

**BERICHTE**  
**der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung**

**Band 53**

**Grundwasseruntersuchungen im unteren Saggautal**

von

**H. Zetinigg, I. Arbeiter**  
und  
**H. Krainer**

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion**  
**Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung**  
**Graz 1980**

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

	Seite
1) Vorwort .....	1
2) Die geologischen Verhältnisse .....	4
3) Die Bohrungen und Pumpversuche .....	7
4) Der Grundwasserabfluß .....	12
5) Die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung ...	16
6) Die Qualität des Grundwassers .....	21
7) Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse .	24
8) Verwendete Unterlagen .....	27

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1)	Geologische Übersichtskarte des unteren Saggautales 1:50.000
Abb. 2)	Versuchsbohrung B 1, Ausbau und Bohrprofil
Abb. 3)	Versuchsbohrung B 2, Ausbau und Bohrprofil
Abb. 4)	Versuchsbohrung B 3, Ausbau und Bohrprofil
Abb. 5)	Versuchsbohrung B 4, Ausbau und Bohrprofil
Abb. 6)	Grundwasser-, Oberflächengewässer- und Niederschlagsmeßstellen
Abb. 7)	Grundwasserbeobachtung unteres Saggautal 1979 - Grundwasserstände
Abb. 8)	Grundwasserbeobachtung unteres Saggautal 1980 - Grundwasserstände
Abb. 9)	Grundwasserbeobachtung unteres Saggautal 1979/1980
Tab. 1)	Die Ergebnisse der Pumpversuche
Tab. 2)	Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung
Tab. 3)	Wasserstände des Saggaubaches beim Pegel Großklein
Tab. 4)	Ergebnisse der Niederschlagsbeobachtung
Tab. 5)	Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse
Verzeichnis der bisher erschienenen Bände .....	29

## 1) V O R W O R T

Obwohl die Grundwasserführung der weststeirischen Täler zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld auf Grund der hydrogeologischen Untersuchungen von H. Feßler (1978) und der Auswertung der Erfahrungen bei Grundwassererschließungen und Nutzungen von H. Zetinigg (1978) eine sowohl qualitativ als auch quantitativ ungünstige Beurteilung erfahren haben, sollte diese Charakteristik durch eine weitere Untersuchung überprüft werden. Bei dieser Untersuchung im unteren Saggautal wurde von vornherein nur mehr die Gewinnung einer Wassermenge von 5 - 10 l/s angestrebt und hiebei der Nachdruck vor allem auf die Qualität gelegt.

Die Auswahl fiel nun aus zweierlei Gründen auf das untere Saggautal, und zwar einerseits wegen des Wasserbedarfes und andererseits wegen der hydrogeologischen Verhältnisse bzw. Möglichkeiten für die Erschließung von Grundwasser. Da dieser Talabschnitt zwar im Zuge der Planungen für die Wasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld von L. Bernhart (1973) einer Betrachtung bezüglich des Wasserbedarfes unterzogen, aber damals in das Versorgungskonzept nicht einbezogen worden war, erfolgte eine neuerliche Erhebung des Wasserbedarfes im unteren Abschnitt des Saggau- und Pößnitztales durch D. Depisch (1979) im Auftrage des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung. Diese Erhebung ergab, daß in den Gemeinden Arnfels, Großklein, Oberhaag und St. Johann i.S. noch rund 2400 in geschlossenen Ortschaften wohnende Einwohner nicht zentral mit Wasser versorgt sind. Weiters wurde gerade damals bekannt, daß sich die Gemeinden St. Johann i.S. und Großklein mit der Errichtung von zentralen Wasserversorgungsanlagen befassen. In Großklein soll dies durch ei-

ne Wassergenossenschaft erfolgen, über deren am Talrand des Saggautales gelegenen Brunnen ein Gutachten von H. Zojer (1975) vorliegt. Weiters wäre hier noch hervorzuheben, daß diese Gemeinden nicht in die Planungen des Wasserregionalverbandes Weststeiermark einbezogen sind und daher wohl auch deshalb einer gesonderten Untersuchung zugeführt werden müssen, umso mehr als sie bereits nach A. Winkler-Hermaden (1944) in einem Wassermangelgebiet liegen.

Bezüglich der hydrogeologischen Verhältnisse erschien auch die von H. Feßler (1978) ausgesprochene Vermutung, daß im Saggautal zwischen Großklein und St. Johann günstige Verhältnisse für eine Grundwasseruntersuchung herrschen, für diese Auswahl wesentlich. Diese Vermutung beruht auf 2 Sondierbohrungen für die Herstellung der Saggaubrücke bei Gündorf. Diese Bohrprofile ließen einen etwas mächtigeren Grundwasserleiter als in den übrigen behandelten weststeirischen Talabschnitten erwarten. Ein weiterer Hinweis auf günstige hydrogeologische Bedingungen ist den Ausführungen von H. Zetinigg (1978) über die Herstellung und die Betriebserfahrungen des Brunnens der zentralen Wasserversorgung von Arnfels zu entnehmen. Aus diesem Brunnen kann trotz der geringen Mächtigkeit des Grundwasserleiters von nur 3,3 m der Bedarf dieser Gemeinde mit einwandfreiem Grundwasser gedeckt werden. Durch einen Pumpversuch ist immerhin eine Ergiebigkeit dieses Brunnens von 3,6 l/s nachgewiesen.

Auf Grund dieses Sachverhaltes wurde nun vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Jahre 1979 ein Untersuchungsprogramm, umfassend 4 Bohrungen samt Pumpversuchen, ausgeführt und an diesen Bohrungen eine regelmäßige Grundwasserbeobachtung eingerichtet, die derzeit noch läuft. Da ab August 1979 diese Beobachtung nun über einen Zeitraum von 14 Monaten ausgeführt werden konnte, soll nun der Ver-

such gemacht werden, Aussagen über die Bewegung des Grundwasserspiegels unter besonderer Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit vom Vorfluter - der Saggau - zu machen. Gerade bei einem geringmächtigen Grundwasserleiter, wie er ja hier gegeben ist, kommt den Bewegungen des Grundwasserspiegels bezüglich der gewinnbaren Wassermenge besondere Bedeutung zu. Weiters ist nicht zu übersehen, daß durch die Erfahrungen, die im Zuge der Saggauregulierung gemacht wurden, der Zusammenhang zwischen Grundwasser und Vorflut auch für diesen Talabschnitt als nachgewiesen anzusehen ist. Über diesen Zusammenhang liegen für den Bereich von Großklein und Oberhaag Beobachtungen vor, die im wesentlichen auf von der Baubezirksleitung Leibnitz zur Beweissicherung ausgeführten Wasserspiegelmessungen an Hausbrunnen beruhen. Diese Messungen lassen erkennen, daß gleichlaufend mit Sohleneintiefungen des Bachbettes bzw. mit der Herstellung des Regulierungsbettes eine Absenkung des Grundwasserspiegels einhergeht. Da im untersuchten Talabschnitt die Saggauregulierung bereits fertiggestellt ist und sich das Grundwasser auf die neuen Vorflutverhältnisse eingestellt hat, sind weitere Absenkungen des Grundwasserspiegels hier nicht zu erwarten. Auch dies ist in Hinblick auf eine künftige Nutzung des Grundwassers als günstig zu beurteilen.

## 2) DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE

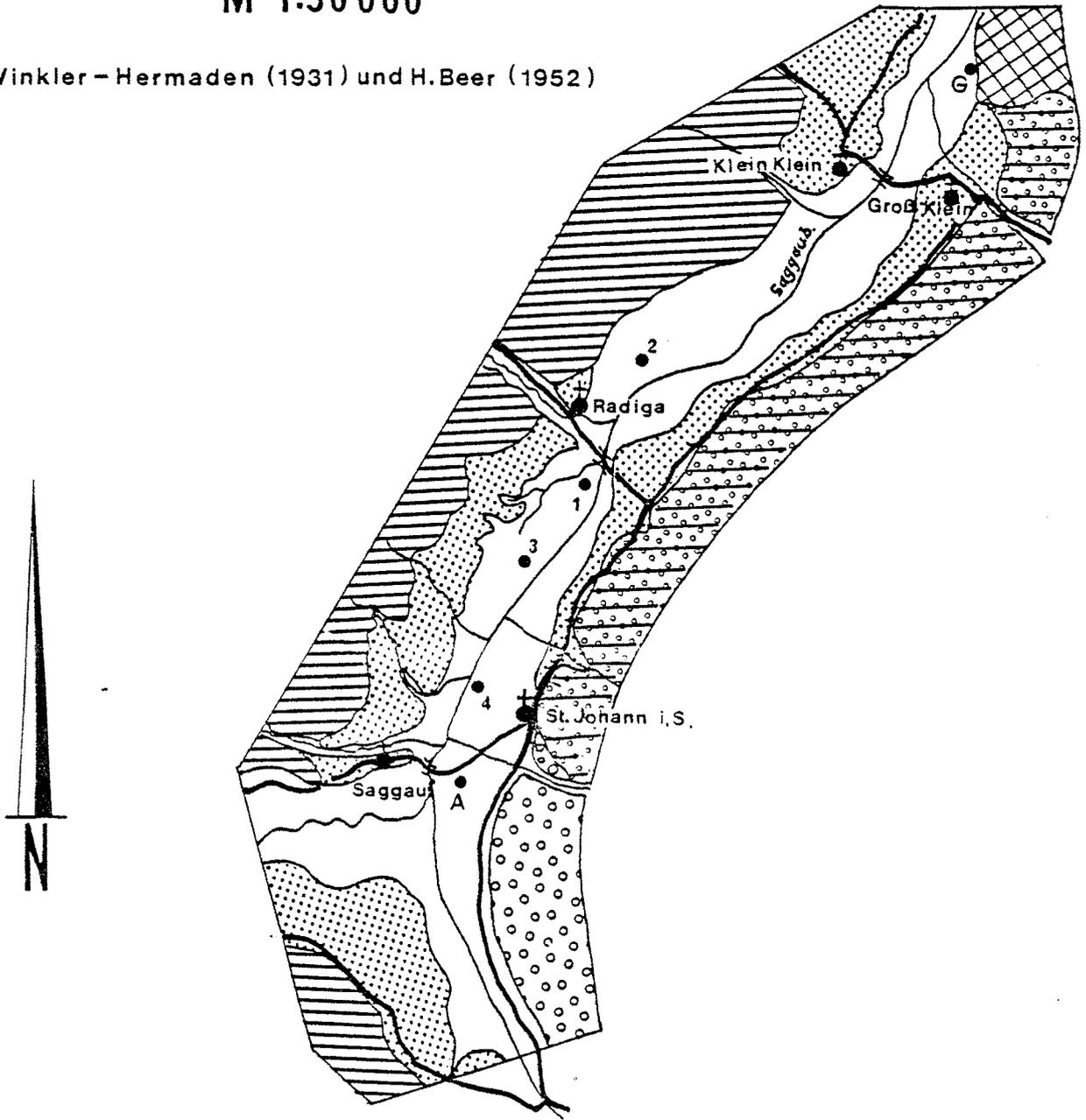
Das ab der Ortschaft Saggau in SW-NE Richtung verlaufende untere Saggautal ist nach der geologischen Karte von H. Flügel (1968) überwiegend in die jungtertiäre Schichtfolge des weststeirischen Beckens eingetieft. Es verläuft hier ungefähr in der Streichrichtung der Sausalschwelle, die zwischen dem Poßruck und Sausal von den vorerwähnten jungtertiären Sedimenten überlagert wird. Erst entlang des Mattelsberges bilden Gesteine des Sausal-Paläozoikums den Ostrahmen dieses Tales. Hierbei handelt es sich um Kalkschiefer und Phyllite.

Die jungtertiären Sedimente bestehen entlang des Westrandes des Tales aus limnisch fluviatilen mittleren und oberen Eibiswalder-Schichten (Karpát) in Form von Sanden und Tonen. Dieser Schichtfolge gehört auch der Südrahmen des Tales bei Arnfels an. Demgegenüber wird der Ostrahmen des Saggautales zwischen St.Johann i.S. und Arnfels vom Arnfelser Konglomerat (marines Karpát) aus verkitteten Geröllhorizonten in Wechsellagerung mit tonigen Sandsteinbänken gebildet. Von St.Johann i.S. in Richtung Großklein besteht die Talflanke aus Leutschacher Sanden, bis im Mattelsberg, wie bereits erwähnt, das paläozoische Grundgebirge auftaucht. Diese Gesteine bilden nun den präquartären Untergrund im Bereich des Talbodens des unteren Saggautales. Auf Grund der Beschaffenheit dieser Gesteine sind sie gleichzeitig als Grundwassersohle für den Grundwasserkörper der überlagernden quartären Lockergesteine anzusprechen. Während die in den Bohrungen Nr. 1 und 3 erbohrten Schluffe wohl den Eibiswalder Schichten zuzuordnen sind, kann beim Sandstein der Bohrung Nr. 4 an die Zwischenlagen des Arnfelser Konglomerates gedacht werden. Für die Bohrung Nr. 2 kann diesbezüglich keine Zuordnung erfolgen.

# Geologische Übersichtskarte des unteren Saggautales

M 1:50 000

nach A.Winkler - Hermaden (1931) und H.Beer (1952)

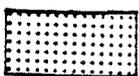


## LEGENDE

- G ● Brunnen WG. Großklein
- A ● Brunnen der Gnd. Arnfels
- Versuchsbohrungen 1 - 4



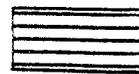
Holozän



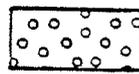
pleistozäne Terrassen  
Helfbrunner - und  
Schweinsbachwald-Terrasse  
(nach A.Winkler-Hermaden) 1955



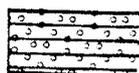
Kalkschiefer u. Phyllit  
(Sausal Paläozoikum)



mittlere u. obere Eibiswälder Schichten



Arnfelser Konglomerat



Leutschacher Sande

Nach A. Winkler-Hermaden (1938) ist im oberen Saggautal zwischen Eibiswald und Saggau ein mehrstufiger Terrassensaum entlang der rechten Talflanke ausgebildet, der noch bei Arnfels in das untere Pöbnitztal reicht. Im unteren Saggautal, also von der Ortschaft Saggau bis zur Mündung in das Sulmtal, ist dieser Saum entlang der linken Talflanke fast durchwegs gut entwickelt. Dieser Terrassensaum setzt nur nördlich Radiga bis zur Mündung des Pleaschenbaches vollständig aus. Wo diese Terrassen fehlen, sind mehr oder weniger stark ausgeprägte Hangschleppen zu bemerken. Diese von A. Winkler-Hermaden (1955) als pleistozäne Bildung angesehenen Terrassen werden von basalen, geringmächtigen Schottern (oft weniger als 1 m) und einer mehrere Meter mächtigen Decke sandiger Lehme aufgebaut. Als Grundwasserleiter kommt ihnen, wenn sie auch meist zur Herstellung von Hausbrunnen (Schachtbrunnen) genügen, keine größere Bedeutung zu. In ihrem Bereich kann wohl Wasser für die Einzelwasserversorgung von Liegenschaften, aber keinesfalls in größeren Mengen als Grundlage für zentrale Wasserversorgungsanlagen erschlossen werden.

Entlang des rechten Talrandes ist nur ein nicht untergliederter, meist schmaler Terrassensaum von St. Johann i.S. bis Großklein vorhanden. Es sind hier wahrscheinlich vor allem kleine Schwemmkegel der Seitengraben, wie A. Winkler-Hermaden (1938) ausführt, von der Saggau terrassiert worden.

Die mehrstufige Entwicklung der Terrassen entlang des linken Talrandes, der nur ein schmaler Terrassensaum entlang des rechten Talrandes gegenübersteht, läßt ein Abdrängen des Flusses gegen E erkennen, das erst in jüngster Zeit, wie der nun annähernd die Talmitte einnehmende Fluß vermuten

läßt, nachgelassen bzw. sich in der Richtung gewandelt hat. Wie H. Feßler (1978) ausführt, erheben sich diese pleistozänen Terrassen ca. 5 - 15 m über den holozänen Talboden. Entsprechend der geringen Mächtigkeit des als Grundwasserleiter fungierenden Schotterkörpers und der mächtigen Decklehme, liegt der Grundwasserspiegel tief (ca. 5 - 10 m). Da diesen Terrassen, wie bereits erwähnt, auf Grund der beschränkten Wasserführung für die Wassergewinnung keine größere Bedeutung zukommt, werden sie hier nicht näher untersucht und ihre einzelnen Stufen nicht weiter unterschieden. Sie sind daher insgesamt ohne Untergliederung der Stufen entlang des linken Talrandes sowie im S bei Arnfels in der geologischen Übersichtskarte ausgeschieden. Auch auf ihre Altersgliederung wird hier nicht näher eingegangen, sondern nur bemerkt, daß ihre unterste Stufe vom letzten Bearbeiter dieses Talabschnittes - H. Feßler (1978) als Helfbrunner Niveau - Riß-Eiszeit im Sinne von A. Winkler-Hermaden (1955) ausgeschieden ist. Die hier miteinbezogene höhere Terrassenstufe wäre demnach mit der Schweinsbachwald-Terrasse zu korrelieren.

Hier soll noch ausdrücklich vermerkt werden, daß bereits von J. Zötl und H. Zojer (1975) eine bezüglich Grundwasserführung ungünstige Beurteilung dieser Terrassen erfolgt ist. Auch diese Autoren führen als Begründung die starke Verlehmung und geringe Speicherfähigkeit der Terrassenkörper als Ursache hierfür an. Aus diesem Grunde wurden die Grundwasseruntersuchungen und daher auch die folgenden Ausführungen auf die jüngste Lockergesteinsfüllung dieses Tales im Bereich des vom Fluß durchzogenen Talbodens beschränkt. Selbstverständlich steht, wie bereits erwähnt, die Grundwasserführung dieses Bereiches in einer innigen Wechselbeziehung mit der Vorflut, auf die durch die einjährige Grundwasserbeobachtung an den 4 Versuchsbohrungen besonders eingegangen wird.

Zum Alter des Kieskörpers unter der Alluvialebene wäre zu bemerken, daß auch hier die Aufschüttung wahrscheinlich ähnlich wie es M. Eisenhut (1965) für das Laßnitztal annimmt, noch in der Würm-Kaltzeit erfolgt ist. Im Holozän ist dann nur mehr die Ablagerung der feinkörnigen Deckschichten dieser Kiese vor sich gegangen.

### 3) DIE BOHRUNGEN UND PUMPVERSUCHE

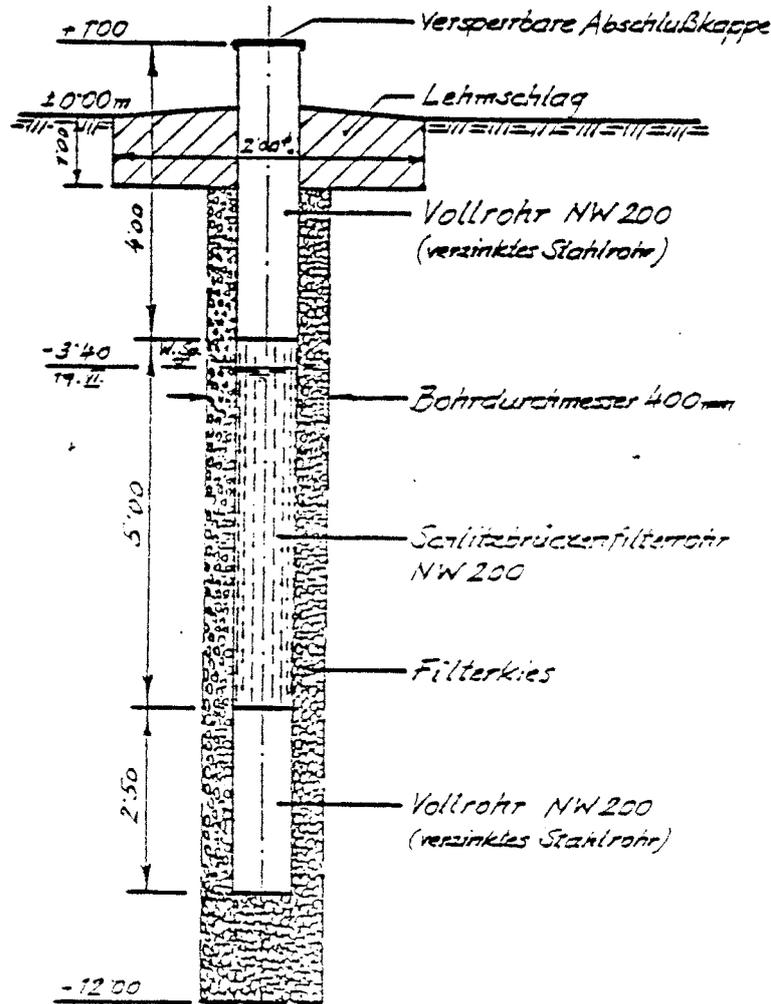
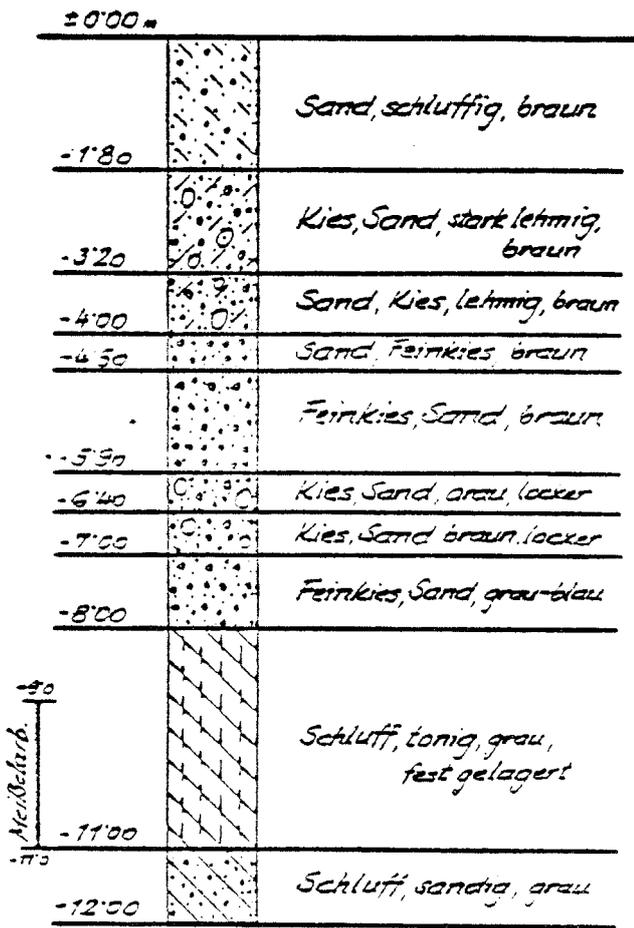
Im Sommer 1979 wurden von der Firma Wolf-Pichler, Graz, 4 Schlagbohrungen niedergebracht und mit Filter- und Vollrohren von 200 mm Nennweite ausgebaut. Eine nähere Beschreibung erübrigt sich, da die Bohrprofile samt Ausbauplänen (Abb. 2 - 5) dem Bericht angeschlossen sind.

Die Auswahl der Ansatzpunkte dieser Bohrungen erfolgte auf Grund der zuvor erläuterten geologischen Verhältnisse, insbesondere aber der von H. Feßler (1978) ausgewerteten Sondierbohrungen zur Baugrunduntersuchung für die Gündorfer Saggaubrücke. Die Bohrungen des Jahres 1979 sollten günstige Bereiche für die Grundwassergewinnung im unteren Saggautal auskundschaften und wurden in einem Tallängsprofil beidseits der regulierten Saggau angeordnet. Maßgeblich für diese Lokalisierung der Bohrungen waren die Erfahrungen von A. Thurner (1961) im Saggautal zwischen Arnfels und St. Johann, der eine große Schwankung der Gesamthärte und des Eisengehaltes über kurze Distanzen feststellte. Diese Schwankungen betragen an insgesamt 7 untersuchten Brunnen 0,07 - 1,23 mg/l Fe und 15,7° - 21° d.H. Erklärungen für diese großen Unterschiede konnten von A. Thurner nicht gegeben werden, doch muß vermutet werden, daß sie nicht nur von der Materialbeschaffenheit des Grundwasserleiters, sondern auch von der Tiefenlage bzw. der Amplitude der Schwankungen des Grundwasserspiegels abhängen. Diese rasche Änderung der Grundwasserqualität war, nun neben dem Bestreben in Vorflutnähe zu bleiben bzw. dem Talrand fernzubleiben, maßgeblich für den Entschluß, die Bohrungen in Tallängsrichtung anzuordnen. Auf die Vorflutnähe wurde dabei Wert gelegt, da auf Grund der Erfahrungen in anderen Tälern der Weststeiermark nur dort mit größeren Grundwassermengen zu rechnen ist. Dies war auch der Hauptgrund,

B 1

Bohrprofil 1:100

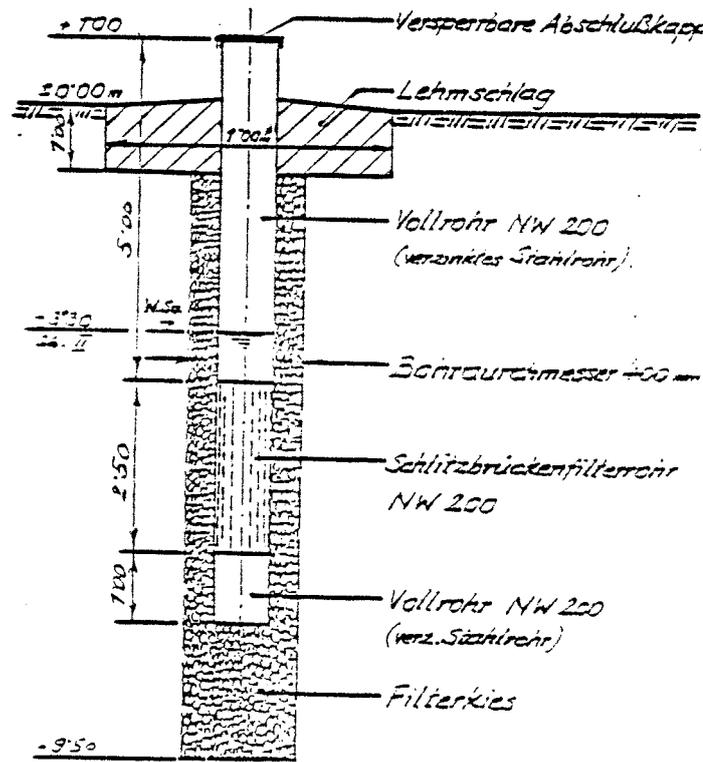
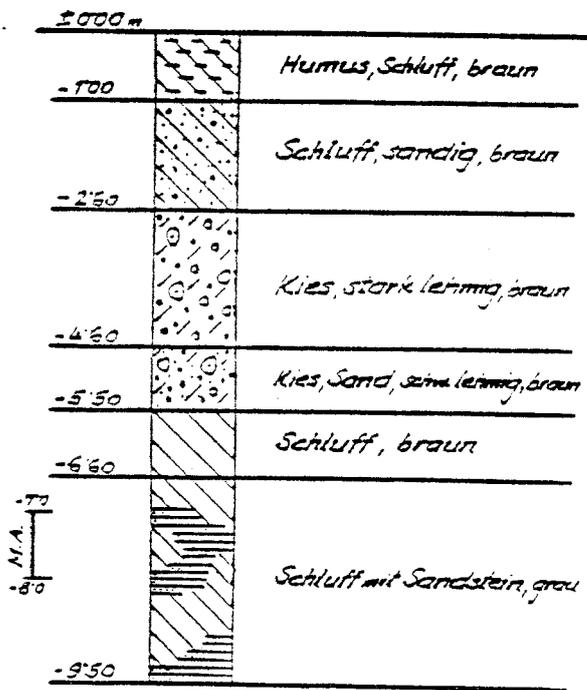
Ausbau 1:25/100



B 2

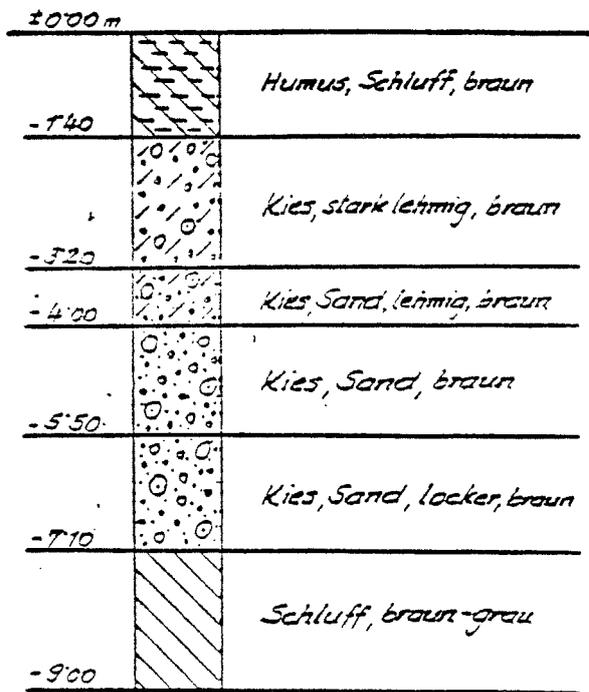
Bohrprofil 1:100

Ausbau 1:25/100

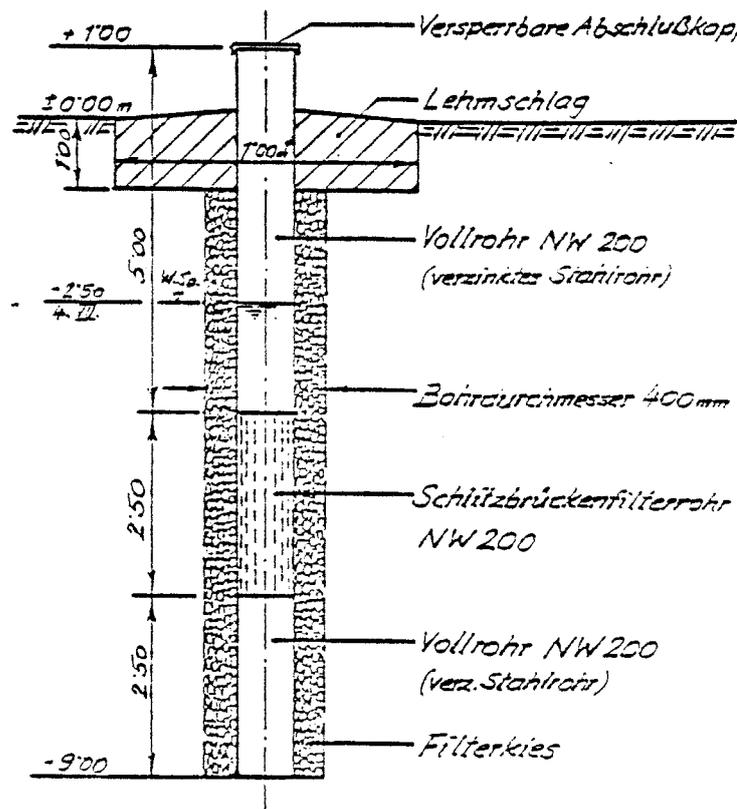


B 3

Bohrprofil 1:100



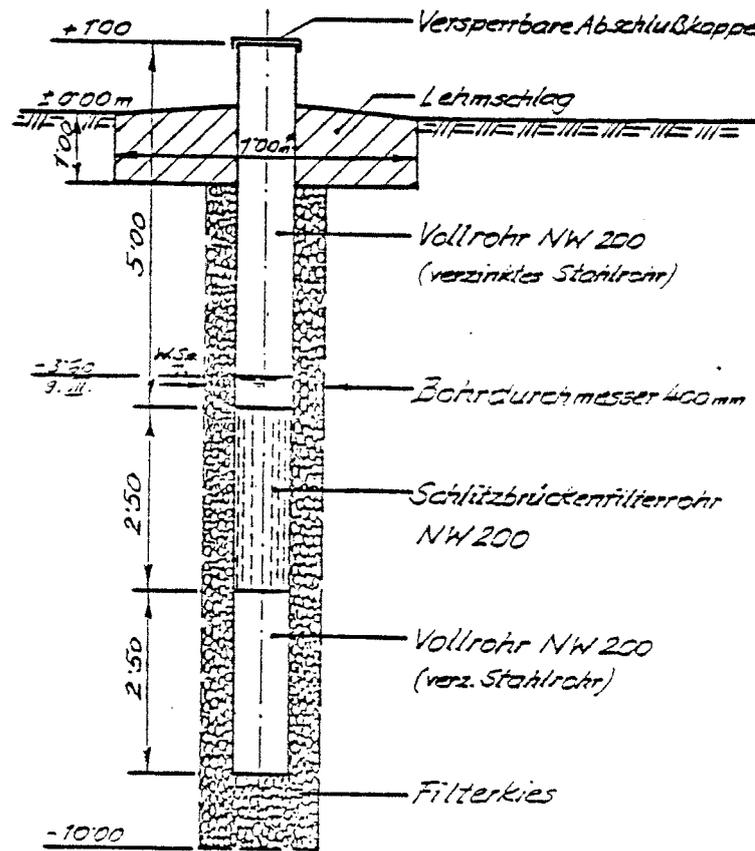
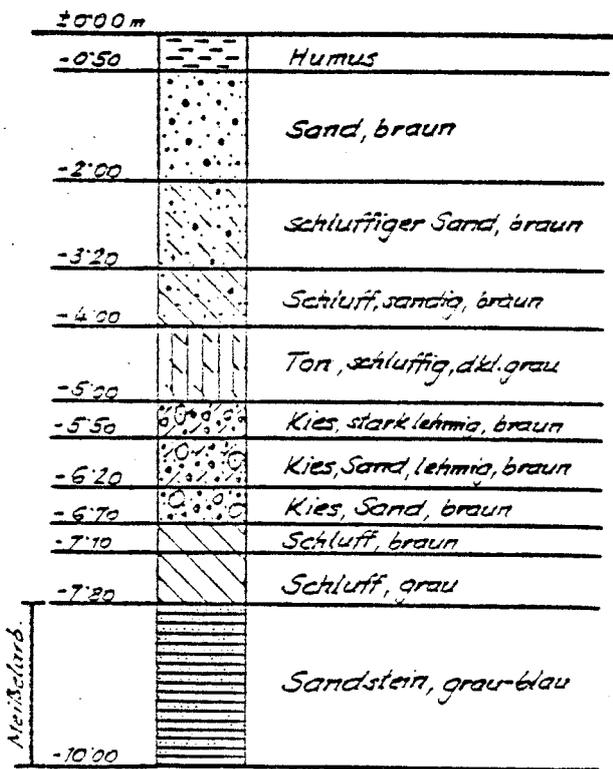
Ausbau 1:25/100



B 4

Bohrprofil 1:100

Ausbau 1:25/100



hier von den bei derartigen Grundwassererschließungen allgemein üblichen Talquerprofilen Abstand zu nehmen.

Tatsächlich konnte mit der ersten Bohrung südwestlich der Gündorfer Saggaubrücke Quartär in einer Mächtigkeit von 8 m aufgeschlossen werden, wovon immerhin 4,8 m als sandig-kiesiger Grundwasserleiter anzusprechen sind. Die Grundwasser-  
sohle besteht aus jungtertiärem Schluffton. Die Quartärmächtigkeit der übrigen Bohrungen ist geringer. Um die Mächtigkeitsverhältnisse besser zu charakterisieren, wird in der Folge ein tabellenmäßiger Überblick gegeben:

	Tiefenlage des Grundwasserleiters	Mächtigkeit
B <sub>1</sub>	3,2 - 8,0 m	4,8 m
B <sub>2</sub>	4,6 - 5,5 m	0,9 m
B <sub>3</sub>	3,2 - 7,1 m	3,9 m
B <sub>4</sub>	5,0 - 6,7 m	1,7 m
Brunnen Arnfels	4,1 - 7,4 m	3,3 m
S <sub>1</sub> (Gündorf Brücke)	4,6 - 7,7 m	3,1 m
S <sub>2</sub> ( " " )	3,1 - 4,5 m	1,4 m

Alle Bohrungen zeigen durchwegs eine sandig-schluffige Deck-  
schichte, die Mächtigkeiten zwischen 1 und 2 m erreicht. Zum  
Teil folgen darunter anfangs stark verlehnte Kiese und Sande,  
die als Grundwasserleiter für eine Wassergewinnung ungeeig-  
net sind.

Insgesamt zeigen auch diese Bohrungen das von H. Feßler (1978)  
und H. Zetinigg (1978) für die Täler der Weststeiermark zwi-  
schen Grundgebirge und Leibnitzerfeld gezeichnete Bild eines  
geringmächtigen sandig-kiesigen Grundwasserleiters mit einer  
bereichsweise starken Feinsand- bis Schluff-Komponente.

Ein weiteres vom rechten Talrand nördlich der Ortschaft St.Jo-

hann i.S. stammendes Bohrprofil einer Bohrung, die für die Herstellung der Ortswagnerbrücke ausgeführt wurde, läßt sich mit dem der Bohrung Nr. 4 vergleichen. Unter einer sandig-schluffigen Deckschichte von 4,7 m folgt ein verlehmteter, aus Kies und Sand bestehender Grundwasserleiter bis 9,5 m Tiefe. Die Grundwassersohle wird laut Bohrprofil von weichplastischem sandigem Schluff gebildet. Die große Mächtigkeit der Deckschichte hängt hier von der Hangnähe des Ansatzpunktes ab.

Aus allen Schlagbohrungen wurden gestörte Bodenproben entnommen und diese von der Bodenprüfstelle der Fachabteilung IIc labormäßig bezüglich  $k_f$ -Wertes, wirksamer Korngröße und Porenanteil ( $n$ ) untersucht. Die durchschnittlich um eine Zehnerpotenz günstigeren, aus diesen Bodenproben ermittelten  $k_f$ -Werte sind wohl auf die Art der Entnahme der Bodenproben zurückzuführen. Es ist anzunehmen, daß hierbei vor allem der Feinkornanteil durch Auswaschung wesentlich herabgesetzt und die ursprüngliche Dichte der Lagerung beim Laborversuch nicht erreicht wurde. Grundsätzlich kommt daher den aus den Pumpversuchen ermittelten  $k_f$ -Werten größere Aussagekraft über die Beschaffenheit des Grundwasserleiters zu.

Zur Feststellung der Ergiebigkeit der Versuchsbohrungen und zur Ermittlung der  $k_f$ -Werte wurden an den Bohrungen 1, 3 und 4 längere Pumpversuche ausgeführt. Nur bei der Versuchsbohrung Nr. 2 wurde auf Grund der Ergebnisse des Entsandungspumpens ein Kurzpumpversuch von lediglich 5 Stunden durchgeführt. Diese Pumpversuche und ihre Ergebnisse sollen in der Folge kurz dargestellt werden.

Bei allen mit einer elektrischen Unterwasserpumpe ausgeführten Pumpversuchen wurden zumindest zwei Förderstufen gefahren. Die Mengenumessungen erfolgten über einen geeichten Meßüberfall. Es wurde grundsätzlich versucht, wenigstens bei ei-

ner Förderstufe einen Stationärzustand zu erreichen. Die Auswertung der Pumpversuche besorgte J. Novak (1979), wobei diese bei Erreichen des Stationärzustandes nach Thiem-Dupuit und bei instationären Verhältnissen nach der Methode der zeitlichen Absenkung von Wiederhold erfolgte.

Die Dauer und Ergebnisse der Pumpversuche sind in Gegenüberstellung zu den Ergebnissen der Laboruntersuchungen an den gestörten Bodenproben aus Tab. 1 zu ersehen. Aus dieser Übersicht kann abgeleitet werden, daß Bohrung Nr. 4 trotz der geringen Mächtigkeit des Grundwasserleiters mit 7,5 l/s bei allerdings steigendem Grundwasserspiegel das günstigste Ergebnis brachte. Neben dem steigenden Grundwasserspiegel sind wohl auch die guten, in der Größenordnung von  $10^{-3}$  m/s gelegenen  $k_f$ -Werte hierfür maßgeblich.

Während der Pumpversuch an B 1 noch in einer Zeit sinkenden Grundwasserspiegels stattfand, setzten am 13.9.1979 starke Niederschläge ein, beeinflussten bereits den Pumpversuch an B 2 und hielten mit Unterbrechungen über die Dauer des Pumpversuches bei B 4 an. So wurden der Pumpversuch bei B 3 ab dem 2. Tag und der Pumpversuch bei B 4 insgesamt in einem Zeitraum steigenden Grundwasserspiegels gefahren. Dies erklärt auch das rasche Erreichen des Stationärzustandes bei B 4 sowie das Ansteigen des Brunnenwasserspiegels trotz gleichbleibender Fördermenge bei B 3.

Insgesamt zeigt dieses Grundwasservorkommen mit seichtliegendem Grundwasserspiegel eine rasche Änderung der Wasserspiegellage. Da gleichzeitig mit den Niederschlägen auch der Wasserstand der Saggau stark anstieg, ist es nicht möglich, anteilmäßig den Einfluß des Vorfluters vom Einfluß der direkt dem Grundwasser zusickernden Niederschläge auf das rasche Ansteigen des Grundwasserspiegels aus den Beobachtungen während der Pumpversuche zu unterscheiden.

Die Ergebnisse der Pumpversuche

Tab. 1

Bohrung Nr.	Zeitraum des Pumpversuches	Dauer d. Stufen in Stunden	Fördermenge l/s	Absenkung d. Brunnenwasserspiegels m	k <sub>f</sub> -Wert Pumpversuche m/s	k <sub>f</sub> -Wert Bodenproben m/s	stat. inst. *)	k <sub>f</sub> -mittel Pumpversuche m/s	wirksamer Korndurchmesser mm
B 1	6.7.-11.7.79	48 66	3,2 6,1	1,0 2,63	1,05x10 <sup>-3</sup> 3,8 x10 <sup>-4</sup>	5,0 x10 <sup>-3</sup> 2,2 x10 <sup>-1</sup>	inst. inst.	7,2 x10 <sup>-4</sup>	0,20
B 3	12.7.-17.7.79	42 64	3,9 7,2	1,05 2,61	1,1 x10 <sup>-3</sup> 2,8 x10 <sup>-4</sup>	1,95x10 <sup>-1</sup>	stat. inst.	6,9 x10 <sup>-4</sup>	0,23
B 4	18.7.-22.7.79	18 25 23	3,1 6,6 7,5	0,58 1,30 1,60	1,7 x10 <sup>-3</sup> 2,4 x10 <sup>-3</sup> 2,6 x10 <sup>-3</sup>	2,5 x10 <sup>-1</sup>	inst. stat. stat.	2,15x10 <sup>-3</sup>	0,25
B 2		5	1,0	0,025	6,7 x10 <sup>-3</sup>	2,5 x10 <sup>-1</sup>	stat.		0,25

\*) stat. = stationär  
inst. = instationär

Dem Absinken des Grundwasserspiegels in Trockenperioden hat J. Novak (1979) bei der Auswertung der Pumpversuche Rechnung getragen, indem er feststellt, daß in längeren Trockenperioden bei Brunnen mit einem Rückgang der Fördermenge um 30 - 50 % zu rechnen ist.

Die mittlere Dauerentnahme wurde für die Versuchsbohrungen Nr. 1, 3 und 4 für einen Brunnendurchmesser (Filterrohrbrunnen) von 400 mm mit 5 l/s ermittelt. Ein Sinken der Förderleistung auf ca. 3 l/s durch extrem niedere Grundwasserstände kann hierbei durchaus auftreten. Als wesentliches Ergebnis der Pumpversuche wird weiters der Durchlässigkeitsbeiwert des durch die 4 Bohrungen erfaßten Grundwasserleiters im Mittel auf  $1,2 \times 10^{-3}$  m/s geschätzt.

#### 4) DER GRUNDWASSERABFLUSS

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungsergebnisse, insbesondere aber der aus den Pumpversuchen gewonnenen Daten, soll der Versuch unternommen werden, den Grundwasserabfluß in den quartären Lockergesteinen eines Talquerprofiles im Bereich von St.Johann i.S. zu ermitteln. Als seitliche Grenze dieses Querprofiles wird jeweils der Anstieg zur Riß-Terrasse verwendet. Unter dieser Voraussetzung ergibt sich eine Breite des Querschnittes von 650 m. Hierbei ist die Breite des regulierten Flußbettes ausgenommen, da die Gewässersohle fast bis zur Grundwassersohle reicht, bzw. unter der Gewässersohle nur eine Lockergesteinsschicht von ca. 1 m vermutet werden kann. Als durchschnittliche Mächtigkeit des Grundwasserleiters wird ein Betrag von 3 m angenommen. Dieses Maß wird verwendet, da das Mittel aus den zuvor angeführten Bohrungen 2,70 m, die größte durch eine Bohrung festgestellte Mächtigkeit aber 4,8 m beträgt. Weiters wird für diesen Versuch der aus den Pumpversuchen gemittelte  $k_f$ -Wert von  $1,2 \times 10^{-3}$  m/s herangezogen. Das Gefälle des Grundwasserspiegels wurde im Zuge der Auswertung der Pumpversuche von J. Novak (1979) auf 0,8 % geschätzt. Dieser Wert wurde auf Grund von Vergleichen zwischen dem Talgefälle, dem Gefälle der Saggau und der Unterschiede in der Lage des Grundwasserspiegels in den Bohrungen B 1, 3 und 4 unter Berücksichtigung einer Strömungsrichtung des Grundwassers spitzwinkelig zur Vorflut gewonnen.

Nach der einfachen Beziehung

$$Q = k_f \cdot I \cdot F$$

ergibt sich unter Verwendung der zuvor angegebenen Werte ein Grundwasserdurchfluß von 19 l/s. Wenn auch diese Berechnung

vor allem auf Grund des hier nicht aus Grundwassergleichungen ermittelten, sondern nur angeschätzten Gefälles des Grundwasserspiegels mit Einschränkungen zu betrachten ist, so kann doch festgestellt werden, daß sich nach dieser Methode ein Grundwasserabfluß von ca. 20 l/s ergibt. Diese Wassermenge soll daher nur als Größenordnung des Grundwasserabflusses verstanden werden.

Um nun diese Größenordnung auch nach einer anderen Methode zu überprüfen, werden die bei den einzelnen Pumpversuchen beanspruchten Grundwasserbreiten bzw. Entnahmebreiten nach Smreker-Holler ermittelt und diese Werte dann auf den zuvor abgegrenzten Talquerschnitt umgelegt. Auch hier wird eine Mächtigkeit des Grundwasserleiters von 3 m der Berechnung zugrunde gelegt. Unter Verwendung eines Spiegelgefälles von 0,4 ‰ ergibt sich aus den drei Pumpversuchen unter Heranziehung der Fördermengen im Stationärzustand folgender Grundwasserabfluß:

Nr.d.Bohrung	Fördermenge	Entnahmebreite	Abfluß im Talquerschnitt
1	2,5 l/s	80 m	ca. 20 l/s
3	3,9 l/s	83 m	ca. 30 l/s
4	7,5 l/s	90 m	ca. 50 l/s

Nach dieser Methode zeigt der Grundwasserabfluß größere Unterschiede, die aber im Hinblick auf die sicher vorhandenen Inhomogenitäten des Grundwasserleiters verständlich, ja zu erwarten sind. Immerhin beziehen sich die verwendeten Pumpversuchsdaten auf verschiedene Bereiche des Untersuchungsgebietes, weiters werden hier im Gegensatz zum ersten Versuch nicht alle Parameter gemittelt, sondern zum Teil nur für den jeweiligen Pumpversuch gültige Werte verwendet. Es kann hier angenommen werden, daß sich in diesen 3 Bohrungen die

Variationsbreite der Beschaffenheit des vorliegenden Grundwasserleiters wenigstens zu einem größeren Teil ausdrückt und durch dieses Verfahren auch berücksichtigt wird.

Sollen die nach verschiedenen Verfahren gewonnenen Ergebnisse miteinander verglichen und eine zusammenfassende Aussage gemacht werden, so muß auch hier versucht werden, das Ergebnis zu mitteln und zu einem Durchschnittswert zu gelangen. Mangels anderer Möglichkeiten wird sohin das arithmetische Mittel, also ein Abfluß von rund 30 l/s, als Ergebnis dieses Versuches betrachtet. Natürlich wird der Grundwasserabfluß in Abhängigkeit von den Schwankungen des Grundwasserspiegels ebenfalls noch über den hier angeführten Bereich sowohl nach oben als auch nach unten hinausgehen. Streng genommen gilt die hier abgegrenzte Abflußmenge des Grundwassers von 20 - 30 l/s nur für die zur Zeit der Pumpversuche herrschenden Bedingungen.

Weiters soll hier ausdrücklich vermerkt werden, daß eine Variation der Größe der hier verwendeten Parameter I 0,4 - 0,8 % und M 3 - 4 m (Mächtigkeit des Grundwasserleiters) im Rahmen der aus den hydrogeologischen Verhältnissen resultierenden Möglichkeiten keine wesentliche Änderung des Ergebnisses bringt. Lediglich nach der Entnahmebreite würde sich ein gemittelter Abfluß von rund 50 l/s ergeben.

Die hier aufgezeigte Größenordnung von 20 - 30 ja sogar bis 50 l/s zeigt aber deutlich die geringe Grundwassermenge, die in diesem Tal vorhanden ist. Nach den Ausführungen von H. Feßler (1978) und H. Zetinigg (1978) kann diese Größenordnung jedoch als charakteristisch für dieses Tal aufgefaßt werden. Auf Grund ähnlicher hydrogeologischer Verhältnisse ist in den übrigen weststeirischen Tälern zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld mit einem gleichfalls geringen Grundwasserabfluß zu rechnen.

Hiezu muß noch vermerkt werden, daß auf Grund der intensiven Wechselbeziehung zwischen Grundwasser und Vorflut allfällige Absenkungen des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahmen, von Infiltraten aus dem Fluß, wahrscheinlich schon nach einer kurzen Talstrecke, nahezu vollständig ergänzt werden. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse reichen jedoch nicht aus, hierüber konkrete Auskunft zu geben. Grundsätzlich kann aber angenommen werden, daß die Grundwasserentnahme durch den talaufwärts des Untersuchungsgebietes gelegenen Brunnen der Gemeinde Arnfels schon im Bereich der Bohrung Nr. 4 wieder weitgehendst durch derartige Infiltrationen kompensiert ist.

Es muß hier ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, daß die im Talquerschnitt durchströmende Grundwassermenge keinesfalls als gewinnbare Wassermenge anzusehen ist. Abgesehen von den technischen Möglichkeiten, werden hier durch die Qualität des Grundwassers weitere Einschränkungen diktiert. Gerade im untersuchten Talabschnitt wurde ja im linksufrigen Bereich durchwegs eine ungünstige Qualität des Grundwassers festgestellt.

So ergibt sich auch hieraus, daß der Feststellung von J. Novak (1979) über die gewinnbare Grundwassermenge, die auf den Ergebnissen der Pumpversuche ohne besondere Wertung der hydrogeologischen Verhältnisse beruht, auch aus diesem Blickwinkel Realität zukommt.

Insgesamt kann daher als charakteristische Eigenschaft der Grundwasserführung des unteren Saggautales eine ausgeprägte Abhängigkeit der gewinnbaren Wassermenge von den Schwankungen des Grundwasserspiegels angenommen werden. Als Ursache ist hier wohl die, vor allem auf die Mächtigkeit zurückgehende geringe Kapazität des Grundwasserleiters anzuführen. Diesbezüglich geben aber die Ergebnisse der einjährigen Grundwasserbeobachtung weitere Auskunft.

## 5) DIE ERGEBNISSE DER GRUNDWASSERBEOBACHTUNG

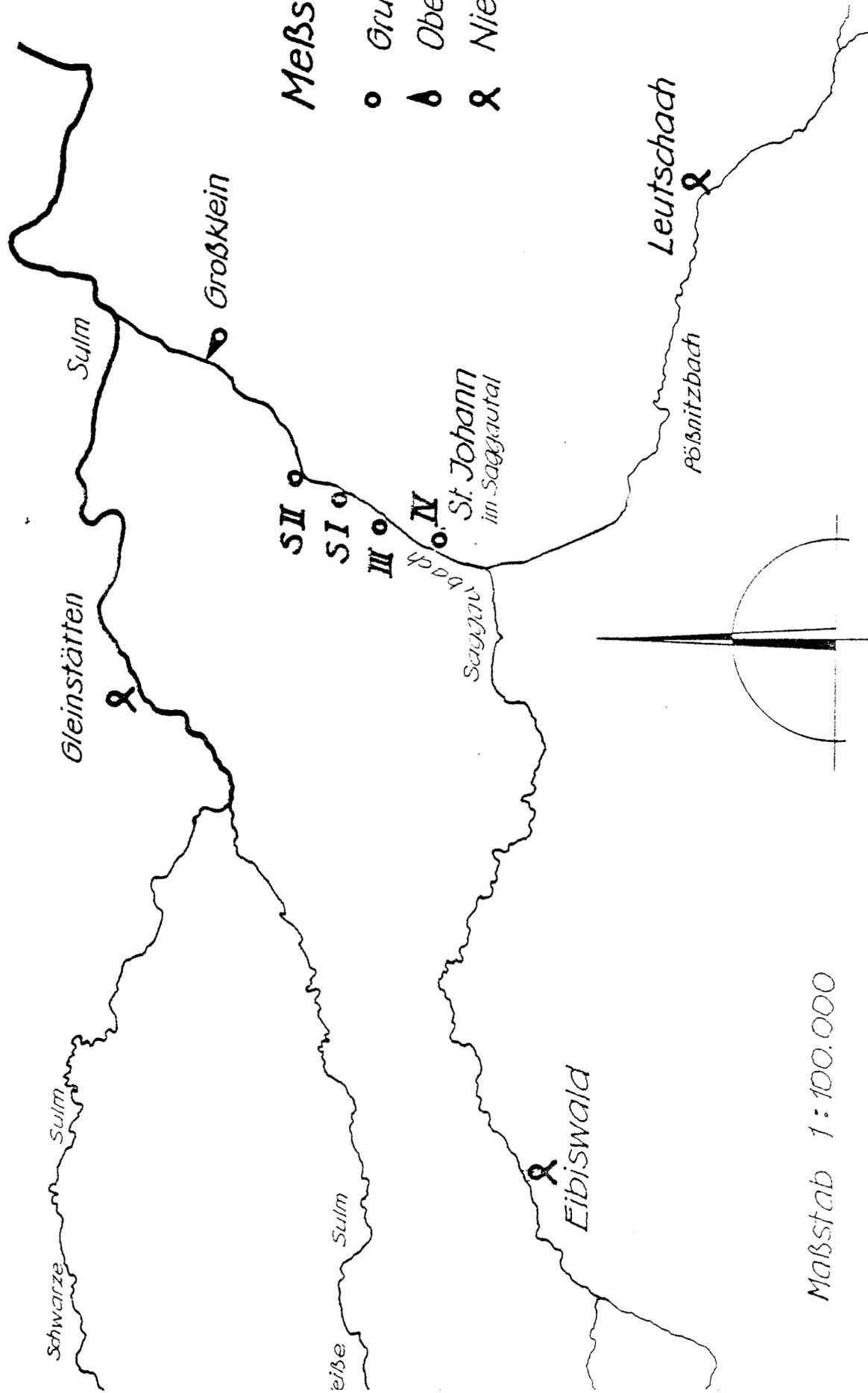
Die zuvor beschriebenen Aufschlußbohrungen im unteren Saggautal wurden gleich nach Beendigung der Pumpversuche als Grundwassermeßstellen eingerichtet. Eine dieser Meßstellen, die Bohrung Nr. 1, wurde vom Beobachtungsbeginn an mit einem Schreibgerät ausgestattet, die Bohrung Nr. 2 - beide liegen in der Nähe der Ortschaft Radiga, erst im Juli 1980. Die Bohrungen Nr. 3 und 4 bei Harlach und westlich von St. Johann im Saggautal wurden ab August 1979 zweimal wöchentlich beobachtet.

Der Grundwasserspiegel schwankt in den 4 Meßbrunnen, bezogen auf die vierzehnmonatige Beobachtungszeit, zwischen 1,40 und 3,50 m unter Gelände.

Die Beobachtungszeit von nur 14 Monaten reicht an und für sich nicht aus, um den Grundwassergang eines Feldes in seiner Charakteristik zu erfassen. Da es aber 1979 einen sehr nassen Herbst gab, dem ein eher trockenes erstes Halbjahr 1980 nachfolgte, ergibt sich trotz der kurzen Beobachtungszeit doch ein relativ guter Überblick über die Grundwasser- verhältnisse in diesem Tal.

Die Grundwasserstandsganglinie der Bohrung Nr. 1 zeigt im August, September und November 1979 drei markante, sehr rasch ansteigende Spitzen von 1,00 bis 1,50 m, wobei die höchste im November bis etwa 2,00 m unter Gelände reicht. Nach dem Absinken des Grundwasserspiegels auf die ursprüngliche Spiegelhöhe von etwa 3,50 bis 4,00 m unter Gelände bleibt diese außer einem kleinen Anstieg im Februar für das 1. Halbjahr 1980 charakteristisch. Erst im September und Oktober 1980 kommt es wiederum zu mehreren starken Anstiegen des Grundwasserspiegels in etwa die gleiche Höhe wie im

# Grundwasser-, Oberflächengewässer- und Niederschlagsmessstellen



Maßstab 1:100.000

Herbst 1979 (Abb. 7, 8).

Die Schwankung des Grundwasserspiegels beträgt, bezogen auf die vierzehntonatige Beobachtungszeit, mehr als 1,90 m (Tabelle 2).

Die Bohrungen Nr. 2 und 3 zeigen eine ähnliche Charakteristik in der Grundwasserbewegung. Die Novemberspitzen erreichen eine Höhe von 1,40 m unter Gelände, die beiden übrigen Spitzen des Jahres 1979 bleiben allerdings hinter denen der Bohrung Nr. 1 zurück. Desgleichen liegen die Septemberspitzen des Jahres 1980 weit hinter den Spitzen der Bohrung Nr. 1. Die Schwankung beträgt 2,10 m. Der tiefste Wasserstand wurde mit 3,50 m unter Gelände im August 1980 erreicht. Die Bohrung Nr. 4 am rechten Ufer des Saggaubaches unterscheidet sich von den drei übrigen Bohrungen durch einen etwas ruhigeren Grundwassergang. Die Spiegelschwankung beträgt nur 1,50 m, die Ganglinie zeigt nur eine ausgeprägte Spitze im November 1979 mit einer Anstiegshöhe von etwa 1,50 m auf 2,40 m unter Gelände. Der tiefste Wasserstand wurde mit 4,00 m unter Gelände im August 1980 beobachtet.

Bei einem Vergleich des Grundwasserganges der vier Meßbrunnen mit dem Abflußgeschehen im Vorfluter am Pegel Großklein läßt sich eine weitgehende Übereinstimmung im zeitlichen Ablauf, zum Teil aber auch in der Intensität der Bewegung erkennen (Abb. 9). Dem Anstieg des Saggaubaches am 20.8.1979 von 0,9 auf 3,74 m entspricht ein Grundwasseranstieg von 0,90 m am 20.8. beim Bohrloch Nr. 1. Den Saggauhochwässern vom 24.9. und 18.11.1979 mit 4,46 m Wasserstand entsprechen etwa gleichzeitige Grundwasseranstiege von 1,50 m und 1,60 m (Tab. 2, 3). Das gleiche Bild ergibt sich für das Jahr 1980. Den Flußwasseranstiegen am 1.2., 31.8. und 10.9. entsprechen Grundwasseranstiege am 1./2.2., 31.8./1.9. und 10.9.1980. Im zeitlichen Ablauf gibt es kleine Verschiebungen, und zwar in der

Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung						
Meßstelle	Beobacht. Beginn	Meßpunkt m über Gelände	Minimum m unter Meßpunkt	Maximum Meßpunkt	Schwankung m	
Bohrloch I Radiga	August 1979	0,95	4,92 10.8.1980	3,05 19.11.1979	1,87	
Bohrloch II Radiga	-"-	1,00	4,67 4.8.1980	2,40 22.11.1979	2,14	
Bohrloch III Haslach	-"-	0,95	4,51 4.8.1980	2,49 19.11.1979	2,02	
Bohrloch IV St. Johann	-"-	0,90	4,95 4.8.1980	3,42 19.11.1979	1,53	

Niederste und höchste beobachtete Grundwasserstände August 1979 - Oktober 1980 in cm

Min.	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Min. B I.	453 19.	474 22.	466 29.	465 9.	462 22.	466 30.	470 29.	(478) 17.	474 18.	475 31.	484 14.	492 28.	492 10.	469 30.	477 7.
Max.	361 20.	>338 25.	(430) 1.	>328 19.	(435) 1.	449 1.	420 2.	(458) 28.	(460) 1.	456 7.	475 1.	471 2.	378 31.	378 1.	>321 13.
Min. B IV.	438 8.	464 20.	477 29.	490 9.	448 20.	465 31.	462 28.	471 17.	477 27.	478 26.	490 26.	493 28.	495 4.	472 29.	-
Max.	403 20.	420 24.	442 1.	342 19.	412 3.	450 3.	(431) 2.	462 27.	465 3.	(460) 7.	482 2.	480 3.	(478) 13.	447 4.	-

Tab. 3

Wasserstände des Saggaubaches beim Pegel Großklein					
Meßstelle	Beob. Beg.	Einzugsgebiet	Pegelnullpunkt	NNW	HHW
Großklein 3794	1960	291,1 km <sup>2</sup>	283,44 m ü.A.	72 26.9.1978	486 13.10.1980

Niederste und höchste beobachtete Wasserstände Jänner 1979 bis August 1980 in cm													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr
NW 1979	82	100	98	93	80	78	94	90	82	84	89	91	78
HW	214	312	184	173	168	143	365	374	446	128	439	126	446
NW 1980	85	83	80	85	83	77	80	75					( 75
HW	156	192	108	107	125	110	143	300					( 300





Art und Weise, daß sich das Grundwasser zwar sehr rasch auf den hochwasserführenden Saggaubach einstellt, seinen Höchststand aber meist erst einige Stunden später erreicht.

Etwas anders verhält es sich bei den Meßstellen 2, 3 und 4, die nur auf die größeren Hochwässer des Saggaubaches, wie zum Beispiel im November 1979, gleich reagieren wie die Meßstelle 1. Bei den übrigen Terminen kommt es zu größeren Zeitverschiebungen. Der Flußwasseranstieg vom 20.8.1979 führt im Grundwasser zu einem langsamen Ansteigen des Wasserspiegels, der erst am 23. seinen höchsten Stand erreicht. Dem Flußwasseranstieg vom 20.9.1979 entspricht ein Grundwasseranstieg am 27.9.1979. Das gleiche zeigt sich für das Jahr 1980. Die geringste Reaktion auf das Ansteigen des Saggaubaches zeigt die Meßstelle 4, die die Hochwässer des Flusses zeitlich verzögert und in der Bewegung nur sehr gedämpft nachzeichnet (Abb. 9).

Der Anteil des Flusses an der Erneuerung des Grundwassers ist demnach besonders beim Bohrloch Nr. 4 gering, wenn auch eine Beeinflussung des Grundwassers durch den Vorfluter nicht auszuschließen ist. Den Hauptanteil an der Erneuerung trägt der an Ort und Stelle gefallene Niederschlag. Die Niederschlagsmeßstellen Eibiswald im oberen Saggautal und Leutschach im Pöbnitztal, einem rechten Seitental des Saggautales, ermöglichen einen Überblick über das Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet des Saggautales. Dieses umfaßt insgesamt  $230 \text{ km}^2$ , wovon allein der Saggaubach bis zur Einmündung des Pöbnitzbaches in den Saggaubach bereits  $124 \text{ km}^2$ , der Pöbnitzbach weitere  $60 \text{ km}^2$ , zusammen also  $184 \text{ km}^2$ , in Anspruch nehmen (Abb. 6).

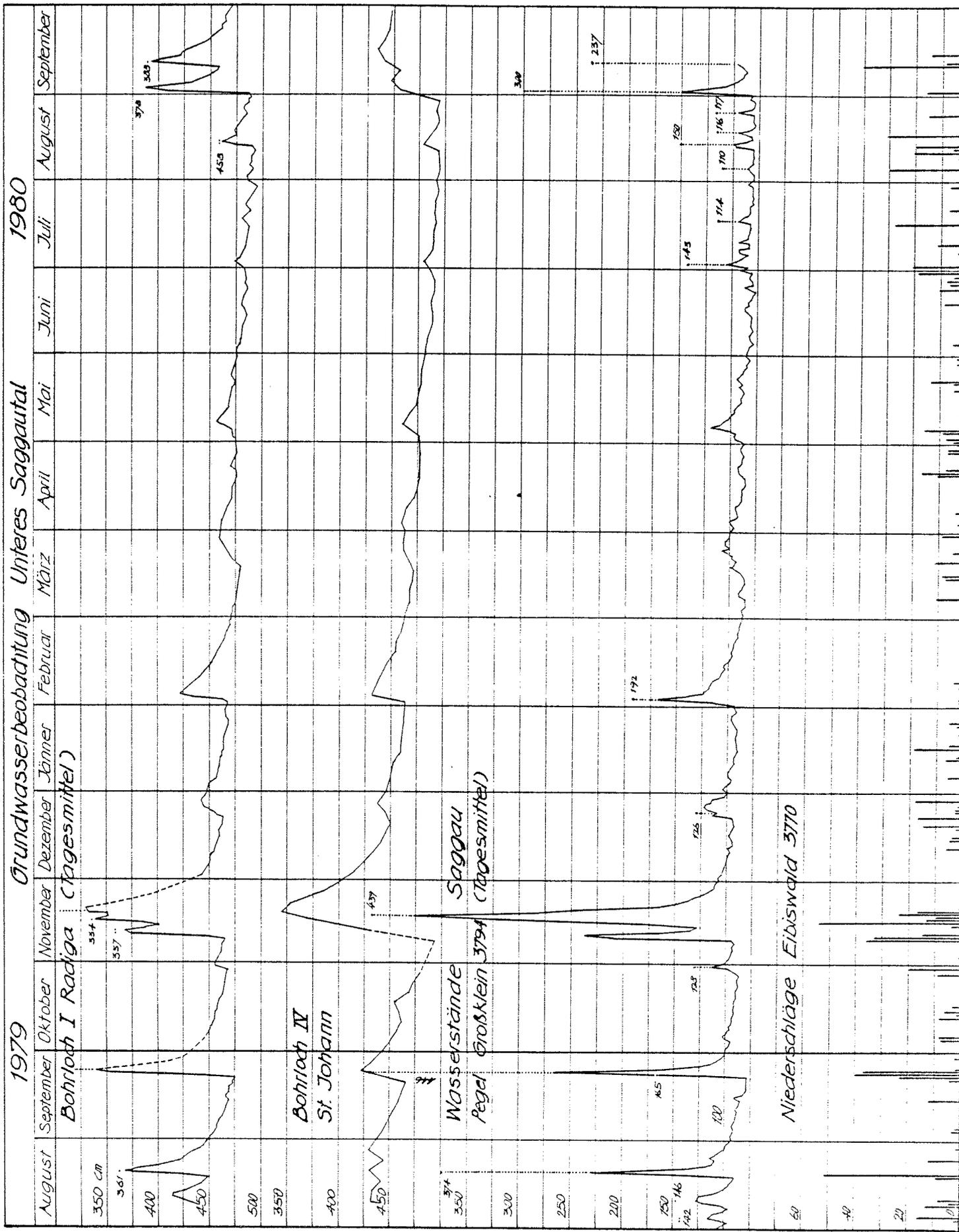
Die Niederschlagsstationen Eibiswald und Leutschach bieten ein ähnliches Bild der Niederschlagsverteilung und -menge. Die Niederschlagsstation Gleinstätten wurde angeführt, weil

die dort aufgezeichneten Niederschläge nicht nur für das Einzugsgebiet der Sulm, sondern auch für eine Reihe von linksseitigen Zuflüssen zum Saggaubach Aussagewert besitzen (Tab. 4). Für die graphische Darstellung des Niederschlagsgeschehens wurde die Station Eibiswald ausgewählt (Abb. 9).

In der vergleichenden Darstellung von Niederschlag, Oberflächenabfluß und Grundwasser (Abb. 9) wird deutlich, wie sehr das Abflußgeschehen im Oberflächengewässer und im Grundwasser von der Höhe und Verteilung des Niederschlages abhängt. Den Anstiegen des Saggaubaches am 20.8., 24.9., 11. und 18.11.1979, beobachtet am Pegel Großklein, und in weiterer Folge des Grundwassers im Untersuchungsgebiet gingen Niederschläge voraus in der Höhe von 51 mm am 19.8.1979, von insgesamt 100 mm vom 22. bis 24.9., von 69 mm vom 9. bis 10.11. sowie von 54 mm am 15.11.1979 (Tab. 4).

Im Jahre 1980 kommt es zu einem Ansteigen des Fluß- und Grundwassers um den 1. und 2.2., was auf Grund des Fehlens von Niederschlägen zu diesem Zeitpunkt auf eine vorübergehende Schneeschmelze zurückzuführen sein dürfte. Die Niederschläge vom August in der Höhe von 30 mm am 4., von 21 mm am 10., von 20 mm am 12. und von 31 mm am 16.8. werden auf Grund der sehr trockenen Vormonate nicht besonders spürbar. Erst die Niederschlagshöhe von 62 mm am 30.8. bewirkt ein kräftiges Ansteigen des Saggaubaches. Im Grundwasserbereich kommt es erst verhältnismäßig spät zu einer Sättigung des Bodens, so daß erst Anfang September eine merkliche Anhebung des Wasserspiegels eintritt. Die Niederschlagshöhe von 41 mm am 9.9.1980 führt zu einem weiteren Anstieg im Saggaubach, der zwischenzeitlich wieder auf seinen alten Stand abgesunken war. Das Grundwasser erfährt durch dieses Ereignis eine zusätzliche Anhebung und verbleibt um Zehnerzentimeter über dem Niederwasser der Vormonate. Die hohen Niederschlagsmengen des Oktobers und

Ergebnisse aus der Niederschlagsbeobachtung														
Größte beobachtete Monatssumme und beobachtetes Tagesmaximum in mm														
Meßstelle	Einzugsgebiet	Seehöhe	Beob. Beg.	Monatssumme	Tagesmaximum									
Eibswald	Saggaubach	360	1895	382	9.1916	104								
Leutschach	Saggaubach	370	1936	361	7.1972	113								
Gleinstätten	Sulm	310	1895	193	6.1975	90								
Monatssummen der Niederschläge 1979 - 1980 in mm														
1979	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	
Eibswald	106	92	66	71	61	190	233	117	124	61	209	78	1408	
Leutschach	59	69	74	50	81	215	191	169	119	48	198	65	1338	
Gleinstätten	67	83	70	77	47	159	201	146	144	49	191	62	1296	
1980														
Eibswald	56	10	61	68	84	77	93	213	(74)				(662)	
Leutschach	36	5	51	41	83	106	108	162	-				(592)	
Gleinstätten	42	2	51	45	82	89	93	154	(71)				(558)	
Größte Tagesniederschläge August 1979 bis September 1980 in mm														
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Eibswald	51	40	20	54	18	19	4	12	17	16	19	28	62	41
	19.	23.	30.	15.	28.	15.	7.	20.	20.	5.	29.	26.	30.	9.



das damit verbundene Hochwasser im Saggaubach können wegen der noch ausstehenden Meßprotokolle nicht bearbeitet werden. Es gibt nur eine Aufzeichnung des Schreibpegels der Grundwassermeßstelle 1, die am 9. und 13.10.1980 zwei größere Grundwasseranstiege aufzeigt.

Der Vergleich von Niederschlag und Abfluß zeigt, daß sowohl der oberflächliche als auch der unterirdische Abfluß auf das Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet des Saggautales umgehend reagieren. Auf die bei den Niederschlagsstationen Eibiswald und Leutschach registrierten Niederschläge folgt ein Ansteigen des Saggaubaches, bezogen auf den Pegel Großklein, innerhalb von 24 Stunden. Ein gleiches Verhalten zeigt das Grundwasser im Bereich der Bohrung Nr. 1, was auf deren Lage zum Vorfluter bzw. zur sogenannten "Hofrat Haas Schwelle" zurückzuführen sein dürfte. Bei den übrigen Bohrungen kommt es manchmal in Abhängigkeit von der Sättigung des Bodens zu Verzögerungen im Erreichen des Spitzenwertes, der dann auch entsprechend hinter den Spitzenwerten des Vorfluters oder auch der Grundwassermeßstelle 1 zurückbleibt. Zum Unterschied von diesen wird aber die erreichte Grundwasserspiegelhöhe längere Zeit gehalten, wie es die Ganglinie der Meßstelle 4 für den September 1980 deutlich macht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es im Saggautal auf Grund der starken Niederschläge im Einzugsgebiet im Frühjahr, insbesondere aber im Herbst, zu momentanen steilen Anstiegen im Oberflächengewässer kommt, worauf das Grundwasser nur mäßig reagiert. Zu einer Grundwasseranreicherung kommt es vorwiegend zur Zeit der Schneeschmelze und im Spätherbst, wenn der Boden durch die Herbstniederschläge entsprechend gesättigt ist. Dazwischen gibt es "trockene" Abschnitte, in denen der Grundwasserspiegel trotz der geringen Niederschlagshöhen, wie es das 1. Halbjahr 1980 zeigt, annähernd stabil bleibt.

## 6) DIE QUALITÄT DES GRUNDWASSERS

Das Referat für Gewässeraufsicht und Gewässerschutz (Fachabteilung Ia) führte am 10.7.1979, 16.7.1979 und am 20.7.1979 während der Pumpversuche bei den Versuchsbohrungen im unteren Saggautal Probennahmen durch. Die chemische und bakteriologische Untersuchung erfolgten teils an Ort und Stelle, teils im Labor. In diese Untersuchung wurde auch der Brunnen der zentralen Wasserversorgungsanlage der Gemeinde Arnfels einbezogen, um einen besseren Überblick über die Qualität des Grundwassers im unteren Saggautal zu erhalten.

Wie aus den Tabellen ersichtlich, ist das Wasser der Versuchsbohrung B 2 weich und weist trotz einer unvermeidlichen Sauerstoffeinbringung bei der Probennahme einen niederen Sauerstoffgehalt von nur 2,6 mg/l  $O_2$  auf. Dies deutet ebenso wie das Vorhandensein von Ammonium (0,08 mg/l  $NH_4^+$ ), Nitrit (0,005 mg/l  $NO_2^-$ ) und Mangan (0,46 mg/l  $Mn^{++}$ ) auf sauerstoffzehrende Prozesse im Boden hin. Einen ähnlichen niederen Sauerstoffgehalt (3,2 mg/l  $O_2$ ), jedoch höhere Werte für Ammonium (0,35 mg/l  $NH_4^+$ ), Nitrit (0,015 mg/l  $NO_2^-$ ) und Mangan (3,58 mg/l  $Mn^{++}$ ) weist die Versuchsbohrung B I auf. Das in chemischer Hinsicht ungünstigste Untersuchungsergebnis zeigt allerdings das Wasser der Versuchsbohrung B 3. Bei einem Sauerstoffgehalt von nur 0,7 mg/l  $O_2$  wurden 8,6 mg/l Fe, 2,57 mg/l Mn, 0,6 mg/l Ammonium und 0,005 mg/l Nitrit nachgewiesen.

In ÖNORM M 6250 "Öffentliche Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers" werden als Richtwert für den Sauerstoffgehalt mindestens 5 mg/l  $O_2$ , für den Eisengehalt maximal 0,1 mg/l, den Mangangehalt maximal 0,05 mg/l, den Ammoniumgehalt maximal 0,1 mg/l  $NH_4^+$  und den Nitritgehalt maximal 0,005 mg/l angegeben. Dies bedeutet, daß das Wasser der

Versuchsbohrungen B 1, B 2 und B 3 an sich als Trinkwasser nicht geeignet ist und daher aufbereitet werden müßte. Das Wasser der Versuchsbohrung B 4 sowie jenes der Wasserversorgungsanlage Arnfels unterscheiden sich nicht nur durch die weitaus größere Härte ( $20,2^{\circ}\text{dH}$  sowie  $17,8^{\circ}\text{dH}$ ), sondern auch durch die weitaus größeren Sauerstoffgehalte ( $6,4 \text{ mg/l O}_2$  und  $7,2 \text{ mg/l O}_2$ ) vom Wasser der Versuchsbohrungen B 1 bis B 3. Demzufolge sind auch Ammonium, Eisen und Mangan überhaupt nicht und Nitrit im Wasser der Versuchsbohrung B 4 nur in einer Menge von weniger als  $0,005 \text{ mg/l}$  nachweisbar.

Im Gegensatz zum chemischen Befund ist das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung an allen Wasserproben äußerst günstig. So konnten in keiner der Proben coliforme Keime und lediglich im Wasser der Versuchsbohrung B 4 4 Keimkolonien/ml und im Wasser der Versuchsbohrung B 2 15 Keimkolonien/ml nachgewiesen werden. Diese Werte liegen somit weit unterhalb des in der obzitierten ÖNORM festgesetzten Grenzwertes von 100 Keimkolonien/ml.

Abschließend kann festgestellt werden, daß das Wasser der Versuchsbohrungen B 1, B 2 und B 3 durch im Boden ablaufende sauerstoffzehrende Prozesse beeinträchtigt ist. Da der bakteriologische Befund dieser Wässer günstig ist und sich im weiten Umkreis keine Versickerungen kontaminierter Wässer, wie häuslicher Abwässer, befinden, muß angenommen werden, daß die Sauerstoffarmut des Grundwassers auf huminartige Stoffe zurückzuführen ist und sich somit aus der Bodenbeschaffenheit ergibt. Im Gegensatz dazu weisen das Wasser der Versuchsbohrung B 4 und die noch weiter talaufwärts gelegene Brunnenanlage der Gemeinde Arnfels jeweils günstige chemische Befunde auf. Bei diesen zeigen sich neben einem ausreichenden Sauerstoffgehalt keine Indikatoren, die auf eine Verunreinigung hinweisen würden.

## Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Entnahmestellen	B 1	B 2	B 3	B 4	WVA Arnfels
Datum	10.7.79	20.7.79	16.7.79	20.7.79	16.7.79
pH-Wert	6,6	6,4	6,6	6,8	7
el.Lf. $\mu\text{S}/\text{cm}$	217	201	279	549	485
$\text{KMnO}_4$ mg/l	4,7	5,1	7,3	3,5	1,7
$\text{NH}_4^+$ mg/l	0,35	0,08	0,60	n.n.	n.n.
$\text{Ca}^{2+}$ mg/l	34,4	33,8	36,4	106,4	96,8
$\text{Mg}^{2+}$ mg/l	15,4	7,9	18,1	22,7	18,2
$\text{Fe}^{2+}$ mg/l	n.n.	n.n.	8,60	n.n.	n.n.
$\text{Mn}^{2+}$ mg/l	3,58	0,46	2,57	n.n.	n.n.
$\text{K}^+$ mg/l	1	0,7	0,6	1,1	1,5
$\text{Na}^+$ mg/l	3,1	2,4	3,6	2,8	3,6
GH $^{\circ}\text{dH}$	8,4	6,7	10,0	20,2	17,8
KH $^{\circ}\text{dH}$	6,9	5,6	9,2	17,4	14,6
m-Wert mval/l	2,45	2,0	3,3	6,2	5,2
$\text{HCO}_3^-$ mg/l	149	122	195	378	317
$\text{NO}_2^-$ mg/l	0,015	<0,005	0,005	<0,005	n.n.
$\text{NO}_3^-$ mg/l	5	4	<2	33	34
$\text{SO}_4^{=}$ mg/l	27	13	13	16	23
$\text{Cl}^-$ mg/l	7	5	11	9	11
$\text{PO}_4^{-3}$ mg/l	n.n.	0,03	n.n.	0,01	n.n.

Sollte eine Nutzung des Grundwassers im Bereich der einzigen hierfür geeigneten Versuchsbohrung, der Bohrung Nr. 4, realisiert werden, so ist im Zuge der Projektserstellung unbedingt eine Untersuchung der Aggressivität des Grundwassers durchzuführen, um eine allenfalls nötige Aufbereitung vorsehen zu können.

## 7) ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Im Jahre 1979 wurden durch 4 Untersuchungsbohrungen die Grundwasserverhältnisse im unteren Saggautal ausgekundschaftet. An diesen Bohrungen wurden im Sommer 1979 leider zum Teil in einem Zeitraum ansteigenden Grundwasserspiegels Pumpversuche ausgeführt, in deren Verlauf eine Probennahme für die chemische und bakteriologische Untersuchung des geförderten Grundwassers erfolgte. Im Anschluß daran wurde von August 1979 bis Oktober 1980 eine Grundwasserbeobachtung mittels eines Schreibpegels (B 1) und eines örtlichen Beobachters (B 2, 3 und 4) vorgenommen. Die Ergebnisse dieser mehr als einjährigen Beobachtung des Grundwasserspiegels wurden sodann zum Niederschlag und zum Abflußgeschehen der Saggau in Beziehung gesetzt.

Diese Untersuchungen zeigen, daß auch hier die für die weststeirischen Täler typischen, durch H. Feßler (1978) und H. Zetinigg (1978) geschilderten Grundwasserverhältnisse herrschen. Ein geringmächtiger, seichtliegender Grundwasserleiter im Bereich der holozänen Flur weist eine qualitativ unterschiedliche Grundwasserführung auf. Die geringe Grundwasserführung der in diesem Talabschnitt ausgebildeten Riß-Terrassen wurde auf Grund der Erfahrungen in anderen vergleichbaren Tälern von vornherein aus den Untersuchungen ausgenommen.

Obwohl die Grundwasserbeobachtung nur über einen Zeitraum von 14 Monaten lief, kann zusammenfassend festgestellt werden, daß die Spiegellagen des Grundwassers im wesentlichen von der Intensität und Verteilung der Niederschläge abhängen und sohin auch eine Übereinstimmung mit dem Abflußgeschehen der Saggau zeigen. Während die Bohrung B 1 wohl

auf Grund ihrer Lage talabwärts einer Sohlschwelle unmittelbar und intensiv auf die Wasserführung der Saggau reagiert, läßt sich bei den übrigen Bohrungen eine zeitliche Verzögerung und Abschwächung der Intensität der Schwankungen feststellen.

Aus den vorliegenden Meßdaten ist eine ausgiebige Anreicherung des Grundwassers zur Zeit der Schneeschmelze und im Spätherbst nach Sättigung des Bodens durch Niederschläge zu erkennen. Dies deckt sich mit den Feststellungen von H. Feßler (1978). Trockene Abschnitte zeigen ein langsames Absinken des Grundwasserspiegels, das wohl eine größere Kapazität des Grundwasserleiters voraussetzt als die Ermittlung der abfließenden Grundwassermenge nach dem Talquerschnitt (20 l/s) vermuten läßt. Es kommt sohin aus dem Blickwinkel der Bewegungen des Grundwasserspiegels den Ergebnissen nach der Methode Smreker-Holler, also 30 - 50 l/s, wohl größere Wahrscheinlichkeit zu.

Hier muß ausdrücklich vermerkt werden, daß diese Ermittlungen der im Talquerschnitt abströmenden Grundwassermenge wirklich nur als Versuch gewertet werden können und die Ergebnisse lediglich eine Größenordnung angeben. Diese Größenordnung kann weiters nur zur Bestätigung einer allgemeinen hydrogeologischen Charakteristik, wie sie von H. Zetinig (1978) vorliegt, herangezogen werden.

Grundsätzlich kann daher angenommen werden, daß im unteren Saggautal nur einige 10 l/s Grundwasser abfließen, die aber durchaus nicht insgesamt gewinnbar sind. Dies bedeutet, daß in den Bereichen der Versuchsbohrungen B 1, 3 und 4, wie J. Novak (1979) ausführt, in Abhängigkeit von der Lage des Grundwasserspiegels jeweils 3 - 5 l/s gefördert werden können.

Da nun die chemischen Untersuchungen zeigen, daß lediglich

aus Bohrung B 4 Grundwasser guter, für Trinkwasserzwecke geeigneter Qualität erschroten wurde, schränken sich die Möglichkeiten der Wassergewinnung auf diese Bohrung ein. Ist nun die Errichtung einer Brunnenanlage tatsächlich beabsichtigt, so muß auf Grund der hydrogeologischen Verhältnisse die geringmächtige Deckschichte beachtet werden. Dies erfordert, daß zur Erhaltung der Qualität des Grundwassers Schutzgebiete eingerichtet werden, die sich an den DVGW-Richtlinien orientieren.

Weiters scheint im Hinblick auf eine dauernde Wasserentnahme eine weitere Überprüfung der Qualität des Grundwassers im Zuge eines kurzen Pumpversuches, bei der auch die Aggressivität untersucht wird, notwendig. Diese Notwendigkeit ergibt sich aus den Feststellungen einer raschen räumlichen Änderung der Wasserqualität in diesem Tal von A. Thurner (1961), die ja letztlich durch die Ergebnisse der Bohrungen B 1, 2 und 3 bestätigt wird. Bei Vergrößerungen der Einzugsbreite, zum Beispiel durch stärkere Entnahmen, könnten grundsätzlich auch qualitativ ungünstige Bereiche der Grundwasserführung aktiviert werden.

## 8) VERWENDETE UNTERLAGEN

- Beer, H.: Das Miozän zwischen Sulm, Saggau, Pößnitz und Gam-litzbach. - Unveröffentlicht, Diss. Univ. Graz 1953.
- Bernhart, L.: Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd 24, 124 S, 15 Tab., 9 Taf., Graz 1973.
- Depisch, D.: Bestandsaufnahme der Wasserversorgungsanlagen im Pößnitz- und Saggautal. - Unveröffentlicht, 22 S, 1 Kt 1:50.000, Fürstenfeld 1979.
- Eisenhut, M.: Sedimentationsverhältnisse und Talentwicklung an der mittleren Laßnitz (Weststeiermark). - Mitteil. naturw. Ver. Stmk., Bd 95, S 5-15, Graz 1965.
- Feßler, H.: Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzer Feld. - Be-richte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd 40, Grundla-gen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 3. T., 41 S, 18 Abb., Graz 1978.
- Flügel, H. und Heritsch, H.: Das steirische Tertiärbecken. - Sammlung geologischer Führer, Bd 47, 196 S, 27 Abb., 5 Taf., Berlin, Stuttgart 1968.
- Novak, J.: Gutachten Pumpversuche im Saggautal. - Unveröffent-licht, 20 S, 19 Abb., Graz 1979.
- Thurner, A.: Hydrogeologisches Gutachten über die Wasserhoff-nungsgebiete um Arnfels. - Unveröffentlicht, 14 S, 1 Kt 1:25.000, Graz 1961.
- Winkler-Hermaden, A.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Marburg, 1:75.000. - Geologische Bundesan-stalt, Wien 1931.
- Winkler-Hermaden, A.: Erläuterungen zur geologischen Spezial-karte der Republik Österreich, Blatt Marburg. - Geologische Bundesanstalt, 68 S, 1 Taf., Wien 1938.
- Winkler-Hermaden, A.: Entwurf einer Übersichtskarte der Wasser-mangelgebiete und wasserärmeren Bereiche in Steiermark. - Mit-teil. Reichsamt f. Bodenforschung, Zweigstelle Wien, 1944, 7, S 3 - 16, Wien 1944.

Winkler-Hermaden, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. - Denkschr. Akad. Wiss. math.-naturw. Kl., 110, 180 S, 26 Abb., 1 Taf., Wien 1955.

Zetinigg, H.: Grundwassererschließungen im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzer Feld. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd 41, Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planung in der Südweststeiermark, 4.T., 57 S, 9 Taf., Graz 1978.

Zötl, J. u. Zojer, H.: Hydrogeologische Studie über die Wasservorkommen in der Weststeiermark. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd 30/1975, Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 1.T., S 18 - 48, 5 Fig., 4 Tab., Graz 1975.

Zojer, H.: Hydrogeologische Stellungnahme zur geplanten Zentralversorgung durch die Wassergemeinschaft Großklein. - Unveröffentlicht, 5 S, Graz 1975.

Fachabteilung Ia - Gewässergüteaufsicht: Grundwasseruntersuchungen im unteren Saggautal. - Unveröffentlicht, 2 S, 5 Untersuchungsbefunde, 1 Kt., Graz 1979.

Anschrift der Verfasser:

ROBR. Dr. Ingeborg Arbeiter  
Hydrographische Landesabteilung  
Wartingergasse 43, Solo Graz.

ROBR. Dipl.-Ing. Dr. Hubert Kraine  
Referat für Gewässeraufsicht und  
Gewässerschutz, Fachabteilung I  
Landhausgasse 7, Solo Graz.

ROBR. Dr. Hilmar Zetinigg  
Referat für wasserwirtschaftliche  
Rahmenplanung  
Landhausgasse 7, Solo Graz

Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung des  
Amtes der Steiermärkischen Landesregierung - Landes -  
baudirektion

---

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, 1965	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.Noë, 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.Schlatter 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-West-Steiermark, 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-West-Steiermark, 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 und 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 Grundwasserverhältnisse 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.--

Band 46	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil III. Geophysik - Isotopenuntersuchungen - Hydrochemie von Ch.Schmid, H.Zojer, H.Krainer und H.Ertl, R.Ott, 1980	S 200.--
Band 47	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil IV. Die Untersuchungen im Tragöbftal von E.Fabiani, 1980	S 200.--
Band 48	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil V. Untersuchungen in den südlichen Hochschwabtälern (Ilgenertal bis Seegraben) von E.Fabiani, 1980	S 180.--
Band 49	Untersuchung über die Möglichkeit zur Entnahme von Grundwasser im südlichen Hochschwabgebiet und deren Bewirtschaftung von Ch.Meidl, J.Novak, W.Wessiak, 1980	S 150.--
Band 50	Konzept der Zentralwasserversorgung Hochschwab-Süd von L.Bernhart, 1980	S 200.--
Band 51	Regionale Abwasseranlagen in der Steiermark, Bemühungen und Ergebnisse, von L.Bernhart, P.Bilek, E.Kauderer, H.Senekowitsch, O.Thaller, 1980	S 300.--
Band 52	Grundwasseruntersuchungen im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg von I.Arbeiter, H.Krainer und H.Ertl, H.Zetinigg, 1980	S 100.--
Band 53	Grundwasseruntersuchungen im unteren Saggautal von I.Arbeiter, H.Krainer, H.Zetinigg, 1980	S 100.--

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.