächte, 2 Höhlen, 1 Doline
(Forschungsbericht, Teil 2)

3.) Quellaufnahmen

Einen ersten und grundlegenden Überblick über das Entwässerungsschema eines Untersuchungsgebietes bietet eine Quellaufnahme. J. Zötl (1961) bezeichnet die Erstellung eines Quellkatasters als Grundlage für jede spätere Auswertung.

Eine Quellaufnahme bietet nicht nur einen guten Überblick über die unterirdische Verteilung des versickerten Niederschlagswassers und die günstigsten Möglichkeiten für dessen Gewinnung, sondern durch die Erfassung von Temperatur und chemischen Leitwerten auch Hinweise über den geologischen Aufbau des Einzugsgebietes und die Verweildauer. Darüberhinaus bietet die Aufnahme von Quellen einen besonders guten Einblick in geologische und karsthydrologische Zusammenhänge.

Über das gesamte Hochschwabmassiv existiert bereits eine Quellaufnahme von J. Zötl (1961), welche einen umfassenden Überblick bietet. Trotzdem wurde von seiten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung an eine Neuaufnahme des südlichen Hochschwabgebietes geschritten. Diese Neuaufnahme erfolgte einerseits im Hinblick darauf, daß eine Quellaufnahme gerade in Karstgebieten nur eine Momentaufnahme darstellt und jede Neuaufnahme zu einer anderen Jahreszeit und bei anderen Niederschlagsverhältnissen eine wertvolle Ergänzung bringt, andererseits war dadurch eine noch mehr ins Detail gehende Kartierung und insbesondere die Erfassung geologischer Zusammenhänge und Details möglich.

Es war dies übrigens die erste systematische Quellaufnahme, welche auf Grund des Beschlusses des Steiermärkischen

Landtages vom 10. März 1969 (Präs. Nr. Ldtg. A 285/1 - 1968) betreffend die „exakte Aufnahme aller steirischen Wasservorräte“ erfolgte.

Die systematische Aufnahme umfaßte

- a) Aufnahme der orographischen Lage mit barometrischer Einmessung der Höhe,
- b) die Beschreibung der geologischen Situationen bzw. des Quelltypes,
- c) die Messung der Quellschüttung (Auslitterung, bei stärkerer Schüttung Flüßelmessung),
- d) Messung der Temperatur auf $1/10^{\circ}$ Genauigkeit,
- e) Messung der Leitfähigkeit, teilweise auch des pH-wertes.

An ausgewählten Quellen wurden jeweils chemisch-bakteriologische Untersuchungen in Zusammenarbeit mit der Fachabteilung Ia, Laboratorium für Gewässergüteaufsicht, vorgenommen. Die Quellen wurden gemäß den Richtlinien für Quellaufnahme des ha. Referates in einem Quellkataster verzeichnet, wobei für jede Quelle ein eigenes Katasterblatt mit Beschreibung der örtlichen Situation und der gemessenen Werte angelegt wurde. Die Ergebnisse sind in Übersichtsplänen 1:25.000 und Karten 1:10.000 für Leitfähigkeit und Temperatur dokumentiert.

Die Quellaufnahme, deren Ergebnis bei der Beschreibung der einzelnen Täler näher beschrieben wird, wurde - wie folgt - durchgeführt:

- 1969 Aufnahme des Raumes Tragöß (Jassingtal 50 Quellen, Obere Laming 18 Quellen, Klammboden 8 Quellen, Raum Grüner See 22 Quellen, Haringbach 38 Quellen), insgesamt 136 Quellen, Aufnahme E. Fabiani.
- Aufnahme des Raumes St. Ilgen - Buchberg (Josgraben 20 Quellen, Trawiestal - Buchberg 27 Quellen, Karlgraben 23 Quellen, Klachlergraben 22 Quellen), insgesamt 92 Quellen, Aufnahme E. Fabiani.

Oberer Fölzgraben, 24 Quellen,
Aufnahme E. Fabiani.

1970 Bürgerbach 7 Quellen, Jauringbach 10 Quellen,
Feistringbach 56 Quellen, Schießling-Süd 22 Quel-
len, Seegraben-West 38 Quellen,
Aufnahme W. Struschka.

1971 Seegraben-Ost, Seetal 43 Quellen,
Aufnahme W. Struschka.

1975 Fölzgraben, abschließende Aufnahme 96 Quellen,
Aufnahme Y. Yamac.

Insgesamt wurden im Bereich der „südlichen Hochschwab-
mulde“ 445 Quellen erfaßt.

Einer Dauerbeobachtung wurden jedoch nur die wichtigsten
Quellen, wie die Grundwasserauftriebe im Seegraben (3 Meß-
überfälle), eine Karstquelle im Feistringgraben und die
Grundwasserquellen im Ilgenertal und Tragöbital unterzogen.

Westlicher Hochschwab:

1975 Seeau 3 Quellen, Hinterseeaugraben 44 Quellen,
Karlgraben 11 Quellen, Gaistal 7 Quellen, Weißen-
bachgraben 3 Quellen,
Aufnahme Y. Yamac.

1975 Gsollgraben, 61 Quellen,
Aufnahme Y. Yamac.

1979 Nördliches Kaiserschildmassiv, Beginn der Quell-
aufnahme im Kaiserschildmassiv,
(fertiggestellt: nördlicher Teil).

4.) Isotopenuntersuchungen

Eine wertvolle Ergänzung zu den Quellaufnahmen bieten Untersuchungen auf Umweltisotope, welche durch den Niederschlag in das Wasser gelangen. Es sind dies vor allem die stabilen Isotope Deuterium (D oder ^2H) und Oxygen - 18 (^{18}O) sowie die radioaktiven Isotopen Tritium (T oder ^3H) und Carbon - 14 (^{14}C).

Aus dem Gehalt an Deuterium und Oxygen - 18 läßt sich vor allem die mittlere Höhe des Einzugsgebietes ermitteln, da der Gehalt an diesen Isotopen im Niederschlag mit zunehmender Höhe abnimmt. Jahreszeitliche Schwankungen sind bei Oxygen - 18 und Tritium zu verzeichnen. Das Isotop Tritium (Halbwertszeit 12,5 Jahre) ist sowohl auf natürliche Weise im Niederschlag vorhanden (kosmische Strahlung), als auch eine Begleiterscheinung von Atomversuchen (Höhepunkt 1952), wobei seit dem Jahre 1961 eine fallende Tendenz zu verzeichnen ist. Aus dem Gehalt an diesen Umweltisotopen lassen sich vor allem die Verweildauer des zutage tretenden Wassers und jahreszeitlich schwankende Mischungsverhältnisse ermitteln.

Im Gebiete des südlichen und westlichen Hochschwabes wurden auf Anregung von Univ.-Prof. Dr. Zötl aus 11 ausgewählten Quellaustritten über den Zeitraum eines Jahres (Juli 1971 - Juli 1972) Wasserproben entnommen. Gleichzeitig wurden auch Quellen im nördlichen Hochschwab untersucht und die Wasserproben an Direktor Bauer bzw. die Bundesversuchs-Forschungsanstalt Arsenal Wien zwecks Untersuchung (Bauer: Chemie/ Arsenal Wien: Tritium, Deuterium) übermittelt. Gleichzeitig wurden monatliche Proben des Niederschlagswassers gesammelt. An Ort und Stelle wurden Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert ermittelt und die Schüttung geschätzt. Die Ergebnisse

wurden im Auftrage des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ von Dr.H. Zojer bearbeitet und werden in den Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung veröffentlicht. Untersuchungen auf Tritium, Oxygen-18, Deuterium und eine Altersbestimmung mittels C-14 Methode wurden auch im Zuge eines Pumpversuches im Raume Tragöß und der Seeau bei Eisenerz vorgenommen.

5.) Niederschlagsmessungen

Ein wesentlicher Faktor zur wasserwirtschaftlichen Beurteilung eines Untersuchungsgebietes ist die Erstellung einer Wasserbilanz. Diese resultiert aus der Erfassung des Niederschlages und des Abflusses. Aus der zeitlichen Relation ergeben sich Hinweise auf die Speicherung und die räumliche Verteilung.

Für die Erfassung des Niederschlages sind sicherlich schon allein wegen der Langjährigkeit der Beobachtung die offiziellen Stationen der Meteorologischen Zentralanstalt gute und verlässliche Anhaltspunkte. Doch bedürfen solche Stationen einer täglichen Betreuung und sind schon allein aus diesem Grund fast ausschließlich am Rande der Gebirge situiert. Im Gebirge selbst besteht eine Möglichkeit meist nur bei Schutzhütten, doch sind diese kaum ganzjährig bewirtschaftet. Daraus ergab sich für den Hochschwab hinsichtlich der Beobachtungsstationen die Situation, daß für die zentralen Gebirgsteile, welche sowohl durch die Zunahme der Niederschläge mit der Höhe als auch durch lokale Einflüsse häufig höhere Niederschläge erwarten ließen, praktisch jeder Anhaltspunkt fehlte. Schätzungen und Berechnungen auf Grund von Erfahrungswerten in anderen Gebieten waren mit zu vielen

Unsicherheitsfaktoren belastet, als daß zutreffende Rückschlüsse möglich waren.

So schritt das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung zum Ausbau eines eigenen Niederschlagsbeobachtungsnetzes. Das Untersuchungsprogramm sah je Tal eine Niederschlagsstation mit einer Erfassung verschiedener Höhenstufen an geeigneter Stelle vor. Da die Möglichkeit einer täglichen Beobachtung von vornherein ausgeschlossen werden mußte, kamen nur Ombrographen und Totalisatoren in Frage. Die Erfahrungen mit den herkömmlichen Geräten, wie sie im Handel erhältlich sind, zeigte, daß sie dem extremen Einsatz, der auch eine über Monate dauernde Funktion ohne Betreuung gewährleisten mußte, nicht gewachsen waren. Als besonderes Problem erwies sich eine funktionsfähige Heizung während der Wintermonate.

Als gut brauchbares System erwies sich schließlich ein Ombrometer, welches Otto Andrekowitsch aus seiner langjährigen Praxis bei der Hydrographischen Landesstelle des Landes Steiermark heraus entwickelt hatte und welches den Anforderungen weitgehend gerecht wurde. Das System beruht auf einer Registrierung des Niederschlages über ein Schwimmersystem; die Aufzeichnung erfolgt auf einer 32-Tage-Trommel mit elektrischem Uhrwerk, so daß eine monatelange Funktion gewährleistet ist. Die Abhebung erfolgt elektrisch durch einen Motor; als Sicherheit ist zusätzlich eine Hebevorrichtung vorgesehen. Die Heizung im Winter erfolgt durch Propangas, wobei der Verbrauch auf 6 gr/Stunde gesenkt werden konnte, so daß mit einer 11 kg Flasche für 2 Monate das Auslangen gefunden werden kann. Ein Problem bilden die Winterstürme, welche trotz guter Abdichtung des Gehäuses die Flamme immer wieder zum Erlöschen brachten. Als Abhilfe wurde eine Transistorzündung, welche bei Erlöschen der Flamme sofort wirksam wird, eingebaut. An zwei Stationen wurde auch eine

neuere Konstruktion einer Niederschlagswaage eingesetzt, in der die Zahl der anfälligen Teile auf ein Minimum herabgesetzt werden konnte.

Als Auffangfläche wurde die für Gebirgsregensmesser übliche von 500 mm² gewählt.

Die Betreuung der Stationen erfolgt in der Regel monatlich. Bei extrem gelegenen Stationen, welche im Winter nicht erreichbar sind und wo etwaige Ausfälle dann nicht behoben werden konnten, wurden als zusätzliche Sicherheit Totalisatoren errichtet.

Diese wurden mit je einem 30 l Behälter ausgestattet, wobei einer unterirdisch (Neuwaldalm) und einer ober Terrain (Sonnschienalm) angebracht wurde. Der Schutz gegen Verdunstung und Frost ist in üblicher Weise durch Petroleum und Chlorcalcium gegeben, die Petroleumschicht wurde durch Farbstoff markiert.

Im Hochschwabgebiet wurden vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung folgende Stationen errichtet:

Station:	Tal:	Höhenlage:	Beobachtung seit:
Seewiesen	Seetal	960 m	Juni 1971
Schwabenbartl	Fölzgraben	820 m	August 1971
Oberort	Lamingtal	780 m	Dezember 1972
Jassingalm	-"-	890 m	Juni 1971
Neuwaldalm	-"-	1260 m	Juni 1974
Sonnschienalm	Hochschwab Plateau	1520 m	November 1976
Seeau	Eisenerz	660 m	Juli 1974
Brunnsattel	Schwabeltal	865 m	Dezember 1978

Im Ilgenertal wurde eine Niederschlagsstation von der Grazer Stadtwerke AG. errichtet, welche wegen ihrer extremen

Monat: November						Monat: Dezember				
Tag	Niederschlag		Temperatur			Niederschlag		Temperatur		
	in mm	Art	Min.	Max.	Mittel	in mm	Art	Min.	Max.	Mittel
1	2,5		+2,5°	+8,0°	+4,5°	S 12,3		-10,0°	-2,0°	-4,2°
2										
3	1,0		-1,5°	+8,0°	+2,6°	17,6		-2,0°	+0,5°	-1,4°
4	1,6		+3,0°	+8,0°	+4,2°					
5										
6										
7	4,8		+3,0°	+7,0°	+5,2°	1,6		-8,0°	+1,5°	-4,2°
8						0,3		-5,0°	+2,0°	-1,4°
9										
10						12,9		-5,0°	-2,0°	-3,4°
11										
12						3,9		-7,5°	-5,0°	-6,4°
13	6,0		+3,0°	+5,5°	+4,0°	5,0		-8,0°	-4,0°	-6,4°
14	16,8		+2,0°	+4,0°	+2,7°					
15						1,5		-15,0°	-4,5°	-9,4°
16										
17										
18										
19										
20										
21	S 4,2		-3,5°	-1,0°	-2,5°					
22	S 0,3		-3,0°	-1,5°	-2,0°					
23	S 4,2		-5,0°	-2,0°	-4,0°					
24	S 15,9		-5,5°	-2,5°	-4,5°					
25	S 14,7		-5,0°	-2,0°	-3,4°	S 0,4		-15,5°	-5,5°	-10,7°
26										
27										
28										
29										
30										
31										
Summe: 72,0 Regen 32,7 mm Total 72,0 mm Schnee 39,3 mm 0,1- 4,9 mm in 24 ^h 18,6 mm 5,0-39,9 mm in 24 ^h 53,4 mm > 40,0 mm in 24 ^h - mm						Summe: 55,5 Regen - mm Total 55,5 mm Schnee 55,5 mm - mm in 24 ^h 7,7 mm - mm in 24 ^h 47,8 mm - mm in 24 ^h - mm				
Totalisator			Behälter							
I leichter Regen, Nieselregen II Regen III Starkregen, Gewitter						* Schneefall ~ Tauwetter - Frost				

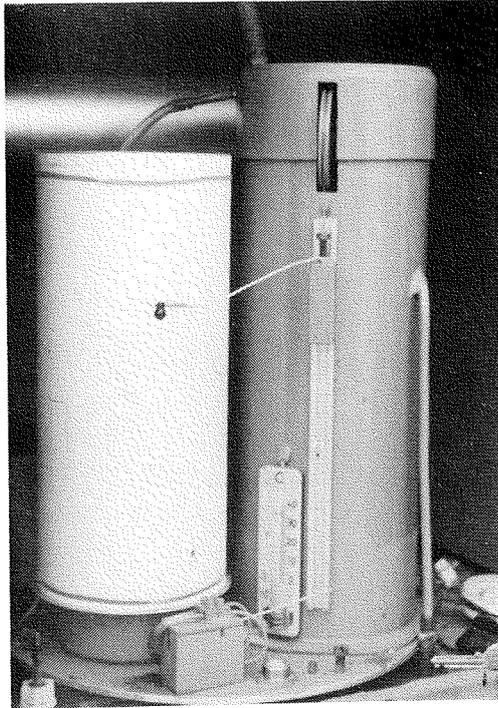


Abb. 1: Niederschlagsschreiber nach Schwimmerprinzip

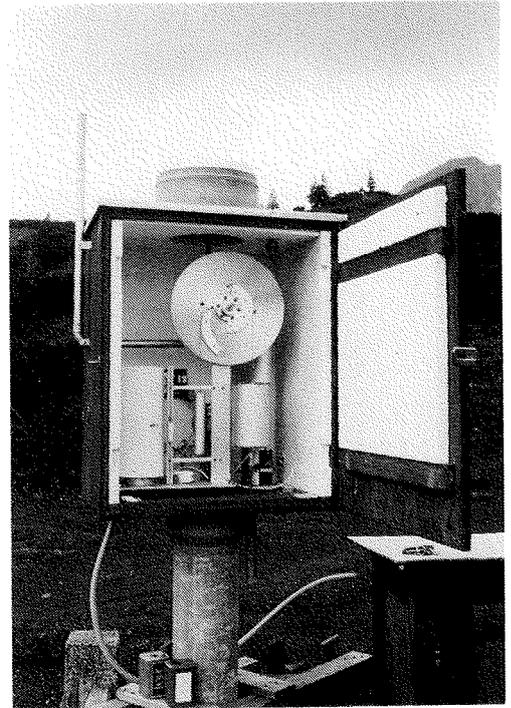


Abb. 2: Niederschlagsschreiber nach Waageprinzip

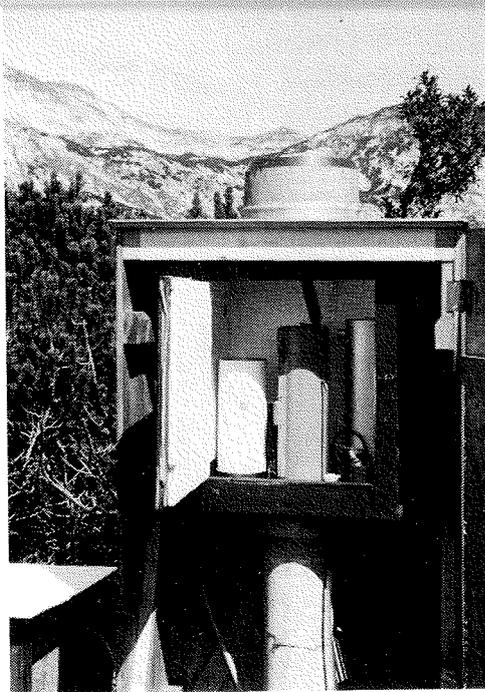


Abb. 3: Beheizbarer Gebirgsniederschlagsschreiber in Doppelgehäuse



Abb. 4: Totalisator mit unterirdischer Behälterkammer

Werte jedoch Schwierigkeiten mit der Auswertung bringt.

Die Auswertung der bisherigen Ergebnisse wurde von W. Wakonigg durchgeführt und in Band 44 der Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung veröffentlicht.

6.) Temperaturmessungen

Temperaturmessungen sind für die Erstellung einer Wasserbilanz und die Erfassung der Zusammenhänge insoferne von Interesse, als durch diese die Art der Niederschläge (Regen, Schnee) und die Zeiten der Schneeschmelze fixiert werden können.

Darüber hinaus kann die mittlere Jahrestemperatur bzw. der Temperaturgang in verschiedenen Höhenlagen festgestellt werden, was bei der Behandlung verschiedener Detailfragen, wie z.B. Quelltemperaturen, Isotopenuntersuchungen, Verdunstung etc., von Bedeutung sein kann.

Zur Erfassung der Temperatur wurden für die Stationen mit örtlicher Betreuung (Seewiesen, Tragöß) Wochenschreiber und für entlegene Stationen (Jassingalm, Neuwaldalm, Sonnschienalm, Seeau) Monatsschreiber verwendet, welche sich sehr gut bewährt haben.

7.) Abflußmessungen

Abflußmessungen sind die wesentliche Grundlage zur Erstellung einer Wasserbilanz bzw. zur Erfassung des zur Verfügung stehenden Dargebotes. Insbesondere in Karstgebieten ist es von Bedeutung, daß die räumliche und zeitliche Verteilung des Abflusses möglichst genau erfaßt werden.

Aus den Abflußmessungen ergeben sich folgende Aussagen:

- a) Aus dem Jahresabfluß und den jahreszeitlichen Schwankungen ergeben sich das Gesamtdargebot, das für die Bemessung ausschlaggebende Mindestdargebot sowie auch die zeitliche Abfolge.
- b) Aus der Zeit zwischen Niederschlägen bzw. Schneeschmelze und der entsprechenden Reaktion des Abflusses ergeben sich Hinweise auf die Verweildauer und die Speicherung im Karst bzw. in den Lockersedimentfüllungen der Täler.
- c) Aus der räumlichen Verteilung des Abflusses ergeben sich Hinweise auf das Einzugsgebiet, die geologischen Zusammenhänge und unterirdische Entwässerung, sowie überhaupt auf die Wertigkeit verschiedener Untersuchungsgebiete hinsichtlich des Dargebotes.

Da diese Aussagen aus sporadischen Abflußmessungen nicht gewinnbar sind, ergibt sich die Notwendigkeit der Errichtung von Abflußmeßstationen mit selbstschreibenden Registrierges-
räten.

Die Praxis zeigte, daß in den meisten Hochschwabtälern (Seetal, Feistring, Ilgenertal, Tragöbital, Seeau) mindestens zwei Abflußmeßstationen zu errichten waren, um einerseits in Form von Grundwasseraustritten und Quellen zutage tretendes, teils wieder versickerndes Wasser, andererseits das

gesamte Dargebot im Bereiche der zentralen Hochschwabmulde zu erfassen. Dabei ergab sich vor allem bei Bächen, deren Einzugsgebiet in Dolomitbereiche reicht (Feistringbach, Fölbach, Seeau), das Problem der Hochwasserführung und der starken Schuttbelastung.

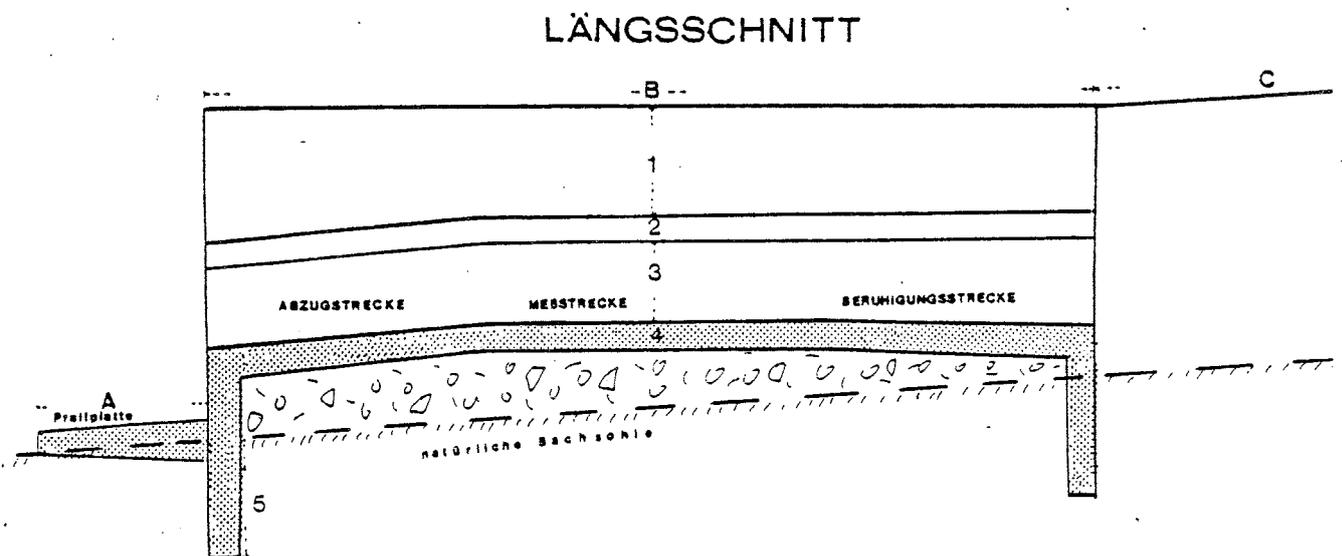
Die Errichtung einer Pegelstation an einem Naturgerinne war damit von vornherein auszuschließen.

Es erwies sich daher als notwendig, massive, hochwassersichere Bauwerke zu errichten, welche sowohl die Erfassung von Niederstwassermengen als auch die problemlose Abfuhr von Hochwässern gewährleisten sollten.

Für Grundwasserquellen mit weitgehend gleichmäßiger Schüttung genügten Rechteckprofile in Holz oder Betonausführung bzw. Überfallmeßwehre.

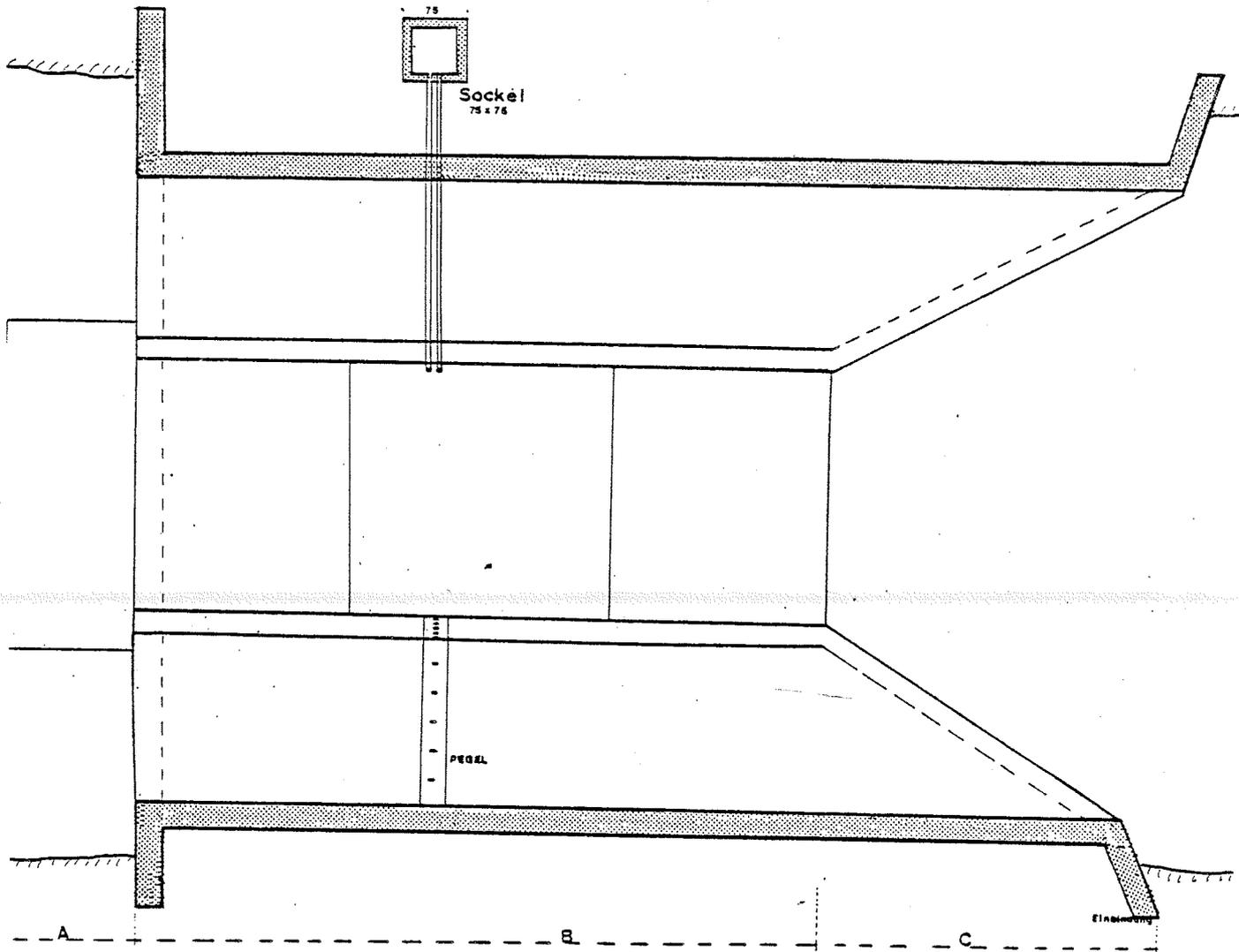
In schutt- und hochwasserführenden Gerinnen hat sich hingegen folgendes Profil bewährt (Abb. 1).

Meßgerinne für geschiebeführende Bäche:

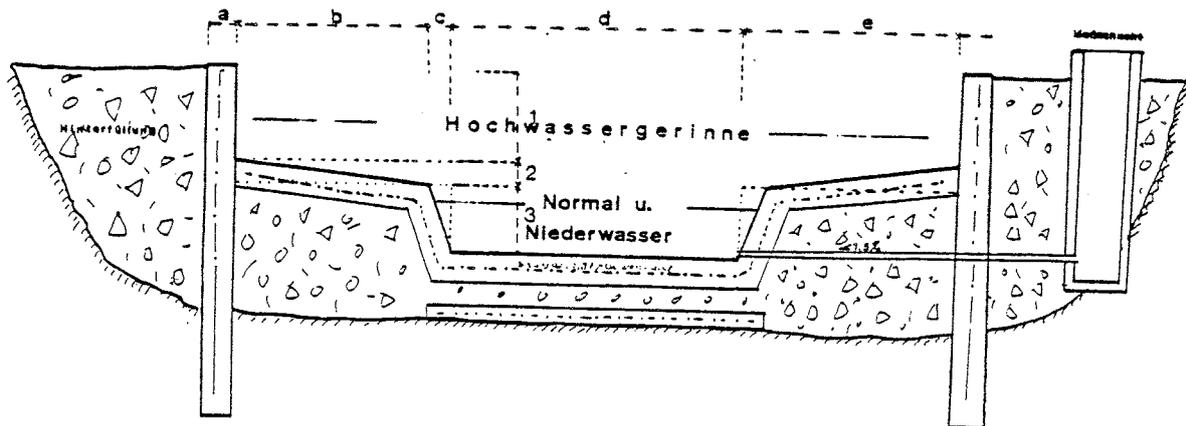


Meßgerinne für geschiebeführende Bäche

GRUNDRISS



QUERSCHNITT



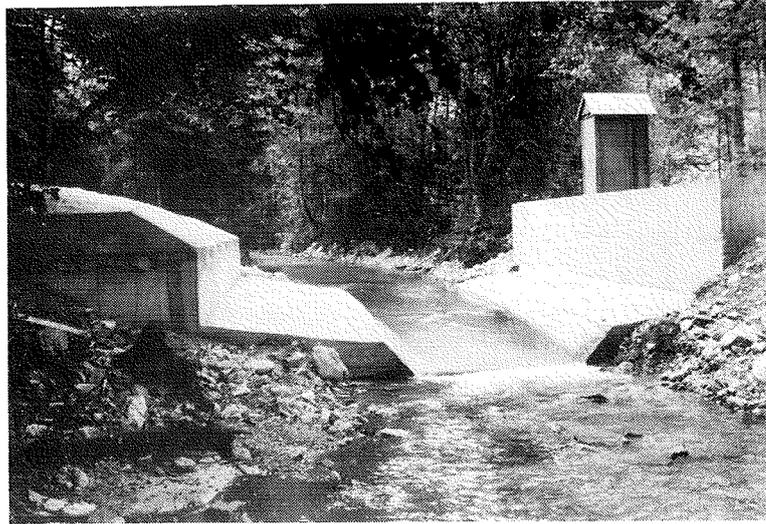


Abb. 1: Meßprofil in Betonbauweise
(Fölzgraben)

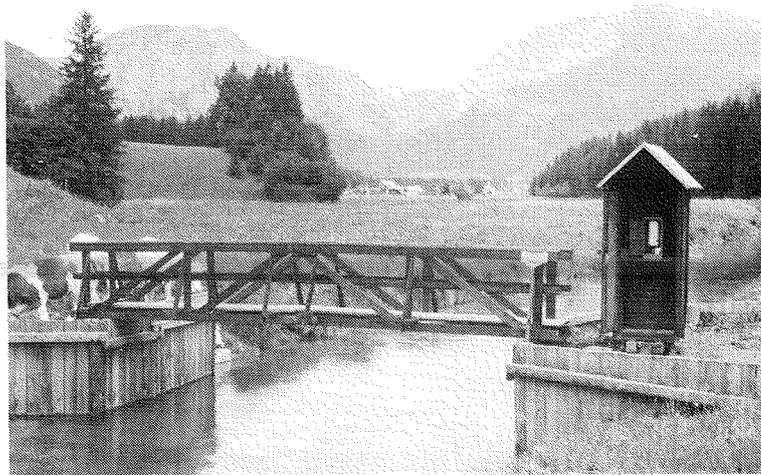


Abb. 2: Meßprofil in Holzbauweise
(Laming 2)



Abb. 3: Meßüberfall in Beton und Stahl
(Kammerhoferquelle)

Die Niederwasserrinne wurde so bemessen, daß durch Einingung des Bachbettes eine Beschleunigung und ein Wasserstand von mindestens 6 cm erreicht wurde. Der gegen die Fließrichtung ansteigende Teil dient der Beruhigung bei stärkerem Gefälle, der mittlere, waagrechte Teil als Meßstrecke und der abfallende Teil zur Beschleunigung und Schuttabfuhr. Die Aufzeichnung des jeweiligen Wasserstandes erfolgt mittels Pegelschreibers, wobei der Schwimmerschacht durch ein kommunizierendes Rohrsystem mit dem Meßgerinne verbunden ist. Die Hochwasserabfuhr erfolgt über ein erweitertes Trapezprofil, wobei die genaue Erfassung des Hochwasserabflusses für die Ermittlung des nutzbaren Angebotes nur von sekundärer Bedeutung ist. Ein Problem bildet stets die Freihaltung des Einlaufes und des Unterwassers von Schutt und die Vermeidung von zu starken Kalkbildungen, da - wie die Erfahrung lehrte - bis zu m^3 großes Blockwerk dem Wasserdruck nicht standhalten kann.

Die Ausführung der Bauwerke erfolgte anfangs in massiver Betonbauweise, doch wurde in der Folge auch auf Holzbauweise übergegangen, da sich der Beton teilweise gegen den starken Abrieb als zu wenig widerstandsfähig erwies.

Dank des stabilen Querschnittes konnte durch Meßflügelmessungen in relativ kurzer Zeit eine Schlüsselkurve für die Meßprofile ermittelt werden, woraus die Auswertung der Pegelblätter bzw. die Ermittlung des jeweiligen Durchflusses möglich wurde. Darüberhinaus wurden ergänzend zur Quellaufnahme und zur Feststellung der Wasserführung wieder versitzender Gerinne zahlreiche Sondermessungen vorgenommen.

Insgesamt wurden bis 1980 250 Abflußmessungen zur Eichung von Meßprofilen und 54 Sondermessungen von seiten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung durchgeführt.

Spezielle Meßprogramme dienten der Erfassung des Grundwasserzuflusses in Bäche bzw. der Versickerung in das Grundwasser.

Für das Hochschwabgebiet ergibt sich zurzeit der Veröffentlichung folgender Stand an Meßprofilen:

TABELLE 1

Untersuchungsgebiet	Standort	Bezeichnung	Bauweise	mit Pegelschreiber	ohne Pegelschreiber	beobachtet seit	Sonstiges
Seegraben MS1	1 km südl. Seewiesen	Meßprofil	Holz-Beton	*		29.10.1971	
	MS2	-"-	Beton	*		10. 4.1972	
	MÜ1, MÜ2, MÜ3	3 Meßüberfälle	Holz		*	1.1976	
Feistringgraben MF1	oberhalb Pertelqu.	Meßprofil	Beton	*		30. 4.1971	
	MF3	-"-	-"-	*		5. 6.1975	
	MF2	-"-	Schwelle mit Uferbefestigung.	*	(aufgel.)	30. 4.1971	aufgel. 5.6.1975
Fölzgraben	nördlich Friedler	Meßprofil	Beton	*		30. 4.1971	
Ilgeneretal MI1	Kammerhofer Quelle Innerzwain	Meßüberfall	Beton/Stahl	*		1970	Stadtw.AG.
	MI2	Meßprofil	-"-	*		1973	Stadtw.AG.
Tragöbatal ML3	Laming Galgenwald	Meßstrecke	Naturgerinne	*		5. 4.1972	aufgel.seit 28.2.1979
	ML2	Meßprofil	Holz	*		1. 2.1979	
	ML4	-"-	-"-	*		28. 2.1979	WVHS-Süd
	ML1	Haringbach Oberort	-"-	*		23. 9.1976	

Fortsetzung TABELLE 1

Im westlichen Hochschwabgebiet bestehen folgende Stationen:

Untersuchungsgebiet	Standort	Bezeichnung	Bauweise	mit Pegelschreiber	ohne Pegelschreiber	beobachtet seit	Sonstiges
Seeau	ME1	Klamm	Beton	*		7. 4.1975	
	ME2	Seeaubach	-"-	*		10. 3.1975	
	ME3	Leopoldsteinerseeausfl.	-"-	*		1. 4.1976	
am Erzbach	ME4	sogenannte Schwarze Lacke	Stahl/Beton/Stein	*		27. 3.1975	
Kaiserschuld	ME5	Kalte Fölz	Holz	*		25. 1.1980	
Schwabeltal		Bergbauer	Holz	*		8. 1.1979	

8.) Geophysikalische Untersuchungen

Geophysikalische Untersuchungsmethoden werden in immer stärker werdendem Ausmaß zur Erkundung von Untergrundverhältnissen eingesetzt. Von wasserwirtschaftlicher Bedeutung sind vor allem die Erfassung des undurchlässigen Untergrundes und dessen morphologische Gestaltung, die Trennung wasserführender Schichten von schlecht oder nicht wasserführenden Einlagerungen wie auch die Erfassung der Höhenlage des Grundwasserspiegels. Diese Untersuchungen sollten einerseits die Situierung der günstigsten Bohrpunkte erleichtern, andererseits wird die Auswertung und Deutung durch das Vorhandensein von Bohrungen wesentlich erleichtert. Es erwies sich daher als am günstigsten, solche Untersuchungen zwischen den ersten Untersuchungsbohrungen und den den Pumpversuchen dienenden Hauptbohrungen anzusetzen. An sich bieten sich für Untergrunduntersuchungen zwei Methoden an, welche nicht selten als gegenseitige Ergänzung zur Anwendung kommen: Die seismische Methode, welche die unterschiedliche Geschwindigkeit und Brechung von Schallwellen in verschiedenen Medien nutzt, und die geoelektrische Methode, welche die verschiedenen Leitfähigkeiten erfaßt. Ein gewisser Nachteil gegenüber der seismischen Methode liegt dabei darin, daß je Profil nur ein Punkt gemessen werden kann.

a) Refraktionsseismische Untersuchungen

Als erster Versuch wurden 1971 im Auftrage des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ refraktionsseismische Untersuchungen im Raume Buchberg bei St. Ilgen vom Institut für Erdölgeologie und Geophysik der Montanuniversität L e o b e n durchgeführt, wobei von Prof. F. Weber von vornherein auf die Schwierigkeiten in engen Gebirgstälern hingewiesen wurde.

Was man zu Beginn der Untersuchungen noch nicht wußte und sich erst durch Untersuchungsbohrungen herausstellte, war die außergewöhnlich starke glaziale Übertiefung des Tales, durch welche eine so starke Seitenreflektion entstand, daß eine Auswertung praktisch unmöglich wurde. Auf Grund dieser Erfahrungen wurde von weiteren seismischen Untersuchungen in den südlichen Hochschwabtälern abgesehen.

b) Geoelektrische Untersuchungen

Geoelektrische Untersuchungen wurden ebenfalls vom Institut für Erdölgeologie und Geophysik der Montanuniversität Leoben (Dipl.-Ing.Dr. Ch. Schmid) im Raume Tragöb vorgenommen.

Die Aufgabenstellung war ursprünglich die Verfolgung einer grundwasserführenden Schotterrinne in undurchlässigen See-tonablagerungen.

Auf Grund der guten Ergebnisse wurde die Untersuchung schließlich auf das gesamte TragöbTal ausgedehnt, und es konnte eine bis zu 150 m Tiefe reichende, mit kiesigem, sandigem Material aufgefüllte Rinne in schwer durchlässigen Seeablagerungen festgestellt werden.

Auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse wurde vom Wasser-
verband „Hochschwab-Süd“ auch eine Untersuchung des Abschnittes Karlschütt - Innerzwain im Ilgenertal in Auftrag gegeben.

Über die Ergebnisse dieser Untersuchungen wird von Ch. Schmid in dieser Schriftenreihe berichtet.

9.) Untersuchungsbohrungen

Bohrungen sind überall dort angebracht, wo ein ausreichend mächtiger und vor Verunreinigungen schützbarer Grundwasserkörper erwartet und mit der Erfassung von Quellen aus quantitativen und qualitativen Gründen nicht das Auslangen gefunden werden kann.

Durch Bohrungen werden die Mächtigkeit und der Aufbau grundwasserführender Schichten ermittelt; sie sind die Voraussetzung für die Durchführung von Pumpversuchen. Den ursprünglichen Vorstellungen von Prof. Thurner folgend, wäre in den Hochschwabtälern kaum mit Grundwasser zu rechnen, sondern sollten Untersuchungsbohrungen in erster Linie der Gewinnung von Kluftwasser dienen.

Entgegen dieser Ansicht wurden jedoch von seiten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung sämtliche Untersuchungsbohrungen zum Zwecke einer Grundwasseruntersuchung niedergebracht.

Bereits die ersten Untersuchungsbohrungen zeigten als überraschendes Ergebnis eine bis zu 200 m mächtige Lockersedimentfüllung der Täler.

Diese, auch für Fachleute überraschenden Ergebnisse führten zwangsläufig zu einer Umstellung des Bohrprogrammes.

Um diese Tiefen überhaupt erreichen zu können, mußte zunächst auf Spülbohrungen mit einem Durchmesser von 4 - 5" der Endverrohrung übergegangen werden. Diese erlaubten zwar keine Entnahme von repräsentativen Bodenproben und auch nur wenig Hinweise auf den Gehalt an Feinanteilen und den Verfestigungsgrad von Kiesschichten, boten jedoch einen ersten Überblick über Gesamtmächtigkeit und generellen Aufbau der Lockersedimentfüllungen.

Wenn auch die Bohrprofile mit großer Genauigkeit aufgenommen wurden, muß doch betont werden, daß nur ein zerkleiner-tes, ausgeschwemmtes Material zur Beurteilung zur Verfügung stand.

Diese kleinkalibrigen Untersuchungsbohrungen dienten sowohl der Erkundung der Untergrundverhältnisse und der günstigsten Bohrpunkte als auch als Pegel bei Pumpversuchen, zur Grundwasserbeobachtung, für Bohrlochuntersuchungen und zur Wasserprobenentnahme. Bisher wurden 11 solcher Bohrungen mit Pegelschreibern ausgestattet.

Um eine Aussage über die Wasserführung und die zu erwartende Ergiebigkeit aus der Lockersedimentfüllung zu erhalten, mußten jedoch Bohrungen mit größeren Durchmessern niedergebracht werden, welche die Durchführung eines Pumpversuches erlaubten.

Nach einem Versuch mit Spülbohrungen im Seetal bzw. Seegraben bei Seewiesen wurden sämtliche weitere Untersuchungsbrunnen im Trockenbohrverfahren niedergebracht, da nur dieses Verfahren die Aufnahme eines exakten Bohrprofiles, die Ermittlung von Bodenkennwerten, die Durchführung von Kurzpumpversuchen wie auch die Durchführung von repräsentativen Dauerpumpversuchen gestattet.

Als Endverrohrung mußten, um eine entsprechende Fördermenge bei Pumpversuchen erreichen zu können, Durchmesser von 400 bis 600 mm gewählt werden; die Endteufen bewegten sich zwischen 25 und 50 m.

Für die einzelnen Untersuchungsgebiete ergibt sich folgender Überblick:

TABELLE 2

Untersuchungs- gebiet	Bezeich- nung	End- teufe	Enddurch- messer d. Verrohrung	mit Pegelschreiber	ohne Pegelschreiber	beobachtet seit (von - bis)
Seegraben, Seetal	BS 1	75	5 "	*		2.12.75
	BS 2	36	400 mm		*	2.12.75
	BS 3	66,6	5 "	*		5. 8.75
	BS 4	65	4 "	*		31. 7.75
	BS 5	75,2	4 "	(*)	zerstört	19. 6.75 - 3.8.76
	BS 6	34	400 mm	(zerstört)	*	19. 6.75 - 3.8.76
	BS 7	20	2 "		*	25. 5.75
	BS 8	92	5 "	*		31. 7.75
	BS 9	86	5 "		*	31. 7.75
St. Ilgen-Buch- berg 1)WW Rahmenpl.	BI 1	122	4 "		*	1973
	BI 3	214	2 "		*	17.12.72
	BI 9	5,0	2 "		*	4. 4.72
	BI 10	30	300 mm	*		3. 3.72
	BI 11	8,5	2 "		*	4. 4.72
	BI 2(Erw)	50	400 mm	*		2. 5.73
1)Wasserverband "Hochschwab-Süd"	BI 4	63,3	2 "		*	21. 6.78
	BI 5	70	2 "		*	1. 6.78
	BI 6	54	600 mm		*	21. 9.78
	BI 7	105	2 "		*	27. 6.78
	BI 8	83,3	2 "		*	21. 6.78
BI 12	34	5 "		*	4. 7.78	

Fortsetzung TABELLE 2

Untersuchungs- gebiet	Bezeich- nung	End- teufe	Enddurch- messer d. Verrohrung	mit Pegelschreiber	ohne Pegelschreiber	beobachtet seit (von - bis)	Bemer- kungen	
Tragöß	BT 1	150	4 "	*		6.12.72	gespannter Horizont in 75 m	
	BT 2	210,7	4 "	*		2. 4.73		
	BT 3	53	2 "		*	11. 1.77	3 Horizon- te	
	BT 4	37,5	600 mm	*		18. 1.77		
	BT 5	164	3x2 "		*	2. 6.77		
	BT 6	26,5	500 mm		*	6.10.77	2 Horizon- te gespannt	
	BT 7	38	1,5 "		*	4.10.77		
	BT 8	41	2 "		*	14. 6.77	3 Horizon- te	
	BT 9	186,4	4 "	*		2. 4.73		
	BT 10	124	5 "		*	13. 5.77- 1978		
		BT 11	44	500 mm	*		13.10.77	2 Horizon- te
		BT 12	69,5	3x2 "	*		6. 5.77	
Seeau	P 1	85	-	-	-		2 Horizon- te	
	P 2	35						
	P 4	23					2 Horizon- te	
	P 5	10,5						
	BE 1	164,1	5" + 2"			31. 1.75		
	BE 2	153	5 "		*	31. 1.75	2 Horizon- te	
	BE 3	43,5	500 mm		*	1.10.79		

Im Ilgenertal wurden 5 Untersuchungsbohrungen und ein Untersuchungsbrunnen im Auftrage des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung und 5 Untersuchungsbohrungen und ein Untersuchungsbrunnen, eine Vertiefung und eine Erweiterung auf 400 mm Enddurchmesser im Auftrage des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ durchgeführt.

In der Seeau bei Eisenerz wurden 2 Untersuchungsbohrungen (164 und 153 m) und ein Untersuchungsbrunnen mit 500 mm Enddurchmesser und 43,5 m Endteufe sowie auch ein Dauerpumpversuch durchgeführt.

Im Feistringgraben wurde mangels einer ausreichenden Lockersedimentfüllung von einer Bohrung abgesehen; hier hätte nur die Erschötung von Kluftwasser auch Aussicht auf Erfolg.

Im Fölzgraben ist nur im äußeren Talabschnitt, wo eine Grundwasserquelle bereits genutzt wird, eine Schotterfüllung vorhanden und wurde ebenfalls von einer Bohrung abgesehen.

Insgesamt wurden für kleinkalibrige Untersuchungsbohrungen 2538 lfm, für Pegelbohrungen 360 lfm und für Untersuchungsbrunnen 355,5 lfm abgebohrt.

Diese, für die relativ kleinen Untersuchungsgebiete große Zahl von 30 Untersuchungsbohrungen ergab sich auf Grund des überaus differenzierten Aufbaues der Talfüllungen, wobei oft nur in kürzester Entfernung völlig verschiedene Verhältnisse angetroffen wurden. Dies wird insbesondere im Tragöbttal deutlich, wo ohne eine größere Zahl von Bohrungen keine Aussage über den Aufbau der Talfüllung möglich gewesen wäre. Die hohe Zahl der gebohrten Laufmeter ergibt sich aus der außergewöhnlichen Mächtigkeit der Talfüllungen.

Die Untersuchungsbrunnen wurden jeweils in einem Abstand niedergebracht, daß keine gegenseitige Beeinflussung zu erwarten war und jeweils ein Talabschnitt erfaßt wurde.

Wenngleich der komplizierte Aufbau der Lockersedimentfüllungen in den südlichen Hochschwabtälern auch mit einer großen Anzahl von Bohrungen sicher nicht restlos geklärt werden konnte, ist beim gegenwärtigen Stand der Untersuchungen doch bereits eine repräsentative Aussage über die Untergrundverhältnisse möglich. Die Bohrprofile sind bei der Beschreibung der einzelnen Untersuchungsgebiete beigegeben.

10) Bodenuntersuchungen

Die Abteufung von Trockenbohrungen ermöglichte nicht nur die exakte Aufnahme von Bohrprofilen, sondern auch die Entnahme von gestörten Bodenproben. Diese wurden unter Bedacht-
nahme auf ein weitgehend der natürlichen Zusammensetzung entsprechendes Mischungsverhältnis in Mengen von je 50 kg bei jedem Schichtwechsel, mindestens jedoch alle 5 m entnommen. Die Bodenproben der Bohrungen BI 1 und BI 10 im Ilgenertal wurden vom Institut für Hydraulik, Siedlungswasserbau und Landwirtschaftlichen Wasserbau (Prof. E. P. Nemecek), von allen anderen Bohrungen wurden die Bodenproben im Labor der Bodenprüfstelle der Fachabteilung IIc des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung (Leiter W. Hofrat Dr. Homann, Bearbeiter Reg. Brt. Dipl.-Ing. Goriupp) untersucht. Ermittelt wurden jeweils die Kornzusammensetzung (Siebkurve), das Porenvolumen und die Durchlässigkeitsbeiwerte (k_f -Werte) der Proben. Die Ergebnisse sind bei Beschreibung der Bohrungen wiedergegeben und wurden für diese Darstellung auf DINorm umgerechnet.

Wenngleich bei gestörten Bodenproben nicht mehr die der natürlichen Lagerung entsprechenden Werte ermittelt werden konnten, bieten die Untersuchungen jedoch wertvolle Hinweise für die Beurteilung der Bodenschichten.

11.) Kurzpumpversuche

An Trockenbohrungen sind auch Kurzpumpversuche möglich. Diese werden an der offenen Bohrlochsohle während des Bohrvorganges durchgeführt und ermöglichen die Ermittlung der Durchlässigkeit einzelner Bodenschichten bei natürlicher Lagerung.

Die Versuche wurden in repräsentativen Bodenschichten, zumindest alle 5 m, durchgeführt. Insgesamt wurden 40 solcher Versuche durchgeführt.

Die Auswertung erfolgte durch Dipl.-Ing. Wessiak. Die Ergebnisse sind bei der Beschreibung der Untersuchungsgebiete wiedergegeben.

12.) Dauerpumpversuche

Wie durch Bohrungen bewiesen werden konnte, liegen im südlichen Hochschwabmassiv mächtige, großteils mit Grundwasser gefüllte Talfüllungen vor. In welchen Mengen jedoch Wasser diesen Speicherkörpern entnommen werden könnte, kann nur mit Hilfe von Dauerpumpversuchen geklärt werden. Diese Pumpversuche wurden vor allem dort aufwendig, wo das geförderte Wasser bis unterhalb von Quellaustritten abgeleitet werden mußte, damit deren Reaktion auf die Entnahme beobachtet werden konnte.

Die Pumpversuche wurden jeweils mehrstufig mit Schüttungen bis zu 170 l/s durchgeführt, wobei zwischen den Stufen jeweils die Aufspiegelung beobachtet wurde. Die Reaktion des Grundwasserkörpers wurde an eigens für die Beobachtung abgeteufte Grundwasserpegeln und bestehenden Untersuchungs-

bohrungen beobachtet; für die Beobachtung von Quellaustritten wurden Überfallwehre verwendet.

Soweit möglich, wurde versucht, bei jeder Stufe einen Beharrungszustand zu erreichen, was jedoch nicht in allen Fällen möglich war. Die Pumpdauer überstieg bei fast allen Versuchen 300 Stunden. Insgesamt wurden vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung fünf und vom Wasserverband „Hochschwab Süd“ 6 Dauerpumpversuche durchgeführt.

Die Auswertung der Pumpversuche erfolgte durch Dipl.-Ing. H. Novak und Dipl.-Ing. W. Wessiak.

13.) Bohrlochuntersuchungen

Durch Anwendung von Bohrlochuntersuchungen können die Fließgeschwindigkeit im Bohrloch, die Grundwasserströmungsbereiche bei Pumpbetrieb und anderes ermittelt werden.

Die Messung der Vertikalströmungsgeschwindigkeit ist vor allem dann von Interesse, wenn der Verdacht nahe liegt, daß in tieferen Schichten kein wesentlicher Grundwasserzstrom mehr erfolgt. Aus diesem Grunde wurden im Raume Tragöß vor Abteufung der Untersuchungsbrunnen drei kleinkalibrige Untersuchungsbohrungen dahingehend untersucht. Dabei wurde festgestellt, daß in zwei Fällen der Grundwasserzutritt nur bis zu einer gewissen Tiefe erfolgt und eine Tieferführung eines Förderbrunnens keine wesentlichen Vorteile bringen würde. Bohrlochuntersuchungen wurden auch im Raum Eisenerz durchgeführt. Mit der Durchführung der Untersuchungen wurde die Bundesversuchs- und -forschungsanstalt Arsenal beauftragt. Temperaturlogs wurden im Raum Tragöß zu verschiedenen Jahreszeiten mit Hilfe eines referatseigenen Temperaturlotes vorgenommen und zeigen recht gut die jeweils durch-

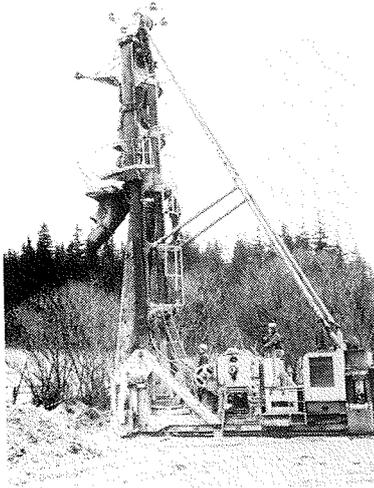


Abb. 1: Trockenbohrung
(BT 2 Buchberg)

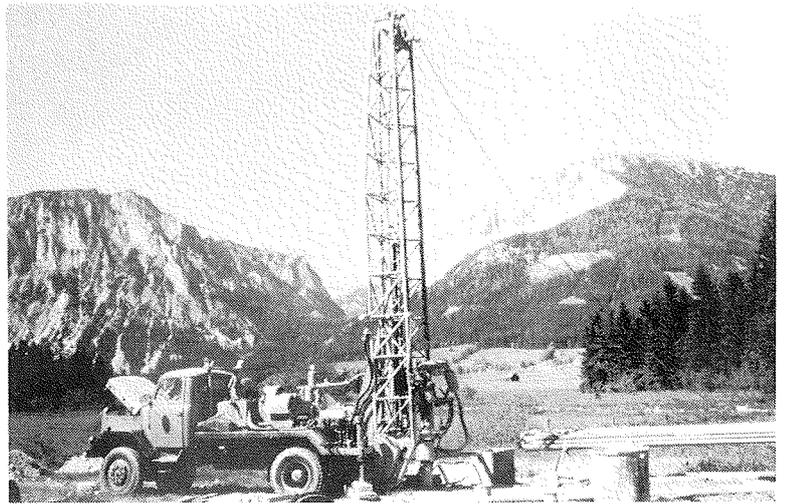


Abb. 2: Spülbohrung (BT 5, Tragöstal)

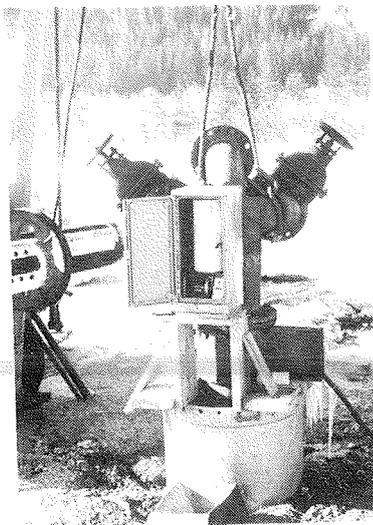


Abb. 3: Landesrat Dr. Krainer „verkostet“ mit Landes-
baudirektor Hofrat Andersson und Hofrat Bern-
hart Hochschwabwasser (Pumpversuch BT 4 TragöB).

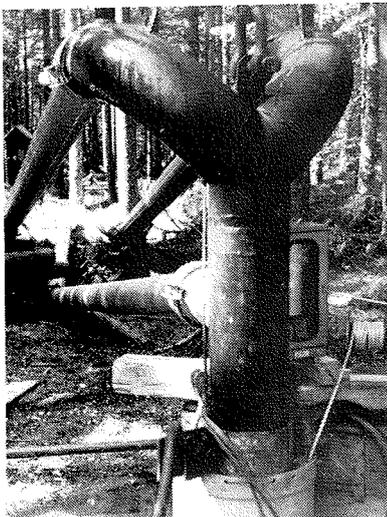


Abb. 4 u. 5: Der Vorstand des Wasserverbandes Hochschwab-Süd beim
Pumpversuch in der Seeau bei Eisenerz (BE 3).

strömten Bereiche an.

Im Auftrag des Wasserverbandes „Hochschwab-Süd“ wurden Temperaturlogs an den Bohrungen im Raume St. Ilgen - Buchberg von Prof. H. Janschek durchgeführt.

14.) Chemisch-bakteriologische Untersuchungen

Chemisch-bakteriologische Untersuchungen wurden sowohl an Quellen als auch an dem durch Bohrungen erschlossenen Grundwasser vorgenommen. Bei Quellaustritten waren insbesondere jahreszeitliche Schwankungen der Qualität und des Chemismus (Schneesmelze, Niederschlagswasser) und die Verfolgung von Sulfatkonzentrationen, wie sie durch Gipsstöcke verursacht werden können, von Interesse. Aus Bohrungen wurden ebenso, insbesondere bei Grundwasserhochstand und Tiefstand, Proben entnommen, wobei das besondere Interesse dem Sauerstoffgehalt tieferliegender Grundwasserhorizonte galt.

Um festzustellen, wieweit durch die Beanspruchung des Grundwasserkörpers bzw. das Heranziehen entfernter Wasserschichten Änderungen der Grundwasserqualität zu erwarten sind, wurden auch jeweils vor und während der Pumpversuche Wasserproben entnommen. Sämtliche Untersuchungen wurden mit Ausnahme des Ilgenertales, wo die Untersuchung durch die Grazer Stadtwerke AG. (Dr. Ott) erfolgte, durch das Labor für Gewässergüteaufsicht der Fachabteilung Ia der Landesbauverwaltung (Vorstand W. Hofrat Dipl.-Ing. H. Ertl, Bearbeiter Dr. H. Krainer) durchgeführt.

Die Ergebnisse werden bereits in dieser Schriftenreihe veröffentlicht.

Auf die chemischen Untersuchungen, welche im Zuge der Quellaufnahmen von J. Zötl und dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung wie auch im Zuge der Isotopenuntersuchungen ermittelt wurden, wurde bereits hingewiesen.

15.) Markierungsversuche

Markierungsversuche dienen der Verfolgung unterirdischer Wasserwege, wobei durch neuere Methoden sowohl räumliche und zeitliche als auch quantitative Komponenten erfaßt werden können. Durch ihre besondere Wasserwegigkeit und unterirdische Entwässerung sind Karstgebiete bekanntlich für die Durchführung solcher Versuche prädestiniert, doch sind kleinräumige Versuche, wie etwa zwecks Ermittlung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers auch in Schotterkörpern, möglich.

Die Frage der Verteilung und Bewegung des unterirdischen Wassers und eine damit verbundene Abgrenzung von Einzugsgebieten und Schutzzonen im Hochschwabmassiv ließe sich nur durch einen, das gesamte Massiv umfassenden Großversuch klären. Zur Frage, wieweit sich ein solcher Versuch realisieren ließe, wurde bereits 1968 im Auftrag des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung eine „Studie zur Durchführung von Untersuchungen und Markierungsversuchen zwecks Klärung der unterirdischen Entwässerung im Hochschwabmassiv“ von J. Zötl erstellt.

Diese Studie sah die einmalige chemische Übersichtsuntersuchung von ca. 30 Quellen und eine 12-monatige Daueruntersuchung von 10 ausgewählten Quellen, sowie Isotopenuntersuchungen an ca. 20 Quellen vor. Schließlich sollte ein das gesamte Massiv umfassender Markierungsversuch durchgeführt werden. Dabei sollten an 10 Einspeisungsstellen verschiedene Markierungsmittel eingebracht werden. Der den gesamten Rand des Hochschwabmassives umfassende Beobachtung sollten insgesamt 111 verschiedene Beobachtungsstellen dienen.

Ausgeführt wurden nur die Isotopenuntersuchungen und teilweise die chemischen Untersuchungen.

Der große Markierungsversuch wurde einerseits wegen der hohen Kosten, andererseits wegen mangelnden Interesses der Stadtgemeinde Wien, deren Versorgungsquellen in den Versuch hätten miteinbezogen werden müssen, nicht durchgeführt.

Schließlich war die Frage der Einzugsgebiete und der Fließgeschwindigkeit nur mehr von sekundärer Bedeutung, als 1973 durch die Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft das gesamte Hochschwabgebiet zum Schongebiet erklärt wurde.

Vonseiten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung wurden unter teilweiser Mitwirkung von Prof. Dr. J. Zötl und Dr. W. Gamerith sowie Dr. H. Zojer zwei Färberversuche im Raume Tragöß (1967 - 1968) und einer im Raum Seewiesen (1976) durchgeführt, welche die Verfolgung von Grundwasserströmungen zum Ziele hatten.

Über deren Ergebnisse wird bei der Beschreibung der Untersuchungsgebiete berichtet.

Interessante Ergebnisse zeigte ein 1971 im Auftrage des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft von Dr. Bauer, Institut für Karstwasserhaushalt, durchgeführter Markierungsversuch auf der Aflenzer Staritzen. Der am 27. November eingebrachte Farbstoff trat am 14. Dezember in der 9,5 km entfernten Kläfferquelle aus, was einer max. Fließgeschwindigkeit von 540 m/d entspricht. An den im Bereich des südlichen Hochschwabes (Seetal, Fölz, Ilgenertal) beobachteten Quellen wurde kein Farbstoff festgestellt. Im Bereich des südlichen Hochschwabes erscheint vor allem die Klärung der unterirdischen Abflußverhältnisse im Hochschwabplateau und der großen Höhlensysteme nur durch Markierungsversuche eindeutig klärbar.

16.) Grundwasserbeobachtung

Die Beobachtung des Grundwasserspiegels gibt Aufschluß über die Reaktion des Grundwasserkörpers auf Niederschlagsereignisse, Schneeschmelze, Hochwasser- und Karstwassereinflüsse in räumlicher und zeitlicher Hinsicht. Die Ganglinien des Grundwassers geben somit einen guten Einblick in den Wasserhaushalt, die Speicherfähigkeit des Grundwasserleiters, die Mechanismen des unterirdischen Abflusses, insbesondere im Hinblick auf die jahreszeitliche Verteilung, die Mächtigkeit und Wirksamkeit der Überdeckung und anderes mehr.

Darüberhinaus bieten langjährige Grundwasserbeobachtungen eine wertvolle Beweissicherung im Falle einer Grundwasserentnahme. Im südlichen Hochschwabmassiv wurden Grundwasservorkommen im Laming-, Ilgener- und Seebachtal untersucht. Zur dauernden Beobachtung des Grundwasserspiegels wurden insgesamt 36 Untersuchungsbohrungen und Pegel herangezogen, wovon bisher leider 4 Bohrungen durch Bosheitsakte zerstört wurden.

Da die Stationen für eine zumindest wöchentliche Beobachtung zu entlegen bzw. zu schwer zu erreichen sind, wurden über einen Großteil der Bohrungen Meßstationen mit selbstschreibenden Registriergeräten errichtet. Sämtliche Stationen wurden mit 32-Tage-Uhrwerken und einer auf Schwimmersystem basierenden Aufzeichnung ausgestattet.

Von den 32 intakten Beobachtungsstellen werden die des Tragöbtales (6 automatische Stationen, 6 Bohrungen) und des Seebachtales (4 automatische Stationen, 3 Bohrungen) vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung und die des Ilgenertales (derzeit 2 automatische Stationen, 11 Boh-

rungen) vom Wasserverband „Hochschwab-Süd“, von den Grazer Stadtwerken AG., mindestens einmal monatlich gemessen und betreut.

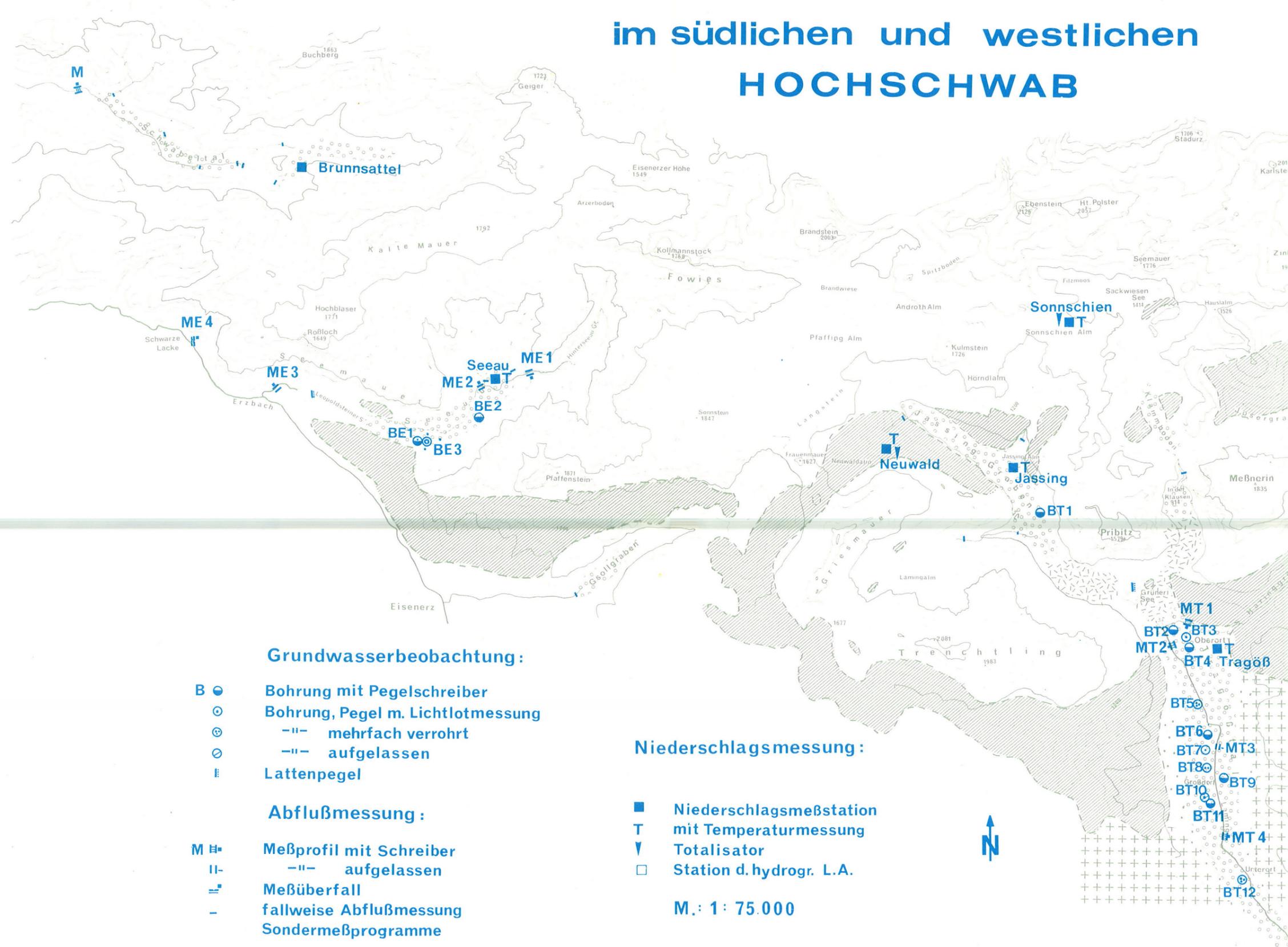
Nach Möglichkeit werden die Messungen wesentlich öfter vorgenommen. Darüberhinaus wurden noch je 1 Lattenpegel am Grünen See (ab 1970) und am Leopoldsteinersee (wöchentliche Ablesung) angebracht. Eine Station über einem Gasthofbrunnen am Grünen See wurde nach zweijähriger Laufzeit wieder aufgegeben.

In einer Auswertung wurden die monatlichen Schreibstreifen jeweils auf Jahresganglinien übertragen, einander gegenübergestellt und können mit der Niederschlagsauswertung verglichen werden.

In Tafel 5 wird eine Übersicht über das derzeit im südlichen und westlichen Hochschwabgebiet bestehende Netz von Meß- und Beobachtungsstellen geboten.

STATIONSNETZ

im südlichen und westlichen HOCHSCHWAB



Grundwasserbeobachtung:

- B ● Bohrung mit Pegelschreiber
- Bohrung, Pegel m. Lichtlotmessung
- ⊙ -"- mehrfach verbohrt
- ⊗ -"- aufgelassen
- ≡ Lattenpegel

Abflußmessung:

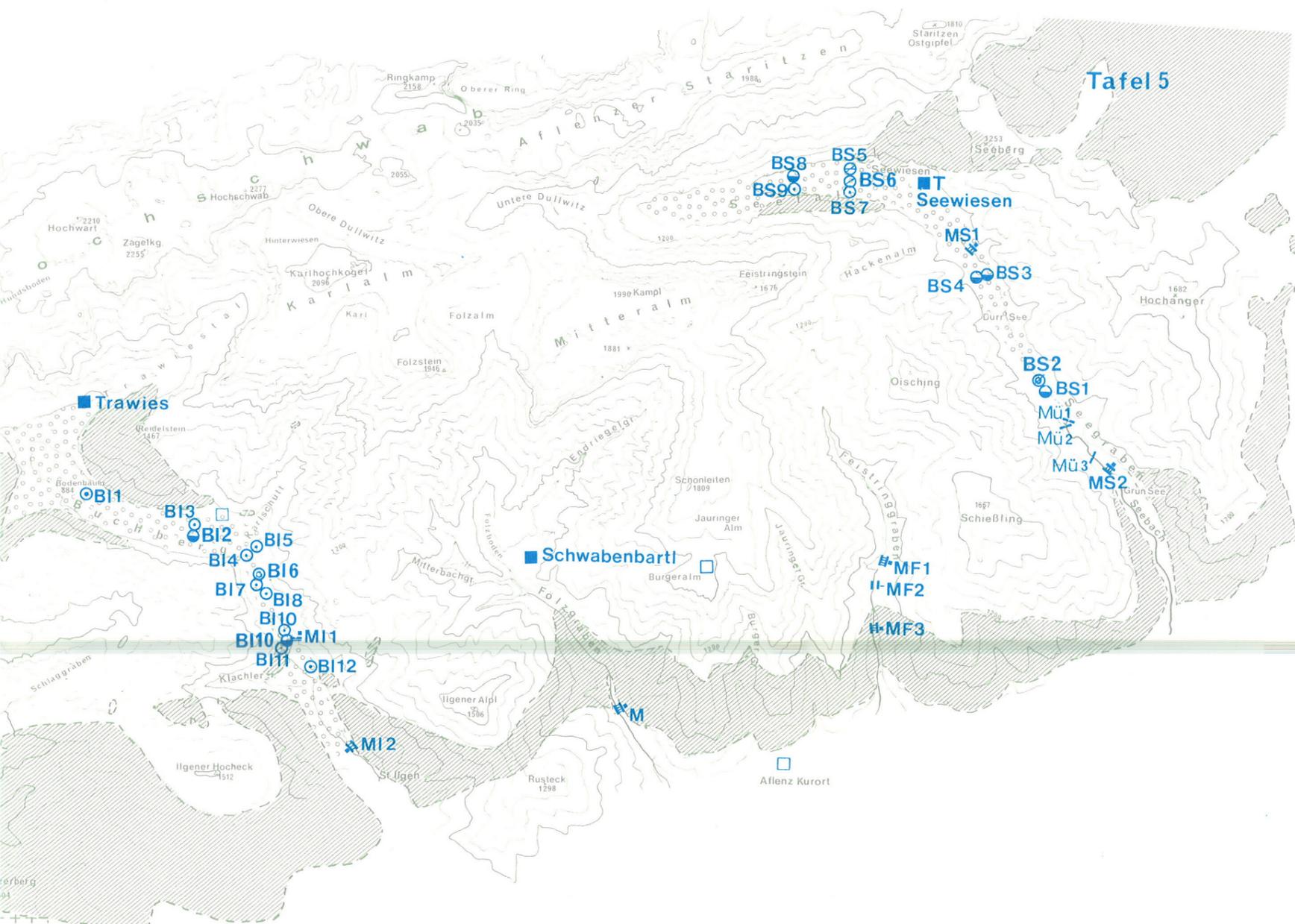
- M ≡ Meßprofil mit Schreiber
- ≡ -"- aufgelassen
- ≡ Meßüberfall
- fallweise Abflußmessung
- Sondermeßprogramme

Niederschlagsmessung:

- Niederschlagsmeßstation mit Temperaturmessung
- ▼ Totalisator
- Station d. hydrogr. L.A.

M.: 1 : 75.000





Tafel 5

Trawies

Schwabensbartl

Seewiesen

-  Werfener Schiefer
-  Porphyroide
-  Karbonatgesteine
-  grundwasserführende Täler

LITERATURVERZEICHNIS

THURNER, A.: Die Wasserversorgung in den nördlichen Kalkalpen. - Gas, Wasser, Wärme, 6, 1952.

THURNER, A.: Wasserhoffnungsgebiete am Südabfall des Hochschwabs. - Unveröff. Studie; Graz 1967.

THURNER, A.: Hydrogeologische Studie über das hintere Ilgenertal am Südabfall des Hochschwabs. - Unveröff. Studie; Graz 1967.

THURNER, A.: Die Bedeutung des Wassers in Gesteinsklüften. - Durit Magazin; Wien, März 1970.

ZÖTL, J.: Die Hydrographie des nordostalpinen Karstes. - Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 1960/61, 2; Graz 1961.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Fabiani, Regierungsoberbaurat,
Referat für wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
Graz, Landhausgasse 7.

Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung
des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung -
Landesbaudirektion

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände:

Band 1	Vortragsreihe Abfallbeseitigung 18.April 1964, Neuauflage 1968, von W.Tronko, P.Bilek, J.Wotschke, K.Stundl, F.Heigl, E.v.Conrad	S 84.--
Band 2	Ein Beitrag zur Geologie und Morpho- logie des Mürztales von R.Sperlich, W.Scharf, A.Thurner, 1965	S 84.--
Band 3	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.März 1965 von F.Fischer, R.Braun, F.Schönbeck, W.Tronko, K.Stundl, B.Urban	S 84.--
Band 4	„Gewässerschutz ist nötig“ von J.Krai- ner, F.Hahne, H.Kalloch, F.Schönbeck, H.Moosbrugger, L.Bernhart, W.Tronko, 1965	S 56.--
Band 5	Die Müllverbrennungsanlage, Versuch einer zusammenfassenden Darstellung von F.Heigl, 1965	S 140.--
Band 6	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.November 1965 von F.Schönbeck, H.Sontheimer, A.Kern, H.Raswor- schegg, J.Wotschke, J.Brodbeck, R.Spinola, K.Stundl, W.Tronko, 1966	S 112.--
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grundwas- serfeld Friesach nördlich von Graz von H.Zetinigg, Th.Puschnik und H.Novak, F.Weber, 1966	S 140.--
Band 8	Der Mürzverband von E.Fabiani, P.Bilek, H.Novak, E.Kauderer, F.Hartl, 1966	S 140.--
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden von J.Krainer, H.Wengert, K.Eberl, F.Plankensteiner, G.Gorbach, H.Egger, H.Hoffmann, K.Freisitzer, W.Tronko, H.Bullmann, I.E.Holub, 1966	S 140.--

Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H.Erhard, 1967	S	66.--
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Flußgebiet der Mürz von H.Wengert, E.Hillbrand, K.Freisitzer, 1967	S	131.--
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von N.Anderle, 1969	S	131.--
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969 von L.Bernhart, H.Sölkner, H.Ertl, W.Popp, M.Noel, 1969	S	112.--
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks, 1970 (Das vorläufige Schwerpunktsprogramm 1964 und das Schwerpunktsprogramm 1966) von F.Schönbeck, L.Bernhart, E.Gangl, H.Ertl)	S	66.--
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steiermarks von L.Bernhart, 1970	S	187.--
Band 16/ 17	Tätigkeiten und Organisation des Wirtschaftshofes der Landeshauptstadt Graz Abfallbehandlung in Graz		
	- - -		
	Literaturangaben zum Thema Abfallbehandlung von A.Wasle	S	112.--
Band 18	Abwasserfragen aus Bergbau und Eisenhütte von L.Bernhart, K.Stundl, A.Wutschel, 1971	S	66.--
Band 19	Maßnahmen zur Lösung der Abwasserfragen in Zellstoffabriken von B.Walzel-Wiesentreu, W.Schönauer, 1971	S	150.--
Band 20	Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze von E.Fabiani, M.Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971	S	168.--
Band 21	Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zetinigg, 1972	S	112.--

Band 22	Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld von L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Novak, W.Popp, 1973	S	90.--
Band 23	Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzerfeld von L.Bernhart, E.Fabiani, M.Eisenhut, F.Weber, E.P.Nemecek, Th. Glanz, W.Wessiak, H.Ertl u.H.Schwinghammer, 1973	S	250.--
Band 24	Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld von L.Bernhart, 1973	S	150.--
Band 25	Wärmebelastung steirischer Gewässer von L.Bernhart, H.Niederl, J.Fuchs, H.Schlattte und H.Saliger, 1973	S	150.--
Band 26	Die artesischen Brunnen der Süd-West-Steiermark von H.Zetinigg, 1973	S	120.--
Band 27	Die Bewegung von Mineralölen in Boden und Grundwasser von L.Bernhart, 1973	S	150.--
Band 28	Kennzahlen für den energiewirtschaftlichen Vergleich thermischer Ablaugeverwertungsanlagen von L.Bernhart, D.Radner und H.Arledter, 1974	S	100.--
Band 29	Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks, Entwurfsstand 1973, von L.Bernhart, E.Fabiani, E.Kauderer, H.Zetinigg, J.Zötl, 1974	S	400.--
Band 30	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 1. Teil, Einführung Hydrogeologie, Klimatologie von L.Bernhart, J.Zötl und H.Zojer, H.Otto, 1975	S	120.--
Band 31	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 2. Teil, Geologie, von L.Bernhart, P.Beck-Mannagetta, A.Alker, 1975	S	120.--
Band 32	Beiträge zur wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung in Steiermark von L. Bernhart, 1975	S	200.--
Band 33	Hydrogeologische Untersuchungen an Bohrungen und Brunnen in der Oststeiermark von H.Janschek, I.Küpper, H.Polesny, H.Zetinigg, 1975	S	150.--

- Band 34 Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St.Stefan o.L. und Kraubath von I.Arbeiter, P.Hacker, H.Janschek, H.Krainer u. H.Ertl, J.Novak, D.Rank, F.Weber, H.Zetinigg, 1976 S 200.--
- Band 35 Wasservorsorge für das Umland von Graz. Zur Gründung des Wasserverbandes Umland Graz von L.Bernhart, K.Pirkner, 1977 S 180.--
- Band 36 Grundwasserschongebiete von W.Kasper und H.Zetinigg, 1977 S 150.--
- Band 37 Vorbereitung einer Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark von L.Bernhart, 1978 S 140.--
- Band 38 Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark. Entwicklung eines Konzeptes von L.Bernhart, 1978 S 200.--
- Band 39 Grundwasseruntersuchungen im „Unteren Murtal“ von E.Fabiani, H.Krainer u. H.Ertl, W.Wessiak, 1978 S 250.--
- Band 40 Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 3. Teil. Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld von H.Feßler, 1978 S 80.--
- Band 41 Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 4. Teil. Grundwassererschließungen im Tal der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld von H.Zetinigg, 1978 S 100.--
- Band 42 Zur Geologie im Raum Eisenerz-Radmer und zu ihrem Einfluß auf die Hydrochemie der dortigen Grundwässer von U.Mager, 1979 S 120.--
- Band 43 Die Grundwasserhältnisse im Kainachtal (St.Johann o.H. - Weitendorf) von M.Eisenhut, J.Novak und H.Zojer, H.Krainer und H.Ertl, H.Zetinigg, 1979 S 150.--

- Band 44 Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil I. Naturräumliche Grundlagen Geologie - Morphologie - Klimatologie von E. Fabiani, V. Weissensteiner, H. Wakonigg, 1980 S 180.--
- Band 45 Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil II. Die Untersuchungen Geschichte, Durchführung, Methodik, von E. Fabiani, 1980 S 80.--

In diesen Preisen ist die 8 %ige Mehrwertsteuer nicht enthalten.

Soweit lagernd, sind sämtliche Berichtsbände bei der Steiermärkischen Landesdruckerei (Verlag: A 8010 Graz, Hofgasse Nr. 15) erhältlich.