

JOANNEUM

RESEARCH

INSTITUT
FÜR UMWELTGEOLOGIE UND
ÖKOLOGISCHES SYSTEMFORSCHUNG

*DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSSE
IN DEN GRUNDWASSERSCHONGBIETEN
DES MURTALES*

T. Untersweg

INNOVATION aus TRADITION

INSTITUT
FÜR UMWELTGEOLOGIE UND
ÖKOLOGISCHES SYSTEMFORSCHUNG

*DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSSE
IN DEN GRUNDWASSERSCHONGEBIETEN
DES MURTALES*

T. Untersweg

DIE HYDROGEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE
IN DEN GRUNDWASSERSCHONGEBIETEN DES MURTALES

von Th. Unterweg

Graz 1986

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	1
2. Darstellung der einzelnen Schongebiete	3
2.1. Schongebiet Leoben-Winkl	3
2.2. Schongebiet Friesach	10
2.3. Schongebiet Graz-Andritz	21
2.4. Schongebiet Feldkirchen	32
2.5. Schongebiet Kalsdorf	42
2.6. Schongebiet Leibnitz-Wagna	51
2.7. Schongebiet Ehrenhausen	65
3. Literatur	72

1. EINLEITUNG

Die vorliegende Beschreibung der Grundwasserschongebiete des Murtales enthält einen Überblick über die hydrogeologischen Grundlagen, d.h. über den geologischen Aufbau der jeweiligen Schongebiete und die hydrogeologische Wertigkeit der verschiedenen Gesteinsarten. Besonderes Augenmerk verdienen die grundwasserführenden Schichten, die hinsichtlich ihrer räumlichen Begrenzung und ihrer Zusammensetzung betrachtet werden.

Die Darstellung des Grundwasserkörpers erfolgt, soweit möglich, einerseits durch die Erfassung der Geometrie des Grundwasserleiters und andererseits durch die Charakterisierung der Strömungsverhältnisse des Grundwassers selbst. Der Grundwasserleiter besteht durchwegs aus mehr oder weniger terrassierten quartären Lockergesteinen und wird auf der einen Seite durch das Relief des präquartären Untergrundes, der meist die Grundwassersohle darstellt, und auf der anderen Seite durch die Oberflächenform (Terrassen) erfaßt. Daraus resultieren Darstellungen der Lockergesteinsmächtigkeiten. Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers, das im Sinne der U-Norm B2400 Ausgabe 1.2.1986 als Porengrundwasser anzusprechen und durch das Darcy'sche Gesetz erfaßbar ist, werden durch von der Hydrographischen Landesabteilung erstellte Schichtenlinienpläne ersichtlich gemacht. Dieses Grundwasser zeichnet sich weiters durch überwiegend seichtliegende und ungespannte Grundwasserspiegel aus.

Eine Charakterisierung der Aquifereigenschaften erfolgt über hydraulische Parameter, wobei vor allem k_f -Werte und in der Folge Abstandsgeschwindigkeiten angegeben werden. Die Qualität des Grundwassers wird nach ausgewählten chemischen Parametern angegeben, wobei zur Verfügung gestellte Untersuchungsergebnisse mehrerer Jahre in Tabellenform aufgelistet sind. Als Auswahlkriterium diente der jeweils höchste und niedrigste Nitratwert eines Jahres.

Diesen Darstellungen sind jeweils Angaben über die derzeitigen Wassergewinnungsanlagen und über Fördermengen vorangestellt.

Für den Schutz des Grundwassers sind Mächtigkeit und Qualität der Überdeckung (d.h. des grundwasserfreien Raumes bzw. der ungesättigten Zone

über dem Grundwasserspiegel) interessant. In diesem Zusammenhang ist die Schutzfunktion der Böden von besonderer Bedeutung, die nach einem Punktesystem bewertet und in Böden mit geringer, mittlerer und guter Schutzwirkung gegliedert wurden. Hierzu wurden die amtlichen Bodenkarten unter Mitwirkung von Dr. Max HESENHUT ausgewertet. Die maßgebenden Parameter Bodenschwere, Humusgehalt, die Gründigkeit und die Grundwasserbeeinflussung der Böden wurden nach ihrer jeweiligen Schutzfunktion im Hinblick auf das Grundwasser mit 1 (= geringer Schutz), 2 (= mittlerer Schutz) oder 3 (= gute Schutzwirkung) Punkten bewertet. Ein Bodentyp kann daher zwischen 4 und 12 Punkte erhalten, wobei bei einer Gesamtpunktzahl von 4 bis 6 geringe Schutzwirkung, von 7 bis 9 mittlere Schutzwirkung und bei mehr als 9 gute Schutzwirkung vorliegt. Schließlich werden Altlasten als potentielle Quellen von Verunreinigungen insbesondere in Form von Schottergruben und Müllablagerungen aufgezeigt. Die Darstellung der Schutzgebiete der einzelnen Wassergewinnungsanlagen ergänzt das Bild der Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers.

Um eine übersichtliche Darstellung zu gewährleisten, wird - soweit nach dem derzeitigen Informationsstand möglich - folgendes Schema eingehalten:

1. Hydrogeologischer Überblick
2. Wassergewinnungsanlagen
3. Die grundwasserführenden Schichten
 - 3.1 Das Relief der Grundwassersohle
 - 3.2 Die quartären Lockergesteine
4. Das Grundwasser
 - 4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers
 - 4.2 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters
 - 4.3 Die Qualität des Grundwassers
5. Der Schutz des Grundwassers
 - 5.1 Schützende Deckschichten
 - 5.2 Altlasten im Einzugsgebiet
 - 5.3 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen

2. DARSTELLUNG DER EINZELNEN SCHONGEBIETE

- 2.1 Leoben-Winkl
- 2.2 Friesach
- 2.3 Graz-Andritz
- 2.4 Graz-Feldkirchen
- 2.5 Kaisdorf
- 2.6 Leibnitz-Wagna
- 2.7 Ehrenhausen

2.1 SCHONGEBIET LEOBEN-WINKL

(Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 18. Jänner 1965 zur Sicherung des künftigen Trinkwasserbedarfes und zum Schutze der Wassergewinnungsanlage der Stadt Leoben im Raume von Leoben-Winkl.)

Das Schongebiet berührt die Gemeinden St. Peter-Profenstein, St. Michael o. L. und Leoben (OK Blatt 132 Trofaiach).

Die Grenze dieses Schongebietes wurde so gezogen, daß einerseits der gesamte Talboden des Murtales, d.h. der aus quartären Lockergesteinen bestehende Grundwasserleiter auf ca. 3 km Erstreckung und andererseits auch die Talflanken einbezogen sind. Hier wurde die Abgrenzung nach den orographischen Einzugsgebieten der Seitenbäche der Mur vorgenommen, um auch diese Seltenezubringer bezüglich ihrer Wasserqualität zu schützen, da von ihnen eine Alimentation des Grundwassers angenommen wird.

2.1.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb. 1)

Südlich der Mur werden die Gehänge hauptsächlich von Gesteinen des Klein-alpenkristallins aufgebaut, die auch nördlich der Mur im Bereich des Aukogels anantreffen sind. Es sind dies vor allem Granitgneise, Biotitschiefergneise und untergeordnet Amphibolite.

Der nördliche Teil des Schongebietes ist durch eine intensive Verschuppung des hochmetamorphen Kristallins der Traidersbergfolge mit paläozoischen Gesteinen der Grauwackenzone gekennzeichnet.

Art. 1

gestop. Karte

Im Kristallin herrschen phyllitische bis quarzitische Gesteine sowie verschiedene Grüngesteine und Hörnblendeschiefer, in die teilweise mächtigere Züge und Linsen von Marmoren eingeschaltet sind, vor.

In die Karbonschiefer der Grauwackenzone (Veitscher Decke) sind ebenfalls Karbonatgesteine (Kalke) eingeschaltet, ihr Vorkommen beschränkt sich im betrachteten Bereich aber auf geringmächtige Lagen und Linsen.

Am Südrand der Grauwackenzone treten jüngere, äußerst quarzreiche Gesteine der "Rannach-Serie" (Permo-Trias) auf, wobei es sich vor allem um Serizitphyllite, Serizitquarzschiefer und plättige Quarzite handelt.

An den südlichen Flanken des Murtales fällt in Höhen um 700 m eine in Sporne und Sättel aufgelöste Verebnungszone auf, in deren Bereich den Gleinalpengneisen jungtertiäre Schotter des Mozäns auflagern. Die meist gut gerundeten Gerölle sind häufig mit kalkigem Bindemittel konglomeratartig verkittet.

Aus den vorhin erwähnten Gesteinstypen sind in hydrogeologischer Hinsicht vor allem die Marmore und Kalke nördlich des Murtales hervorzuheben, da sie auf Grund ihrer Verkarstungsfähigkeit weniger zu oberflächlichem Abfluß, sondern zu unterirdischer Ableitung des Wassers neigen. An der den Förderbrunnen gegenüberliegenden Talflanke taucht ein mächtiger Marmorzug unter die grundwasserführenden Lockergesteine ein, sodaß hier eine direkte Alimentation von Karstwasser in den Grundwasserstrom möglich ist. Auch aus stark geklüfteten Quarziten der Rannach-Serie, wie sie südöstlich des Gehöftes Winkelbauer am Talrand anstehen, ist mit Wasserzutritten in den Grundwasserstrom zu rechnen.

2.1.2 Wassergewinnungsanlagen

Die Wassergewinnung erfolgt aus 2 Brunnen, nämlich einem Vertikalfilterbrunnen und einem Horizontalfilterbrunnen.

Der Vertikalfilterbrunnen wurde von einem bestehenden Brunnenschacht aus durch den Einbau eines Filterrohres von 1 m Durchmesser bis in 46 m Tiefe hergestellt. Die konsentrierte Entnahmemenge beträgt 100 l/s.

Der Horizontalfilterbrunnen ist bis in 34 m Tiefe als Senkbrunnen mit einem Durchmesser von 4 m ausgebaut. In ca. 30 m Tiefe wurden sternförmig 14 Filterrohrstränge von 200 mm Durchmesser bis maximal 27 m horizontal vorgefahren. Die Konsensmenge beträgt für diesen Brunnen maximal 300 l/s. Dieses Maß ist auch für die gleichzeitige Entnahme aus beiden Brunnen gültig.

Abb. 2 Felsoberkante

Mutelage (2-E) + Abb. 2

Die derzeitigen Fördermengen sind aber wesentlich geringer. So wurden im Jahresdurchschnitt 1984 25,5 l/s und 1985 36 l/s aus der ganzen Anlage gefördert.

Zwar außerhalb des betrachteten Schongebietes, aber unmittelbar östlich davon liegt der Brunnen Hinterberg, ein 18,3 m tiefer Schachtbrunnen mit einem sich von 2 m in Geländehöhe auf 1 m an der Brunnensohle verringerten Durchmesser. Aus diesem Brunnen, für den eigene Schutzgebiete festgelegt sind, wurden 1984 durchschnittlich 9,5 l/s und 1985 5,5 l/s gefördert.

2.1.3 Die grundwasserführenden Schichten

Als Grundwasserleiter fungiert die quartäre Lockergesteinsfüllung des Murtales, wobei im Talbodenbereich eine würmzeitliche Niederterrasse mit einer höheren und einer tieferen Teilflur - auf der die Entnahmehäuser situiert sind - vorliegt, in die eine schmale Auzone (Würm bis Holozän) eingesenkt ist.

2.1.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 2)

Über den Untergrund der Talfüllung des Murtales ist nur wenig bekannt. Bohrungen für den Schnellstraßenbau östlich von St. Michael haben den prä-quartären Untergrund nicht erreicht, die tiefste (B1/M3) beim Gehöft Einödmoar durchtiefte 20 m Terrassenmaterial. In den Jahren 1969/70 wurden im engeren Bereich der Wassergewinnungsanlage 10 Bohrungen bis zur Felssohle abgeteuft, sodaß für den Schutzgebietsbereich einige Angaben vorliegen. Unmittelbar westlich des Terrassenabfalles von der höheren zur tieferen Teilflur liegt die Felssohle in ca. 528 m Sh. und scheint ziemlich eben zu sein. Gegen W zur Mur hin fällt sie dann bis direkt an der Mur auf 514,5 m ab. Dies deutet darauf hin, daß eine Tiefenrinne unter dem heutigen Murlauf vorliegt.

Über die gesteinsmäßige Zusammensetzung des Untergrundes läßt sich aus den Bohrprofilen nur so viel entnehmen, daß es sich um hartes Felsgestein handelt, das als Sohlfläche des Grundwasserkörpers anzusehen ist.

2.1.3.2 Die quartären Lockergesteine (Abb.3)

Die Gesamtmächtigkeit der quartären Talfüllung beträgt im östlichen Bereich des umzäunten Schutzgebietes zwischen 34 und 36 m und nimmt zur Mur hin im Terrassenbereich auf über 46 m zu. In der Auzone direkt an der Mur wurden noch 41,6 m Quartärschotter durchteuft.

Über die Mächtigkeiten im Bereich der höheren Niederterrassenteiflur ist nichts bekannt. In der Bohrung 6, am westlichen Rand der Terrasse gelegen, konnte bis 35 m Tiefe der Felssockel nicht erreicht werden.

Das Material der Terrassenkörper besteht aus eiszeitlich abgelagerten (Wärm-Kaltzeit) fluvioglazialen Schottern. Die Korngrößen reichen von mit gröberen Komponenten durchsetzten, geringmächtigen Feinsanden bis zu Grobschottern, wobei häufig Steine und gröbere Blöcke - teilweise in Horizonten angeordnet und in den Bohrprofilen als "Findlinge" bezeichnet - auftreten. In 3 Bohrungen wurden konglomeratische Schichten bis 2 m Mächtigkeit angefahren, wobei auf der höheren Teilflur dem Schotterkörper eine mehrere Meter mächtige lehmige Sandschicht auflagert.

Der Aubereich zeigt den gleichen Aufbau, wobei die höheren Partien aus z.T. stark sandigen Grobschottern (Steine und Blöcke bis 40 cm Durchmesser) aufgebaut sind. Die obersten 1,4 m des Profils werden von mit Blöcken durchsetzten Feinsanden (Ausanden) eingenommen.

2.1.4 Das Grundwasser

2.1.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb.4)

Der Grundwasserspiegel für einen mittleren Grundwasserstand (8.8.1984) zeigt recht unterschiedliche Strömungsverhältnisse. Während im unnahen Bereich eine etwa von S nach N gerichtete Strömung erkennbar ist, die erst bei den Förderbrunnen nach E umschwenkt, ist das Spiegelgefälle im südöstlichen bzw. östlichen Teil des Feldes generell nach E gerichtet. Dazu kommt eine starke Gefällserhöhung von ca. 5 % im unnahen Bereich auf teilweise über 15 %.

Abb. 3 Geol. Skizze

(zeichnen!)

Abb. 4 Grundwasserschichtenlinien

Merkmal für 2-6 + Abb. 4

Auffällig ist dieses ausgeprägte Abströmen des Grundwassers nach E, weil knapp östlich der Pegel 13 und 10 das Grundwasserfeld bereits durch Festgesteine des Talrandes begrenzt wird. NEMECEK 1970 weist bereits eingehend auf diese Situation hin und führt das verstärkte Abströmen zum östlichen Talrand hin auf eine Zone hoher Durchlässigkeit der wasserführenden Schichten in diesem Bereich zurück.

An der Mur liegt der Grundwasserspiegel ca. 2 m unter dem Murwasserspiegel, was auf eine starke Abdichtung des Murbettes hinweist.

Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers kann im Bereich des Horizontalfilterbrunnens mit Werten um 20 m angegeben werden. Zur Mur hin, wo sich im Untergrund eine Tiefenrinne abzeichnet, steigt die Grundwassermächtigkeit auf mehr als 30 m an.

3.1.4.3 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

Aus insgesamt 73 Untersuchungen an Bodenproben sowie mit Hilfe von Kurzpumpversuchen wurde von NEMECEK 1970 ein durchschnittlicher k_f -Wert über den gesamten Talquerschnitt von $3,0 \cdot 10^{-3}$ m/s festgestellt. Allerdings wird darauf hingewiesen, daß in Horizonten mit vorwiegend grobblockigem Material die Durchlässigkeiten wesentlich höher liegen dürften. Als Porenvolumen wurden Werte zwischen 19,2 % und 34,1 % (Lehmprobe) festgestellt, wobei sich unter Nichtbeachtung des letzteren Wertes ein mittleres Porenvolumen von 25 % errechnet.

Das Gefälle des Grundwasserspiegels ist sehr unterschiedlich und schwankt im unmittelbaren Einzugsbereich der Brunnen zwischen ca. 5 ‰ (VFB) und 17,4 ‰ (HFB). Daraus ergeben sich unterschiedliche Abstandsgeschwindigkeiten von 5,2 m/d bzw. 18 m/d.

3.1.4.4 Die Qualität des Grundwassers

Aus den Untersuchungsbefunden der letzten Jahre wurden die wichtigsten chemischen Parameter entnommen und in Tabellenform aufgelistet.

Als Auswahlkriterium diente der jeweils höchste bzw. niedrigste Nitratwert eines Jahres. Im Gegensatz zu den bereits hohen Nitratbelastungen des Grundwassers im Leibnitzer Feld liegen die Werte in Leoben-Winkl sehr niedrig - ein einmaliger Extremwert wurde im Jänner 1985 mit 21,7 mg/l beim Horizontalfilterbrunnen erreicht (Tab. 1 und 2).

Tab. 1: LEONEN-WINKL HPH	18.10. 78	24.04. 79	17.11. 79	29.07. 80	12.11. 80	27.01. 81	24.04. 81	27.04. 82	09.11. 82
pH-Wert	7,6	7,4	7,6	7,3	7,8	7,3	7,5	7,6	7,2
elektr. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamthärte (° dH)	-	11,0	-	10,8	10,7	12,0	-	-	15,0
Karbonathärte (° dH)	-	9,5	-	8,8	8,4	8,5	-	-	9,1
Chlorid (mg/l)	48,0	5,2	10,8	14,3	19,8	21,2	20,8	8,9	25,2
Nitrat (mg/l)	8,1	2,1	8,2	7,8	4,9	4,1	6,0	5,6	9,5
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$, mg/l)	3,4	3,2	1,1	2,3	1,7	2,5	4,7	2,0	2,5
	27.07. 83	18.10. 83	19.01. 84	12.10. 84	10.01. 85	19.10. 85	20.01. 86		
pH-Wert	7,3	7,5	7,5	7,5	7,2	7,4	7,2		
elektr. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	-	-		
Gesamthärte (° dH)	10,8	14,2	14,2	13,0	10,8	8,8	10,4		
Karbonathärte (° dH)	8,3	8,4	3,1	7,2	8,2	7,0	6,4		
Chlorid (mg/l)	26,2	22,2	20,9	11,2	20,4	14,2	18,2		
Nitrat (mg/l)	5,6	8,2	7,0	3,8	21,7	4,3	5,9		
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$, mg/l)	4,4	3,2	2,2	2,0	2,4	2,2	9,9		

Tab. 2: LEONEN-WINKL VB	28.07. 79	29.01. 80	08.04. 80	27.01. 81	20.10. 81	12.01. 82	27.04. 82
pH-Wert	7,2	7,3	7,3	7,2	7,2	7,2	7,0
elektr. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	-	-
Gesamthärte (° dH)	-	13,0	-	10,0	-	12,0	-
Karbonathärte (° dH)	-	12,7	-	9,3	-	8,4	-
Chlorid (mg/l)	28,9	13,6	12,2	21,2	13,1	27,3	16,7
Nitrat (mg/l)	8,4	8,4	8,2	4,1	8,8	3,9	8,8
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$, mg/l)	2,0	8,2	3,2	3,8	3,9	3,1	2,4
	02.02. 83	18.10. 83	18.01. 84	12.10. 84	09.05. 85	10.10. 85	20.01. 86
pH-Wert	7,2	7,4	7,3	7,2	7,2	7,4	7,7
elektr. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	-	-
Gesamthärte (° dH)	15,4	14,2	14,0	15,2	15,2	11,7	11,9
Karbonathärte (° dH)	8,4	8,4	9,9	14,0	12,9	7,8	19,0
Chlorid (mg/l)	22,2	20,2	24,8	10,2	14,0	14,2	10,6
Nitrat (mg/l)	5,1	6,2	5,8	14,0	13,0	8,7	11,4
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$, mg/l)	2,7	3,8	2,1	2,6	1,2	1,2	9,9

2.1.5 Der Schutz des Grundwassers

2.1.5.1 Schützende Deckschichten (Abb.5)

Die Mächtigkeit der grundwasserüberdeckenden Schichten ist im gesamten Feld sehr unterschiedlich. Sie nimmt vom murriahen Bereich (Pegel 15, 11, 7 und 1) von 6-10 m gegen E zu und beträgt im zentralen Grundwasserfeld zwischen 17 und 22 m. Auf der höheren Teilflur der Niederterrasse wurden beim Pegel 6 sogar 29,3 m gemessen.

In der Auzone und z.T. auch auf der tieferen Teilflur der Niederterrasse werden die durchwegs sandigen, teilweise sehr groben Schotter, die manchmal auch konglomeratartig verkittet sein können, von 1-2 m mächtigen Sanden überlagert, die grobe Gerölle bis 40 cm Durchmesser führen.

Auf der höheren Niederterrassenteilflur wurde über dem Schotterkörper, der hier mächtigere Konglomeratlagen aufweist, 3,5 m lehmiger Sand erbohrt (Pegel 6).

In der Au herrschen unreife, sandige bis lehmige, leichte Aurböden vor, auf der tieferen Teilflur der Niederterrasse saicht- bis mittelgründige Lockersedimentbraunerden.

Diese Böden haben ebenso wie die stärker sandig geprägten mittel- bis tiefgründigen Lockersedimentbraunerden auf der höheren Teilflur eine mittlere Schutzfunktion im Hinblick auf das Grundwasser.

2.1.5.3 Altlasten im Einzugsgebiet

Schottergruben bzw. Molkdeponien sind im Schongebiet Leoben-Winkl nicht bekannt. Grundwasserstromaufwärts wurde östlich von St. Michael o.L. Niederterrassenschotter abgebaut. Diese ehemalige Grube wurde teilweise mit Bauschutt verkippt.

2.1.5.3 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen (Abb.6)

Mit Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, GZ.: 3-348 Le 10/11-1972 vom 14. April 1972 wurden die in Abb.6 dargestellten Schutzgebiete festgelegt.

Abb 5

Grundwasserstandsbeobachtung

Unterlage 2-6 + Abb. 5

Abb. 6 Blauhyäne

Unterlage 2-6 + Abb. 6

3.2 SCHONGEBIET FRIESACH

(Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 5. März 1963 zur Sicherung des künftigen Trinkwasserbedarfes für die Stadtgemeinde Graz im Raume von Friesach.)

Das Schongebiet Friesach erfaßt das Murtal in seiner gesamten Ausdehnung von der Badi-Enge bis zur Eggenfelder Enge. Weiters sind große Bereiche westlich des Murtales und vor allem östlich davon einbezogen. Ausschlaggebend für die weite Grenzziehung waren die Karstareale der Tanneben, des Schöckls und der Hohen Rannach. Auch liegt der Großteil des Semriacher Beckens innerhalb des weiteren Schongebietes, da es durch das Karstareal der Tanneben zum Murtal hin (Lurgrotte) entwässert wird. Durch die Erfassung der Karstareale soll ein Schutz des Karstwassers, das in die quartären Lockersablagerungen infiltriert und sozusagen als Grundwasseranreicherung anzusehen ist, erzielt werden.

Die Gemeinden Gratkorn, Semriach, Peggau, Deutschfeistritz und Rothalben liegen ganz oder teilweise innerhalb des Schongebietes; als Kartengrundlage dienen die Blätter 183 Voitsberg und 184 Graz der OK.

3.2.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb.7)

Die quartäre Lockergesteinsfüllung des Murtales, die den Porengrundwasserleiter darstellt, wird vom Grundgebirge aus paläozoischen Festgesteinen des Grazer Berglandes unterlagert und umrahmt, denen regional wiederum jungtertiäre Lockergesteine auflagern.

Das tektonisch intensiv beanspruchte und sehr kompliziert gebaute Grazer Paläozoikum, das im Bereich des Schongebietes in zwei Faziesbereiche (Tonschiefer- bzw. Rannachfazies) zu gliedern ist, wird von zwei lithologisch und damit auch hydrogeologisch grundlegend unterschiedlichen Gesteinsgruppen aufgebaut.

Auf der einen Seite sind es die verkarstungsfähigen und daher zu unterirdischer Entwässerung neigenden Kalke und Dolomite, auf der anderen Seite die durchwegs wasserstauenden und daher vorwiegend oberirdisch entwässerten Schiefer.

Abb. 7 : geol. Karte

10/11

Topographische Unterlage f. Abb. 7 + geol. Deckfolie

Große Teile des Schongebietes werden von den durchwegs sehr reinen und daher in hohem Maße verkarsteten mitteldevonischen Schöcklkalken eingenommen. Diese Areale (Kugelberg, Tanneben, Eichberg, Kesselfall, Schöckl) sind durch einen reichen Karstformenschatz gekennzeichnet. Besonders auf der Tanneben weisen Dolinenfelder auf der Hochfläche und eine Vielzahl von Höhlen in der Peggauer Wand auf die intensive Verkarstung hin. Dazu kommt die unterirdische Entwässerung des nördlichen Semriacher Beckens durch den Tannebenstock zum Murtal hin.

Der Schöcklkalk ist ein graublauer oder weiß-grau gebänderter halbmetamorpher Kalktektonit, der eine Mächtigkeit von einigen 100 m erreichen kann (Tanneben, Schöckl).

Kleinräumiger und vor allem im Bereich der Hohen Rannach verbreitet sind Kalktypen des Mittel- bis Oberdevons, wie Kanzel- und Steinbergkalk. Bis zu 100 m mächtig werden die dickbankigen bis massigen hellgrauen Kanzelkalke, während die bunten Flaserkalke des Steinbergkalk-Typus 20–80 m Mächtigkeit erreichen.

Ebenfalls auf der Hohen Rannach und nördlich davon (Ruine Luugg) treten die um 100 m mächtigen Harrande-Schichten auf, die sich vor allem aus dunkelgraublauen, dickbankigen, fossilreichen Kalken zusammensetzen, in die geringmächtige Ton- bzw. Kalkschiefer eingeschaltet sind.

Als generell verkarstungsfähig werden die Gesteine der Dolomitsandstein-Folge (Unverdevon) bezeichnet, in erster Linie Dolomite, wobei vor allem im Bereich westlich des Murtales (Pfaffenkogel, Gamskogel, Schartnerkogel) Silt- und Sandsteine bzw. Dolomitsandsteine auftreten.

Ostlich der Mur werden große Bereiche der Hohen Rannach und der nördlich angrenzenden Gebiete (Eichberg, Hausberg), die Talflanken des unteren Rätzbachtales (Weißeck, Kainerberg) und der Eggenberg von Dolomiten aufgebaut. Die Dolomitsandstein-Folge wird im betrachteten Bereich ca. 500 m mächtig.

Nur geringe Verkarstungsfähigkeit weisen die unterdevonischen Crinoiden-Schichten auf, die sich vor allem aus verschiedenen Kalken, Kalkschiefern und Tonschiefern zusammensetzen. Ihre Verbreitung ist auf einige kleinere Vorkommen von stark unterschiedlicher Mächtigkeit im Schongebietsbereich begrenzt.

Untergeordnet treten Kalksteine auch in den Sanzenkogel-Schichten bzw. in den karbonen Dult-Schichten auf, die im Rannachbereich östlich von Jasen verbreitet sind. Diese Schichtfolgen werden hier jedoch auf Grund des Vorrangens von Schieferen den wasserstauenden Gesteinen zugeordnet.

In der zweiten großen Gruppe der paläozoischen Gesteine werden diejenigen Schichtglieder zusammengefaßt, die nicht verkarstungsfähig sind und infolge ihrer wasserstauenden Eigenschaften eine oberirdische Entwässerung bedingen.

Es sind dies Gesteine der Passailer Gruppe (Passailer Schichten, Hundsbergquarzit, Arzberg-Schichten), die das Liegende der oben beschriebenen Karbonatgesteinsfolgen darstellen und zeitlich vom Ordovizium bis in das Devon reichen.

Die 300 m mächtigen grüngesteinsbetonten Passailer Schichten setzen sich aus (Meta-)Diabasen, Tuffen, Tuffiten und dunkelgrau pigmentierten Phylliten zusammen. Östlich von Semriach - am Windhofkogel und weiter südlich beim Jodlbauer - werden sie von bis zu 60 m mächtigen grobkörnigen, hellgrauen bis gelblichen Quarziten (Hundsbergquarzit) überlagert. Den Abschluß der Schichtfolge bilden die 300-500 m mächtigen Arzberg-Schichten. Diese unterscheiden sich von den Passailer Schichten durch das Hinzutreten bzw. Dominieren von karbonat- und kohlenstoffreichen Sedimenten: Schwarzschiefer, Karbonatphyllite, karbonatreiche Kohlenstoffphyllite und Bänderkalksteine.

Die Gesteine der Passailer Gruppe nehmen große Teile des Semriacher Beckens ein und sind im Bereich der Taschen, des Hiening bzw. westlich des Murtales nördlich von Kleinatübing und im Bereich des unteren Ubelbachtals verbreitet.

Auf dem aus paläozoischen Festgesteinen aufgebauten Grundgebirge liegen die tertiären und quartären Lockersedimente.

Als präquartäre Basisbildungen lagern dem Paläozoikum vor allem am Schöckl-Nordabhang und an den Westhängen der Hohen Rannach teilweise stark verfestigte Schuttbildungen auf, deren kalkiges Bindemittel meist rötlich gefärbt ist. Die Komponenten dieser als Eggenberger Brekzie bekannten Sedimente bestehen aus unterschiedlich großen, vorwiegend eckigen paläozoischen Kalk- und Dolomitbruchstücken.

Von Jasen (Fersatthöhe) bis in den Raum Friesach sind noch jüngere Ablagerungen des Pannon verbreitet, bei denen es sich um Sande und Kiese mit eingeschalteten tonigen Horizonten handelt.

Jüngtertiäre (pliozäne) geringmächtige Sande und Schotter treten auf Ver-
ebnungsflächen auf, die besonders auf der Tanneben und im Raum Semriach
in Höhenlagen zwischen 700 und 900 m Sh. ausgedehnte Flächen einnehmen.

Hydrogeologisch auf Grund eines gewissen Speichervermögens von lokaler
Bedeutung sind quartäre Schuttfächer und Hangschuttablagerungen.
Alterquartäre Terrassenreste von hydrogeologisch untergeordneter Bedeu-
tung sind vor allem im Semriacher Becken und als kleine Reste im Murtal
(westlich Deutschfeistritz, Röttschbachmündung) erhalten geblieben.

Als grundwasserführende Schichten sind vor allem die jungquartäre Taifüllung
des Murtales und in geringem Ausmaß auch die des Ubelbachtals von Bedeu-
tung.

3.2.2 Wassergewinnungsanlagen

Die Förderanlagen HFB5 und HFB6 des Wasserwerkes Friesach liegen im süd-
lichen Teil des Friesacher Feldes.

Die beiden Horizontalfilterbrunnen (System Ranney) sind baulich und maschi-
nell gleich ausgeführt; sie haben einen lichten Durchmesser von 4 m und
eine Gesamttiefe von ca. 21,5 m.

In einer Höhe von 1,05 und 2,55 m über der Brunnensohle wurden Filter-
galerien aus 12 sternförmig angebrachten Filtersträngen mit einer durch-
schnittlichen Länge von 25 m eingebaut. Die Gesamtfilterrohrlänge beträgt
550 m.

Zur Erhöhung der Quantität des Grundwassers bzw. zur Verbesserung der
Qualität (Abdrängen von Murinfiltrat) wird das Grundwasser des Friesacher
Feldes künstlich angereichert. Wasser wird aus dem Stübingbach vor seiner
Einnündung in die Mur entnommen und in Filterbecken versickert. Die Ge-
samtversickerungsfläche beträgt ca. 6000 m², wobei zwei Sandfilterbecken
und drei Rasenbecken zur Verfügung stehen.

Die wasserrechtlich konsentrierte Entnahmemenge beträgt kurzfristig maximal
550 l/s bzw. 400 l/s als Dauerentnahme bei entsprechender Grundwasseran-
reicherung.

1982 wurden 8 005 400 m³ Wasser gefördert, was ca. 254 l/s entspricht.

1985 betrug die Gesamtförderung 10 399 100 m³ bzw. ca. 330 l/s.

2.2.3 Die grundwasserführenden Schichten

Die Lockergesteinsfüllung des Murtales, die den Grundwasserleiter darstellt, gliedert sich genotisch und faziell in unterschiedliche Bereiche.

Bei Peggau, zwischen Deutschfelstritz und bei Friesach (größtenteils bereits abgebaut) ist der Talbodenrand durch Reste eines höheren, würmkaltzeitlichen Talbodens gekennzeichnet, der als Niederterrasse bezeichnet wird. Der größte Teil des Talbodenbereiches wird von der Auzone eingenommen, in der wiederum eine *numidica* rezente Au und höhere Austufen unterschieden werden können.

2.2.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 8 und 9)

Der Untergrund der quartären Lockergesteine wird von paläozoischen Festgesteinen aufgebaut. In der Zusammenschau mit zahlreichen Bohrungen ergaben refraktionsseismische Messungen von F. WEBER 1969 ein sehr anschauliches Bild des Untergrundreliefs.

Das wichtigste Strukturelement des Untergrundes bildet eine Tiefenrinne, die keine enge Beziehung zum heutigen Verlauf der Mur zeigt. Die Achse dieser Rinne liegt im Bereich der Talenge nördlich von Peggau in ca. 390 m Sh. und fällt bis zum Südrand des Friesacher Feldes auf ca. 359 m Sh. ab. Die Darstellung (Abb. 8) zeigt eine Gliederung der Tiefenrinne durch mehrere, wenige Meter aufragende Queraufwölbungen. Bei Annahme eines gleichsinnigen Gefälles der fluvial entstandenen Erosionsrinne muß die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, daß die dargestellte Konfiguration auf Schwierigkeiten bei der Auswertung der refraktionsseismischen Messungen zurückzuführen ist (tiefgründig aufgewitterter Felsuntergrund, stärker verfestigte Schotterpartien). Im Friesacher Feld verbreitert sich die Rinne zu einer breiten Mulde, die südlich davon vom sich im Untergrund fortsetzenden Dolomitrücken des Eggenberges wieder stark eingengt wird.

Auch im unteren Ubelbachtal zwischen Prenning und Deutschfelstritz wurden seismische Untersuchungen durchgeführt (JANSCHKE 1969), wobei der Untergrund auch hier eine Reliefierung aufweist. Eine muldenartige Tiefenlinie ist im Bereich des südlichen Talrandes erkennbar. Auch der große, von Zitoll nach S geschüttelte Schwemmfächer überdeckt eine ausgeprägte Rinne im präquartären Untergrund.

Abb. 8 ~~Beispiel~~ ~~der~~ ~~Positivität~~ ~~des~~ ~~Wertes~~ ~~von~~ ~~(U₁)~~ ~~3~~

Abb. 9 Präparat der Untergird (Felschale), Gesteinsm. ³me ✓

Die Ergebnisse der geophysikalischen Untersuchungen lassen auch Rückschlüsse auf die Gesteine des Untergrundes zu. Die Querprofile im Raum Peggau weisen vor allem Tonschiefer aus, nur im östlichen Talabschnitt werden die Lockersedimente von Schöcklkalken unterlagert. Im Abschnitt zwischen Deutschfeistritz und Kleinstübing dominieren Tonschiefer, weiter südlich wird der Hauptteil des Untergrundes von Gesteinen der Dolomitsandstein-Folge eingenommen. Untergeordnet treten auch Steinberg- und Barrandeikalke, Dult-Schichten und Crinoidenschichten auf.

2.2.3.2 Die quartären Lockergesteine (Abb. 10 und 11)

Die Mächtigkeit der Talfüllung ergibt sich einerseits aus dem Relief des Untergrundes und andererseits aus der geomorphologischen Gestaltung des Talbodenbereiches. Als Überblick soll die bereits 1969 publizierte Karte von F.WEBER dienen (Abb. 10), da sie sowohl auf seismischen als auch auf Bohrergebnissen beruht.

Die größten Quartärmächtigkeiten werden vor allem in den Bereichen der Tiefenrinne erreicht; bei Peggau sind es durchwegs über 20 m, weiter südlich sogar bis über 26 m (Schwemmkegel Hinterberg). Entsprechend dem Verlauf der Tiefenrinne und der oberflächlich höher liegenden Niederterrasse zwischen Deutschfeistritz und Kleinstübing werden hier maximal 30 m erreicht. Im Friesacher Feld selbst, also im Wasserwerksbereich, beträgt die Quartärmächtigkeit zwischen 25 und über 30 m.

Die Zusammensetzung der Talfüllung wechselt sowohl horizontal als auch vertikal sehr stark, wie es für rasch ab- und umgelagerte fluvioglaziale Sedimente typisch ist (Abb. 11). Häufig liegt dem Felsuntergrund eine geringmächtige lehmige Übergangszone (Verwitterungsschicht) auf (im Mittel 0,3 m). Darüber folgen die sandigen, leicht schluffigen Murschotter in Kiesfraktion mit einzelnen Blöcken. Das Sediment ist mittelgrau bis leicht bräunlich, die Komponenten sind durchwegs gut gerundet. Neben Quarzen, Gneisen, Amphiboliten und verschiedenen Schieferen treten relativ häufig Kalk- und Dolomitgerölle auf. Innerhalb der Murschotter finden sich örtlich Sand- und Blocklagen von geringer flächenhafter Ausdehnung (Linsen). Der Röttschbachschwemmfächer weist einen höheren Feinkornanteil auf und verzahnt sich in der Tiefe mit den Mursedimenten.

Abb. 10 Stückzahl Wahlmöglichkeit (Vorteil) ✓



AGP. 98 a, b, c *Quercus*

✓

Eine Trennung zwischen den Murschottern des heutigen Auenbereiches und den Ablagerungen der Würmterrasse läßt sich nach den Untersuchungen des Geotechnischen Institutes Bern wegen der starken Ähnlichkeit nur nach morphologischen Kriterien durchführen. Eine Abgrenzung in den Bohrungen war nicht möglich.

In der Auzone werden diese Grobseimente von durchschnittlich 1 bis 3 m mächtigen Au- und Schwemmlöhmen überlagert. Maximal wurden 7,7 m Lehme erbohrt. Auf der Niederterrassa liegen über den Schottern nur örtlich geringmächtige Feinsedimente, wobei es sich um braune, schluffige Sande handelt.

3.2.4 Das Grundwasser

2.2.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb.12)

Der ungestörte Grundwasserspiegel ist im Ostteil des Friesacher Feldes durch nahezu N-S verlaufende Schichtenlinien gekennzeichnet, die erst im Bereich der Tiefenrinne im Untergrund in die E-W-Richtung umschwenken. Hier ist die Fließrichtung annähernd nurparallel, sodaß sich der Verlauf des Hauptgrundwasserstromes annähernd mit der Tiefenrinne deckt.

Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers variiert infolge der Rinnenstruktur des Untergrundes. Im Bereich des Rimentiefsten beträgt sie ca. 20 bis 25 m und geht zu den Talflanken hin auf ca. 10 m, stellenweise bis auf 0 m zurück. Im Bereich der Eggenfelder Enge, außerhalb der hier nur ca. 100 m breiten Tiefenrinne, geht die mittlere Grundwassermächtigkeit bis auf 3 bis 5 m zurück, was eine enorme Verkleinerung des Durchflußquerschnittes bedeutet.

2.2.4.2 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

Die Durchlässigkeit im zentralen Friesacher Feldes wurden 1973 bei einem Pumpversuch im Förderbrunnen HFB6 mit $K_f = 1,8 \cdot 10^{-3}$ m/s ermittelt. Ergänzende Untersuchungen wurden im Rahmen der hydrogeologischen Bearbeitung des Friesacher Grundwasserfeldes durch das Geotechnische Institut Bern im Jahre 1980 in Form von Auffüll-, Absenk- und Kleinpumpversuchen durchgeführt. Bei den Bohrlochversuchen wurde zwischen horizontalen (K_h) und vertikalen (K_v) Durchlässigkeiten unterschieden.

Abb. 112 Giv-Spiegelplan (gerade. in 81)

Tab. 3: Zusammenstellung der Durchlässigkeiten (Kernbohrungen).

Quelle: Geotechnisches Institut: Grazer Stadtwerke AG, Wasserwerk Friesach, Hydrogeologie II, Bericht o.J. (1981).

Bohrung	Bohrlochversuche			Pumpversuche	Geologische Situation
	k_h (m/s)	k_v (m/s)	k_h/k_v		
BO3	$6,2 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-9}$	2,1	$5,3 \cdot 10^{-4}$	Murschotter
BO6	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-6}$	31,8	$2,7 \cdot 10^{-3}$	Eggendürfer Enge
BO12	$6,4 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	36,7	$6,4 \cdot 10^{-3}$	Schwamnfächer
BO14	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-5}$	114,2	$1,9 \cdot 10^{-3}$	Mürtenterrasse
BO16	$1,8 \cdot 10^{-7}$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	5,8	$1,5 \cdot 10^{-3}$	Mürtenterrasse

Tab. 4: Zusammenstellung der Durchlässigkeiten (Spülbohrungen).

Quelle: Geotechnisches Institut: Grazer Stadtwerke AG, Wasserwerk Friesach, Hydrogeologie II, Bericht o.J. (1981).

Bohrung	k (m/s)	Geologische Situation	Bohrung	k (m/s)	Geologische Situation
FB1	$2,7 \cdot 10^{-3}$	Junge Murschotter (Eggenfeld)	FB9	$8,2 \cdot 10^{-4}$	Junge Murschotter (Eggenfeld)
FB2	$9,0 \cdot 10^{-4}$	- " -	FB10	$4,2 \cdot 10^{-4}$	- " -
FB5	$1,5 \cdot 10^{-3}$	Junge Murschotter (Friesacher Feld)	FB11	$1,5 \cdot 10^{-3}$	- " -
FB7	$5,0 \cdot 10^{-4}$	- " -	FB15	$1,0 \cdot 10^{-3}$	- " -
FB8	$3,6 \cdot 10^{-4}$	- " -	FB17	$5,8 \cdot 10^{-4}$	Mürtenterrasse

Weiters werden für hydraulische Berechnungen folgende Gebietsdurchlässigkeiten angegeben:

- Friesacher Feld	:	$k = 1,8 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Eggenfeld	:	$k = 1,2 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Eggendürfer Enge	:	$k = 1,6 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Terrassenbereich	:	$k = 1,7 \cdot 10^{-3}$ m/s
- Ritschbach-Schwamnfächer	:	$k = 5,4 \cdot 10^{-4}$ m/s
- Übergangszone zum Fels	:	$k = 5,0 \cdot 10^{-6}$ bis 10^{-7} m/s

Bei einem durchschnittlichen Gefälle des Grundwasserspiegels von ca. 4 ‰ im Friesacher Feld und einem nach der Marotz-Formel mit 17,8 ‰ errechneten effektiven Porenvolumen ergibt sich für die Hauptstromrichtung eine Abstandsgeschwindigkeit von 1,5 m/Tag.

2.2.5 Der Schutz des Grundwassers

2.2.5.1 Schützende Deckschichten

Die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung ist im Bereich der Niederterrassenreste am größten. Hier werden nördlich von Kleinstübing und bei Friesach, wo der größte Teil der Niederterrasse allerdings bereits abgebaut ist, mehr als 10 m erreicht. Größere Flurabstände über 7 bis 8 m treten in den Schwemmkegelbereichen bei Hinterberg und an der Röttschbachmündung auf.

In der Auxone variieren die Mächtigkeiten der Deckschichten zwischen 4 und 7 m (im Friesacher Grundwasserfeld zwischen 5 und 6 m), nur in den rezenten, murnahen Auberseihen gehen sie mitunter (südlich der Stübingbachmündung) auf weniger als 3 m zurück.

Diese Werte basieren auf einem mittleren Grundwasserstand.

Der Schotterkörper ist von teilweise sandigen Au- bzw. Schwemmlehmen der Mur und der einmündenden Seitenbäche bedeckt: Die Mächtigkeiten der Deckschichten können stark schwanken, die Werte liegen im murnahen Bereich des Friesacher Feldes zwischen 0,5 und 2 m, bei Unterfriesach (Schwemmkegel des Röttschbaches) wurden 7,7 m Schwemm- und Aulohme erbohrt. Die dem Einflußbereich der Mur bereits entzogenen höheren Anteile des Talbodens, die großteils auch von seitlichen Schwemmfächern überlagert werden, tragen teilweise tiefgründige, mehr oder weniger kalkhaltige Braunerdeböden von mittlerer bis guter Schutzwirkung. Nur die rezente Au, die sich auf eine schmale Zone unmittelbar an der Mur beschränkt, ist durch kalkhaltige Graue Auböden von hoher Durchlässigkeit gekennzeichnet, die nur eine geringe Schutzfunktion ausüben.

2.2.5.2 Auflasten im Einzugsgebiet

Der Abbau von Schotter als Baumaterial beschränkte sich in diesem Abschnitt des Murtales auf die Niederterrassenbereiche. Bei Obertrum besteht eine aufgelassene Schottergrube, in der eine Betonmischanlage und eine Elgen-tankstelle der Fa. Tiener betrieben werden.

Die Grube von Friesach ist ebenfalls aufgelassen. Hier wurde der Schotterkörper der Niederterrasse in einer Mächtigkeit bis zu 12 m bis auf das Straßenniveau abgebaut. Heute führt die Autobahntrasse durch die Schottergrube.

2.2.5.3 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen (Abb.13)

Die in Abb.13 dargestellten Schutzgebiete wurden mit Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, GZ.: 3-348 Ga 6/26-1975 vom 31.10.1975 (engstes Schutzgebiet) bzw. GZ.: 3-348 Ga 36/9-1963 vom 8.10.1963 (Schutzgebiet I, II und III) festgelegt.

Abb. 13. Silenzgebirge

2.3 SCHONGEBIET GRAZ-ANDRITZ

(Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 13. Oktober 1971, mit der ein Grundwasserschongebiet zum Schutze des Wasserwerkes Graz-Andritz bestimmt wird.)

Wie bei den übrigen Schongebieten des Murtales geht es auch hier um den Schutz von Porengrundwasser in den Lockergesteinen des Murtales, wobei noch die Zufuhr von Karstwasser aus dem angrenzenden Bergland als gegeben angenommen wird. Zur direkten Infiltration von Karstwässern in den Grundwasserkörper der quartären Talfüllung kommt eine künstliche Anreicherung durch die Versickerung des Andritzbaches. Dieser entspringt der großen Karstquelle des "Andritz Ursprungs" im Stattegger Tal. Da in Karstarealen die Wassereinzugsgebiete nicht durch orographische Wasserscheiden abgegrenzt werden können, wurden die Schongebietsgrenzen weit in die Kalkareale des dem Schöckl vorgelagerten Berglandes verlegt. Das Schongebiet Graz-Andritz umfaßt daher Teile der Gemeinden Graz, Judendorf-Strasengel, Gratkorn, Stattegg, Weinitzen und St. Radegund. Als topographische Grundlage dient das Kartenblatt 164 Graz der OK.

2.3.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb. 14)

Wie bereits einleitend erwähnt, ist es die quartäre Lockergesteinsfüllung des Murtales, die den Grundwasserleiter darstellt. Unterlagert und umrahmt werden diese Ablagerungen von den Festgesteinen des Paläozoikums und von jungtertiären Lockersedimenten.

Geologisch lassen sich im Grundgebirge zwei große Einheiten unterscheiden, die von der Leberstörung (zwischen H. Rannach und den Schöcklklausläufern) voneinander getrennt sind: Rannach- bzw. Ton-schiefer-(Schöcklkalk-)fazies. In hydrogeologischer Hinsicht sind jedoch 2 andere große Gruppen von Interesse: auf der einen Seite die verkarstungsfähigen Gesteine (Kalk und Dolomite), die durch eine vorwiegend unterirdische Entwässerung gekennzeichnet sind; sie nehmen große Teile des Festgesteinsrahmens ein. Auf der anderen Seite sind es die zu oberflächlicher Entwässerung neigenden Schiefer bzw. Grüngesteine, die in größerer Verbreitung um den Lineckberg die Schöcklkalkplatte überlagern. In diese Gruppe gehören auch die kristallinen Schiefer und Gneise von St. Radegund (Radegunder Kristallin), die im betrachteten Bereich unter den paläozoischen Einheiten bei Oberschöckl auftauchen.

Der Schöcklkalk ist auf Grund seiner Reinheit intensiv verkarstet. Bekannt sind große Dolinenfelder vor allem auf der Leber und bei Buch, aber auch zahlreiche Höhlen und nicht zuletzt die Karstquelle Andritz-Ursprung, deren Schüttung typischerweise großen Schwankungen unterliegt. Obwohl Untersuchungen fehlen, darf angenommen werden, daß große Teile des Schöcklkalkareals karsthydrologisch zum Andritz-Ursprung hin entwässert werden. Der halbmetamorphe Kalktentonit ist graublau bzw. weiß-grau gebändert und wird mehrere 100 m mächtig.

Im Bereich der hohen Rannach bzw. südwestlich des Murtales (Steinkogel-Plabutsch) sind vor allem 3 mittel- bis oberdevone Kalktypen verbreitet: die dickbankigen bis massigen hellgrauen Kanzelkalke werden bis zu 100 m mächtig, während die bunten Flaserkalke des Steinbergkalk-Typus 20-80 m Mächtigkeit erreichen. Auf der hohen Rannach, am Admonter Kogel, dem Steinkogel und am Plabutsch treten die Barrande-Schichten auf, die sich vor allem aus dunkelgraublauen, dickbankigen fossilreichen Kalken zusammensetzen, in die geringmächtige Ton- bzw. Kalkschiefer eingeschaltet sind. Als generell verkarstungsfähig sind die Gesteine der unterdevonen Dolomit-sandstein-Folge zu bezeichnen, die hauptsächlich aus Dolomiten, im Bereich der Talenge von Weinzödl auch aus Dolomitsandsteinen bzw. Silt- und Sandsteinen bestehen. Auch im Mitteldevon treten geringmächtige Lagen von Dolomiten auf.

Nur in geringem Maß verkarstungsfähig sind die Crinoiden-Schichten (Unterdevon), die sich aus kalkigen bzw. dolomitischen Gesteinen, aber auch aus Kalkschiefern und Tonschiefern zusammensetzen. Ihre Verbreitung beschränkt sich im Schongebietsbereich auf kleine Bereiche bei Gösting.

Untergeordnet treten Kälke noch in den Sanzenkogel-Schichten und in den Schichten der Dult auf.

Zur zweiten großen Gruppe der Festgesteine des Grundgebirges gehören diejenigen Schichtglieder, die nicht verkarstungsfähig sind und infolge ihrer wasserstauenden Eigenschaften vorwiegend oberirdischen Abfluß des Wassers bedingen.

Das Paläozoikum unterlagern Gesteine des Radegunder Kristallins. Am verbreitetsten sind dunkle, quarzitische Glimmerschiefer, kleinräumig teten Quarzite, Injektionsgneise und Amphibolite auf. Westlich von Oberschöckl wird das Kristallin von der tektonisch stark geprägten sog. Grenzzone des

Schöckls überlagert, die einen Reibungsteppich aus Serizitschiefern, Kalk-Glimmerschiefern, Rauhwacken, Dolomiten und Sandsteinen darstellt. Die ältesten Anteile des Paläozoikums (Ordovizium bis Devon) sind die Gesteine der Passaller Gruppe, die im Bereich der Tonschiefer-Fazies nördlich und östlich von Neustift (b. Andritz) im Raum Hochgroith-Lineckberg bedeutendere Areale einnehmen. Auch Reinerkogel und Kalvarienberg gehören in diese Gruppe. Neben diversen Grüngesteinen treten Schiefer, Schwarzschiefer und Phyllite auf.

Über dem paläozoischen Grundgebirge folgen in regional größerer Verbreitung Lockersedimente des Jungtertiärs.

Die Schichtfolge setzt mit Basisbildungen des ?Karpal/Baden, wie Rotlehmen und Rotschutt ein, wobei der Rotschutt örtlich durch ein kalkiges Bindemittel verfestigt ist und dann als Eggenberger Brekzie bezeichnet wird. Diese meist als alte Hangschuttmassen aufzufassenden Sedimente sind durch ein rötlichgelbes bis ziegelfarbenes Bindemittel gekennzeichnet und führen meist eckige paläozoische Kalk- und Dolomithbruchstücke von unterschiedlicher Größe; in größerer Verbreitung sind sie vor allem im Stattegger Tal zu finden. Auf Grund ihrer karbonatischen Zusammensetzung können sie als verkarstungsfähig bezeichnet werden, allerdings dürfte die Mächtigkeit der Ablagerungen durchwegs gering sein. Neben einem sehr kleinen Vorkommen von Eckwirtschottern (teilweise verfestigte Sande und Kiese des Unteren Baden) an der Nordwestgrenze des Schongebietes sind im betrachteten Bereich vor allem fein- bis gröberklastische Lockergesteine des Sarmat und Pannon von Bedeutung.

Dem Sarmat (vorwiegend Obersarmat) werden vor allem Tone, Tonmergel, Sande und Feinkiese in der Dult, im Pailgraben, bei Neustift und Andritz zugeordnet. Als zeitliches Äquivalent gelten auch die Kohlen führenden Schichten von Niederschöckl.

Mit Erosionsdiskordanz folgt über den sarmatischen Schichten limnisch-fluviales Pannon, das vor allem im Bereich St. Veit-Rohrerberg bzw. Neustift-Mariagrün großflächig entsteht. Das vorwiegend sandig-kiesig ausgebildete Sedimentpaket ist durch tonig-sandige Schichten, in die mehr oder weniger mächtige Schotterzüge eingeschaltet sind, gekennzeichnet. In höheren Lagen auf den südlichen Vorbergen der Rannach sind quarzreiche Schotter in Resten bis 700 m Sh. (Wh. Geierkogel) erhalten.

Pliozäne (jüngsttertiäre) Schotter (Sande und Kiese) finden sich in geringer Mächtigkeit auf Verebnungsflächen, z.B. auf der Kalkleiten.

16.0.14

geolop. Karte

27

Topographische Unterlage + geolog. Deckfolie

Die jüngsten Ablagerungen sind Bildungen des Quartärs, in erster Linie kaltzeitliche Sedimente des Pleistozäns. Neben lokalen (Raach, Pinbutsch) Hangeschuttvorkommen und kleinen Schuttkegeln an der Ausmündung von Seitenbächen sind vor allem die in Kälteperioden des Eiszeitalters aufgeschütteten und warmzeitlich zu Terrassen zerschnittenen Talböden von hydrogeologischem Interesse. Vorwürmzeitliche Terrassen sind nur in Resten (Niederschöckl, Andritz) erhalten geblieben. Sie können morphologisch als höhere Talbodenreste (wahrscheinlich risskaltzeitlich) ausgeschlossen werden, über ihren Aufbau lassen sich auf Grund der fehlenden Aufschlüsse nur durch den Vergleich mit anderen gut bekannten Terrassen in ähnlicher Position Aussagen machen. Meist liegt ein nur geringmächtiger (wenige Meter), stark verwitterter Schotterkörper vor, der von einer bis mehrere Meter mächtigen Lehmmaße bedeckt wird. Eine geringe Grundwasserführung des Schotterkörpers kann angenommen werden.

Ein zusammenhängendes Grundwasserfeld konnte sich nur in den jüngstquartären Aufschüttungen - vor allem im Murtal - ausbilden. Diese relativ homogen zusammengesetzte Schotterfüllung umfaßt die würmkaltzeitliche Niederterrasse (Weinzöhl, Andritz, Gosting) und die einige Meter tiefer liegende Auzone der Mur. Der fluvioglaziale Schotterkörper wird auf der Niederterrasse teilweise von geringmächtigen Feinsedimenten (bis maximal 2 m) und in der Auzone von durchwegs ebenfalls geringmächtigen jungen Ausedimenten (Schwenmsande, Aulehne) bedeckt.

2.3.2 Wassergewinnungsanlagen

Während bis in die 60er Jahre die Förderung im Wasserwerk Andritz aus insgesamt 87 Bohrbrunnen erfolgte, wurden 1968/69 3 Horizontalfilterbrunnen (System Ranney) in Betrieb genommen. Die baulich und maschinell gleich ausgestatteten Brunnen haben einen Durchmesser von 4 m und sind ca. 23 m tief. Die Gesamtfilterrohrlänge beträgt je Brunnen 570 m, die auf 3 Filterrohrgalerien aufgeteilt ist.

Bereits 1940 wurde mit einer Anreicherung des Porengrundwassers durch Versickerung von Wasser aus dem Andritzbach begonnen, um sowohl die Qualität (Abdrängung von Uferfiltrat der Mur) als auch die Quantität des geförderten Wassers zu gewährleisten. Die neue Versickerungsanlage, die in den Jahren 1980/81 errichtet wurde, besteht aus 3 Versickerungsbecken mit insgesamt 8 000 m² Versickerungsfläche. Den Versickerungsbecken ist ein offenes Schnellfilterbecken vorgeschaltet.

Die Fördermenge betrug im Wasserwerk Andritz 1982 $6\,151\,660\text{ m}^3$, das sind durchschnittlich 195 l/s , im Jahre 1985 waren es $6\,206\,888\text{ m}^3$ oder 197 l/s .

Zur Anreicherung wurden 1985 über die Versickerungsanlage $3\,268\,807\text{ m}^3$ bzw. durchschnittlich 104 l/s Wasser aus dem Andritzbach in den Grundwasserkörper eingespeist.

Die Konsensentnahmemenge im Wasserwerk Andritz beträgt 650 l/s .

2.3.3 Die grundwasserführenden Schichten

Die quartäre Lockergesteinsfüllung des Murtales besteht hauptsächlich aus kaltaeolischen, fluvioglacialen Schottern, die sich am Talrand mitunter mit Hangschuttkegeln verzahnen.

Oberflächlich lassen sich Terrassenreste (Würmterrasse) bei Weinzödl bzw. Andritz und Gösting von der Auxona abgrenzen.

2.3.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 15)

Im Zusammenhang mit der Projektierung des Kraftwerkes Weinzödl wurden vom Geotechnischen Institut Bern im Raum Raach-Wasserwerk Andritz eingehende hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt, wobei u.a. auch eine Karte der Felsoberfläche für diesen Abschnitt des Murtales vorgelegt wurde. Sie zeigt als wichtigstes Element des Untergrundes eine ziemlich schmale, deutlich ausgeprägte Tiefenrinne, die im gesamten Bereich unter das Niveau $330,0\text{ m NN}$ hinabreicht. Die Tiefenrinne setzt sich sowohl murabwärts als auch muraufwärts fort. In den Bohrungen wurden größtenteils stark geklüftete Dolomite und Dolomitsandsteine des Grazer Paläozoikums (Dolomitsandstein-Folge), im Raacher Bereich auch kalte Schiefer erbohrt. Südöstlich der Wassergewinnungsanlagen des Andritzer Wasserwerkes fällt das Binnentiefste auf unter 325 m NN ab. Die Rinne muß hier sehr steilwandig und tief eingesenkt knapp westlich des Kalvarienberges verlaufen.

Östlich der Weinzödl-Brücke, in der sogenannten Andritzer Bucht, wurden tertiäre Feinsande und Tegel erbohrt, die als Grundwassersohle anzusehen sind.

Abb. 15 Präparat. Untergrund (~~Blätter~~)

2.2.3.2 Die quartären Lockergesteine (Abb. 16)

Die Mächtigkeitsverteilung der Talfüllung hängt natürlich stark vom Verlauf der Tiefenrinne im Untergrund ab. Aus dem Wasserwerkabereich liegen einige 20 m tiefe Bohrungen vor, die den Untergrund nicht erreichten. Eine stieß bei 33,7 m auf Tertiärtegel (östlich vom HFB3). Im Bereich des Rinnentiefsten dürften im gesamten Talschnitt zwischen Rasch und Kalvarienberg Quartärmächtigkeiten über 30 m vorliegen.

In den Sondierbohrungen für die Planung des KW Weinzödl wurde über den dolomitischen Festgesteinen meist eine "Übergangszone" angetroffen. Diese fast immer unter 1 m mächtige Verwitterungsschicht besteht aus tonigen bis schluffigen, stark glimmerigem Material mit Kiesen. Darüber liegen die quartären Schotter, die vielfach in 2 Horizonte gegliedert werden. Die liegenden "älteren Schotter" scheinen stärker verwittert zu sein, weisen Gesteinsleichen auf und sind eher braun gefärbt. Sie werden in den Profilen zwischen 5 und 20 m mächtig und sind leicht schluffig bis sandig und kalkhaltig. Vereinzelt treten Sand- und Schlufflinsen auf. Gegenüber den Hangenschottern ist das Material meist feinkörniger, im Bereich der Tiefenrinne treten aber auch grobe Schotter auf. Darüber folgen durchschnittlich 10 m mächtige, überwiegend graue Schotter ("jüngere Schotter"), die ebenfalls geringe Schluff- bzw. Sandanteile aufweisen.

Der Schotterkörper wird von 0,5 bis 2 m mächtigen Schwemmsanden, vorwiegend Fein- bis Mittelsanden des Auberleches überlagert, die lehmig-schluffig bzw. kiesig sein können. Direkt an der Mur wurden unterschiedlich mächtige Aufschüttungen (Uferbefestigung) variabler Zusammensetzung erböhrt.

2.3.4 Das Grundwasser

2.3.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb. 17)

Das gesamte Grundwasserfeld von Weinzödl-Andritz zeigt in seinem Aufbau bzw. im Verhalten des Grundwassers sowohl vertikal auch auch horizontal stärkere Differenzierungen. Es wurde daher vom Geotechnischen Institut Bern nach hydraulischen Kriterien eine Gliederung in folgende Provinzen durchgeführt: Rascher, Weinzödl, Andritzer und Göstinger Grundwasserfeld.

Die Grundwasserströmung verläuft in Weinzödl annähernd murparallel und

Alt. 16 Prof. G. (Schiller)

alimentiert das Becken von Andritz.

In Rasch infiltriert die Mur in das Grundwasser, unterhalb der Weinzödl-Gefällsstufe exfiltriert das Grundwasser in die Mur. An den Talflanken ergeben sich ober- und unterirdische Hangzuflüsse.

Das Grundwasserspiegelgefälle liegt im nördlichen Bereich des Rascher Grundwasserfeldes bei 3 ‰ und verflacht gegen S zu. Im Weinzödl-Feld herrscht ein Gefälle zwischen 3,5 und 6 ‰ vor, im E kommt es zu einer Verstärkung (ca. 7 ‰), die auf die künstlich erzeugte Absenkung im HFB4 zurückgeht.

Im Andritzer Bereich ist ein starker Einfluß der Entnahmebrunnen (Absenktrichter) auf das Gefälle des Grundwasserspiegels erkennbar. Im südwestlichen Bereich des Göstinger Feldes (Niederterrasse) herrscht ein relativ hohes Grundwasserspiegelgefälle von ca. 10 ‰, das im wesentlichen durch höheres Sohlgefälle bzw. stärkeren unterirdischen Zufluß sowie eine geringere Durchlässigkeit der Terrassenschotter verursacht werden dürfte. In der Auzone geht das mittlere Spiegelgefälle auf ca. 4 ‰ zurück.

3.3.4.2 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

1957 wurden an 4 Stellen im Einzugsbereich des Wasserwerkes Andritz Messungen der Abstandsgeschwindigkeiten vorgenommen, die sehr unterschiedliche Ergebnisse brachten, und zwar 200 m/d, 35 m/d, 5 m/d und 0,4 m/d. Die Messungen wurden unter Verwendung von Fluoreszein als Tracer durchgeführt. Selbst wenn der Extremwert von 200 m/d angezweifelt wird, weisen die stark differierenden Werte auf einen äußerst inhomogenen Grundwasserleiter hin. 200 m/d wurden im Bereich der Umströmung des alten Weinzödlwehres gemessen. Dieses Ergebnis ist heute durch die Errichtung des Kraftwerkes Weinzödl nicht mehr relevant.

In den Rotationskernbohrungen von Rasch-Weinzödl wurden zahlreiche Versuche gemacht, Durchlässigkeitswerte zu ermitteln.

Abt 77-64 - Spiegel (Bestechen. TMSL)

14

↑

Tab. 6: Ergebnisse von Kleinpump- und Auffällversuchen im Raacher Grundwasserfeld.

Quelle: Geotechnisches Institut AG Bern, Kraftwerk Weinzödl, Hydrogeologie III, Bericht 1978.

		RH17	RH18	RH19
Kleinpumpversuche	Grundwasserstand zur Zeit des Versuches in m ü.A.	ca. 361,92	ca. 361,30	ca. 360,60
	Pumpzeit	59 min	51 min	51 min
	k m/s	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-5}$
Auffällversuche	Tiefe unter OZ Terrain in m	3,7-3,9 - -	3,3-3,8 10,0-10,3 -	3,2-3,5 10,4-10,7 10,3-10,6
	k m/s	$1,1 \cdot 10^{-4}$ - -	$3,2 \cdot 10^{-5}$ $1,6 \cdot 10^{-7}$ -	$6,0 \cdot 10^{-5}$ $6,1 \cdot 10^{-7}$ $8,8 \cdot 10^{-7}$

Die Versuchsergebnisse zeigen im Gebiet Raach sehr unterschiedliche Durchlässigkeiten der Murschotter. Die k-Werte von 10^{-7} m/s gehen auf feinkörnige Linsen zurück, relativ hohe Werte von $5 \cdot 10^{-2}$ m/s treten dagegen lokal in Oberflächennähe sowie in der Tiefenrinne auf.

In den Bohrungen im Bereich Weinzödl wurden maximale Durchlässigkeitswerte von $k = 7,0 \cdot 10^{-3}$ m/s und minimale Werte von $k = 5,0 \cdot 10^{-7}$ m/s festgestellt. Weiters werden für den gesamten betrachteten Bereich folgende Gebietsdurchlässigkeiten angegeben:

Rascher Feld:	$1,25 \cdot 10^{-3}$ m/s
Weinzödl Nord:	$1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s
Weinzödl Süd:	$1,25 \cdot 10^{-3}$ m/s
Andritzer Feld Nord:	$1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s
Andritzer Feld Ost:	$1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s
Göstinger Feld (Terrasse):	$0,2 \cdot 10^{-3}$ m/s
Göstinger Feld (Au):	$1,0 \cdot 10^{-3}$ m/s

Nach diesen Angaben ergeben sich je nach Gefälle des Grundwasserspiegels und errechneten Porenvolumen zwischen 15 und 16 % Abstandsgeschwindigkeiten zwischen 2 und 3 m/d.

2.3.4.3. Die Qualität des Grundwassers

ab. 7:

HFB 3 ANDRITZ	22.04. 74	22.08. 74	02.09. 78	02.12. 78	02.03. 76	06.09. 78	06.05. 77	19.12. 77	13.02. 79	21.04. 79	01.05. 79	20.10. 79
pH-Wert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elektr. Leitfähigkeit (μ S)	470	-	-	-	-	441	320	-	-	-	-	430
Gesamthärte (° dH)	17,4	17,5	16,7	18,0	17,4	16,0	13,8	16,2	15,3	14,3	15,1	17,4
Karbonathärte (° dH)	12,0	10,8	12,7	14,0	13,7	12,3	10,3	12,6	12,7	12,2	14,7	13,7
Chlorid (mg/l)	7,3	6,2	4,7	4,0	3,7	4,1	3,0	-	-	-	-	-
Nitrat (mg/l)	11,2	8,4	8,8	18,3	16,2	8,0	9,4	5,3	9,9	8,2	4,8	11,2
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ , mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	27.10. 80	19.11. 80	12.01. 81	28.09. 81	01.02. 82	30.08. 82	21.01. 83	09.09. 83	13.02. 84	27.02. 84	10.06. 85	29.10. 85
pH-Wert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2
elektr. Leitfähigkeit (μ S)	490	540	520	520	470	504	-	421	494	518	501	482
Gesamthärte (° dH)	19,6	20,2	19,9	19,5	18,1	14,0	13,6	13,4	15,0	16,1	15,3	14,1
Karbonathärte (° dH)	14,1	13,4	14,1	14,3	13,0	12,4	12,1	10,8	12,4	13,8	12,9	12,2
Chlorid (mg/l)	-	-	-	-	-	8,2	8,9	2,4	-	6,8	8,7	4,4
Nitrat (mg/l)	0,0	11,8	12,3	6,3	12,0	7,8	0,3	5,9	7,7	12,8	11,4	6,1
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ , mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	1,0

Tab. 8:

HFB 4 ANDRITZ	22.04. 74	22.08. 74	01.04. 75	02.11. 75	02.10. 76	03.08. 76	20.06. 77	27.12. 77	11.04. 78	17.07. 78	20.08. 79	01.10. 79
pH-Wert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
elektr. Leitfähigkeit (μ S)	490	-	-	-	-	-	-	-	-	-	430	450
Gesamthärte (° dH)	18,4	18,2	17,0	19,0	17,4	17,3	17,7	17,4	16,6	17,4	16,0	17,1
Karbonathärte (° dH)	10,9	12,0	12,0	14,6	13,4	13,8	13,4	13,8	13,8	14,0	12,8	14,0
Chlorid (mg/l)	10,2	4,8	10,3	11,4	4,6	28,2	-	-	11,4	-	-	-
Nitrat (mg/l)	11,0	4,6	9,5	12,3	12,0	6,7	10,2	5,1	4,6	5,8	3,4	11,7
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ , mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.08. 80	11.10. 80	02.09. 81	27.10. 81	12.09. 82	06.11. 82	07.01. 83	03.12. 83	30.01. 84	10.09. 84	07.01. 85	18.09. 85
pH-Wert	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	7,4
elektr. Leitfähigkeit (μ S)	500	510	520	490	-	614	-	390	520	508	523	519
Gesamthärte (° dH)	18,9	17,8	17,7	16,8	16,0	17,0	16,1	15,5	15,9	15,5	16,3	15,6
Karbonathärte (° dH)	14,8	12,4	12,0	13,3	12,4	14,0	12,2	12,3	12,8	14,7	14,8	12,8
Chlorid (mg/l)	-	-	-	-	19,0	20,7	23,0	10,2	-	12,0	13,7	14,8
Nitrat (mg/l)	9,5	5,2	3,8	9,8	1,7	9,3	11,4	5,2	6,8	4,1	4,1	6,5
Oxidierbarkeit (KMnO ₄ , mg/l)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	1,4

2.3.5 Der Schutz des Grundwassers

2.3.5.1 Schützende Deckschichten

Im Bereich der Niederterrassen von Weinzödl bzw. Gösting werden die größten Mächtigkeiten der Grundwasserüberdeckung erreicht.

Die Weinzödler Niederterrasse wurde allerdings zum Großteil zur Schottergewinnung abgebaut, wobei die Westgrube wieder aufgefüllt und rekultiviert worden ist. Der Grundwasserspiegel liegt hier ca. 15-30 m unter Gelände. Werte zwischen 15 m in Talrandnähe und 18 m am Terrassenrand werden auf der Göstinger Niederterrasse gemessen.

In den in der Auzone gelegenen Grundwasserfeldern von Raach, Weinzödl und Andritz kann man mit Grundwasserüberdeckungen zwischen 6 und 9 m rechnen, im unmittelbaren Uferbereich der Mur bei Weinzödl gehen die Flurabstände teilweise unter 5 m zurück. Diesen Werten ist der Grundwasserspiegelplan vom 15.4.1977 zugrundegelegt.

Der Schotterkörper der Auzone wird von überwiegend fein- bis mittelsandigem Schwemmmaterial von 0,5 bis 3 m Mächtigkeit bedeckt. Diese Ausande sind teilweise stärker lehmig-schluffig bzw. mit Kiesen durchsetzt.

Im Uferbereich der Mur sind vielfach Aufschüttungen mit meist grobem Material als Uferbefestigungen anzutreffen.

Der Auberich der Mur zwischen der Einmündung des Pailgrabens und Weinzödl ist durch seichtgründige, vergleyte und kalkhaltige Graue Auböden gekennzeichnet, denen auf Grund der hohen Durchlässigkeit bzw. der geringen Speicherkraft keine bedeutende Schutzwirkung zukommt.

Im Andritzer Grundwasserfeld liegen dagegen Böden mit mittlerer bis guter Schutzwirkung vor. Es sind dies mittelgründige Lockersediment-Braunerden, die größtenteils pseudovergleyt sind und daher eine mäßig gehemmte Durchlässigkeit bei hoher Speicherkraft aufweisen.

2.3.5.2 Altlasten im Einzugsgebiet

Die Niederterrassenschotter nördlich von Weinzödl wurden in 2 Schottergruben abgebaut, wobei die westliche wieder aufgefüllt und rekultiviert wurde. Die östliche Grube, in der eine Sortieranlage der Fa. Tieber in Betrieb ist, hat eine Tiefe von ca. 7 m.

Abgebaut wurde auch ein Teil der Göstinger Niederterrasse; das Areal ist heute Betriebsgelände der Fa. Passalpin.

2.3.5.3 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen

Die Schutzgebiete für das Wasserwerk Andritz sind in folgenden Bescheiden des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung festgelegt:

Schutzgebiet I und II:	3-348 Ga 12/5-1968 vom 16.9.1968
Schutzgebiet III:	3-348 Ga 12/29-1970 vom 10.7.1970
Schutzgebiet IV:	3-348 Ga 12/68-1981 vom 31.3.1981

Abb. 18 Silbergeschichte

18

2.4 SCHONGEBIET GRAZ-FELDKIRCHEN

(Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft vom 25. Jänner 1962 zum Schutze des Grundwasserwerkes Graz-Feldkirchen.)

Das Schongebiet für das Wasserwerk Feldkirchen liegt zum großen Teil im Bereich des nördlichen bzw. zentralen Grazer Feldes, nur im W ist der paläozoische Karbonatgesteinszug Buchkogel-Florianberg miteinbezogen. Einige Färbeversuche haben nämlich gezeigt, daß im Karbonatgesteinsareal auf Grund der starken Verkarstung die unterirdische Entwässerung von W gegen E gerichtet ist. Es konnte nachgewiesen werden, daß das Polje von Feliferhof zum Bründl, einer Karstquelle am Rande des Grazer Feldes, entwässert. Das Schongebiet berührt die Stadtgemeinde Graz und die Gemeinden Gössendorf, Feldkirchen, Seiersberg, Pirka und Attendorf. Als topographische Grundlage dient die OK. Blatt 164 Graz.

2.4.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb. 19)

Der Bergrücken zwischen Olberg und Florianberg wird von paläozoischen Festgesteinen aufgebaut, denen im W - im Becken von Feliferhof -, bei Webling und bei Gedersberg tertiäre Lockergesteine auflagern. Den Hauptgrundwasserleiter stellen die quartären Lockergesteine des Murtales dar, wobei ein großer Teil der Niederterrasse und ein Streifen an der Mur der Auzone angehört.

Außer einem kleinen und unbedeutenden Vorkommen von Tonschiefern bei St. Johann und Paul und einem geringmächtigen Zug aus Diabasen bzw. Diabastuffen in der Dolomitsandsteinfole des Florianberges gehören alle Gesteinstypen des Paläozoikums der Gruppe der verkarstungsfähigen Gesteine an.

Im Liegenden treten Silt- und Sandsteine bzw. Dolomitsandsteine (Florianberg) auf, die durch die erwähnten Diabastuffe von den hangenden hell- bis dunkelgrauen Dolomiten getrennt sind. Diese Dolomite der Dolomitsandsteinfole (Unter-Devon) sind vor allem an den Osthängen von Olberg und Buchkogel (Schloß St. Martin) bzw. am Florianberg verbreitet. Sie werden südlich des Buchkogels von einer mitteldevonen Serie aus gelbbraun anwitternden Kalken, Dolomiten und Rauwacken überlagert, die als "Braungesteine des Buchkogels" bezeichnet werden.

Darüber folgen bis 100 m mächtige, dunkelgraublau, dickbankige Kalke der

Abb. 7P fest. Karte

52

Topographische Karte + geol. Karte

Barrandei-Schichten mit örtlich reicher Fossilführung. Lokal sind in m-Mächtigkeit graue bis rote Ton-, Silt- und Kalkschiefer oder Illtschleiferton eingeschaltet.

Im Hangenden der Barrandei-Schichten bzw. teilweise mit diesen verzahnd finden sich maximal 20 m mächtige, dunkelgraue, massige bis bankige Dolomite, die als Mitteldevondolomit bezeichnet werden.

Größere Verbreitung und eine Mächtigkeit bis 100 m hat der Kanzeikalk, ein dickbankiger bis massiger hellgrauer Kalk.

Am Westhang des Buchkogels findet sich ein kleinräumiges Vorkommen von Flaserkalk des Steinbergkalk-Typus.

Die paläozoische Schichtfolge zeigt eine ausgeprägte Bruchtektonik und wird durch ein relativ regelmäßiges Bruchsystem in mehrere Schollen zerlegt. Längs solcher Störungszonen ist das Gestein deutlich klüftiger und stark zerrüttet, was der Wasserwegsamkeit des Gebirges förderlich ist.

Die jungtertiäre Schichtfolge beginnt mit groben Basisbildungen.

Bei St. Martin trifft man auf verfestigte Hangschuttbildungen mit rötlichem, kalkigem Bindemittel, die als Eggenberger Brekzie bezeichnet und meist an die Grenze Karpat/Baden gestellt werden.

Größere Verbreitung besitzen den Baden zugeordnete Lockergesteine, und zwar in limnisch-fluvialer Entwicklung, wobei vor allem Tone, Mergel, Sande und Kiese auftreten. Die Sedimente der Weblinger Bucht sowie des Bereiches nordwestlich des Buchkogels werden der limnischen Entwicklung der Reiner Schichten zugeordnet, die sich aus Wechselfolgen von teilweise Kohle führenden Tonen, Mergeln und Sanden sowie untergeordnet auch Kiesen zusammensetzen.

Die jungtertiären Schichten können durchwegs als gering durchlässig bezeichnet werden; sie unterlagern auch in weiten Teilen des Grazer Feldes die grundwasserführenden quartären Lockergesteine und bilden dort auf Grund ihrer wasserstauenden Eigenschaften die Grundwassersohle.

Den Hauptgrundwasserleiter des Grazer Feldes stellt die jungquartäre Lockergesteinsfüllung des Murtales dar, die in eine Hauptterrasse des Grazer Feldes (würmzeitliche Niederterrasse mit zwei schmalen Teilfluren beim Zentralfriedhof und bei Feldkirchen) und die holozän geprägte Auzone der Mur gegliedert werden kann.

Lokal und in geringer Mächtigkeit finden sich quartäre Sedimente auch im Bereich des paläozoischen Berglandes in Form von Lößlehmen bzw. Hangschutt-ablagerungen.

2.4.2 Wassergewinnungsanlagen

Die Förderung erfolgt im Wasserwerk Feldkirchen aus 2 Horizontalfilterbrunnen (System Ranney) und 3 Schachtbrunnen.

Die Horizontalfilterbrunnen (HFB 1 und HFB 2) haben einen Durchmesser von 4 m und eine Tiefe von 15 bzw. 16,5 m. Die Gesamtfilterrohrlänge beträgt 300 bzw. 390 m, wobei die Filterrohre jeweils in 2 Galerien angeordnet sind.

Die Schachtbrunnen haben einen Durchmesser von 3 m und sind 15 bis 18 m tief. Sie wurden im Jahre 1951 in Betrieb genommen, die beiden Horizontalfilterbrunnen in den Jahren 1963 und 1967.

Die wasserrechtlich bewilligte Konsensmenge beträgt 420 l/s.

Im Jahre 1982 wurden im Wasserwerk Feldkirchen 6 478 206 m³ Wasser gefördert, was durchschnittlich 205 l/s entspricht. 1985 waren es insgesamt 5 261 566 m³ bzw. durchschnittlich 167 l/s.

2.4.3 Die grundwasserführenden Schichten

Geomorphologisch läßt sich die jungquartäre Füllung des Murtales in folgende Abschnitte gliedern:

Das größte Areal wird von der Hauptterrasse des Grazer Feldes (= würzeitliche Niederterrasse) eingenommen, die mit einer Stufe von ca. 8-10 m Höhe zur Auzone der Mur abfällt.

Beim Zentralfriedhof (Karlauer Stufe) und in Feldkirchen ist der Terrassenabfall durch schmale Zwischenterrassen gegliedert, die von der Hauptflur um 5-6 m abgesetzt sind. Sie können als tiefere Teilflur der Niederterrasse aufgefaßt werden.

2.4.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 20)

Im W ergibt sich im Raume Hart-Webling ein relativ steiler Abfall des präquartären Untergrundes vom Grundgebirgsrand in 360-370 m Sh. auf ca.

Abb. 20 Präparat. Untergrund
~~(Sitzplan)~~ ✓

Topographische Grundlage + Abb. 20

340 m Sh. In weiterer Folge scheint der Untergrund ziemlich gleichmäßig gegen SE im spitzen Winkel zur Mur hin abzufallen. Ausgeprägte Tiefenrinnen bzw. eine stärkere Gliederung des Reliefs scheinen im Bereich der Hauptterrasse nicht vorzuliegen, allerdings ist die Bohrpunktdichte sehr gering. Im Bereich der Auzone ist über das präquartäre Relief wenig bekannt. Vermutlich ist in diesem Bereich eine Tiefenrinne ausgebildet, die von der Augartenbrücke bis Lebern von 324 m auf 312,2 m abfällt. im Areal des Wasserwerkes ist sie durch Bohrungen besser belegt. Hier liegt das Rinnentiefste zwischen 310 m und 313 m Sh., auf der Terrasse bei Lebern beträgt die Seehöhe des Untergrundes bereits 320 m.

Die 300 m tiefe Bohrung III/B, die knapp am Grundgebirgsrand bei St. Martin abgeteuft wurde, zeigte zuoberst 6,5 m quartäre Terrassenschotter, darunter 59,5 m dolomitischen Hangschutt und erst in 66 m Tiefe anstehenden Dolomit. Alle übrigen, im Bereich der Niederterrasse bzw. der Auzone niedergebrachten Bohrungen trafen an der Quartärbasis auf jungtertiäre Sedimente in Form von Tonen, Schluffen, Mergeln und (Fein-)Sanden.

2.4.3.2 Die quartären Lockergesteine (Abb. 21 und 22)

Die Mächtigkeit der quartären Verschüttung liegt im Bereich der Würmterrasse - abgesehen vom Westrand bei Hart-Wehling, wo sie zwischen 0 und 15 m beträgt - zwischen 15 und etwa 25 m. Höhere Werte treten im N östlich von Wetzelsdorf (Israelit. Friedhof) mit 25-28 m auf. Zwischen Puntigam und Neuseiersberg haben die Terrassenschotter Mächtigkeiten um 20 m (± 2 m), ebenso im Bereich des Terrassenrandes bei Feldkirchen, Lebern und Abtissendorf.

Mächtigkeiten um 20 m sind auch in der Auzone, vor allem im Bereich der Tiefenrinne zu erwarten. Da die genaue Lage und die Abgrenzung der Rinne im nördlichen Teil des Schönggebietes nicht bekannt sind, können hier die Werte zwischen 16 und 22 m schwanken. Im Wasserwerksareal liegen sie zwischen 17 und 19,5 m.

In vielen Bohrprofilen zeigt sich an der Quartärbasis eine meist weniger als 1 m mächtige Übergangsschicht. Sie überlagert die jungtertiären Tegel bzw. die schluffig-feinsandigen Sedimente als häufig lehmig-schluffige, mitunter auch kiesige Schicht, die häufig gelblich bzw. rostrot gefärbt ist.

Hangend folgen die sandigen Quartärschotter, die entsprechend den fluvio-

Abb. 21 Querschnitt

~~21~~

Topogr. Unterlage + Deckfolie Abb. 21

Feb. 22 Auto profile

87

St. 4 (Grandy)
Vernell
10/10

glazialen Sedimentationsbedingungen eine mehr oder weniger deutliche Parallelschichtung aufweisen. Sandige Partien haben meist Linsencharakter und kellen lateral aus. Die meist gut gerundeten Gerölle (vor allem Mittel- bis Grobkiesfraktion und Steine) setzen sich vorwiegend aus kristallinen Gesteinen (Augengneise, Quarz, Pegmatit, Aplit, Amphibolit und häufig stark verwitterte Glimmerschiefer und Gneise) bzw. Kalken und Dolomiten zusammen. In einzelnen Bohrungen bzw. Schottergruben auf der Würmterrasse konnten durch kalkigen Zement nageifühartig verkittete Bänke festgestellt werden. Der Schotterkörper der Würmterrasse wird teilweise von geringmächtigen (im Mittel 40-80 cm) sandig-lehmigen Feinsedimenten bedeckt.

Die linksufrige Hauptterrasse - bereits außerhalb des Schongebietes - zeigt häufig Verlehmungen und rasche Fazieswechsel. Der Sedimentaufbau ist stark von den aus E einmündenden Seitenbächen beeinflusst. Der Schotterkörper wird hier auch durchwegs von mächtigen lehmig-schluffigen bzw. lehmig-tonigen Deckschichten überlagert.

Bei insgesamt ähnlichen Mächtigkeitsverhältnissen sind die Quartärschotter der Auzufe sehr ähnlich aufgebaut. Die Schotteroberfläche ist stark reliefiert. Rinnen und Altarme sind häufig mit lehmigen bis sandigen Feinsedimenten von häufig mehr als 1 m Mächtigkeit aufgefüllt.

2.4.4 Das Grundwasser

2.4.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb. 33 u. 34)

Der Grundwasserschichtenlinienplan (Meßtermin 7.4.1986) von I. CZERNY stellt einen mittleren Grundwasserstand dar.

Die generelle Strömungsrichtung weist spitzwinkelig zur Mur hin.

Es lassen sich zwei in Richtung und Gefälle unterschiedliche Grundwasserströme erkennen. Einerseits ein NNW-SSW fließender, die Mur begleitender Grundwasserstrom in der Auzone und andererseits das im Bereich der Niederterrasse seitlich vom Talrand zuströmende Grundwasser.

In Talrandnähe (Wetzeledorf, Straßgang) ist eine deutliche Gefällserhöhung des Grundwasserspiegels bis 10 bzw. 7,7 ‰ zu beobachten, während das mittlere Spiegelgefälle im Bereich der Niederterrasse bzw. der Auzone 2,4 ‰ beträgt.

Abb. 23 GW-Gründel

~~GW~~

Topograph. Grundlage + Abb. 23

Abb. 24 64 - Norðurljón 1

§

Topographische Unterlage + Abb. 24

Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers schwankt im zentralen Teil der Niederterrasse um 4 - 5 m und steigt gegen die Mur hin im Bereich der Rinne im präglazialen Untergrund auf über 15 m an.

2.4.4.2. Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

Aus dem Wasserwerksbereich liegt aus dem Jahre 1947 ein Fließgeschwindigkeitswert von 12,5 m/d vor, der mit Hilfe eines Salzungsversuches ermittelt wurde.

Nach den Untersuchungen des Geotechnischen Institutes Bern (Wasserwerk Feldkirchen, Hydrogeologie I) kann der Schotterkörper zwischen den feinkörnigen Deckschichten und der Grundwassersohle in einzelne Bereiche mit ähnlichen Eigenschaften gegliedert werden.

Der zentrale Bereich der rechtsufrigen Hauptterrasse kann als Grundwasserfeld zusammengefaßt werden, wobei Durchlässigkeitsbeiwerte der Schotter in verschiedenen Versuchen mit $k = 1,7 \cdot 10^{-3}$ bis $6,0 \cdot 10^{-3}$ m/s (Mittelwert ca. $4,0 \cdot 10^{-3}$) ermittelt wurden. Rechnerisch ermittelte Grundwassergeschwindigkeiten werden mit 6 - 10 m/Tag angegeben. Im wesentlichen Randbereich der Hauptterrasse sind größere Änderungen im Gebiets- k -Wert zu erwarten. Die Grundwassermächtigkeit nimmt ab und der Feinkornanteil in den Schottern dürfte ansteigen.

Die linksufrige Hauptterrasse zeigt einen reduzierten Schotterkörper, der besonders in weiterer Entfernung von der Mur einen nur geringmächtigen Grundwasserkörper darstellt. Als mittlerer Gebiets- k -Wert wird $1,7 \cdot 10^{-3}$ m/s angenommen, die Grundwassergeschwindigkeiten dürften 3-10 m/Tag betragen. Markierungsversuche im Jahre 1973 ergaben Werte zwischen 6,5 und 9,7 m/Tag.

Für den Austreifen an der Mur wurden Durchlässigkeitsbeiwerte von $6,0 \cdot 10^{-3}$ bis $3,0 \cdot 10^{-3}$ m/s im Mittel festgestellt, wobei die Möglichkeit eingeräumt wird, daß der k -Wert lokal zwischen 10^{-4} und 10^{-2} m/s schwanken kann.

Als mittlere Abstandsgeschwindigkeiten können 4 bis 6 m/Tag angegeben werden.

2.4.5 Der Schutz des Grundwassers

2.4.5.1 Schützende Deckschichten (Abb. 35)

Die Mächtigkeitsverhältnisse der Grundwasserüberdeckung schwanken auf der Hauptterrasse zwischen 6 und 20 m im N und 10 - 15 m im W und S (mittlerer Grundwasserstand).

In der Auzone liegen die Werte im nördlichen Bereich zwischen 6 und 7 m, bei Rudersdorf um 5 m und im Wasserwerksareal um 3 m.

Hinsichtlich der Schutzwirkung der Böden können auf der Hauptterrasse 2 Bereiche unterschieden werden. Ein etwa um 500 m breiter Streifen am Gebirgsrand (Krottendorf-Webling-Straßgang, Seiersberg) ist durch Bodenbildungen auf flachen Hangschleppen gekennzeichnet, wobei es sich um mitunter pseudovergleyte, mittel- bis tiefgründige Braunerden bzw. Braunlehme von mäßiger bis geringer Durchlässigkeit handelt. Dadurch ist eine gute Schutzwirkung im Hinblick auf das Grundwasser gegeben.

Der zentrale Teil der Hauptterrasse trägt durchwegs mittelgründige kalkfreie Lockersedimentbraunerden von mittlerer Schutzwirkung.

In der Auzone herrschen seichtgründige Graue Auböden von geringer Speicherkraft und hoher Durchlässigkeit mit schlechter Schutzwirkung vor. Der natürliche Schutz des Grundwassers ist hier durch das Zusammentreffen von insgesamt geringmächtigen Deckschichten und durchlässigen Böden stark reduziert.

2.4.5.2 Altlasten im Einzugsgebiet (Abb. 26)

Vor allem im Terrassenbereich wurde früher eine Reihe kleinerer und größerer Schottergruben betrieben. Vielfach wurden sie später zugeschüttet bzw. verbaut. Von einigen Gruben sind Verfüllungen mit Müll bekannt, teilweise wurde Bauschutt bzw. Flugasche verwendet. Vor allem bei Neuseiersberg-Neupirka wurde der Schotterabbau großflächig betrieben, sodaß auf benachbarten Arealen die natürliche Überdeckung fehlt.

Abb. 25 GMS - Wf. - Beschreibung

✓



Topographische Karte + Abb. 25

3.4.5.4 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen

Die Schutzgebiete I und II für das Wasserwerk Feldkirchen sind in den Bescheiden des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft 96 204/15-14 907/49 vom 31. 3. 1948 bzw. 96 504/105-72 180/55 vom 4. 1. 1956 festgelegt.

Abb. 27

Silberzeitschrift

1

4

3.5 SCHONGEBIET KALSDORF

(Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 6. Dezember 1983, mit der ein Grundwasserschongebiet zum Schutze des Grundwasserwerkes Kalsdorf des Wasserverbandes Umland Graz bestimmt wird.)

An der südlichen Begrenzung des Schongebietes Feldkirchen schließt direkt das Grundwasserschongebiet des Wasserwerkes Kalsdorf (Wasserverband Umland Graz) an.

Es liegt zur Gänze in quartären Lockerablagerungen, wobei als westliche Grenze der Anstieg der Kaiserwaldterrasse, einer Mioquartären Terrasse mit eigenem Grundwasserregime, gewählt wurde. Die östliche Begrenzung verläuft entlang der Bundesstraße knapp westlich des Terrassenabfalles der Hauptterrasse des Grazer Feldes zu den tieferen Teilfluren bzw. zur holozänen Auzone der Mur.

Das Schongebiet berührt die Gemeinden Pirka, Feldkirchen, Unterpremstätten, Zettling, Kalsdorf, Wundschub und Werndorf und liegt im Bereich der Kartenblätter 164 Graz und 190 Leibnitz der OK.

2.5.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb. 28)

Bei Seiersberg (an der Schongebietsgrenze) taucht das paläozoische Grundgebirge des Plabutsch-Buchkogel-Zuges unter die quartären Ablagerungen. Obertags stehen basal karbonatische Gesteine der Crinoiden-Schichten (Unterdevon) an. Darüber liegen Silt- und Sandsteine bzw. in höheren Lagen, durch einen Diabastuffzug von diesen getrennt, Dolomite der Dolomitsandsteinfolge des Unter- bzw. Mitteldevon (Floriansberg).

Im NW (bereits außerhalb des Schongebietes) lagert das Quartär nicht mit direktem Kontakt dem Paläozoikum auf, sondern es sind noch jungtertiäre Schichten (v.a. badenische Mergel und Sande) dazwischengeschaltet, die auch den Hügelrücken Blasenberg-Bischofegg-Wald bis südlich von Tobelbad aufbauen.

SE davon schließen die quartären Ablagerungen des Murtales an, wobei im großen 4 sowohl geomorphologisch als auch geologisch unterschiedliche Bereiche vorliegen: die Kaiserwaldterrasse, die Flur von Windorf-Kautzendorf (Hochterrasse), der Komplex der Niederterrasse (Hauptterrasse des Grazer Feldes mit tieferen Teilfluren) und die Auzone der Mur, die vom Schongebiet nicht mehr berührt wird.

Die älteste (Günz-Mindel?) und zugleich höchstgelegene dieser pleistozänen Aufschüttungen ist die Kaiserwaldterrasse, die mit ihrem östlichen Rand noch

in das Schongebiet Kalsdorf hereinreicht.

Sie ist aus einem im zentralen Abschnitt durchschnittlich 13 m mächtigen Schotterkörper und einer um 6 m mächtigen Lehmhaube aufgebaut. Der Terrassenkörper liegt einem Sockel aus wasserstauenden jungtertiären Feinsedimenten auf, dessen Oberkante zwischen Unterpremstätten und Wundschuh über dem Niveau der Niederterrassenoberfläche ausstreicht; dieser Bereich ist durch Wasseraustritte gekennzeichnet.

Im Schotterkörper belegen viele Gesteinsblöcke die fortgeschrittene Verwitterung; meist treten reichlich schluffig-sandige Beimengungen auf. Die Komponenten bestehen hauptsächlich aus Gneisen, kristallinen Schiefnern, Pegmatiten, Amphiboliten und Quarzen, wogegen Karbonatgesteine vollkommen fehlen.

Die Lehmhaube enthält in unterschiedlichem Ausmaß Ton-, Schluff- und Sandanteile und trägt auf Grund ihrer wasserstauenden Eigenschaften tagwasservergleyte Böden (Pseudogley). Sie wird als mehrphasig gebildete, kaltzeitliche Staublehmablagerung (Jöllsch) gedeutet. Morphologisch ist die Kaiserwaldterrasse durch eine starke Zerfurchung durch Täler (Ponigbach, Gepringbach) und insbesondere durch die randliche Auflösung durch Dellen und Gräben gekennzeichnet. Die Terrassenoberfläche liegt in Seeshöhen um 350 m und damit rund 25 m über der Oberfläche der Hauptterrasse des Grazer Feldes.

Zwischen Neupirka und Unterpremstätten schaltet sich zwischen Kaiserwald- und Niederterrasse die maximal 700 m breite Flur von Windorf ein, die ca. 6-7 m über der Hauptterrasse liegt. Sie wird von einem ca. 5 m mächtigen, sandig-schottrigen Basiskörper aufgebaut, der als rißzeitliche Ablagerung gedeutet wird. Darüber lagert eine maximal 5 m mächtige Lehmdecke.

Hydrogeologische Untersuchungen haben gezeigt, daß das Grundwasser der Windorfer Flur von N her bis in den Raum Hautzendorf aus dem Karbonatgesteinsareal des Florianiberges angereichert wird. Eine Beeinflussung aus der Kaiserwaldterrasse ist ebenfalls nachgewiesen. Zum Hauptgrundwasserleiter des Grazer Feldes (Hauptterrasse) dürfte dagegen nur eine unbedeutende Grundwasserverbindung bestehen.

Als Hauptgrundwasserleiter fungiert die würmzeitliche Niederterrasse (= Hauptterrasse des Grazer Feldes), die am W-Rand südlich von Unterpremstätten von überwiegend sandig-schluffigen Alluvionen des Laabaches überlagert wird.

Abb. 28 Geol. Karte



2.5.2 Wassergewinnungsanlagen

Im Jahre 1978 wurde die wasserrechtliche Bewilligung zur Errichtung von 2 Vertikalfilterbrunnen mit einem Rohrdurchmesser von 1 m erteilt. Die Brunnen VPB1 und VPB2 sind ab Geländeoberkante 18,6 bzw. 18,3 m tief, wobei die Sumpfröhre von jeweils ca. 4 m Länge bereits in den tertiären Grundwasserstauer eingebaut sind. Die wasserrechtlich konsentrierte Entnahmemenge beträgt 200 l/s.

2.5.3 Die grundwasserführenden Schichten

Den Hauptgrundwasserleiter stellt die würmzeitliche Niederterrasse (Hauptterrasse des Grazer Feldes) dar, die im W an die höheren Terrassen (Windorf, Kaiserwald) heranreicht bzw. von den Laabachsedimenten bedeckt wird. Im E fällt sie im Bereich der Bundesstraße mit einer deutlichen Kante zu tiefergelegenen Teilfluren bzw. zur Auzone der Mur ab.

2.5.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 29)

Das von wasserstauenden jungtertiären Schichten gebildete Untergrundrelief zeigt ein flaches Gefälle von NW nach SE, von 321 bis 322 m Sh. am W-Rand der Niederterrasse (Neuwindorf, Unterpremsstätten) bis auf ca. 310 m bei der Laasiedlung (südlich Wagnitz) bzw. östlich Gradenfeld. Weiter gegen E fällt das Relief zu einer breiten, wahrscheinlich in sich wieder gegliederten muldenförmigen Rinne ab. Das Rinnentiefe liegt nördlich des Bahnhofes Kalsdorf bei 302 m Sh., am Südende des Schongebietes bei 300 m. Die Breite der 7-10 m tiefen Mulde beträgt im Bereich der Entnahmebrunnen insgesamt 3-3,5 km.

Das Material des Untergrundes wird in den Bohraufschlüssen als tonig-schluffig, teilweise auch als feinsandig bzw. als "Tegel" bezeichnet.

Abb. 29 Präparatdes Kchief

#1

als Unterlage: Geologische Karte Abb 28:

[Geologische Karte i. Abb. 28 + herausräumen !!]

+ Abb. 29

2.5.3.2 Die jungquartären Lockergesteine (Abb. 30 u. 31)

Die Mächtigkeiten der wärmzeitlichen Niederterrassenschotter sind vor allem infolge des reliefierten Untergrundes recht unterschiedlich. Die höchsten Werte treten nahe der Terrassenkante 1-2 km nördlich des Bahnhofes Kalsdorf mit bis zu 26 m auf. Im Bereich der Mulde im Tertiarrelief bei Kalsdorf bzw. südlich betragen sie um 20 m; der nordöstliche Abschnitt zwischen Abtissendorf und Wagnitz weist Quartärmächtigkeiten zwischen 16 und 19 m auf, im Entnahmebrunnenbereich wurden 15-18 m erhöht.

Gegen W zu nehmen die Werte ab: bei Thalerhof sind 17-18 m zu erwarten, östlich von Zettling-Gradenfeld 12-14 m. Gegen den W-Rand des Feldes (östlich von Premstätten) werden noch 10-11 m erreicht.

An der Basis der Terrassenschotter wurde in den Bohrungen teilweise eine geringmächtige (weniger als 1 m) Übergangszone mit oft rostbraun gefärbtem, stark lehmig-schluffigem Schotter erhöht. Darüber folgt der eigentliche Schotterkörper aus mitunter stark sandigen Fein- bis Grobkiesen, der den Grundwasserleiter darstellt. Teilweise werden die Sande dominant, meist treten sie jedoch als dünne Lagen bzw. rasch auskeilende Linsen auf. Die Gerölle sind meist gut gerundet und setzen sich im Gegensatz zum Schotterkörper älterer Terrassen nicht nur aus kristallinen Komponenten, sondern auch aus Kalken und Dolomiten zusammen. Nagelfluhartig mit kalkigem Zement verkittete Lagen wurden beim Abbau in Schottergruben beobachtet. Die Bedeckung des Schotterkörpers ist durchwegs geringmächtig und besteht aus durchschnittlich 80-80 cm humosen, sandig-lehmigen Ablagerungen, die gegen W etwas zunehmen können (bis 1,4 m).

2.5.4 Das Grundwasser

2.5.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb. 32 u. 33)

Der Grundwasserschichtenlinienplan von I. CZERNÝ (Termin: 7. 4. 1986) zeigt, daß die generelle Fließrichtung im gesamten Bereich des Schongebietes von NW nach SE verläuft. Das durchschnittliche Spiegelgefälle liegt zwischen 2,5 und 3,3 ‰. Die großen offenen Wasserflächen der Schwarzl-Teiche lassen eine deutliche Störung der normalen Gefällsverhältnisse erkennen, wobei es

grundwasserstromaufwärts zu einer Verstellung des Spiegelgefälles auf über 5 ‰ kommt. Im Bereich der Wasserflächen verringert sich das Gefälle auf ca. 1,3 ‰.

Weiters macht sich der Einfluß der Teiche durch lokale Änderungen der Fließrichtung des Grundwassers bemerkbar.

Im zentralen Teil der Niederterrasse kann man mit Mächtigkeiten des Grundwasserkörpers zwischen 5 und 11 m rechnen (Abb. 33), wobei die Werte von NW nach SE zunehmen. Im südöstlichen Abschnitt des Schongebietes werden durch die tiefere Lage der Grundwassersohle bis 15 m erreicht.

2.5.5 Der Schutz des Grundwassers

2.5.5.1 Schützende Deckschichten (Abb. 34)

Die Mächtigkeit der grundwasserüberdeckenden Schichten ist am Westrand des Feldes im Bereich der Laabach-Alluvionen am geringsten; sie geht hier auf 2 m und weniger zurück. Gegen N ist eine Zunahme bis auf 8 m beim Autobahnknoten zu verzeichnen.

Vom Westrand aus nimmt die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung gegen E ziemlich gleichmäßig - entsprechend dem Absinken des Grundwasserspiegels - zu, sodaß im östlichen Randbereich des Schongebietes Werte zwischen 6 m (im S und ca. 10 m im N) vorliegen.

Die Böden auf der Terrasse sind durchwegs seicht- bis mittelgründige kalkfreie Lockersedimentbraunerden von geringer bis mäßiger Speicherkraft, deren Schutzwirkung durchwegs als "mittel" bezeichnet werden kann. Ebenfalls vom Bodentyp her mittlere Schutzwirkung kann den Böden am Laabach zugeordnet werden, wobei es sich zumeist um schwere, teilweise extrem vergrößerte Böden handelt. Allerdings ist in diesem Bereich auf Grund der erwähnten geringen Flurabstände des Grundwasserspiegels bereits mit einem Grundwassereinfluß zu rechnen.

2.5.5.2 Altlasten im Einzugsgebiet (Abb. 35)

Vor allem in den nördlichen und östlichen Abschnitten des Schongebietes wurde intensiver Schotterabbau betrieben. Ein solches großflächig abgebautes Areal wird heute als Freizeitzentrum genutzt (Schwarzl-Badesee). Kleinere Gruben, in denen Trockenabbau betrieben wurde, sind heute meist rekultiviert, allerdings fehlt dadurch ein Teil der ehemals wirksamen Deckschichten über dem Grundwasser, wobei durch die landwirtschaftliche Nutzung der Flächen der Einsatz von Düngemitteln erschwerend dazukommt. Ein weiteres Problem stellen alte Müllablagerungen dar, die vor allem in kleine Gruben eingebracht und später zugeschüttet wurden. Sie sind heute oberflächlich nicht mehr erkennbar, stellen aber eine potentielle Gefährdung des Grundwassers dar.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß die Autobahn mitten durch das Grundwasserschongebiet führt.

Abb. 3φ - Querschnitt

~~Handwritten signature or mark~~

Abb. 32 Au-Spiegel Schichtenlinien

~~32~~ ✓

Topogr.-geol. Unterlage (ohne Abb. 28^a und
4 geolog. Karte^a)

+ Abb. 32

Abb. 33. GU - Mächtigkeit

74

~~✖~~ ✓

Topogr.-geol. Karte (siehe "Abb. 28" u. "geol. Karte")

+ Abb. 33

2.5.4.3 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

Bei einem ersten Dauerpumpversuch im Jahre 1967 wurde ein k_f -Wert von $6 \cdot 10^{-3}$ m/s festgestellt. Bei einem Gefälle des Grundwasserspiegels von 3,5 ‰ und einem angenommenen effektiven Porenvolumen von 30 ‰ wurde eine mittlere Fließgeschwindigkeit von rund 9 m/d errechnet. Ein weiterer Versuch 1976 ergab einen k_f -Wert von $3 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Für eine dauernde Grundwasserentnahme von 200 l/s wurde unter Berücksichtigung des Absenkungstrichters eine Fließgeschwindigkeit von 11,5 m/d ermittelt.

Im Bericht des Geotechnischen Institutes Bern aus dem Jahre 1984 werden unterschiedliche Gebietsdurchlässigkeiten angegeben, die u. a. das Ergebnis eines Grundwassermodells sind: Für den mittleren Abschnitt des Schongebietes südlich von Unterprenstätten-Kalsdorf bis etwa zur Linie Laa-Großsult werden k_f -Werte von $1,5 \cdot 10^{-3}$ m/s angegeben, südlich davon k_f -Werte von $1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Geringere Durchlässigkeiten sind erst südlich des Schongebietes ausgewiesen, und zwar im Raum Kasten-Wundschuh bzw. südlich von Großsult mit $k_f = 7 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Legt man jeweils die entsprechenden Gefällsverhältnisse des Grundwasserspiegels von 2,8, 2,7 und 3 ‰ bzw. 4,7 ‰ zugrunde und errechnet das effektive Porenvolumen mit Hilfe der Formel von Marotz aus den k_f -Werten (16,9 ‰, 15,1 ‰ und 13,5 ‰), erhält man sehr geringe Fließgeschwindigkeiten. Sie betragen für den mittleren Abschnitt 2,15 m/d, südlich davon 1,8 m/d, im Raum Kasten-Wundschuh 1,35 m/d und südlich Großsult 2,1 m/d.

2.5.4.3: Die Qualität des Grundwassers

Tab. 13:

HALEDORF (Lohnbrunnen 539)	13.07.	06.11.	20.05.	21.06.	08.01.	08.11.								
	79	79	80	80	81	81	11.07.	20.07.	25.02.	14.12.	14.02.	04.09.	25.03.	19.09.
	82	82	82	82	84	84	85	85	85	85	84	84	85	85
pH-Wert	7,8	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,1	7,3	7,3	7,5	7,4	7,3	7,3	7,8
elektr. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gesamthärte (° dH)	19,9	19,7	21,2	20,3	21,0	20,7	20,4	20,0	20,2	20,8	20,8	20,4	20,0	24,0
Karbonathärte (° dH)	12,7	12,8	12,5	12,5	12,0	12,6	12,5	12,6	12,5	12,5	12,9	12,7	12,4	15,5
Chlorid (mg/l)	22,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrat (mg/l)	50,7	55,5	57,4	55,6	61,7	60,7	51,2	42,9	48,8	51,2	51,9	45,3	43,1	52,1
Oxidierbarkeit ($KMnO_4$, mg/l)	2,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2

Abb. 24 64 - Übersetzung

JA ✓

Topogr. - geol. Unterlage (ohne 4 Abb. 25 "rund. geol. Karte")

+ Abb. 34

Abb. 35 Altkarten

~~JK~~ ✓

Topogr.-geolog. Karte (siehe Abb. 28^u in geolog. Karte⁴)

+ Abb. 35

2.5.5.3 Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen (Abb. 36)

Im Zuge des Wasserrechtsverfahrens um die Nutzungsbewilligung wurde auf die Einrichtung des weiteren Schutzgebietes verzichtet. Die Sicherung dieser Wassergewinnungsanlage erfolgt daher nur durch das engere Brunnenschutzgebiet (Fassungsbereich) und das hier dargestellte Schongebiet.

Das Schutzgebiet ist im Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung 03-33 U 42-85/190 vom 15.1.1985 festgelegt.

Abb. 36 Schwärzchen

36

2.7 SCHONGEBIET EHRENHAUSEN

(Verordnung des Landeshauptmannes von Steiermark vom 6. September 1978 zum Schutze der Wasserversorgungsanlage des Wasserverbandes Ehrenhausen.)

Das Schongebiet berührt die Gemeinden Gabersdorf, Obervogau, Vogau, St. Veit am Vogau und liegt auf den Blättern 190 Leibnitz, 191 Kirchbach, 207 Arnfels und 208 Mureck der OK 50.

2.7.1 Hydrogeologischer Überblick (Abb. 47)

Das Schongebiet Ehrenhausen liegt zur Gänze im Bereich quartärer grundwasserführender Schichten des Murtales, die sich in eiszeitliche Niederterrassen (Würm) und die murnahen holozänen Aussedimente gliedern lassen. Hydrogeologisch sind die Lockergesteine innerhalb des Schongebietes als einheitlich zu betrachten.

Diese jungen Flußablagerungen werden erst außerhalb des Schongebietes durch ältere Sedimente begrenzt: im E schließt an die Niederterrasse von Wagendorf eine älterquartäre (risikaltzeitliche) Hochterrasse an, die durch einen geringmächtigen, im allgemeinen nur spärlich grundwasserführenden Schotterkörper und eine auflagernde, meist lehmige Deckschicht von mehreren Metern Mächtigkeit charakterisiert ist. Reste älterer Terrassenbildungen finden sich auch jenseits der Mur bei Ehrenhausen im Bereich der Einmündung des Gamlitzbaches und bei Retznel. Die Begrenzung der grundwasserführenden Mursedimente bilden hier vor allem wasserstauende jungtertiäre Mergel und Tone (Unter-Baden). Eingeschaltet sind teilweise bedeutendere Leithakalkvorkommen bei Ehrenhausen und vor allem bei Retznel (Zementfabrik), die durch ihre Verkarstungsfähigkeit und die daraus folgende Neigung zu unterirdischer Entwässerung ausgezeichnet sind. An einigen Stellen wurden auch an der Basis der jungen Murtafüllung Leithakalke erbohrt, worauf noch hinzuweisen sein wird.

Sta 47 Prob. Karte

100

2.7.2 Wassergewinnungsanlagen

Schachtbrunnen in Vogau

Der Brunnenschacht hat einen Innendurchmesser von 3 m und eine Stahlbetonwandstärke von 0,20 m. Die Schachtwände bestehen aus wasserundurchlässigem Beton und weisen von 0,25 bis 0,50 m über der Brunnensohle konische Einlaßschlitze auf. Die Gesamttiefe des Brunnens beträgt 5,85 m. Die bewilligte Wasserentnahme (Kassensmenge) beträgt 16,0 l/s.

2.7.3 Die grundwasserführenden Schichten

Die Lockergesteine der Murtalfüllung lassen sich in mehrere Bereiche gliedern, wobei der größte Teil des Schongebietes von einer würmkaltzeitlichen Niederterrasse eingenommen wird (tiefere Teilflur). Im NE (westlich von Wagendorf) wird sie von einer höheren Teilflur um ca. 5 m überragt. Im W schließt an die Niederterrasse die Auzone der Mur (Würm bis Holozän) an.

2.7.3.1 Das Relief der Grundwassersohle (Abb. 48)

Der präquartäre Untergrund wird im betrachteten Bereich vor allem aus wasserstauenden Gesteinen des Jungtertiärs aufgebaut und ist daher als Grundwassersohle anzusehen. In erster Linie werden feinklastische Sedimente, wie Schluff, Tonmergel, Mergel, "Tegel" in den Bohrprofilen ausgewiesen. Selbst dort, wo Sande erbohrt wurden, sind diese als stauend zu betrachten, da sie entweder schluffig oder zu Sandsteinen verkittet sind (Abb. 48). Eine abweichende Bewertung müssen Fortsetzungen von Leithakalken unter die quartären Schotter nördlich von Retznei und Ehrenhausen erfahren, die auf Grund ihrer Verkarstungsfähigkeit zur Wasserführung geeignet sind und nicht als stauende Schichten betrachtet werden können. Diese Gesteine prägen das Relief des Untergrundes durch einen flachen Rücken, der sich von Retznei unter dem heutigen Murlauf gegen Ehrenhausen erstreckt, wo er spornartig ausläuft, wie auf Abb. 48 deutlich zu sehen ist.

Ein wahrscheinlich örtlich begrenztes Leithakalkvorkommen tritt zwischen Landscha und Wagendorf im Untergrund in Erscheinung. Auffallend ist, daß die Leithakalkbildungen auf Vollformen des Untergrund-Reliefs (flache Rücken und Sporne) beschränkt zu sein scheinen.

Abb. 48 Präparat des Mutesgundes

48

Topogr. + geolog. Mutesgund (siehe Abb. 47^a und
"Geolog. Karte")
+ Abb. 48

Im N dem heutigen Murlauf folgend zeichnet sich eine flache Rinne ab, die nördlich von Retznei in südöstliche Richtung das heutige Murknie abschneidet. Sie verläuft hier im südlichen Bereich des Schongebietes, wobei sie im Bereich des Förderbrunnens allerdings nicht sehr ausgeprägt in Erscheinung tritt.

2.7.3.2 Die quartären Lockergesteine (Abb. 49 und 50)

Die Mächtigkeiten der quartären Ablagerungen sind im südlichen Abschnitt des Schongebietes mit 6-7 m am größten; im Bereich des Förderbrunnens wurden noch 5,3 m festgestellt. Nach N hin ist eine Abnahme bis in den Bereich des oben erwähnten Leithakalkvorkommens zwischen Landscha und Wagendorf auf 2-3 m zu verzeichnen. Im östlichsten Abschnitt steigt die Quartärmächtigkeit auf über 7 m (nordwestlich von Wagendorf wurden 8,9 m erhoben), im Bereich der Mur wurden durchschnittlich 4-6 m gemessen.

Das größte Areal nehmen die beiden Teilfluren der Niederterrasse ein, wobei die ca. 5 m höher gelegene höhere Teilflur (Wagendorfer Terrasse), die in diesem Abschnitt des Murtales nur als schmale Leiste erhalten blieb, im NE spornartig in das Schongebiet hereinreicht. Flächenmäßig die größte Ausdehnung hat die tiefere Teilflur, die durch eine bis ca. 5 m hohe, großteils deutlich erkennbare Terrassenkante zur Austufe abfällt.

Der Terrassenkörper hat einen für fluvioglaziale Bildungen typischen Aufbau aus Schottern (vor allem Fein-, Mittel- bis Grobkiesfraktion) mit teilweise höherem Sandanteil bzw. mit meist kleinräumig auskeilenden Sandlinsen. Im Verein mit einer oft undeutlichen, aber immer vorhandenen horizontalen Schichtung ergeben sich dadurch sowohl vertikal als auch horizontal Unterschiede in der Zusammensetzung des Sedimentes, die die Grundwasserführung, vor allem die Fließgeschwindigkeiten beeinflussen können.

Detaillierte Angaben lassen sich den Autobahnbohrungen E 24 bis E 36 entnehmen. Der Übergang zwischen Tertiär und quartärem Schotterkörper ist häufig durch eine geringmächtige (20-40 cm) Übergangsschicht aus schluffig-kaoligem Lehm gekennzeichnet. Darüber folgt der Sand-Schotterkörper, dessen basaler Teil durchwegs aus sandigen Kiesen (vor allem Fein- bis Mittelkiese) besteht (1-3 m). In den höheren Partien überwiegt durchwegs die Sandkomponente, sie sind aber stark mit Fein- bis Grobkiesen, teilweise sogar mit Steinen durchsetzt. Während die feineren Anteile im grundwasserführenden Bereich gut ausgewaschen sind, weist das über dem Grundwasser-

Abb 48. Siedentisch und Höhe

20

Topogr.-geol. Hintergrund (siehe Abb. 47^a und
'geol. Karte')

+ Abb. 49

Att 50 People

AA

[The following text is extremely faint and largely illegible. It appears to be a list or a set of notes, possibly containing names and dates. Some faint words and numbers are visible, such as "11", "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19", "20", "21", "22", "23", "24", "25", "26", "27", "28", "29", "30", "31", "32", "33", "34", "35", "36", "37", "38", "39", "40", "41", "42", "43", "44", "45", "46", "47", "48", "49", "50", "51", "52", "53", "54", "55", "56", "57", "58", "59", "60", "61", "62", "63", "64", "65", "66", "67", "68", "69", "70", "71", "72", "73", "74", "75", "76", "77", "78", "79", "80", "81", "82", "83", "84", "85", "86", "87", "88", "89", "90", "91", "92", "93", "94", "95", "96", "97", "98", "99", "100".]

spiegel liegende Material meist einen schwachen Schluffanteil auf. Auch FABIANI 1971 weist darauf hin, daß allgemein die eher grauen, gut ausgewaschenen Schotter des Aquifers von den braunen, sandigen Schottern außerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches zu unterscheiden sind. Die Schotterkomponenten selbst haben ein frisches, wenig verwittertes Aussehen und bestehen hauptsächlich aus kristallinen Gesteinen, wie Quarzen, Gneisen, Amphiboliten, Glimmerschiefern und anderen Metamorphiten; Kalksteine sind ebenfalls vorhanden.

Die Oberfläche des Schotterkörpers bildet ein Kleinrelief, das von einer sandig-lehmigen oder lehmig-schluffigen Feinsedimentauflage bedeckt wird, deren Mächtigkeit zwischen 0,5 und 1,5 m schwanken kann. Darauf bildeten sich seicht- bis mittelgründige Braunerdeeböden.

In der Auzone kann auf Grund geomorphologischer und bodenkundlicher Kriterien die rezente von der subrezenten Au abgegrenzt werden.

Der Schotterkörper zeigt einen sehr ähnlichen Aufbau wie jener des Niederterrassenbereiches. In der rezenten Au, d.h. im regelmäßig überfluteten Bereich, liegen über den Schottern junge, kalkhaltige Schwemmsande von schwankender Mächtigkeit (meist um bzw. etwas mehr als 1 m). Die Oberfläche ist unruhig und von Altarmen und verlandeten Flußschlingen durchzogen. Diese nurnahen Bereiche sind meist bewaldet.

Die häufig durch eine deutliche Stufe (0,5 - 1 m) von der rezenten Au abgesetzte subrezente Au bleibt vor Überschwemmungen weitgehend verschont. Die lehmig-sandigen bzw. sandig-schluffigen Decksedimente über den Schottern sind bereits weitgehend entkalkt.

2.7.4 Das Grundwasser

2.7.4.1 Die Strömungsverhältnisse des Grundwassers (Abb.51 und 52)

Der von der Hydrographischen Landesabteilung (ROBR, Dr. I. CZERNY) vorgelegte Schichtenlinienplan vom 27.12.1982 (Abb.51) repräsentiert einen mittleren Grundwasserstand und läßt u.a. Aussagen über Strömungsrichtungen und Gefälle des Grundwasserspiegels zu. Es wird deutlich, daß das Grundwasser im Nordteil des Schengebietes, bedingt durch die spornartige Hochlage des tertiären Untergrundreliefs, sowohl nach SW zur Mur hin als auch in südliche Richtung abfließt. Erst im Obervogau setzt sich im Bild der Schichtenlinien eine südöstliche Richtung allgemein durch. Das Spiegelgefälle verringert sich von durchschnittlich 4 ‰ im nördlichen Teil auf 1,1 - 2 ‰ (im Durchschnitt 1,5 ‰) im südlichen Abschnitt.

Abb. 51 GII - Spiegel

133

Topogr. - geol. Untergrund (siehe Abb. 47^a und
"Geol. Karte")

+ Abb. 51

Topogr.-geol. Karte (ohne Abb. 47^a und Geol. Karte⁹)

+ Abb. 52

Auf Grund des relativ starken Ansteigens des Tertiärreliefs gegen N und der damit verbundenen Abnahme der Aquifermächtigkeit ergibt sich für den nördlichen Grenzbereich des Schöngobletes eine Grundwassermächtigkeit von nur ca. 1 m oder weniger. Gegen S zu nimmt sie bis auf die Höhe von Obervogau auf ca. 3 m zu und beträgt im äußersten SE ca. 4 m. Im Bereich der Förderanlage sind es 3 - 3,5 m. Die angegebenen Mächtigkeiten beziehen sich auf den mittleren Grundwasserstand vom 27.12.1982.

2.7.4.2 Die hydraulischen Eigenschaften des Grundwasserleiters

Aus dem Schichtenlinienplan ergibt sich die Anströmrichtung aus NW, das Grundwassergefälle beträgt in Anströmrichtung durchschnittlich 1,3 ‰.

FABIANI 1974 versucht, einen k_f -Wert aus in den Wasserrechtsbescheiden angeführten Pumpversuchen zu errechnen und kommt auf Werte zwischen $1,8 \cdot 10^{-2}$ und $5 \cdot 10^{-2}$ m/s, woraus sich Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 2,14 und 6,67 m/d ergeben. Er hält diese Werte aber auf Grund schlecht abgesicherter Parameter für wenig realistisch und rechnet für die Ermittlung der 60 Tage-Grenze mit Fließgeschwindigkeiten von 7-15 m/d.

Ein von KAISER 1986 durchgeführter und ausgewerteter Pumpversuch ergab einen k_f -Wert zwischen $1,5$ bis $2,0 \cdot 10^{-2}$ m/s, als effektives Porenvolumen wird 35 % angegeben.

Legt man ein mittleres Grundwasserspiegelgefälle in Anströmrichtung von 1,3 ‰ zugrunde, lassen sich Abstandsgeschwindigkeiten zwischen 6,7 und 8 m/d errechnen.

2.7.4.3 Die Qualität des Grundwassers

Tab. 22:	WASSERVERBAND EHRENHAUSEN BRUNNEN VOGAU	24.04. 79	02.07. ¹⁾ 79	13.06. ²⁾ 80	14.11. 81	28.04. 83	08.07. 84	14.03. 85	01.04. ³⁾ 88
	pH-Wert	7,6	8,2	7,4	7,2	7,2	7,4	7,1	7,17
	elekt. Leitfähigkeit (μS)	-	-	-	-	-	507	-	507 (25 °C)
	Gesamthärte (° dH)	18,7	19,9	20,9	19,9	18,4	17,9	19,0	19,0
	Karbonathärte (° dH)	12,9	16,8	19,7	13,2	12,0	11,4	12,0	10,1
	Chlorid (mg/l)	18,0	27,4	22,6	30,6	32,3	24,8	28,0	29,8
	Nitrat (mg/l)	88,0	25,7	69,1	26,2	32,2	32,1	90,6	88,0
	Oxidierbarkeit (KMnO ₄ , mg/l)	-	4,4	2,5	1,2	2,2	2,0	3,2	1,9

¹⁾ Entnahme in Lenggg

²⁾ Entnahme in Gemlitz

³⁾ Entnahme in der Volksschule Ehrenhausen

2.7.5 Der Schutz des Grundwassers

2.7.5.1 Schützende Deckschichten (Abb.53)

Die Mächtigkeit der Grundwasserüberdeckung bezieht sich wiederum auf den mittleren Stand vom 27.12.1982. Sie schwankt im Bereich der Niederterrasse zwischen 2 und über 4 m und geht in der Auzone - besonders im nordwestlichen Teil des Schongebietes - auf weniger als 3 m zurück.

Der außerhalb des Grundwasserschwankungsbereiches teilweise schwach schluffige Schotter-Sandkörper wird - wie erwähnt - von einer in der Mächtigkeit stark wechselnden Feinsedimentauflage bedeckt, die aber örtlich auch völlig fehlen kann.

Die Böden des Niederterrassebereiches sind seicht- bis mittelgründige silikatische Lockersediment-Braunerden, die durchwegs eine mittlere Schutzwirkung aufweisen. Im Aubereich kommt den Böden eine ähnliche Schutzwirkung hinsichtlich des Grundwassers zu. In der subrezentem Au treten vor allem braune und graue Auböden mit unterschiedlichem Kalkgehalt aus sandigem Schwemmaterial (mittel- bis tiefgründig) und örtlich in Rinnen und Mulden typische kalkhaltige Gleyböden auf.

Schlechter zu bewerten sind die Böden der rezenten Auzone (geringe Schutzwirkung). Es sind dies kalkige, verbrauchte Graue Auböden aus sandigem Schwemmaterial, die nur eine geringe Speicherkraft und sehr hohe Durchlässigkeit aufweisen.

2.7.5.2 Altlasten im Einzugsgebiet (Abb.54)

Innerhalb der Schongebietsgrenzen liegen einige heute zum Großteil nicht mehr in Betrieb befindliche Schottergruben im Gemeindegebiet Obervogau und St. Velt am Vogau. Die beiden größeren an der E-Grenze werden als Fischteich (N-Grube) bzw. als Badeteich mit Campingplatz genutzt (Plank-See).

In der westlich anschließenden Grube nördlich der Straße Wagendorf - Obervogau wurde 1981 noch bis unter den Grundwasserspiegel Schotter abgebaut, heute wird sie als Privatgrundstück mit Teich genutzt.

Mehrere heute zum Großteil aufgelassene Gruben liegen bereits außerhalb des Schongebietes im Gemeindegebiet von Vogau östlich der Landschaftsallee.

Innerhalb des Schongebietes sind keine Müllablagerungen bekannt. Ca. 300 m außerhalb der nördlichen und ca. 750 m außerhalb der östlichen Begrenzung wurden 1981 kleinere Mülldeponien in alten Schottergruben festgestellt.

Abb. 13 G4-Übersicht

~~13~~

Topogr.-geol. Unterlage (ohne Abb. 47^a und 'Geol. Karte',
+ Abb. 53)

Abb. 54 Altkarte
54 ~~1/2~~

54

Topogr. - geolog. Überlage (ohne Abb. 47^a und 'geol. Karte')

+ Abb. 54

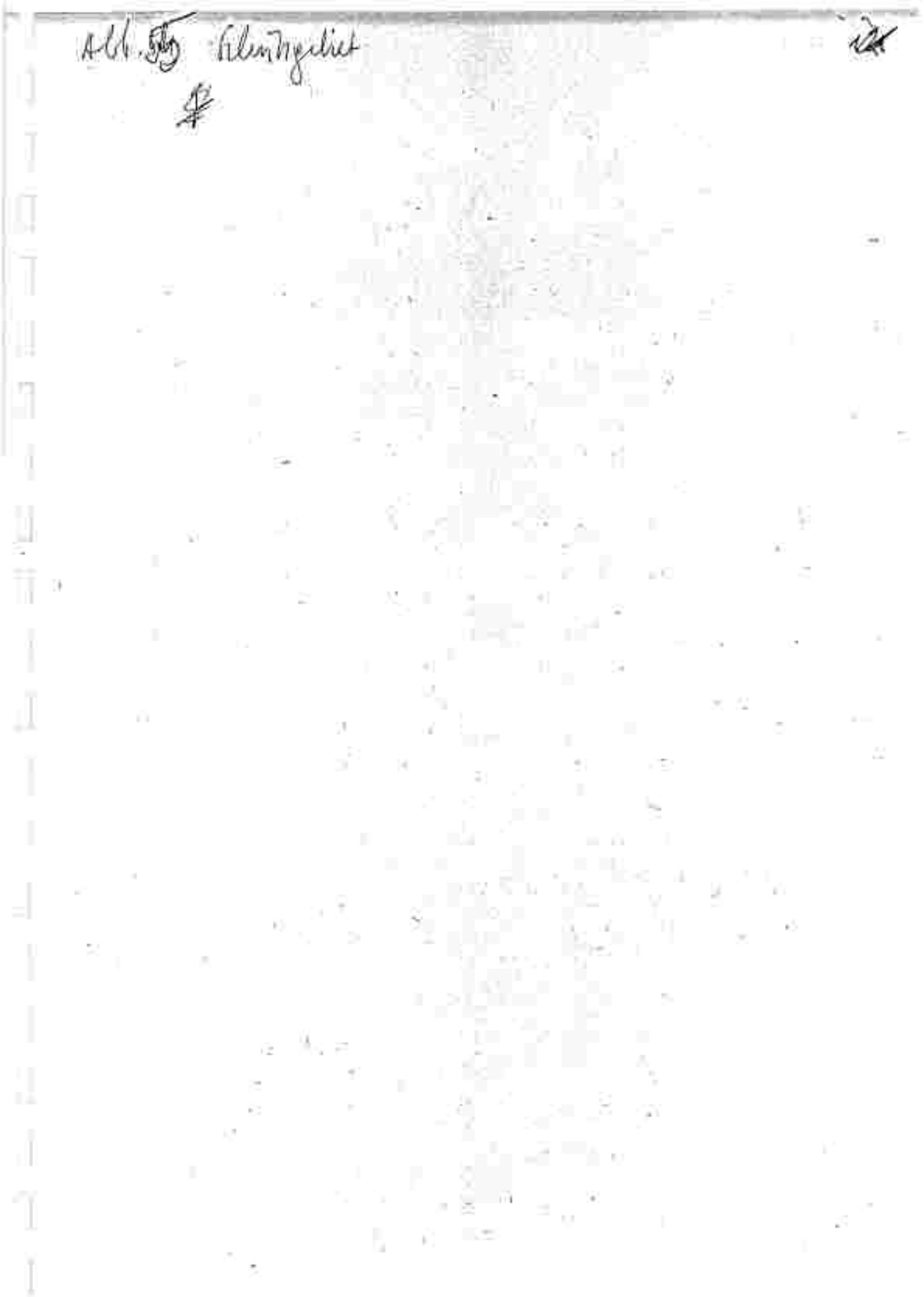
2.7.5.3. Die Schutzgebiete der Wassergewinnungsanlagen (Abb. 55)

Die Schutzgebiete wurden mit Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Leibnitz, GZ.: 8 E 3/7 vom 21. Februar 1955 (engeres und weiteres Schutzgebiet) und mit Bescheid des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, GZ.: 3-348 E 7/27 - 1972 vom 23. August 1972 (Erweiterung des engeren Schutzgebietes) festgelegt.

Alt. 5th Film Project

\$

124



3. LITERATUR

- ANDERLE, N.: Hydrogeologie des Murtales. - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl. 12, Graz 1969.
- ARBEITER, I.: Systematische Grundwasserbeobachtung in der Steiermark. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb. Landesmus.Joanneum, 30, 15-33, Graz 1978.
- ARBEITER-CZERNY, I. & UNTERSWEIG, Th.: Quartärgeologische und hydrologische Untersuchungen. In: Naturraumpotentialkarten der Steiermark, "Mittleres Murtal". - Univ.Proj.Ber., Graz 1985.
- BATSCHKE, H. et al.: Ergebnisse der vergleichenden Markierungsversuche im Mittelsteirischen Karst 1966. - Steir.Beltr.Hydrogeol., 18/19, 331-404, Graz 1967.
- BERNHART, L.: Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld. - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl., 24, Graz 1973.
- BERNHART, L., FABIANI, E., KAUDERER, E., ZETINIGG, H. & ZOTL, J.: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfstand 1973). - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl., 29, Graz 1974.
- DEUTSCHMANN, E.: Technischer Bericht. Brunnen-Neuherstellung des Wasserverbandes Ehrenhausen. - Univ.Gutachten, Untervogau 1972.
- EBNER, F.: Geologische Karte des Mittleren Murtales (Bezirke Graz, Graz-Umgebung und Teile des Bezirkes Bruck/Mur) 1:50 000. - Mitt.Ges.Geol.u.Bergbaustud.Österr., 29, Wien 1983.
- Erläuterungen zur geologischen Basiskarte 1:50 000 der Naturraumpotentialkarte "Mittleres Murtal". - Mitt.Ges.Geol.u.Bergbaustud.Österr., 29, Wien 1983.
- EISENHUT, M.: Bodenbedeckung des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze. - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl., 20, 75-121, Graz 1971.
- FABIANI, E.: Die Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze mit Erläuterungen zur geologischen Grundkarte. - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl., 20, 7-74, Graz 1971.
- Wasserverband Ehrenhausen, Schongebiet für Schachtbrunnen auf Grundstück Nr. 1351/2, KG Untervogau. - Hydrogeologisches Gutachten, unv., Graz 1974.
 - Grundwasseruntersuchungen im "Unteren Murtal". - Ber.wasserwirtschaftl.Rahmenpl., 39, 5-94, Graz 1978.
 - Über die Bedeutung des Quartärs für die Wasserwirtschaft. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb. Landesmus.Joanneum, 39, 35-55, Graz 1978.
 - Bericht zur hydrogeologischen Situation des Leibnitzer Feldes. - Univ.Gutachten, o.J.

- FESSLER, H.: Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Spielfeld auf das Grundwasser. - Ber.wasserwirtsch.Rahmenpl., 67, Graz 1985.
- FLUGEL, H.: Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes (Steiermark). - Mitt.Österr.Geogr.Ges., 102, 52-64, Wien 1960.
- Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100 000. - Geol. B.-A., Wien 1960.
- FLUGEL, H.W.: Erläuterungen zur Geologischen Wanderkarte des Grazer Berglandes 1:100 000. - Mitt.Abh.Geol.Paläont.Bergb. Landesmus. Joanneus, SH1, Graz 1975.
- FLUGEL, H.W. & NEUBAUER, F.R.: Geologische Karte der Steiermark 1:200 000. - Geol.B.-A., Wien 1984.
- Geologie der österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. Steiermark, Erläuterungen zur Geologischen Karte der Steiermark 1:200 000. - Geol.B.-A., Wien 1984.
- GEOTECHNISCHES INSTITUT Bern: Wasserwerk Friesach, Hydrogeologie I, II und III. - Univ.Ber., 1979-1982.
- Kraftwerk Weinzödl, Hydrogeologie I, II und III. - Univ.Ber., 1977-1978.
 - Wasserwerk Andritz, Grundwassersimulation. - Univ.Schlußber., 1979.
 - Wasserwerk Feldkirchen, Hydrogeologie I und II. - Univ.Ber., 1979-1981.
 - WV Umland Graz, Wasserwerk Kalsdorf, Grundwassersimulation. - Univ.Ber., 1984.
- GOLLNER, A.: Technischer Bericht zum Projekt Erweiterung der Wasserversorgungsanlage des Wasserverbandes Ehrenhausen. - Univ.Gutachten, Graz 1973.
- GRAZER STADTWERKE AG: Wasserversorgung. - Broschüre 1983.
- HADITSCH, J.G.: Bericht über eine hydrogeologische Aufnahme des Steinkogel-Frauenkogel-Zuges nordwestlich von Graz. - Steir.Beitr. Hydrogeol. NF 1963/64, 155-174, Graz 1964.
- HANSELMAYER, J.: Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XVIII. Erster Einblick in die petrographische Zusammensetzung steirischer Würmglazialschotter (speziell Schottergrube Don Bosco, Graz). - Sitz.Ber.Österr.Akad.Wiss., mathem.-naturwiss.Kl.I, 171.Bd., 1 u. 2, 41-78, Wien 1962.
- Beiträge zur Sedimentpetrographie der Grazer Umgebung XIX. Petrographie der Schotter aus der Würmterrasse von Friesach-Gratkorn. - Mitt.naturwiss.Ver.Steierm., 93, 137-158, Graz 1963.
- HULTING, B.: Hydrogeologie. Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. - 340 S., Stuttgart 1980.

- HÖNIG, H.: Refraktionsseismische Erkundung der verdeckten Felsoberfläche im Bereich des Murtales zwischen Judendorf und Gösting nördlich Graz. - Mitt.Inst.f.Baugeol., H1, Graz 1978.
- HÖBEL, G., SUETTE, G. & UNTERSWEIG, Th.: Naturraumpotentialkarten der Steiermark. Rohstoffsicherungskarte Oberes Murtal I. - Univ. Proj.Ber., Graz 1985.
- JANSCHKE, H.: Die refraktionsseismischen Messungen im Unterlauf des Obelhahtales (Mittelsteiermark). - Steir.Beitr.Hydrogeol., 21, 27-36, Graz 1960.
- KAISER, Ch.: Bestimmung der hydrologischen Parameter im Einzugsbereich des Brunnens Vogau des Wasserverbandes Ehrenhausen. - Univ. Gutachten, Graz 1986.
- KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. - Mitt.Geol.Ges.Wien, 57, 479-632, Wien 1965.
- LEDITZKY, H.P.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im südlichen Grazer Feld und im unteren Kalnachtal. - Univ.Ber., Graz 1975.
- LEDITZKY, H.P. & ZOJER, H.: Zur Hydrogeologie der Kaiserwaldterrasse. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb. Landesmus.Joanneum, 39, 85-95, Graz 1978.
- LENGYEL, W.: Bericht über die im Brunnenfeld Winkl ausgeführten Erschließungsarbeiten und den vom 14. 8. bis 24. 8. 1973 durchgeführten Pumpversuch. - Univ.Gutachten, Wien 1973.
- MATHESS, G.: Lehrbuch der Hydrogeologie. Die Beschaffenheit des Grundwassers. Bd. 2. - Borntraeger, Berlin-Stuttgart 1973.
- MAURIN, V.: Der Untergrund der Mürbrücken in der Grazer Innenstadt. - Mitt.naturwiss.Ver.Steierm., 86, 72-79, Graz 1956.
- Hydrogeologische Untersuchungen im Grazer Bergland und deren Wert für die Versorgungswasserwirtschaft. - Habil.Schrift, TH Graz, 240 S., Graz 1960.
 - Hydrogeologie und Verkarstung. In: FLUGEL, H.W.: Die Geologie des Grazer Berglandes. - Mitt.Abt.Geol.Paläont.Bergb. Landesmus. Joanneum, 23, 173-195, Graz 1961.
- MAURIN, V. & ZÜTL, J.: Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. I. Ergebnisse und Erfahrungen bei der Untersuchung der unterirdischen Karstwässer im Raume des Buchkogels bei Graz. - Steir.Beitr.Hydrogeol., H.F., Jg.1959, H 1/2, 11-34, Graz 1959.
- Gutachtliche Stellungnahme zur Frage der Schongebietsgrenzen für das Wasserwerk Graz-Andritz. - Univ.Gutachten, Graz 1964.
 - Der Andritzsprung. Meßergebnisse zur Charakteristik einer großen Karstquelle am Stadtrand von Graz. - Steir.Beitr.Hydrogeol., 24, 111-137, Graz 1972.

- MOHR, H.: Die Baugrunduntersuchung für die neue Kalvarienbrücke in Graz, ihre Ergebnisse und prognostische Auswertung. - Jb.Geol.B.-A., 77, 63-80, Wien 1927.
- NEMECEK, E.P.: Grundwasserfeld Gratkorn. - Univ.Gutachten, Graz 1966.
- Pumpversuch in Wagna. - Univ.Gutachten, 1967.
 - Wasserhoffnungsgebiet Leoben-Winkl. - Univ.Ber.u.Gutachten, Graz 1970.
- NIEDERL, H.: Überraschende Ergebnisse von Grundwasserentnahmen im südlichen Grazer Feld. - Steir.Beitr.Hydrogeol., 24, 57-69, Graz 1972.
- NOVAK, J.: Wasserversorgung Deutschfeistritz, Pumpversuche in den Bohrungen B 4.22, B 4.23, B 4.24. - Univ.Gutachten, Graz 1971.
- ÖSTERREICHISCHE BODENKARTIERUNG: Bodenkarte 1:25 000, Kartierungsbereich 20 Leibnitz; mit Erläuterungen. - BMLF, Wien 1974.
- Bodenkarte 1:25 000, Kartierungsbereich 31 Wildon; mit Erläuterungen. - BMLF, Wien 1976.
 - Bodenkarte 1:25 000, Kartierungsbereich 78 Graz-Süd; mit Erläuterungen. - BMLF, Wien 1981.
 - Bodenkarte 1:25 000, Kartierungsbereich 86 Graz-Nord; mit Erläuterungen. - BMLF, Wien 1982.
 - Bodenkarte 1:25 000, Kartierungsbereich 53 Leoben-Eisenerz; mit Erläuterungen. - BMLF, Wien 1978.
- POSCHL, M., SUETTE, G. & UNTERSWEIG, Th.: Naturraumpotentialkarten Bezirk Leibnitz, geogener Teil. - Univ.Proj.Ber., Graz 1982.
- RAMSPACHER, P.: Ökologische Probleme der Schottergruben im Bereich des Grazer Feldes. - Univ.Diss., Graz 1977.
- SCHICKOR, G.: Hydrogeologie und Hydrochemie von Graz-Nord. - Steir. Beitr.Hydrogeol. 34/35, 55-106, Graz 1983.
- Quantitative und qualitative Grundwasserbewirtschaftungskonzepte für die Wasserwerke der Stadt Graz (Methodik, Grundlagen und Randbedingungen). - Gas/Wasser/Wärme 38, 242-556, 1984.
- SEHLMEIER, H. & HONIG, H.: Geophysikalische Untersuchungen im südlichen Grazer Feld. - Steir.Beitr.Hydrogeol., 26, 49-59, Graz 1974.
- SUETTE, G. & UNTERSWEIG, Th.: Geologische Karte der Republik Österreich, 208 Mureck. - Geol.B.-A., Wien 1985.
- STINY, J.: Vorläufiges geologisches Gutachten betreffend die Ergänzung der Wasserversorgung der Stadt Graz. - Univ.Gutachten, Wien 1942.
- STINY, J. & CZERMAK, F.: Geologische Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt 5054, 1:75 000, Leoben-Bruck/Mur. - Geol.B.-A., Wien 1932.

- THURNER, A.: Geologisches Gutachten über die Wasserversorgung von Hinterberg bei Leoben. - Unv. Gutachten, Graz 1956.
- Gutachten über das Einzugs- und Schutzgebiet des Wasserwerkes Graz-Andritz. - Unv. Gutachten, Graz 1957.
 - Hydrogeologie. - Wien-New York 1967.
- WEBER, F.: Die refraktionsseismischen Messungen in der Murebene bei Friesach. - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 7, 20-38, Graz 1965.
- Die refraktionsseismischen Messungen im Murtal zwischen Peggau und Eggenfeld (Mittelsteiermark) und ihre Bedeutung für die hydrogeologische Erforschung der quartären Schotterbecken. - Steir. Beitr. Hydrogeol., 21, 5-25, Graz 1969.
 - Beiträge zur Anwendung geophysikalischer Methoden bei Problemen der Angewandten Geologie. - Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, H. 30, Graz 1976.
 - Bericht über refraktionsseismische Messungen bei Weinzödl/Steiermark. - Unv. Gutachten, Leoben 1977.
- WESSIAK, W.: Grundwassererkundung "Unteres Murtal" (Hydrologisches Schlußgutachten). - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 39, 95-117, Graz 1978.
- Folgenutzung der Schottergruben im westlichen Leibnitzerfeld. Schaffung von hydrologischen Grundlagen. Hydrologischer Zwischenbericht. Graz 1986.
 - Folgenutzung der Schottergruben im westlichen Leibnitzerfeld. Schaffung von hydrologischen Grundlagen. Dauerpumpversuche im Raum Leibnitz. Hydrologisches Gutachten. Graz 1986a.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. - Denkschr. Österr. Akad. Wiss. 110/1, Wien 1955.
- Geologisches Kräftespiel und Landformung. - Wien 1957.
- WINKLER-HERMADEN, A. & SCHOKLITSCH, K.: Studienergebnisse zur jüngsten Quartärgeschichte im Bereich der unteren steirischen Mur. - Mitt. naturwiss. Ver. Steierm., 93, Graz 1963.
- ZETINIGG, H.: Die Geologie des Grundwasserfeldes von Friesach. - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 7, Graz 1966.
- Hydrogeologisches Gutachten zur Erweiterung der Brunnenanlage des Wasserverbandes Ehrenhausen. - Unv. Gutachten, Graz 1971.
 - Die Hydrogeologie des südöstlichen Grazer Feldes. - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 22, 25-62, Graz 1973.
 - Bemerkungen zu den geologischen Grundlagen der Schongebiete kommunaler Wasserversorgungsanlagen in Steiermark. - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 36, 15-71, Graz 1977.

- ZETINIG, H.: Grundwasseruntersuchungen in der Steiermark. - Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmus. Joanneum, 39, 109-139, Graz 1978.
- Die Messungen der Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im Mur- und Mürztal. - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., 62, Graz 1983.
- ZOTL, J.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Raume des Buchkogelzuges bei Graz. - Steir. Beitr. Hydrogeol., Bd. 6, 24-31, Graz 1953.
- Die hydrogeologischen Verhältnisse des Plabutsch-Kollerbergzuges bei Graz. - Steir. Beitr. Hydrogeol., N.F., Jg. 1958, H 1/2, 77-82, Graz 1958.
 - Gutachtliche Äußerung zur Abgrenzung des Schutzgebietes des Wasserwerkes Leibnitz. - Univ. Gutachten, Graz 1965.
 - Das Grundwasser im Leibnitzer Feld (Steiermark). - Steir. Beitr. Hydrogeol., 20, 99-151, Graz 1968.
 - Die hydrogeologischen Grundzüge des Landes. In: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfstand 1973), - Ber. wasserwirtsch. Rahmenpl., Bd. 29, 9-20, Graz 1974.
- ZWITTNIG, L.: Beeinflussung des Grundwassers durch Mülldeponien. Eine Studie über die zunehmende Aufhärtung des Grundwassers, hervorgerufen durch Schüttung von Müll in grundwassernahen Deponien (Schottergruben) im Bereich des Grazer Feldes. - Steir. Beitr. Hydrogeol. 15/16, 91-106, Graz 1964.

QUELENNACHWEIS für die Bohrdaten:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung

Hydrographische Landesabteilung

Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung

Zentrale Bodenprüfstelle

Landesmuseum Joanneum

Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau

Mineralogisch-geologischer Landesdienst (Bohrarchiv)

STEWEG

STEG

Grazer Stadtwerke AG

div. Bohrfirmen