

Hydrogeologie des Salzburger Beckens

Studie über den geologischen Aufbau des Salzburger Beckens mit Rücksicht auf die hydrogeologischen Verhältnisse des Grundwasserkörpers zwischen Paß Lueg—Golling—Hallein—Stadt Salzburg—Oberndorf, mit Hinweisen auf Gewinnungsmöglichkeiten von Trinkwasser¹.

Von H. BRANDECKER (Salzburg)

Inhalt

Einleitung

1. Lage, Größe und Abgrenzung des Talbeckens
2. Zur Geologie des Beckenrahmens
3. Der Aufbau der Beckenfüllungen
4. Der Grundwasserkörper
 4. 1. Allgemeines
 4. 2. Art und Ausdehnung des Grundwasserkörpers
 4. 3. Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers
 4. 4. Eigenschaften des Grundwasserleiters
 4. 5. Allgemeines über die Grundwasserbewegungen
 4. 6. Zur Frage der Grundwassererneuerung
 4. 7. Der Flurabstand des Grundwasserspiegels
 4. 8. Die Beschaffenheit des Grundwassers
 4. 9. Die Grundwassertemperaturen
5. Genutzte Talgrundwasservorkommen und mögliche Erweiterungen
 5. 1. Allgemeines
 5. 2. Beschreibung der Grundwasserprovinzen
 5. 3. Überlegungen zur Gesamtförderung

¹ Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster.

6. Das Trinkwasserhoffnungsgebiet „Salzburger Becken Süd“

7. Zusammenfassung

8. Verwendete Unterlagen

8. 1. Topographische Karten
8. 2. Geologische Karten
8. 3. Literatur
8. 4. Unveröffentlichte Gutachten

Summary

Verzeichnis der Textfiguren und Tafeln im Anhang

Textfiguren:

- Fig. 1: Übersicht über das Salzburger Becken. Einzugsgebiete, Talrand.
- Fig. 2: Der südliche Teil des Salzburger Beckens (Blick gegen das Hagengebirge).

Tafeln im Anhang:

A. Geologische Karten (mit Aufschlußbohrungen)

- Tafel I: Blatt Süd: Golling—Hallein
Tafel II: Blatt Mitte: Hallein—Salzburg
Tafel III: Blatt Nord: Anthering—Oberndorf

B. Hydrogeologische Karten (mit Brunnen, Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, Grundwasseroberflächengleichen [Isohypsen], Flurabständen, Hoffnungsgebieten usw.)

- Tafel IV: Blatt Süd: Golling—Hallein
Tafel V: Blatt Mitte: Hallein—Salzburg
Tafel VI: Blatt Nord: Anthering—Oberndorf

C. Geologische Profile

- Tafel VII: Geologischer Salzach-Längenschnitt (Paß Lueg—Salzburg—Oberndorf)
- Tafel VIII: Geologische Querprofile 1 und 2
Tafel IX: Geologische Querprofile 3 und 4
Tafel X: Geologische Querprofile 5 und 6
Tafel XI: Geologische Querprofile 7 und 8
Tafel XII: Geologische Querprofile 9 und 10
Tafel XIII: Geologische Querprofile 11 und 12
Tafel XIV: Geologische Querprofile 13 und 14
Tafel XV: Geologische Querprofile 15 und 16
Tafel XVI: Geologische Querprofile 17 und 18

Einleitung

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung Wasserwirtschaftskataster, befaßt sich — in Zusammenarbeit mit den Bundesländern — seit einigen Jahren sehr intensiv mit der Erforschung der in Österreich vorhandenen Trinkwasserreserven. Im Rahmen dieser Untersuchungen werden hydrogeologisch oder geographisch abgrenzbare Gebiete einer allgemeinen Beurteilung unterzogen. Neben der Erfassung vorhandener und nutzbarer Karstwasservorräte, von denen besonders jene in den großen Bergstöcken der Nördlichen Kalkalpen verfolgungswürdig sind, verdienen auch die wasserspeichernden Schotterkörper der Talbeckenfüllungen Beachtung¹. Für den rasch wachsenden Siedlungsraum des Salzburger Beckens ist von Bedeutung und baldmöglichst zu klären, ob im Taluntergrund noch gewinnbare Grundwasserreserven vorhanden sind. Dabei richtet sich das Augenmerk zwangsläufig auf den Südteil des Salzburger Beckens, zumal die den Verbrauchszentren nahe gelegenen, als Trinkwasser geeigneten Grundwasservorkommen schon weitgehend genützt werden oder sich bereits in Aufschließung befinden.

Der Verfasser wurde seitens des obgenannten Ministeriums beauftragt, die geologischen und hydrogeologischen Voraussetzungen im gesamten Beckenbereich zu erkunden und Hinweise über Trinkwasserhoffungsgebiete zu geben. Die vorhandenen Brunnen und Pumpenanlagen sowie deren Entnahmemengen wurden von Dipl.-Ing. H. RÖSSLER, Zivilingenieur für Bauwesen, Salzburg, unter Mitarbeit von Hofrat

¹ Für das an das Salzburger Becken anschließende, daher für Stadt und Land besonders interessante Tennengebirge sind in den Jahren 1967 bis 1970 von B. TOUSSAINT und 1972/73 von O. KECK, Universität Karlsruhe, unter der Obhut des Direktors der Lehrkanzel Geologie II, Prof. Dr. V. MAURIN, umfangreiche hydrogeologische Untersuchungen durchgeführt worden, über deren Ergebnis gesondert berichtet werden wird.

Mit dem Gebiet des Untersberges und dem Hochkönig hat sich vor allem Dr. F. BAUER, Direktor des Speläologischen Instituts, Wien, befaßt.

Der Dachstein wurde insbesondere von Prof. Dr. J. ZÖTL und Dir. Doktor F. BAUER bearbeitet.

Über das Steinerne Meer liegen karsthydrogeologische Untersuchungen im Rahmen des Baues des Dießbachkraftwerkes durch Dr. H. BRANDECKER, Prof. Dr. V. MAURIN und Prof. Dr. J. ZÖTL aus den Jahren 1963/64 vor.

Eine über das größte Karstmassiv Österreichs sich erstreckende Studie bezüglich nutzbarer Trinkwasservorräte wurde — nach Vorarbeiten durch Prof. Dr. V. MAURIN und Prof. Dr. J. ZÖTL — im Jahre 1971/72 für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft/Wasserwirtschaftskataster durch Dr. H. BRANDECKER und Prof. Dr. J. ZÖTL erstellt.

Weitere karsthydrogeologische Arbeiten in Österreich betrafen das Hochschwabgebiet (Dir. Dr. F. BAUER und Prof. Dr. J. ZÖTL), die Rax (Dir. Dr. F. BAUER und Dr. T. GÄTTINGER) sowie das Warscheneckgebiet (B. KRAUTHAUSEN). Schließlich erfuhr die Nordkette (Mühlauer Wasserversorgung für die Stadt Innsbruck) schon frühzeitig durch Dr. O. AMPFERER eine hydrogeologische Erkundung.

Dipl.-Ing. M. RÖSSLE, erhoben; die Wassertemperaturmessungen und Kontrollen der Grundwasserstände in den Jahren 1971 und 1972 sowie die Auswertung der Grundwasserhöhengleichen wurden durch den Hydrographischen Dienst der Salzburger Landesregierung (unter der Leitung von Oberamtsrat Ing. PRODINGER) vorgenommen.

Das vom Auftraggeber von diesen Untersuchungen erwartete Ziel sollte zunächst sein, allein aufgrund bereits vorhandener natürlicher Bodenaufschlüsse, Brunnen, Grundwasserbohrungen und Aufschlußbohrungen für verschiedene Gründungen einen generellen Einblick in die hydrogeologischen Verhältnisse zu erlangen. Gezielte Untersuchungen sollen erst nach Vorliegen der ersten Erhebungen und einvernehmlich mit allen mit der Trinkwasserversorgung befaßten öffentlichen Stellen und Privaten durchgeführt werden.

Obzwar die bisherigen Erkundungen noch kein abschließendes Urteil über sichere Trinkwasservorräte großen Ausmaßes zulassen und im besonders hoffnungsvollen südlichsten Teil des Salzburger Beckens genauere Daten noch fehlen, können schon jetzt gewisse Rückschlüsse auf vorhandene Grundwasserkörper gezogen werden. Diese ersten Feststellungen wie auch die z. T. neuen Erkenntnisse über den Aufbau der Talfüllungen des Salzburger Beckens im Zuge der Auswertung neuerer tiefer Aufschlußbohrungen lassen eine Veröffentlichung der bisherigen Untersuchungsergebnisse mit dem Ziel einer Information eines größeren Kreises der an diesen hydrogeologischen Problemen Interessierten zweckmäßig erscheinen.

Für die Genehmigung der Veröffentlichung der erarbeiteten, im Gutachten des Verfassers vom 12. Dezember 1973 bereits teilweise verwerteten hydrogeologischen Unterlagen sei dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung Wasserwirtschaftskataster (Ministerialrat Dipl.-Ing. Dr. SCHMIDT und Ministerialrat Dipl.-Ing. DOHLHOFER) bestens gedankt. Mein Dank gilt auch Herrn Landesbaudirektor Hofrat Dipl.-Ing. WILLOMITZER und Hofrat Dipl.-Ing. MITTELLEHNER von der Salzburger Landesregierung, welche die Arbeiten und deren Freigabe für die Drucklegung unterstützten. Dem Land und der Stadt Salzburg wird schon jetzt für die in Aussicht gestellte finanzielle Beteiligung an den Druckkosten bestens gedankt. Schließlich gebührt mein Dank der „Vereinigung für hydrogeologische Forschungen in Graz“ und dem Schriftleiter, Hochschulprofessor Dr. Josef ZÖTL, für die Veröffentlichung dieser Untersuchungsergebnisse in der Schriftenreihe „Steirische Beiträge zur Hydrogeologie“.

Sehr wesentliche Unterstützung fand der Verfasser durch Bereitstellung von Aufschlußergebnissen durch die Salzburger Landesregierung (Wasserbau- und Brückenbauabteilung), die Salzburger Stadtwerke (Dir. Ing. EGGER, Wasserwerk), die Salzburger Elektrizitätswerke (SAFE) und durch die Bohrfirma INSOND, Salzburg, wofür ebenfalls gedankt wird.

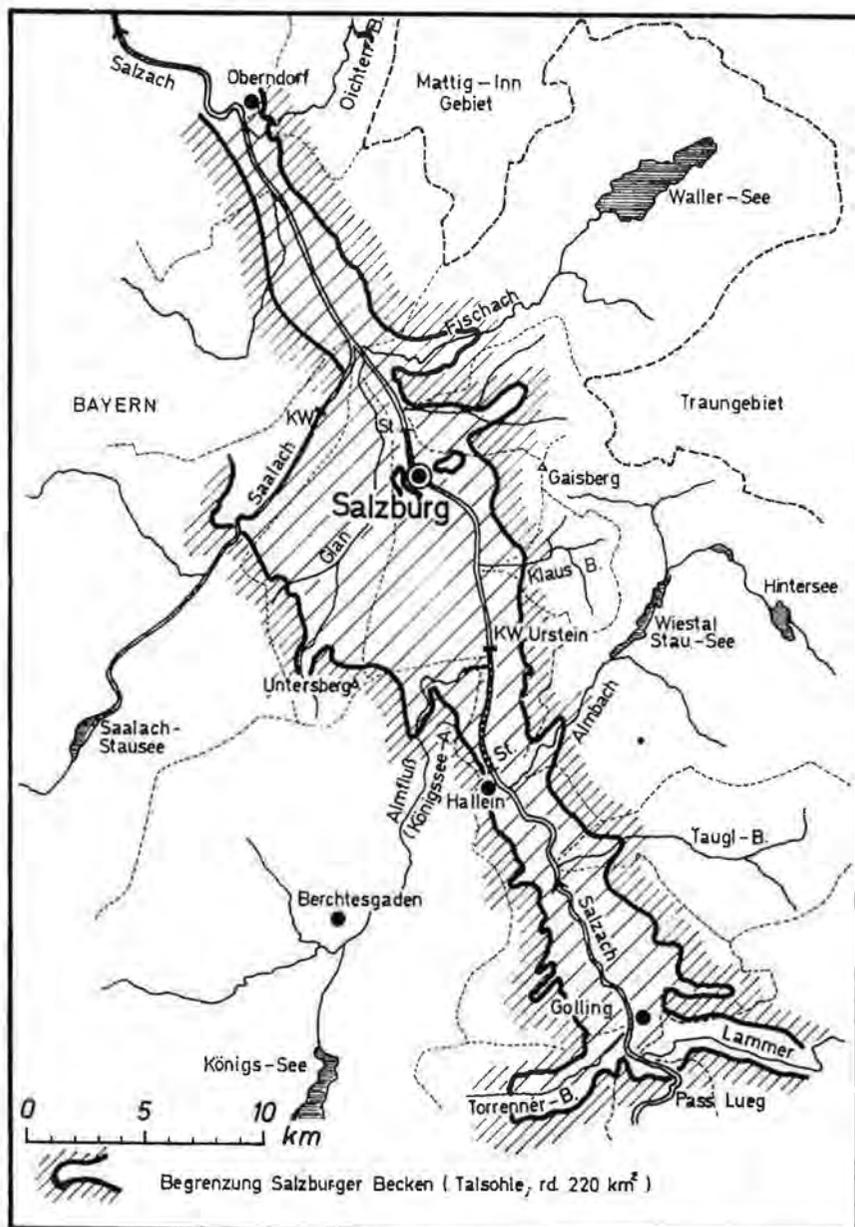


Fig. 1: Übersicht über das Salzburger Becken vom Paß Lueg bis Oberndorf. Das eigentliche Beckenareal ist durch eine weitständige Schrägschraffung gekennzeichnet.

1. Lage, Größe und Abgrenzung des Talbeckens

Das Talbecken von Salzburg greift südlich der Landeshauptstadt fjordartig in die Nördlichen Kalkalpen ein, wo es im Süden und Westen die zwischen 1800 und 2500 m hoch gipfelnden Bergketten des Tennen- und Hagengebirges, des Göllmassivs und des Untersberges umrahmen. Die Begrenzung im Osten ist durch die Osterhorngruppe mit den markanten Höhen Schmittenstein (1698 m), Schlenken (1649 m), Wieserhörndl (1568 m), Mühlstein (1053 m), Gaisberg (1288 m) und deren Hügelvorland gegeben. Im Nordwesten der Landeshauptstadt ist das Becken erst im benachbarten Bayern durch den Ulrichshögl und seine Nordostflanke durch die sanftgeformten Flyschrücken mit dem Heuberg (899 m), Plainberg (562 m), Hochgitzten (674 m) und Hausberg (833 m) abgeschlossen.

Das Talbecken ist im Mittelteil durch die Städte Salzburg und Hallein, die durch zahlreiche, z. T. neu entstandene Siedlungen und weitere Ortschaften wie Anif, Grödig, Puch, Oberalm usw. immer mehr zusammenwachsen, besonders dicht besiedelt. Im Süden liegen die größeren und ebenfalls sich rasch ausdehnenden Marktflecken von Golling und Kuchl, im Norden Bergheim, Anthering und Oberndorf.



Fig. 2: Der südliche Teil des Salzburger Beckens (Blick gegen das Hagengebirge). Foto: Landesstelle für audiovisuelle Lehrmittel, Salzburg.

Westlich des Stadtgebietes von Salzburg sind an größeren, noch selbständigen Siedlungen jene von Wals und Siezenheim zu erwähnen.

Die Talbodenfläche ist, abgesehen von Terrassierungen, im wesentlichen ziemlich ebenflächig und weist von Süden nach Norden über eine Gesamtlänge von rd. 46 km ein Gefälle von etwa 470 m ü. NN südlich von Golling auf rd. 390 m ü. NN bei Oberndorf, das sind 80 m Unterschied, auf. Die Talbreite schwankt sehr stark; sie ist südlich von Hallein mit rd. 3 km am geringsten und im Raum der Stadt Salzburg, gemessen bis zur Staatsgrenze mit Bayern, die hier durch die Saalach allerdings nur oberflächlich gegeben ist, mit fast 10 km am größten. Das Ausmaß der Talbodenfläche beträgt annähernd 220 km², einschließlich der (insgesamt nur wenige km² großen) Inselberge (Fig. 1 und 2).

2. Zur Geologie des Beckenrahmens

An der Umrahmung des Salzburger Beckens sind Gesteine mit hydrogeologisch recht unterschiedlichen Eigenschaften beteiligt. Im Süden und Südwesten sind es die stark verkarsteten Gebirgsstöcke der Kalkhochalpen, und zwar das größtenteils aus Dachsteinkalk aufgebaute Tennen- und Hagengebirge der Tirolischen Decke und des tektonisch höheren Göllmassivs; im Westen der überwiegend aus Ramsaudolomit, Dachsteinkalk und Plassenkalk bestehende Untersberg, der ein Teil der hochjuvavischen Reiteralmdcke ist. (Auf die Bedeutung dieser wasserwegigen Gesteine für die Grundwassererneuerung im Salzburger Becken wird später noch näher eingegangen.) Zum Tirolikum zählen auch die aus Roßfeld- und Schrambachschichten (Unterkreide) bestehenden westlichen Höhenzüge bei Hallein und bis in den Raum von Golling sowie die größtenteils aus Jurakalken (hauptsächlich Oberalmer Schichten des Malm) aufgebauten östlichen Hangflanken der Osterhorngruppe (vgl. Tafel I). Zu dieser Mittelgebirgseinheit gehört auch der Gaisberg als nördlichste Erhebung der Tirolischen Decke, an dessen Bau sich insbesondere Dachsteinkalk, Plattenkalk und Hauptdolomit beteiligen. Obzwar nicht mit den die Hochgebirge mit großer Mächtigkeit aufbauenden Dachsteinkalken vergleichbar, sind auch die im westlichen Osterhorngebirge hauptsächlich vertretenen Gesteine des Juras bereits stark verkarstet, wofür nicht nur die Wasserarmut des Gebietes, sondern auch eine Reihe von vorhandenen Höhlen spricht.

Im Raum Hallein—Dürrenberg (außerhalb des Kartenbildes) setzt sich die tiefjuvavische Hallstätter Decke hauptsächlich aus Haselgebirge mit Gips, Steinsalz und Anhydrit sowie Hallstätter Kalken und verschiedenen Dolomiten zusammen. Nördlich des Untersberges lagern Sandsteine und Mergel der Oberkreide, des Paläozäns und Eozäns, die kaum wasserwegig sind. Zur wasserstauenden Umrahmung des Talbodens sind auch die Flyschberge nördlich und nordöstlich der

Stadt Salzburg zu rechnen, die größtenteils aus Tonmergeln und Sandsteinen bestehen (vgl. Tafel II). Für die Grundwassererneuerung durch unterirdische Zuflüsse von den Bergflanken her von Bedeutung ist auch die Tektonik der Umrahmung. Diese ist durch einen Muldenbau der Tirolischen Decke mit größtenteils zum Becken abfallenden Schichtflächen und über weite Strecken durch eine wasserstauende Überschiebungsbasis gekennzeichnet. Es handelt sich dabei um Haselgebirge, Werfener Schichten und teilweise auch um jüngere mergelige und tonige Gesteine der Kreide und längs der Stirnfront der Kalkalpenüberschiebung auch um solche der Flyschzone.

Die Zusammenhänge zwischen Gebirgsbau, vorhandenen Überschiebungsbahnen, Störungszonen sowie Verkarstungserscheinungen und der Erneuerung des Grundwassers im Talboden wie auch die vermutlichen Grenzen des geologischen Einzugsgebietes können in der vorliegenden Studie nicht behandelt werden; sie wären Gegenstand spezieller Untersuchungen.

In den Rahmen des Talbeckens einzubeziehen sind auch die z. T. recht mächtigen und ausgedehnten Moränenverkleidungen, da diese in der Regel wenig wasserwegig sind und kaum ein freispiegelndes Grundwasser beherbergen, vielmehr den unterirdischen Wasserdurchgang vom Gebirge in das Talbecken weitgehend verhindern.

3. Der Aufbau der Beckenfüllungen

Der tiefere Untergrund des Salzburger Beckens ist vor allem durch die in den Jahren 1954 und 1955 durchgeführten Tiefbohrungen der Stieglbrauerei am westlichen Rand der Stadt Salzburg, weiter durch zahlreiche Aufschlußbohrungen der Salzburger Wasserwerke im Raum St. Leonhard—Grödig—Anif sowie durch Untersuchungsbohrungen für die Salzach-Staustufen Hallein und Salzburg und schließlich für Brücken- und Straßenbauten bekannt geworden. Die erstgenannten Bohrungen wurden immerhin bis ca. 270 m, zahlreiche andere bis 70 m Tiefe unter Gelände abgeteuft. Die Lage der wichtigsten Aufschlüsse ist aus den geologischen Karten, Tafel I bis III, ersichtlich. Wie bereits erwähnt, sind im südlichsten Beckenbereich, etwa flußaufwärts von Kuchl und nördlich von Salzburg bis Oberndorf nur wenige Bohrungen vorhanden, weshalb dort eine genauere Beschreibung des Untergrundes erschwert ist.

Die Anlage des Beckens hat tektonische Voraussetzungen, wobei Senkungserscheinungen der Osterhorngruppe nach Westen, der Verlauf der Tirolischen und Juvavischen Überschiebungslinie sowie die dem Salzbachtal folgenden Störungen und das Auftreten weniger widerstandsfähiger kretazischer Gesteine im heutigen Beckenbereich als wesentliche Ursachen anzusehen sind. Aber auch isostatische Vorgänge nach Abschmelzen der mächtigen Gletscher werden für die

Beckeneintiefung verantwortlich gemacht. Sehr wesentlichen Anteil an der Eintiefung und Ausräumung des Tales hatten vorglaziale Erosionen und die Schurfwirkung der Gletscher der folgenden Eiszeiten. Von ihrem Tiefenschurf blieben nur einzelne Erhebungen verschont, die heute als „Inselberge“ aus der Talebene herausragen. Außer den aus Trias-, Jura- und Kreidesteinen bestehenden Inselbergen sind Mindel/Riß und Riß/Würm interglaziale, zu „Nagelfluh“ (Konglomerat) verkrustete Schotterreste vorhanden, zu denen beispielsweise der Georgsberg und der Adneter Riedel bzw. die Erhebungen bei Torren, der Urstein, Hellbrunner Hügel, Mönchsberg und andere gehören (Tafeln I, II und III). Solche durch kalkreiche Wässer verkittete Schotterverschüttungen in die ehemaligen Eisseen von Golling und Salzburg liegen demnach über jeweils älteren Moränen und Stausedimenten (Seetonen), die ebenso von der Ausräumung durch den nach Norden abfließenden Gletscher der letzten (Würm-)Eiszeit verschont blieben.

Die Auffüllung der im Mittel etwa 200 bis 250 m unter den heutigen Talboden reichenden, glazial geformten Beckenwanne erfolgte nach dem Rückzug der letzten Vergletscherung während des Schlernstadiums. In größeren Beckentiefen, in geschützten Felsmulden und an den Talrändern wurden zunächst Moränen abgelagert, die von mehr als 200 m mächtigen feinen Staubeckenfüllungen des spätglazialen, bis 460 m NN reichenden ehemaligen Eissees, der sich von Golling bis Oberndorf erstreckte, bedeckt sind. Es handelt sich dabei um graue bis graublau-schlufftonige bis schluff-Feinsande, die aus trüben Gletscherwässern sedimentiert wurden. Nach der Tiefe zu werden die Seeabsätze in der Regel feiner; aber auch sandige Einschaltungen sind in den tiefen Bohrungen zu beobachten.

Für die hydrogeologische Beurteilung des Grundwasserkörpers wesentlich ist der Verlauf der Obergrenze dieser Seesedimente, da sie wegen ihrer geringen Durchlässigkeit als Wasserstauer fungieren. Aus den geologischen Profilen, insbesondere aus dem Längenschnitt, ist ersichtlich, daß ihre Oberfläche ab Kuchl nach Süden zu absinkt und schließlich anstelle der Seetone schotterige Deltaschüttungen das Talbecken füllen. So konnten nach den vorliegenden Befunden sogar von 50 m tiefen Bohrungen, die im Raum von Golling und südlich davon abgeteuft wurden, keine feinsandig-schlufftonigen Stausedimente mehr angetroffen werden (Tafeln VII und VIII). Eine nachträgliche Ausräumung der leicht erodierbaren Feinstoffe durch die hier noch vorhandene hohe Energie der Schmelzwässer, bedingt durch das Gefälle und die Engstelle beim Paß Lueg, oder die gleichzeitige Aufschüttung des Beckens durch Deltaschotter erscheint wahrscheinlicher als die Annahme einer in diesem Raum noch verbliebenen Moräne. (Die für diese Aussage besonders interessanten Bohrungen bei Golling dienen der Erkundung des Untergrundes für Brückenbauten und wurden

leider nicht geologisch ausgewertet; in den Bohrmeisterberichten werden lediglich „lehmige Schotter“ ausgewiesen; eine endgültige Klärung über die Art der Schotterablagerungen ist daher erst durch weitere Aufschlüsse zu erwarten.)

Im Raum nördlich vom Taugwald (SW von Vigaun) zeigen die für Grundwasseruntersuchungen in den Jahren 1961 bis 1963 durchgeführten Bohrungen ebenfalls bis in große Tiefen keine Seetone. Eine Ausschwemmung dieser Feinabsätze dürfte also auch hier stattgefunden haben. Anstelle der Seetone lagern in ihrer Zusammensetzung rasch wechselnde Schotter, bei denen es sich wohl um verzahnende Aufschüttungen der Salzach und der Taugl handelt. Wie das geologische Profil 5 (Tafel X) zeigt, ist hier die übliche Ablagerungsfolge Seeton — Sand — Schotter überdies durch den nach der nahegelegenen Ortschaft Vigaun benannten, den Taugwald bedeckenden Bergsturz von der Raspenhöhe (893 m) der westlichen Talflanke gestört. Da der Bergsturz in die Endphase der Gschnitzzeit zu stellen ist, reicht sein aus Roßfeldschichten bestehendes Blockwerk nicht in größere Tiefen.

Ähnliche Verhältnisse wie südlich von Golling sind im Talbereich zwischen St. Leonhard und Grödig anlässlich umfangreicher Erkundungsbohrungen für die Salzburger Wasserwerke bekannt geworden (vgl. Tafel II). Dort haben selbst 70 m tiefe Bohrungen zwischen dem Goiser Berg und dem Buchbichl (nördlich von St. Leonhard) keine Seetone erreicht. Auch in diesem Raum darf eine verstärkte Erosion der aus dem Gebiet von Berchtesgaden stammenden Schmelzwässer infolge stufenartiger Einmündung in das Salzachtal angenommen werden. Die Auffüllung der Erosionsrinne erfolgte durch sandige, stellenweise auch stärker schluffige, gut gerundete kalkalpine Schotter und Gerölle bis etwa 20 cm Durchmesser (Tafel XII).

Am Nordfuß des Untersberges haben die ergiebigen Karstwässer der Fürstenbrunner Quelle (sie sind gefaßt und dienen mit zur Trinkwasserversorgung der Stadt Salzburg) und des Rosittenbaches eine Sedimentation von Seeton verhindert. Vielmehr lagern dort in rascher Wechselfolge Sande und Kiese, die für die Speicherung von Grundwasser (das hier durch unterirdische Karstwasserzuffüsse aus dem Untersberg sehr stark angereichert wird) günstig sind und im Pumpwerk Glanegg eine Trinkwasserförderung bis mehrere hundert l/s ermöglichen.

Eine weitere Sonderentwicklung in der Auffüllung tieferer Beckenteile erfolgte im Raum Wals-Walserberg (Tafel II), und zwar dort, wo die Saalach mit stärkerem Gefälle in das Salzburger Becken eintrat, wodurch ebenfalls die Sedimentation schlufftoniger Feinstoffe verhindert wurde. Soweit bisher bekannt, reichen die von der Saalach abgelagerten Schotter noch mindestens 20 m unter Flußsohle und werden von ausgedehnten Schottergewinnungsanlagen in Naßbaggerung bis

weit unter den Grundwasserspiegel abgebaut. Seichtere Störungen in der normalen Ablagerungsfolge des Salzburger Beckens wurden durch die östlichen Zubringer Almbach, Klausbach (Glasenbach), Gersbach, Alterbach und Fischach verursacht. Insbesondere die beiden letztgenannten, aus dem Flyschgebiet und Moränenvorland stammenden Zuflüsse haben reichlich Feinstoffe in weit in das Tal vorgeschobenen flachen Schwemmfächern zur Ablagerung gebracht.

Auf den Vigauner Bergsturz wurde bereits hingewiesen. Eine ebenfalls von Felsabbrüchen stammende, mehrere Meter mächtige Stein- und Blockeinschaltung in den Schottern ist beim Bau des neuen Trinkwasserbrunnens östlich von Grödig in 10 bis 15 m Tiefe angefahren worden. Ähnliches Block- und Schuttmaterial dürfte auch an anderen Stellen entlang steiler und hoher Bergflanken, besonders des westlichen Beckenrandes, da und dort unter den Talfüllungen verborgen sein.

Wasserspeicherfähige Sande, Kiese und Geschiebe der in das Hauptbecken einmündenden Flüsse und Bäche bedecken nicht überall mit Gleichmäßigkeit die Seetone, sie reichen auch als Deltaschüttungen in beckenrandnahen Lagen viele Zehnermeter unter Gelände. Verzahnungen und Übergänge zu den Seeablagerungen verwischen vielfach die Grenzen zum wasserstauenden Untergrund.

In den übrigen, flächenmäßig weitaus überwiegenden Teilen des Salzburger Beckens ist jedoch ein ziemlich einheitlicher Ablagerungsrhythmus festzustellen. Es gelangten zunächst über dem Seeton feinere, nach oben hin auch mittel- bis grobkörnige Sande von einigen Metern Mächtigkeit zur Sedimentation. Darüber folgen teils reichlich sandige, teils grobe bis steinige, vielfach auch stärker lehmige Schotter (Tafeln X bis XIII). Dem Einzugsgebiet der Flüsse entsprechend überwiegen zwar kalkalpine, karbonatische Komponenten, doch sind auch schieferige und kristalline Bestandteile aus den „Grasbergen“ (Grauwackenzone) und den Tauern enthalten.

Die aus Sanden und Schottern gebildeten Aufschüttungsflächen wurden infolge zunehmender Eintiefung des Salzachdurchbruches in das nördliche Moränenvorland — die auch eine Tieferlegung der Vorflut für alle Nebenflüsse bedeutete — zerschnitten und teilweise wieder abgetragen. Dadurch und durch nachfolgende Aufschotterungen kam es zur Entstehung von drei mehr oder weniger ausgeprägten Terrassenflächen (s. Tafel I, II und III).

a) der **schlerneiszeitlichen Friedhofterrasse**

welche von 480 m im Süden bis 430 m im Norden des Salzburger Beckens — und damit auch ihre Mächtigkeit bis zur Seetonunterlage von etwa 40 m auf 20 m — absinkt,

b) der **gschnitzeiszeitlichen Hammerauterrasse,**

die durchschnittlich um etwa 3—5 m (selten um 1—8 m) niedriger als die Friedhofterrasse ist, und zu

- c) der **holozänen (alluvialen) Talniederung** (mitunter noch Inundationsgebiet), deren Höhendifferenz zur Hammerauterrasse von TH. PIPPAN (1967) im Mittel mit 1—3 m angegeben wird.

In diesen jüngsten Talfüllungen sind rasch wechselnde Ablagerungsphasen mit Kreuzschichtungen von Sanden und Kiesen erkennbar.

Auch Verkrustungen (Konglomerierungen) von Schottern und Sanden treten insbesondere im Flußbett der Salzach zwischen Hallein und Glasenbach im Niveau des Grundwasserspiegels auf.

Die drei Terrassen werden i. w. von mittel- bis grobkörnigen Sanden und Schottern aufgebaut. Sie bedecken fast den gesamten Talboden und weisen nicht nur infolge der vorhandenen Stufen, sondern auch durch die allgemeine Verdünnung der Schotterdecke von Süd nach Nord sowie wegen des Fehlens der Seetonunterlage an manchen Stellen eine recht unterschiedliche Mächtigkeit auf.

Für die Versickerung von Oberflächenwässern, damit für die Erneuerung und für den Schutz des Grundwassers wesentlich sind auch die Art und Mächtigkeit der Überdeckung der Schotter. Vorhandene natürliche und künstliche Aufschlüsse zeigen insbesondere bei der auf rd. 11.000 Jahre alt geschätzten Friedhofterrasse eine stärkere Verlehmung der oberen Bodenzone und eine mehrere Dezimeter dicke Bedeckung mit Mutterboden. Über weite Flächen ist damit eine gute Seihung, anderseits aber auch eine erschwerte Versickerung der Oberflächenwässer gegeben.

Die von der rd. 3000 Jahre jüngeren Hammerauterrasse bedeckten Talflächen weisen durchschnittlich eine geringere Überlagerung durch bindige und organische Böden auf. Dies gilt noch mehr für die holozäne Niederterrasse, wo die Bedeckung mit Feinstoffen so gering ist, daß Niederschlags- und Schmelzwässer rasch in den Untergrund absinken können. Beobachtungen zufolge kann eine stärkere Überlagerung mit schluffsandigen bis schlufftonigen Hochflutablagerungen oder mit Auelehm am ehesten in flußnahen Mulden erwartet werden. In solchen meist vorflutarmen Gebieten treten dann Sümpfe auf oder werden kleinere Gerinne an der Versickerung behindert; sie stehen in keinem direkten Zusammenhang mit dem Grundwasserkörper, „hängen“ also über diesem.

Im Strömungsschatten der Flüsse Salzach und Saalach und deren Aufschüttungsflächen entstand nördlich des Untersberges ein vorflutloses Gebiet, das im Laufe der Zeit vertorfte und das verbreitete Moos im Süden der Stadt Salzburg verursachte. Die Torfmächtigkeiten betragen dort bis 6 m. Weitere, jedoch kleinere und für den Grundwasserkörper weniger bedeutende Torfgebiete sind im Raum von Parsch und Schallmoos-Sam vorhanden, wo nicht nur eine unzureichende Oberflächenentwässerung, sondern bis nahe an die Geländeoberfläche reichende wasserundurchlässige Böden (meist Seeton) hiezu die Voraussetzungen schufen.

4. Der Grundwasserkörper

4. 1. Allgemeines

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Salzburger Becken betreffend Mächtigkeit und Ausdehnung des grundwasserführenden Schotterkörpers, Stand und Schwankungen der Grundwasseroberfläche, Strömungsrichtungen und -geschwindigkeiten, Beschaffenheit des Wassers usw. sind in manchen Teilgebieten durch spezielle Untersuchungen für Trinkwasserversorgungen oder Flußbauten gut erforscht. Weite Flächen haben jedoch bisher keine Detailbearbeitung erfahren, und es sind daher dort die Verhältnisse nur unzulänglich oder lediglich in groben Zügen bekannt. So war es im Rahmen der gegenständlichen Untersuchung den hydrologischen Sachbearbeitern nicht möglich, auch für den Talbereich Salzburg—Oberndorf die Grundwasserhöhen zu erfassen. Eine Vervollständigung der bisherigen Untersuchungen für verschiedene Teilabschnitte wird jedoch angestrebt und ist besonders für die Trinkwasserhoffnungsgebiete notwendig. Vor allem sind noch langzeitige Messungen der Grundwasserspiegelhöhen zur Erfassung der Höchststände erforderlich, die während der Beobachtungszeit im Jahre 1971/72 leider nicht aufgetreten sind. Für die Abklärung der Gesamtvorräte und der gewinnbaren Mengen von Grundwasser aus bestimmten Talprovinzen fehlen überdies noch Aufschlußbohrungen, verschiedene hydrologische Kennwerte des Bodens, Schöpfversuche und hydrometeorologische Daten. Außerdem wären auch noch Untersuchungen über die Beschaffenheit des Wassers und dessen mögliche Umweltbeeinflussung (z. B. durch Besiedelung, Abwässer, Verkehrswege, Mülldeponien usw.) anzustellen.

4. 2. Art und Ausdehnung des Grundwasserkörpers

Aus den durch zahlreiche Bohrungen bekanntgewordenen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen ist zu schließen, daß im Untergrund des Salzburger Beckens im wesentlichen nur **ein**, und zwar **zusammenhängendes** Grundwasserstockwerk vorhanden ist und dieses im großen und ganzen nicht unter Druck steht, also frei spiegelt. Eine untergeordnete Bedeutung — und daher hier nicht näher behandelt — haben kleinere Grundwasserteilprovinzen entlang der östlichen Talhänge, die durch zuströmende unterirdische Bergwässer unter schwachem Druck stehen und deren rasche Entspannung durch lehmige oder schlufftonige Bedeckungen, die meist aus Schwemmfächern stammen, verhindert ist.

Die Verkittung von Kiessanden im Grundwasserschwellbereich durch Zutritt kalkreicher Bergwässer kann ebenfalls etwas stauend wirken und über kleinere Teilbereiche die freie Wasserbeweglichkeit

behindern oder gar zur Entstehung eines gesonderten, zweiten Stockwerkes führen.

Die Speicherung des frei beweglichen und fast über die gesamte Talfläche ausgedehnten Grundwassers erfolgt in den vorbeschriebenen Sanden und Schottern, die von der Salzach, Saalach und zahlreichen anderen Flüssen eingeschwemmt über den sedimentierten Seetonen des spätglazialen Eissees lagern oder die bereits beschriebenen Erosionsfurchen ausfüllen.

Der sehr gering wasserdurchlässige, daher als Grundwasserstauer wirksame Untergrund des wasserführenden Sand- und Kieskörpers ist im Salzburger Becken im wesentlichen gegeben durch

- anstehenden Fels: hauptsächlich mergelige Kalke des Juras und der Kreide im mittleren und südlichen Teil;
- Sandsteine und Mergel des Flysch im nördlichen Beckenbereich; z. T. auch Nagelfluh-(Konglomerat-)Bänke;
- Moränen (hauptsächlich) der Riß- und Würmeiszeit als Auskleidungen von Felshohlformen und im Beckenboden;
- Seetone (Schlufftone bis Schluff-Feinsande) von geringer bis sehr geringer Wasserdurchlässigkeit ($k_f = \text{etwa } 1 \cdot 10^{-6} \text{ bis } 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$).

(Die Abgrenzung dieser weitverbreiteten Sedimente nach oben zu den darüberfolgenden Sanden stößt allerdings immer wieder auf Schwierigkeiten, da der Übergang ein allmählicher ist und überall Verzahnungen auftreten.)

Die Ausdehnung des Grundwasserkörpers ist aus den in den hydrogeologischen Karten (Tafeln IV, V und VI) dargestellten Grundwasserflächen und durch die in verschiedenen Tönungen gekennzeichneten Talbegrenzungen ersichtlich. Von den mit Grundwasser erfüllten und durch verschiedene Schraffuren markierten Talflächen verdienen allerdings nur gewisse Provinzen als Trinkwasserhoffungsgebiete eine nähere Betrachtung.

4. 3. Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers

Die Darstellung der Mächtigkeit des Grundwasserkörpers mit Unterteilung in Zonen von 0 bis 3, 3 bis 10, 10 bis 20, 30 bis 40 und mehr als 40 m konnte nur generell vorgenommen werden und dient daher nur zur groben Orientierung. Als Ausgangsbasis gilt ein mittlerer Wasserstand, gemessen in zahlreichen Brunnen und ausgewertet in Grundwasserhöhengleichen (Tafeln IV, V und VI). Die Grundwasserschwan- kungen (Minimal- und Maximalstände) sind dort teilweise nur als

Schätzwerte in Metern ausgewiesen. Trotz der stellenweise etwas problematischen Abgrenzung der einzelnen Stufen untereinander und der Grundwasserschwankungen vermitteln sie einen guten Überblick über die ungefähren Mächtigkeiten des Grundwasserleiters, womit eine gewisse Grundlage für weitere Planungen geschaffen ist.

Die aus der Tiefenlage der Grundwassersohle und dem mittleren Grundwasserspiegel sich ergebenden Mächtigkeiten des Grundwasserkörpers schwanken innerhalb des gesamten Talbereiches beträchtlich. So stehen nur wenigen Metern starken Grundwasserleitern im nördlichen Teil des Tales solche von Zehnermetern im Raum Paß Lueg—Golling—Kuchl, bei Vigaun—Hallein und zwischen St. Leonhard und Grödig gegenüber. Allein schon von der Mächtigkeit des Grundwasserkörpers und der damit zu erwartenden Ergiebigkeit her zählen die letztgenannten Bereiche zu Hoffungsgebieten. Auch das bestehende Pumpwerk Glanegg — auch „Glaneck“ — der Stadt Salzburg weist einen tiefreichenden Sand-Schotterkörper auf, der Grundlage für die Speicherung und damit Erschrotung großer Wassermengen ist.

4. 4. Eigenschaften des Grundwasserleiters

Wie aus Beschreibungen in Abschnitt 3 hervorgeht, bestehen die wasserführenden Sande und Deckschotter aus kalkalpinen und kristallinen Komponenten mit wechselndem Gehalt an Schluffton oder Lehm. Je nach Kornverteilung und Feinstanteilen sind auch ihre Lagerungsdichte und ihre Durchlässigkeit unterschiedlich. Genauere Werte darüber liegen aber nur aus jenen Bereichen vor, wo in Untersuchungsbohrungen für Wasserentnahmen (z. B. St. Leonhard—Grödig) oder für Kraftwerksbauten (z. B. SAFE-Kraftwerk Urstein) Wasserabsatz- oder Pumpversuche durchgeführt und daraus — oder aus entnommenen Bodenproben im Laborversuch — k_f -Werte ermittelt wurden.

Bei einem durchschnittlichen Porenvolumen von 10 bis 20% liegen die mittleren Durchlässigkeitswerte in den Schottern zwischen $5 \cdot 10$ und 10^{-4} m/s. Beträchtliche Schwankungen dieser Werte nach unten oder oben sind infolge hoher Feinstoffanteile oder allgemeiner Vergrößerung des Kornes besonders in den jüngsten, oft recht uneinheitlichen Talfüllungen nachgewiesen.

4. 5. Allgemeines über die Grundwasserbewegungen

Aus dem Verlauf der Grundwasser-Höhengleichen des südlichen und mittleren Abschnittes (Tafeln IV und V) sind die Bewegungen des Grundwasserkörpers bei mittleren Wasserständen zu ersehen. Sie zeigen allgemein eine große Abhängigkeit der Spiegellage und damit der

Richtung der Grundwasserströmung von der Salzach als Grundwasservorfluter einerseits und andererseits von der aus den Beckenflanken erfolgenden, teilweise sehr kräftigen Alimentation. Während in der Strecke Golling—Hallein der Einfluß der Salzach bei Mittelwasser auf die Absenkung des Grundwasserspiegels noch bescheiden ist, ja streckenweise sogar Austritte von Salzachwasser in das Gelände erfolgen können, ist der Grundwasserabgang in den Haupttalweg nördlich von Hallein zweifelsohne beträchtlich. Dort ging in den letzten Jahrzehnten die Eintiefung des Flußbettes nach Erosion der die Flußsohle bildenden verkrusteten Schotter in den darunter liegenden Sanden besonders rasch vor sich, wodurch der Grundwasserspiegel beträchtlich gesenkt — und übrigens dadurch auch Gründungen von Brücken und flußnahen Objekten gefährdet wurden. Dieser Tendenz ist allerdings seit der Errichtung der Salzach-Sohlschwellen Hallein und Salzburg sowie des Flußkraftwerkes Urstein ein wirksamer Riegel vorgeschoben. Eine von Jahr zu Jahr zunehmende Verbesserung und teilweise Herstellung des früheren Zustandes ist durch Aufschotterung der Flußsohle und Hebung des Grundwasserkörpers zu erwarten.

Von den positiven Auswirkungen des Baues der Staustufen werden vor allem die zahlreichen Tiefbrunnen in diesem Raum profitieren, soweit es sich nicht um seichte und daher qualitätsmäßig leicht beeinflussbare Entnahmen handelt. Die ursprünglich hohen Geschwindigkeiten der Grundwasserströmung in Flußnähe, bedingt durch steile Vorflut zum tief erodierten Flußbett, haben sich bereits dem neuen Wasserspiegel (434 m) oder dem Niveau der Vorflut- oder Drainagegräben angepaßt. (Die GW-Isophypsen in der Tafel V zeigen noch den ursprünglichen Stand.) Flußabwärts der Einmündung der Königsseeache bis in den Raum Hellbrunn—Glasenbach können sich die bisherigen Maßnahmen allerdings nicht mehr entscheidend auswirken. Die in früheren Zeiten am Terrassenfuß in Hellbrunn als große Quellen austretenden Grundwässer (welche die dortigen Teiche und Wasserspiele zeitweise nur mehr unvollständig speisen) sind wahrscheinlich überdies durch größere Entnahmen in ihrer Spiegelhöhe beeinflusst und ziehen größtenteils bereits unterhalb der holozänen Niederflurterrasse durch.

In welcher Weise die seit einigen Jahren bestehende Salzburger Sohlschwelle die Höhenlage, Fließrichtung und -geschwindigkeit des Grundwasserkörpers flußabwärts bereits beeinflusst hat, kann nicht genau gesagt werden, weil hierfür vergleichende Beobachtungen aus früheren Zeiten fehlen. Eine Anhebung des Grundwasserstandes und damit die Herstellung der vor der Salzacheintiefung vorhandenen Verhältnisse ist zumindest im flußnahen nördlichen und mittleren Stadtbereich anzunehmen. Mit der Hebung des Grundwasserspiegels durch die Errichtung der Sohlschwelle sollten allerdings nicht die Kapazität von Brunnen, sondern in erster Linie die Gründungsverhältnisse der Stadtbrücken und ufernahen Bauten verbessert werden.

Nach Fertigstellung aller geplanten Flußschwellen wird im Laufe der Zeit eine allgemeine Hebung des Grundwasserspiegels erwartet und damit der durch die Salzachregulierung (Beginn im Jahre 1860) eingeleitete Erosionsvorgang beendet. Es ist bekannt, daß sich die Salzacheintiefung auf das Spiegelgefälle und die Strömungsrichtung des Grundwasserkörpers besonders im Abschnitt Hallein—Salzburg auswirkte, wobei der von Karstwässern des Untersberges genährte, von Glanegg in Richtung NE abfließende Grundwasserstrom abgesenkt wurde. Seit Ausbau des Wasserwerkes Glanegg durch die Stadtgemeinde Salzburg ist infolge der großen Entnahmen dieser Grundwasserstrom abermals verändert.

Die Abhängigkeit des Grundwasserstromes von den verschiedenen jahreszeitlichen und hydrometeorologischen Bedingungen konnte vom Hydrographischen Dienst der Salzburger Landesregierung nur für den Normal- und Niederwasserspiegel im südlichen und mittleren Salzachtal beobachtet und dargestellt werden; eine Ergänzung durch Beobachtung der Hochstände ist geplant. Die im Gutachten von H. RÖSSLE vorgelegten Grundwasserschichtenpläne zeigen für den Niederwasserstand etwa ein ähnliches Bild wie für den Mittelwasserstand, wenngleich in verschiedenen Talbereichen mit Richtungsänderungen bis etwa 45 Grad.

Aus der Ergänzung der Grundwasserpläne für den südwestlichen, westlichen und nördlichen Bereich der Stadt Salzburg darf man sich weniger Hinweise für allenfalls noch mögliche größere Wasserentnahmen erwarten, sie dienen eher als Unterlagen für Raumplanungsfragen verschiedener Art.

Für Gebiete, aus denen bereits Wasser erschotet wird oder eine Entnahme geplant ist, sollten schließlich die Grundwasserbewegungen genauer studiert werden. Damit können u. a. die Ursachen für das örtlich vorhandene starke Grundwassergefälle und damit verbunden die Herkunft — also Alimentierung — des Grundwassers erkundet werden. Die Kenntnis der Grundwasserbewegungen ist übrigens nicht nur für die mengenmäßige Wassergewinnung, sondern vor allem für eine bessere Abgrenzung von Wasserschutzgebieten und die zu treffenden Maßnahmen im Falle einer Verunreinigungsgefahr (z. B. Tankerunfälle) von praktischer Bedeutung.

4. 6. Zur Frage der Grundwassererneuerung

Die Erneuerung des Grundwassers hängt in hohem Maße von den hydrometeorologischen und örtlichen klimatischen Verhältnissen — also Jahresgang der Niederschläge, Wasserführung der Flüsse, Temperatur und Verdunstung — ab, wobei selbst kurzzeitige Einflüsse (z. B. rasche Schneeschmelze) sich örtlich beträchtlich auswirken können. Es ist im Rahmen der gegenständlichen Studie nicht möglich,

darüber und über die vielseitigen Wechselbeziehungen zwischen Fluß- und Grundwasser zu berichten; außerdem liegen hierfür zuwenig Unterlagen vor. Die nachstehenden Überlegungen betreffend die Grundwasserspeisung des Salzburger Beckens sind daher mehr grundsätzlicher Art, wofür außer den vorhandenen hydrologischen Daten auch Beobachtungen anlässlich mehrerer Geländebegehungen wertvolle Hinweise lieferten.

Im wesentlichen kann folgende Erneuerung des Grundwasserkörpers angenommen werden:

- a) Versickerung von Regen und Schmelzwässern im Talboden selbst: Vom Jahresniederschlag (im Mittel 1360 mm) dürfte ein wesentlicher Anteil mehr oder weniger an Ort und Stelle versickern, da die großen Talflächen wegen ihrer Ebenheit keine oder nur eine sehr schwache oberirdische Entwässerung besitzen. Dies trifft vor allem auf die teilweise nur wenig verlehmteten Oberflächen der Niederterrassen zu; in den älteren Friedhof- und Hammerauterrassen ist, wie schon früher erwähnt, die Versickerung durch stärkere Oberflächenverlehmung erschwert.
- b) Einsickerungen von Oberflächenwässern aus den Hangflanken: Oberirdische Abflüsse und nachfolgende Versickerung in den Grundwasserkörper sind besonders an der Grenze jener Bereiche anzunehmen, wo wasserdichtere Moränen die Hangflanken auskleiden.
- c) Versickerungen von Oberflächengerinnen und Wasserverluste der größeren Zubringer (rechtsuferig: Lammer, Tauglbach, Almbach, Klausbach [Glasenbach], Gersbach, Alterbach und Fischach; linksuferig: Torrener Bach, Schwarzbach [= Gollinger Wasserfall], Rositten-Bach und Glan-Bach). Auch die großen Talflüsse Salzach und Saalach verlieren streckenweise Wasser. Die Abgaben von Flußwasser in den Grundwasserkörper dürften vor allem bei Hochwasser im Rückstaubereich der Staustufen beträchtlich sein, und zwar solange das Grundwasser im Talboden seinen Höchststand nicht erreicht hat. Über die Auswirkungen der Selbstdichtung der Flußbette durch Feinstoffe oder von vorhandenen Flußverbauungen wären gegebenenfalls Detailuntersuchungen anzustellen.
- d) Zuströmung von unterirdischen Bergwässern, hier insbesondere von Karstwässern aus dem Göllmassiv im Raum des Bluntautales und aus dem Untersberg südlich von Glanegg.
Wahrscheinlich treten unterirdische Bergwässer streckenweise auch entlang der Ostflanke des Tales in den Grundwasserkörper, da die dort weit verbreiteten, nach Westen einfallenden Jurakalke tektonisch stark beansprucht, daher gestört und in der Folge beträchtlich verkarstet wurden. Es ist zu vermuten, z. T. auch bekannt, daß für die aus dem angrenzenden Gebirge abfließenden Karstwässer im wesentlichen das Salzachtal die Vorflut bildet. Eine Ausdehnung des

geologischen Einzugsgebietes über die geographische Wasserscheide hinaus ist daher zumindest gebietsweise wahrscheinlich.

Die Grundwassererneuerung und überhaupt den gesamten Wasserhaushalt betreffend, verdienen bei gezielten Untersuchungen auch die Auswirkungen der energiewirtschaftlichen Nutzung der Salzach wie auch die Fernwirkung von Speicherwerken Aufmerksamkeit. Desgleichen sind im Zusammenhang mit der Grundwasserbilanz — zumindest innerhalb der verschiedenen Teilprovinzen — die vorhandenen größeren Entnahmen durch bestehende oder bereits geplante Pumpwerke zu berücksichtigen.

4. 7. Der Flurabstand des Grundwasserspiegels

Der Abstand des mittleren Grundwasserspiegels von der Geländeoberfläche ist gebietsweise sehr unterschiedlich. Wie aus den hydrogeologischen Karten (Tafeln IV, V und VI) ersichtlich, schwanken die Werte zwischen rd. 1 und 20 m, wobei die größten Flurabstände zwischen den Ortschaften Kuchl und Hallein, die geringsten in der Salzach-Niederung zwischen Anthering und Oberndorf auftreten.

Aus Einzelbeobachtungen ist festzustellen, daß die Schwankungen vom Mittelstand zum Hochstand des Grundwassers im allgemeinen größer sind als zum Niederstand. Davon betroffen sind vor allem Gebiete in Nähe der Salzach.

Soweit bisher beobachtet, schwanken die Wasserstände zwischen rund 1 und 3 m. Derartige Werte sind bei tiefliegenden und genutzten Wasserentnahmen meist nur bezüglich der Ergiebigkeit von Bedeutung; bei Trinkwasserentnahmen aus seicht liegenden Grundwässern wird der Flurabstand bei Hochwasser schon bedenklich gering, und solche Gebiete erfordern viel umfangreichere Schutzmaßnahmen, wobei selbstverständlich auch die Art der Überdeckung des Grundwasserleiters — z. B. durch fetten, praktisch nicht wasserdurchlässigen Lehm — eine wesentliche Rolle spielt. Solche Verhältnisse sind teilweise in der ausgedehnten Salzachniederung westlich von Anthering festzustellen.

Im südlichen und z. T. auch noch im mittleren Beckenteil sind die Flurabstände recht unterschiedlich. Während sie bei Golling im Mittel zwischen 3 und 5 m betragen, erreichen sie bei Kuchl schon 7 bis 10 m und nördlich davon gar 20 m (Tafel IV). Ab etwa der Ortschaft Vigaun sinken die Flurabstände wieder auf 10 bis 15 m. Nördlich von Hallein und bis Salzburg betragen sie im mittleren und östlichen Talbereich etwa 3 bis 5 (z. T. 2 bis 7) m, nur im Westen, gegen die Saalach zu, steigern sich die Werte auf rd. 7 bis 15 m. Auf die seichte Grundwasserlage zwischen Salzburg und Oberndorf wurde bereits hingewiesen.

4. 8. Die Beschaffenheit des Grundwassers

Aus dem Raum Salzburg—Hallein liegen von zahlreichen Entnahmestellen chemisch-bakteriologische Befunde vor, während im südlichen und nördlichen Beckenteil die Grundwasserqualität nur aus vereinzelt vorhandenen Brunnen bestimmt werden kann.

Auf die Wasserbeschaffenheit in den einzelnen Teilprovinzen oder Versorgungsanlagen kann hier nicht näher eingegangen werden. Eine solche Klassifizierung des Gesamtgebietes würde zunächst die Sichtung und Auswertung des vorhandenen Materials und dann systematische Untersuchungen durch hierfür zuständige Fachkräfte erfordern.

Soweit bekannt und aus der Einsicht in verschiedene Befunde zu entnehmen ist, können die im Raum von Ofenau bis südlich von Hallein vorhandenen Grundwässer bei ausreichend tiefer Entnahme und entsprechenden Schutzmaßnahmen sehr wahrscheinlich in bakteriologisch einwandfreiem Zustand gewonnen werden. Auch in chemischer Hinsicht dürfte im südlichen Beckenteil größtenteils Grundwasser von Trinkwasserqualität vorliegen; lediglich der östliche Talrand nördlich von Kuchl bis in den Raum von Vigaun kann mehr oder minder durch Sulfate beeinträchtigt sein, die aus dem Gipsvorkommen im Kerterer-Graben (zwischen Golling und Kuchl) stammen.

Über die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Nutzung und der Verkehrswege, insbesondere der stark frequentierten Tauernautobahn auf die Wassergüte und über die zu treffenden Schutzmaßnahmen für geplante größere Pumpwerke, müßten für den jeweiligen Einzelfall Untersuchungen angestellt werden.

Etwa nördlich des Raumes Hallein verschlechtert sich die Wasserqualität der Salzach und z. T. auch ihrer Zubringer rasch, doch kann sich die Verschmutzung der Flüsse und Bäche nur dort auf das Grundwasser auswirken, wo es von diesen gespeist wird. Die genutzten großen Grundwasserfelder wie Gamp, St. Leonhard und Glanegg sind davon nicht oder nicht entscheidend betroffen, weshalb eine Beeinträchtigung der Wassergüte durch unsaubere Flußwässer weitgehend ausgeschlossen werden kann.

Das Brunnenfeld Glanegg ist insofern als Sonderfall zu sehen, weil dort infolge der Grundwassererneuerung durch Karstwässer des Untersberges die Gefahrenherde weniger im Talboden als in dem durch die Seilbahn aufgeschlossenen Untersberggebiet zu suchen sind.

Im Raum nördlich der Königsseeache und östlich des Almkanales wirkt sich auf die Wasserqualität nicht nur die rasch zunehmende Besiedelung, sondern auch der nach Norden abnehmende Flurabstand des Grundwasserspiegels, wie auch die Verringerung der Mächtigkeit des Grundwasserkörpers selbst, ungünstig aus. Die durchgeführten Bestimmungen der Wasserhärte zeigen von Süd nach Nord einen merklich raschen Anstieg von etwa 10 auf 20 d. H.⁰ (z. T. auch darüber), der nicht allein auf Lösungen natürlicher Stoffe in den an kalkalpinen

Schottern reichen Talfüllungen zurückzuführen sein kann. Hier spielen zweifelsohne auch äußere Verunreinigungen mit, die sich auch durch anderweitige Eigenschaften wie Zunahme des Nitrat- und Nitritgehaltes oder der Bakterien erkennen lassen. Dies darf nicht verwundern, sind doch noch heute verschiedene Stadtbezirke mangelhaft oder gar nicht kanalisiert und die noch wenigen verbliebenen größeren Grünflächen landwirtschaftlich genutzt. Auch ältere, oft gar nicht mehr bekannte Mülldeponien sowie die zunehmend dichtere Aufschließung des ursprünglichen Geländes durch Verkehrswege gestatten im mittleren Beckenabschnitt keine ergiebige und hygienisch einwandfreie Trinkwasserentnahme.

Im Mooregebiet nördlich vom Untersberg bis Leopoldskron ist im 2 bis 3 km breiten Talstreifen zwischen etwa dem Almkanal im Osten und der Glan im Westen das Grundwasser mit seinem durchschnittlich 2 bis 5 m seicht liegenden Wasserspiegel durch den Einfluß der organischen Böden und die landwirtschaftliche Bewirtschaftung für größere Entnahmen einwandfreien Trinkwassers nicht geeignet. Abgesehen von organischen Verunreinigungen treten dort mit Sicherheit erhöhte Eisen- und Mangangehalte sowie Sauerstoffzehrungen auf.

Die westlich der Glan bis zur Saalach reichenden Talflächen, also die Gegenden von Gois—Wals und Siezenheim, sind zumindest im südwestlichen Teil dieses Gebietes von der Saalach her beeinflusst, deren Wassergüte noch einigermaßen befriedigend ist. Weiter nördlich jedoch verschlechtert sich der Zustand infolge dichter Besiedelung, mangelnder Kanalisationen, alter (oft gar nicht mehr eruierbarer) Mülldeponien und stark frequentierter Verkehrswege (z. B. Westautobahn). Auffallend sind dort teilweise hohe Nitratgehalte, die wohl hauptsächlich mit der intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung in Zusammenhang zu bringen sind. Für das aus dem Brunnenfeld „Bischofwald“ stammende Trinkwasser sind nicht zuletzt deshalb gewisse Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich.

Das nähere Stadtgebiet von Salzburg und dessen unmittelbare Umgebung ist erwartungsgemäß in verschiedener Hinsicht stark belastet. Da Trinkwasserversorgungen aus diesem Gebiet kaum in Frage kommen, erübrigt sich eine weitere Erörterung, für die außerdem wegen der rasch wechselnden Verhältnisse zahlreiche Befunde vorliegen müßten. In den Talniederungen zwischen Bergheim, Anthering und Oberndorf sind die Nachteile in erster Linie durch die flußabwärtige Lage zur Landeshauptstadt und in der bereits stark mit Verunreinigungen belasteten Salzach gegeben. Von der Salzach ist nämlich zumindest der ufernahe und daher auch einigermaßen ergiebige Grundwasserkörper der Niederterrasse stark beeinflusst und größtenteils genährt. Aber auch Verunreinigungen von der Geländeoberfläche her sind wegen der durchschnittlich nur seichten Grundwasserlage leicht möglich.

4. 9. Die Grundwassertemperaturen

Zugleich mit den Wasserstandsmessungen durch den Hydrographischen Dienst wurden auch einmalige Temperaturmessungen im September 1971 vorgenommen. Die ermittelten Meßwerte schwankten damals zwischen 7,5 und 11° C, wobei die im Norden zumeist vorhandenen höheren Temperaturen auf den seichten Grundwasserstand, die geringe Mächtigkeit des Grundwasserkörpers und auf die zunehmende Nahrung durch die Talflüsse zurückgeführt werden können.

Vereinzelte Wassertemperaturen zwischen 7 und 10° C im südlichen Beckenteil bekräftigen die Vermutung einer Anspeisung des Talgrundwasserkörpers durch kalte Karstwässer. Es kann als ziemlich sicher angenommen werden, daß die nahe den verkarsteten Bergrändern gelegenen Grundwasserfelder noch tiefere Temperaturen aufweisen, diese jedoch mit den damaligen Messungen nicht erfaßt wurden.

Eine Vervollständigung der Temperaturmessungen wäre besonders in jenen Gebieten von Interesse, in denen bereits größere Wassergewinnungsanlagen bestehen oder solche geplant sind, weil dadurch wertvolle Rückschlüsse über die Herkunft des Wassers gezogen werden könnten.

5. Genutzte Talgrundwasservorkommen und mögliche Erweiterungen

5. 1. Allgemeines

Über die bestehenden Wasserentnahmen hat H. RÖSSLE unter Mitwirkung von M. RÖSSLE im Gutachten vom Jänner 1974 an das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft berichtet. Von den in diesem Bericht katalogisierten Brunnen wurden die wichtigsten und leistungsfähigsten in die hydrogeologischen Karten (Tafeln IV bis VI) eingetragen, wobei die bewilligten Mengen, umgelegt auf theoretisch mögliche Tagesentnahmen, abgestuft und durch verschiedene Ringe zur Darstellung gelangten. (Die tatsächlichen Entnahmen sind sehr unterschiedlich und erreichen wahrscheinlich nur selten die oberen Grenzwerte.) Zur Vervollständigung der vorliegenden Arbeit und um die örtlichen Grundwasservorkommen zu charakterisieren, werden, soweit bekannt, auch die hydrogeologischen Verhältnisse berührt und eventuelle Erweiterungsmöglichkeiten aufgezeigt.

5. 2. Beschreibung der Grundwasserprovinzen

a) Ofenau — Golling — Kuchl — Taugl:

(Profile 1, 2, 3 u. 4, Tafeln IV, VII, VIII u. IX)

Vorhanden sind im gesamten Gebiet nur 6 größere Brunnen, davon

3 für: eine Metallfabrik südlich Gollings, für die Gemeinde Golling nördlich der Ortschaft und für die Sägeschule Kuchl mit maximalen Tiefen bis 12,3 m und Entnahmen bis ca. 5,8 l/s sowie der Genossenschaftsbrunnen Garney ($T = 11$ m, $Q = 1,7$ l/s), ein Brunnen für 4 Gehöfte ($T = 28$ m, $Q = 2,2$ l/s) und für das Schotterwerk Taugl in der Nähe der Mündung des Tauglbaches ($T = 9,3$ m, $Q = 33$ l/s). Überdies bestehen zahlreiche kleinere Hausbrunnen bis etwa 10 m Tiefe.

Die Wasserqualität eines Teiles der im Raum Kellau-Langenberg (NE Golling) vorhandenen Anlagen ist durch Sulfatgehalt beeinflusst und daher für größere Trinkwasserentnahmen kaum geeignet. Inwieweit dort überhaupt an eine Gewinnung größerer Wassermengen gedacht werden kann, sei dahingestellt, weil zumindest örtlich mit feinstoffreichen Böden, herstammend aus den Schwemmfächern der Zubringer (und auch aus Moränenresten?) gerechnet werden muß. Für unterschiedliche Untergrundverhältnisse spricht das teilweise vorhandene Spiegelgefälle des Grundwassers, das durch grobkörnige Bodenschichten erklärbar ist.

Über größere, neue Trinkwasserhoffungsgebiete im Süden und Westen dieses Raumes wird im Abschnitt 6 der vorliegenden Arbeit noch ausführlicher berichtet.

b) **Das Gebiet zwischen Vigaun und Salzach**

(Profile 5 u. 6, Tafel X)

Hier bestehen, den schon erwähnten Brunnen für ein Schotterwerk ausgenommen, nur kleinere Anlagen. Dieses Gebiet war aber bereits vor Jahren Gegenstand umfangreicher hydrogeologischer Untersuchungen; es erübrigt sich daher, darauf näher einzugehen.

Die vorhandenen geologischen Profile zeigen einen ziemlich uneinheitlichen Aufbau des Untergrundes, was auf wechselweise Aufschüttungen durch die Taugl und die Salzach sowie durch die im Tauglwald abgelagerten Bergsturzmassen zurückzuführen ist.

Auch hinsichtlich der gewinnbaren Wassermengen und der chemischen Qualität wurden von den seinerzeitigen Gutachtern gewisse Bedenken geäußert, so daß schließlich deshalb und in Anbetracht der langen Zuleitung bis zur Stadt Salzburg vorläufig auf eine weitere Verfolgung dieses Grundwasserfeldes verzichtet wurde. Inzwischen schreitet auch dort die Besiedelung weiter und wird ein ausreichender Schutz des Wassers immer schwieriger. Beim Bau der Autobahn wurden allerdings vorsorglicherweise Maßnahmen getroffen, die eine Verunreinigungsgefahr durch den Betrieb dieser frequentierten Straße weitgehend auszuschalten imstande sind.

c) **Das Brunnenfeld Gamp:**

(Profil 6, Tafel X)

Die Versorgung von Hallein erfolgt aus dem Brunnenfeld Gamp,

das auf einer halbkreisförmigen Terrasse westlich der Salzach liegt, durch einen 21 m tiefen Brunnen mit etwas über 50 l/s Förderung. Ein weiterer Brunnen (Horizontalfilterbrunnen = HFB) mit 22 m Tiefe und einer erhofften Leistung von 200 l/s ist derzeit in Bau.

Chemische Wasseranalysen weisen auf Bergwasserzutritte in das Talgrundwasser hin.

d) **Papierfabrik Hallein:**

2 ältere Schachtbrunnen von rd. 11 m Tiefe wurden durch 3 Horizontalfilterbrunnen von 20 bis 26 m Tiefe ergänzt. Die Bewilligung lautet einschließlich 2 weiterer Brunnen im Werksbereich auf 1370 l/s Nutzwasserentnahme. Trotz der Salzachnähe und der teilweisen Unterfahrung des Flusses durch die Horizontalfilter weist das Wasser Trinkwasserqualität auf, die durch die hohe Selbstdichtung der Salzach infolge Aufstau (Wehr Papierfabrik) und der damit verbundenen hohen Seihkraft des Bodens erklärt werden könnte.

e) **Der Raum Kaltenhausen:**

(Profil 7, Tafel XI)

Für die dortige Brauerei stehen 4 Schachtbrunnen von 17, 20, 35 und 36 m Tiefe mit zusammen 80 l/s und für eine Fleischfabrik aus 2 Schachtbrunnen von 13 m Tiefe mit einer genehmigten Leistung von zusammen 7 l/s zur Verfügung.

Die bestehenden Anlagen dürften jedenfalls die vorhandenen Grundwasservorräte weitgehend ausnützen, so daß eine zusätzliche Gewinnung größerer Mengen von einwandfreiem Trinkwasser hier nicht mehr möglich sein wird. Die Grundwassererneuerung erfolgt wegen der Nähe zur Salzach wahrscheinlich von dort her, wobei die Hebung des Salzach-Wasserspiegels durch den Bau der Sohlschwelle Hallein und des Flußkraftwerkes Urstein auch eine Anhebung des Grundwasserspiegels verursacht. Darüber hinaus wird aufgrund hydrochemischer Analysen auch eine Bergwassereinspeisung vermutet.

f) **Rehhofsiedlung — Rif — Königsseeache (ufernahe Bereiche):**

(Profile 8, 9 u. 10, Tafeln XI u. XII)

Für die Siedlung und für die an der Königsseeache gelegene Tuchfabrik können aus rd. 9 m Tiefe in 3 Brunnen 7 l/s bzw. 12 l/s gefördert werden. Eine neue Anlage ist am Fuß des Gutrathberges (SW von Rif) mit einer Entnahme aus 3 Brunnen von 14 m Tiefe mit je 35 l/s (= zusammen 105 l/s) geplant.

Weiters sind für das Zementwerk Gartenau 2 Brunnen von 11 und 13 m Tiefe mit 21,5 und 20 l/s und 1 Brunnen nahe Niederalm mit einer Tiefe von 12 m auf 6 l/s ausgelegt.

In diesem Raum existieren noch mehrere Hausbrunnen, deren Wasserqualität jedoch zu wünschen übrig läßt und die auch nicht

ausreichend geschützt werden können. Dies ist auch der Hauptgrund für die in die Wege geleitete Gruppenversorgung durch die vorgenannte, in Planung befindliche Anlage.

g) Niederalm — Anif — Eicht — Hellbrunn:

(Profile 10, 11 u. 12, Tafeln XII, XIII)

Nördlich von Niederalm besitzt eine Tankstelle einen 13 m tiefen Brunnen, der mit 1,1 l/s genehmigt ist; das AGA-Werk einen solchen von 10,8 l/s Pumpleistung aus 11 m Tiefe.

Die Versorgung von Anif erfolgt aus dem Waldgebiet bei Eicht aus einem 11 m tiefen Schachtbrunnen mit einer maximalen Leistung von 40 Litern.

Zahlreiche Hausbrunnen in diesem Raum sind bezüglich der Entnahmemengen bedeutungslos.

Die an das Torfgebiet der Moosstraße (zwischen Glanbach und Almkanal) gegen Osten anschließenden ausgedehnten Wälder, und vor allem der große Eichtwald, scheinen zunächst für eine stadtnahe Grundwasserentnahme günstig zu sein. Die angestellten Untersuchungen zeigten jedoch einen verhältnismäßig seicht liegenden und nicht sehr mächtigen, daher auch nicht besonders ergiebigen Grundwasserkörper. Es handelt sich um einen vom Untersberggebiet nach N und NNE abfließenden Grundwasserstrom, der jedoch bereits im Pumpwerk Glanegg stark beansprucht und abgesenkt wird. Weitere größere Entnahmen würden daher auf Kosten der bestehenden Anlage in Glanegg sowie auf die im weiteren Umkreis situierten Versorgungen von Anif, Morzg und anderer kleiner Brunnen gehen.

Die am Fuß der Hellbrunner Terrasse entspringenden Grundwasserquellen werden zur Speisung der Schloß-Wasserspiele und der Fischteiche herangezogen. Die Schüttung der Quellen ist sehr schwankend und vom jeweiligen Grundwasserstand abhängig.

h) Das Grundwasserfeld St. Leonhard — Grödig:

(Profile 9 u. 10, Tafel XII, vgl. auch Tafel V)

Hier wurde bei den vom Salzburger Wasserwerk 1969/71 vorgenommenen Aufschlußarbeiten¹ eine tiefe Talrinne aufgefunden, die vom Berchtesgadener Gletscher und dessen Schmelzwässern ausgeräumt und nachträglich mit kalkalpinen Geröllen zugeschüttet wurde. Die ab rund 10 m unter Flur wasserführenden Schotter reichen stellenweise bis mindestens 70 m in die Tiefe, so daß eine beträchtliche Wasserspeicherung angenommen werden darf. Nach erfolgtem Abschluß der Untersuchungen, Probepumpungen und wasserrecht-

¹ Hydrologische Bearbeitung: Prof. Dipl.-Ing. Dr. E. P. NEMEČEK, Technische Hochschule in Graz; Seismik: Prof. Dr. F. WEBER, Montanistische Hochschule Leoben; Hydrogeologie: Dr. H. BRANDECKER, Salzburg.

licher Bewilligung wird derzeit an einem Tiefbrunnen gebaut, aus dem sich die Salzburger Stadtwerke einen beträchtlichen Zuwachs an einwandfreiem Trinkwasser erwarten. Der rd. 40 m tiefe Horizontalfilterbrunnen wird auf 360 l/s ausgelegt, um die genehmigte Entnahmemenge von 6,2 Mill. l/Jahr fördern zu können. Westlich dieser Anlage wird außerdem ein ebenso tiefer Brunnen mit einer Leistung von 15 l/s für die Gemeinde Grödig errichtet.

i) **Das Brunnenfeld Glanegg:**

Das seitens der Stadt Salzburg immer weiter ausgebauten Brunnenfeld Glanegg (mit hauptsächlichlicher Speisung durch Karstwässer des Untersberges) dürfte mit dem jetzigen Ausbaustand (2 Rohrbrunnen mit zusammen 100 l/s und 1 Horizontalbrunnen mit 360 l/s = zusammen 460 l/s aus Tiefen von 30 bis 35 m) seine Leistungsgrenze erreicht haben. Die Bewilligung erstreckt sich auf 7 Mill. m³ Wasserentnahme pro Jahr.

j) **Das Gebiet Gois — Wals — Siezenheim (Bischofswald):**

(Profile 13 u. 14, Tafel XIV u. Tafel V)

Außer zahlreichen Einzelversorgungen durch Hausbrunnen ist im Raum Käferheim nördlich des Walsberges ein 18 m tiefer Brunnen mit einer Leistung von 2,7 l/s (Bewilligung 100 m³/Tag) vorhanden.

Eine Sonderstellung kommt der Pumpbrunnenanlage Bischofswald wegen ihrer Fördermenge von 180 l/s (genehmigt 200 l/s) zu, die aus 5 Brunnen mit Tiefen zwischen 29 und 55 m (dort schon stark versandet!) besteht und hauptsächlich die Kaserne Siezenheim sowie die Ortschaften Siezenheim und Wals versorgt.

Die Qualität der in diesem Raum vorkommenden Grundwässer ist nicht durchwegs befriedigend (hohe Nitratgehalte), und es sind daher auch für die aus dem Bischofswald stammenden Trinkwässer gewisse Aufbereitungsmaßnahmen erforderlich.

Der westliche Rand des durch die Saalach begrenzten Talbodens ist somit durch zahlreiche Einzelversorgungen und durch das Pumpwerk im Bischofswald stark beansprucht. Im Süden und Südosten dieses Gebietes sind die Schotter feinstoffreich und schränken daher, ebenso wie die vom Untersberg her weit ins Tal vorgeschobenen Moränen, die Möglichkeit einer weiteren Gewinnung von Trinkwasser sehr ein. Gegen Osten, in Richtung Glanbach, wird in zunehmendem Maße der Einfluß des breiten Torfgebietes beiderseits der Moosstraße spürbar, so daß schon allein deshalb dort die Entnahme größerer und einwandfreier Trinkwassermengen kaum vorstellbar ist.

Im Raume SW von Wals ist eine starke Anreicherung des Grundwassers durch Infiltration der Saalach oberhalb der Wehranlage bei Käferheim nachgewiesen. Es fehlen bis in größere Tiefen die stauen-

den Schlufftone, so daß ein mächtiger grundwasserführender Schotterkörper vorliegt. Eine Erschöpfung von Trinkwasser ist jedoch wegen der ausgedehnten Schotterentnahmen bis 15 m unter dem Grundwasserspiegel und wegen der dort rasch um sich greifenden Besiedelung in größeren Mengen kaum mehr möglich.

k) Das Gelände östlich der Salzach vom Almbach bis Glasenbach:

Neben zahlreichen Hausbrunnen werden hier vor allem folgende größere Entnahmen getätigt:

Saline: aus 12 m Tiefe; Entnahmemöglichkeit 20 l/s;

Gemeinde Oberalm: Brunnen mit 10 m Tiefe, genehmigt bis 13 l/s;

Solvay-Werk: am westlichen Ufer des Almmühlbaches eine Brunnenreihe mit zusammen (bewilligt) 278 l/s (Profil 7);

Halvic-Werk (im Raum Neualm): nahe der Salzach 3 Brunnen, 27 bis 30 m tief; mit zusammen (bewilligt) 166 l/s;

Gemeinde Puch: Brunnen mit 9 m Tiefe, rd. 2,5 l/s;

Molkerei und Nährmittelfabrik in Puch: aus rd. 12 m Tiefe zusammen 4 l/s.

Nach Darstellung im Bericht von H. RÖSSLE sind die Brunnen durch den Almmühlbach nicht beeinflusst, und es erfolgt angeblich auch keine Infiltration aus der Salzach, was durch den kräftigen Bergwasserstrom vom Almbach her und das starke Grundwassergefälle in Richtung NW erklärbar ist.

Der durchschnittlich nur 0,5 bis 2 km breite Streifen zwischen der Salzach und der östlichen Begrenzung des Tales durch den Berghang sowie die z. T. dichte Besiedelung bieten hier schon im vorhinein nur beschränkte Gewinnungsmöglichkeiten von einwandfreiem Trinkwasser aus dem Untergrund. Die Ortschaften Neualm und Puch sowie größere Industriebetriebe wie Saline und Solvay, um nur einige zu nennen, finden immerhin durch Grundwasserentnahmen eine befriedigende Versorgung. Durch den Stau des Salzachkraftwerkes Urstein ist überdies seit zwei Jahren eine Anhebung des Grundwasserkörpers eingetreten, so daß sich die Verhältnisse quantitativ verbessert haben.

Weitere größere und durch Umwelteinflüsse nicht gefährdete Wasserentnahmen können jedoch in diesem Talabschnitt nur unter erschwerten Bedingungen realisiert werden. Am ehesten käme hierfür ein von H. RÖSSLE aufgezeigtes Gebiet zwischen Neualm und Almbach in Betracht.

l) Das Gelände östlich der Salzach im Raum Elsbethen — Glasenbach — Aigen — Parsch — Gnigl:

(vgl. Tafel V)

Außer zahlreichen, meist jedoch nicht mehr genutzten kleinen Hausbrunnen mit Tiefen zwischen 4,6 und 16,6 m sind nachstehende größere Brunnenanlagen in diesem Raum vorhanden:

Elsbethen: 2 Brunnen, 8,3 bzw. 6,5 m tief, Kapazität 2,5 bzw. 13,3 l/s; Glasenbach: hauptsächlich zur Versorgung der Kaserne: 1 Pumpbrunnen mit 9,5 m Tiefe und etwa 14 l/s Entnahmebewilligung; Pumpwerk Aigen: erbaut 1931, kann aus einem nur 4 m tiefen Schachtbrunnen bis 10 l/s fördern. (Er wird in nächster Zeit aufgegeben.)

Die weiter nördlich liegenden, immer mehr an den Stadtkern heranrückenden Bereiche von Parsch und Gnigl sind für nennenswerte Trinkwasserentnahmen aus mehrfachen Gründen (Schutzgebiet, geringe GW-Tiefe, Seeton- und Moorböden) nahezu ungeeignet, und es existieren dort auch nur kleinere Hausbrunnen.

m) Die Stadt Salzburg (einschließlich Stadtrand):

Im Kern der Stadt Salzburg und ihrer näheren südlichen, westlichen und nördlichen Umgebung sind erstaunlich viele, teilweise auch recht leistungsfähige Brunnen abgeteuft, die größtenteils der Nutzwasserversorgung von Betrieben dienen.

Von den 43 im Wasserbuch verzeichneten Anlagen dürften jedoch schon viele stillgelegt sein. Ihre bewilligte Gesamtfördermenge erreicht immerhin mehr als 330 l/s, davon allein 13 Anlagen mit einer Kapazität zwischen 10 und 30 l/s, die in der Alpenstraße, in Leopoldskron, Maxglan, Lehen-Liefering, Itzling, im Volksgarten (Gaisbergstraße) und sogar im Stadtzentrum (Kurhaus und Bahnhofnähe) liegen.

Eine Betrachtung dieses Bereiches hinsichtlich einer Gewinnung von Trinkwasser erübrigt sich, da wegen der notwendigen Schutzgebietsabgrenzung bestenfalls nur mehr einige Grünflächen für eine minimale Grundwasserentnahme in Frage kämen.

n) Das Gebiet Bergheim — Anthering — Oberndorf:

(vgl. Tafeln V u. VI)

Nördlich der Ortschaft Bergheim befindet sich der 8 m tiefe, für 10 l/s genehmigte Gemeindebrunnen, außerdem der rd. 7 m tiefe Schlachthofbrunnen, für den 35 l/s Entnahme bewilligt sind.

Die Ortschaft Anthering schließlich wird von 2 seichten Brunnen (ca. 6 bis 8 m) versorgt, die derzeit auf zusammen rd. 4 l/s ausgelegt und bewilligt sind, deren Schüttung aber noch gesteigert werden könnte.

Im übrigen werden aus dem geringmächtigen Grundwasserkörper dieses z. T. hochwassergefährdeten Gebietes nur kleinere Wassermengen in seichten Hausbrunnen erschrotet.

Die im Talboden von Anthering bis Oberndorf bestehenden Tiefbrunnen reichen zur örtlichen Versorgung bald nicht mehr aus. Eine Verbesserung der Versorgungslage durch Erweiterung der bestehenden Anlagen ist in beschränktem Umfang wohl möglich, muß aber für den Einzelfall genauer geprüft werden. Inwieweit

hiefür auch die Talmulde bei Weitwörth für die Gewinnung von Trinkwasser herangezogen werden könnte, wäre noch durch Untersuchungen zu klären. Die dort abgelagerten holozänen Salzschotter geben zwar einen guten Grundwasserleiter ab, doch werden sie seit einigen Jahren in größerem Umfang abgebaut.

5. 3. Überlegungen zur Gesamtförderung

Nach den bisherigen Ermittlungen ist festzustellen, daß aus dem Grundwasserkörper des Salzburger Beckens zusammen etwa 4 bis 5 m³/s Wasser durch bewilligte Anlagen entnommen werden könnten. Zieht man von diesen Zahlen die nicht oder nur teilweise genutzten Entnahmen ab, wird ein viel kleinerer Wert erreicht. (Die tatsächlichen Entnahmemengen der zahlreichen noch in Betrieb stehenden Hausbrunnen sind nicht erfaßbar, fallen aber bei einer Bilanz für das gesamte Talbecken sicherlich nicht ins Gewicht.) Wie bereits ausgeführt, wird schließlich ein beträchtlicher Teil des in Bohr- oder Schachtbrunnen erschoteten Wassers als Nutzwasser verwendet, so daß die maximale Entnahme von Trinkwasser aus dem Grundwasser (also ohne Quellversorgungen) für den betrachteten Raum dzt. wahrscheinlich noch unter 1 m³ liegen dürfte.

6. Das Trinkwasserhoffungsgebiet „Salzburger Becken Süd“

Für die Speicherung des Talgrundwassers stehen über den wasserstauenden Seetonabsätzen i. w. postglaziale Grobsande und Schotter zur Verfügung, welche Mächtigkeiten zwischen 30 m im Süden und 7 m im Norden des Beckens aufweisen. Überdies gelangten an einigen Stellen in bis 70 m (?) tiefen Erosionsrinnen wasserführende Schotter zur Ablagerung, die besondere Aufmerksamkeit verdienen. Viele dieser Grundwasserwannen werden bereits ausgebeutet, sind untersucht oder befinden sich in Aufschließung (vgl. Kapitel 5). Durch verschiedene bautechnische Erkundungsbohrungen und durch die im Zuge der vorliegenden Studie angestellten Untersuchungen sind weitere Schottermulden bzw. Gebiete mit großer Schottermächtigkeit bekannt geworden, die, in vieler Hinsicht in günstiger Position liegend, als größere Trinkwasserspeicher in Betracht kommen könnten. Das Vorhandensein derartiger, stellenweise mehr als 30 m mächtiger „Grundwasserprovinzen“ im südlichsten Salzburger Talbecken war bisher nicht bekannt, und es wird darauf zum erstenmal im Rahmen dieser Arbeit hingewiesen.

Nach den bisherigen Erhebungen verdienen vor allem die in der hydrogeologischen Karte „Süd“ (Tafel IV) mit „H“ markierten Bereiche besondere Beachtung. Sie erstrecken sich auf das Salzsachtal zwischen dem Ofenauer Berg und südlich von Kuchl sowie über die Mündungsbereiche des Torrener Baches und der Lammer in das Salzsachtal.

Die besondere Verfolgungswürdigkeit dieser Gebiete ist durch folgende günstige Umstände gegeben:

- a) Vorhandene Aufschlußbohrungen für Bauwerke zeigen einen mächtigen, grundwasserführenden Schotterkörper; auch geologische Überlegungen lassen in den Teilprovinzen H₁ bis H₄ Eintiefungen der Grundwassersohle (Fels, Seeton oder Moränen?) für wahrscheinlich erscheinen, womit
- b) tiefere und damit von Oberflächeneinflüssen weitgehend abgeschirmte Grundwasserentnahmen möglich sein dürften.
- c) Die Erneuerung des Grundwassers erfolgt durch die hier chemisch und biologisch noch wenig belastete Salzach und durch die einen hohen Gütegrad besitzenden Zubringer Torrener Bach und Lammer sowie durch
- d) die ebenfalls einwandfreie Qualität aufweisenden, unterirdisch zufließenden Bergwässer, wobei insbesondere jene aus dem stark verkarsteten Hagengebirge zu erwähnen sind, das wahrscheinlich zu einem erheblichen Anteil in das tiefeingreifende Bluntatal entwässert.
- e) Für die künstliche Anreicherung des Grundwasserkörpers durch Einleitung von vorhandenen sauberen Oberflächenwässern liegen aller Voraussicht nach günstige Bedingungen vor, so daß dadurch eine Steigerung der Entnahmemengen erreicht werden könnte.
- f) Die aufgezeigten Trinkwasserhoffungsgebiete sind unverbaut und auch für eine Verbauung kaum geeignet; sie liegen außerdem abseits von Siedlungen und sind daher verhältnismäßig leicht zu schützen. (Stellenweise ist die Gefährdung durch Verkehrswege — besonders der Tauernautobahn — zu überprüfen.)
- g) Das Gefälle zwischen dem Talboden im Süden und im Bereich der Stadt Salzburg beträgt immerhin mehr als 40 m; ob und wie weit dieses Gefälle für eine Gravitationsförderung ab Geländeoberfläche ausreicht, ist von anderer Stelle zu beurteilen.

In welchem Ausmaß die landwirtschaftliche Nutzung der dortigen Felder beeinträchtigt wird, kann nicht vom Verfasser beurteilt werden. Eine genauere Erhebung verlangt schließlich die Beurteilung der Gefährdung durch Hochwässer, wengleich eine solche bei sonst günstigen Bedingungen nicht unbedingt entscheidend sein sollte.

7. Zusammenfassung

Die durch ihre kulturelle Geschichte und den Fremdenverkehr berühmte Stadt Salzburg und ihre weitere Umgebung weisen ein überaus hohes Wachstum auf, so daß in diesem Ballungszentrum schon in einigen Jahren mit einer Bevölkerungszahl von 200.000 gerechnet werden muß. Der mit dieser Entwicklung ebenso rasch ansteigende Trinkwasserbedarf verlangt trotz Erweiterungen der großen Pumpwerke „Glanegg“ und „Gamp“ sowie der im Bau befindlichen neuen Anlage „Sankt Leonhard“ schon jetzt eine weitere Erkundung und Sicherstellung aller noch vorhandenen Trinkwasserreserven, zu denen auch die Grundwasservorkommen zählen. Diesen Erfordernissen entsprechend hat das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung Wasserwirtschaftskataster, im Rahmen seines Untersuchungsprogrammes zur Erfassung der Trinkwasservorräte in Österreich die gegenständliche Studie veranlaßt.

Obzwar die zur Verfügung stehenden Unterlagen für eine ins Detail gehende Beurteilung der hydrogeologischen Verhältnisse im Talboden des Salzburger Beckens nicht ausreichen, lassen sie doch auf günstige Voraussetzungen für Trinkwasser-Hoffungsgebiete im südlichen Talabschnitt schließen. Der mittlere Talbereich dagegen ist bereits weitgehend ausgebeutet und überdies wegen seiner dichten Besiedlung und Industrialisierung, aber auch infolge der weiträumigen Verdünnung der Schotterdecke für größere Wasserentnahmen kaum mehr geeignet.

Das tektonisch angelegte, fjordartig in die Nördlichen Kalkalpen eingreifende Salzburger Becken wurde durch die Gletscher mehrmals ausgeräumt und der postglazial durch Moränenstau entstandene Gletschersee allmählich durch Seetone aufgelandet. Über diesen wasserstauenden Schlufftonen und Feinsanden gelangten zunächst gröbere Sande und schließlich Schotter zur Sedimentation. Sie bilden infolge nachträglicher Ausräumung und folgender Aufschüttung drei ziemlich ebene Terrassenflächen, aus denen zahlreiche Inselberge (Festungsberg-Mönchsberg, Kapuziner Berg, Hellbrunner Hügel usw.) herausragen. Die Stärke der gröberen Sande und Deckschotter steigt gegen Süden auf mehr als 30 Meter. Im Mündungsbereich der Saalach und Lammer, des Torrener Baches, der Taußl und des Alm-Flusses in das Hauptbecken erfolgten überdies schotterige Deltaschüttungen, die vermutlich in noch weit größere Tiefen reichen. Es kann daher angenommen werden, daß diese Deltaschotter einen günstigen Grundwasserleiter abgeben und ihrer Ausdehnung entsprechend einen mächtigen Grundwasserkörper beherbergen, der vorwiegend von den Bergflanken her oder von seitlichen Zubringern genährt wird und generell in nördlicher Richtung, teilweise auch zur Salzach abfließt.

Von hydrogeologischer Seite kann eine weitere Verfolgung der im Süden des Salzburger Beckens gelegenen, bisher kaum genutzten Grundwasserprovinzen im Raume Ofenau—Golling—Kuchl sowie an den Ausgängen des Lammer- und Bluntautales aus mehreren Gründen empfohlen werden: Vor allem sprechen die bisherigen Erkundungen für eine große Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, dessen Erneuerung hauptsächlich durch saubere Karstwässer aus dem südlich angrenzenden Tennen- und Hagengebirge sowie durch noch weitgehend unbelastete Gebirgsflüsse erfolgt. Überdies sind die Voraussetzungen für eine künstliche Grundwasseranreicherung günstig, womit die möglichen Entnahmemengen von — grob geschätzt — einigen hundert Litern je Sekunde noch beträchtlich gesteigert werden könnten. Der Vorteil der aufgezeigten Hoffungsgebiete ist nicht zuletzt auch in der abseitigen Lage zu den Siedlungsgebieten und damit in einem weitgehenden Wasserschutz gegeben.

Welches der in der hydrogeologischen Karte (Tafel IV) mit „H“ bezeichneten, von Salzburg 25 bis 30 km südlich gelegenen Gebiete Vorrang genießt, kann erst durch Detailuntersuchungen geklärt werden. Die Verfolgungswürdigkeit des Grundwasservorkommens an sich hängt aber auch von Raumplanungsfragen und wirtschaftlichen Erwägungen (etwa dem Vergleich mit anderen Projekten!) ab. In diesem Zusammenhang verdienen auch die in Nähe der Grundwasserfelder liegenden Karstwasservorräte für eine großregionale Trinkwasserversorgung Beachtung.

8. Verwendete Unterlagen

8. 1. Topographische Karten

Österr. Karte 1 : 25.000; Blatt 63/1 Oberndorf, 63/2 Anthering, 63/3 Walserberg, 63/4 Salzburg, 64/3 Eugendorf, 93/2 Untersberg, 94/1 Hallein, 94/3 Golling.

8. 2. Geologische Karten

GÖTZINGER, G.: Blatt Salzburg, 1 : 50.000, Geol. B. A., Wien 1955.
 PREY, S.: Blatt Salzburg, 1 : 50.000, Geol. B. A., Wien 1969.
 SCHLAGER, M.: Blatt Adnet und Umgebung, 1 : 10.000, Geol. B. A., Wien 1960.

8. 3. Literatur

BISTRITSCHAN, K. & K. FIEBINGER: Die Tiefenerosion der Salzach im weiteren Bereiche der Stadt Salzburg. Geol. u. Bauw., **18**, Wien 1951.
 DEL NEGRO, W.: Geologie von Salzburg. Innsbruck 1950.
 — Geologie der östlichen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen. SALZBURG. 2. Aufl., Geol. B. A., Wien 1970.

- EBERS, E., WEINBERGER, L., DEL NEGRO, W.: Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. Ges. f. Bayr. Landesg., München 1966.
- EGGER, H.: Die Wasserversorgung der Landeshauptstadt Salzburg. Geschichte, Gegenwart und Zukunft. Salz. Dok. „Wasser und Kanal“, Amt d. Salz. Landesreg., Salzburg 1972.
- GÖTZINGER, G.: Aufnahmsbericht über Blatt Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1934.
- Führer für die Quartärexkursionen in Österreich. Geol. B. A., Wien 1936.
- Aufnahmsbericht über Blatt Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1949.
- Aufnahme über Blatt Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1950/51.
- Geologische Karte der Republik Österreich. Blatt Salzburg. Geol. B. A., Wien 1955.
- HOERNES, R.: Der Einbruch von Salzburg und die Ausdehnung des interglazialen Salzburger Sees. Sitz.-Ber. Ak. Wiss. Wien, Math. Natwiss. Kl., Wien 1908.
- KIESLINGER, A.: Felsgeologische Probleme beim Neuen Festspielhaus in Salzburg. Schweiz. Bauztg., 90, 34, 1972.
- PENCK, A. & E. BRÜCKNER: Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.
- PIPPAN, Th.: Anteil von Glazialerosion und Tektonik an der Beckenbildung am Beispiel des Salzachtales. Zschr. f. Geom., N. F., 1, Berlin 1957.
- Berichte über geologische Aufnahmen auf den Blättern Salzburg 63/4, Untersberg 93/2, Hallein 94/1, 1:25.000 und auf dem Stadtplan Salzburg 1:10.000. Verh. Geol. B. A., Wien 1958—1965.
- Die Stadtterrassen von Salzburg. Mitt. Öst. Geogr. Ges., 109, I—III, Wien 1967.
- PLÖCHINGER, B.: Zur Geologie des Kalkalpenabschnittes vom Torrener Joch zum Ostfuß des Untersberges. Die Gölmasse und die Halleiner—Hallstätter Zone. Jb. Geol. B. A., Wien 1955.
- PREY, S.: Zwei Tiefbohrungen der Stieglbrauerei in Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1959.
- SCHLAGER, M.: Zur Geologie des Untersberges bei Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1930.
- SEEFELDNER, E.: Entstehung und Alter der Salzburger Ebene. Mitt. d. Ges. f. Salzbg. Landesg., Salzburg 1954.
- Salzburg und seine Landschaften. Eine geographische Landeskunde. Salzburg 1961.
- STUMMER, E.: Die interglazialen Seen von Salzburg. Verh. Geol. B. A., Wien 1936.
- Der Aufbau des Salzburger Beckens. Mitt. d. Ges. f. Salzbg. Landesg., Salzburg 1947.
- TOUSSAINT, B.: Hydrogeologie und Karstgenese des Tennengebirges (Salzburger Kalkalpen). Steir. Beitr. z. Hydrogeol., 23, Graz 1971.
- WEINBERGER, L.: Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irsee- und Atterseezweige des Traungletschers. Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Exkursionen zwischen Salzach und March. Verh. Geol. B. A., Wien, Sonderheft D, Wien 1955.

8. 4. Unveröffentlichte Gutachten

- BRANDECKER, H.: Baugeologie SAFE-Salzachkraftwerk Urstein, 1968.
- Hydrogeologisches Gutachten Grundwasserfeld Morzg — Anif — St. Leonhard — Grödig — Eichethof, 1969 u. 1970.
- Bericht über hydrogeologische Wahrnehmungen und Voraussetzungen der Trinkwasserhoffnungsgebiete St. Leonhard, Fuschlsee, Bluntatal, Tennengebirge, 1972.

- NEMEČEK, E. P.: GW-Feld Salzburg-Süd. Hydrologisches Gutachten.
RÖSSLE, H.: Grundwasservorkommen im Salzburger Becken, 1974.
WEBER, F.: Bericht über die refraktionsseismischen Messungen bei St. Leonhard, 1969.

Summary

Salzburg city and its surroundings, which are so famous for their cultural history and their tourism, have been growing extremely fast which justifies the assumption that, in the next few years, some 200.000 people will be living in this crowded area. The result of such a development is an ever-increasing need of water-supply necessitating, even now, an additional search for any existing drinking water reserves — which also comprises the occurrence of groundwater — although the big water works of „Glanegg“ and „Gamp“ and the new plant of „St. Leonhard“ being under construction have been enlarged. Considering these needs the Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Department for Water Supply, initiated the present study within its research programme concerned with the recording of all Austria's water resources.

It is true that the data available do not suffice to allow for an analysis of the hydrogeological conditions of the Salzburg Basin valley floor, yet there is every reason to believe that in the southern parts of the valley we might find favourable conditions for an area for future exploitation. The middle part of the valley, however, has been widely exploited and can hardly be used for any other water exploitation on a larger scale because of its high population density and its industrialization; moreover, in large parts, its gravel layers have already worn thin.

The Salzburg Basin, which is placed tectonically and reaches into the Northern Limestone Alps like a fiord, was eroded by glaciers on several occasions; an ice-barrier lake came into being postglacially by damming moraines and was gradually filled up with calcareous mud. At first, sedimentation took place on these water damming muds and finest sands through coarser kinds of sands and, finally, through gravel. Owing to additional eroding processes and subsequent sedimentation three more or less even terraces were formed with numerous mountains (inselbergs — Mönchsberg, Kapuziner Hill, Hellbrunn Hill etc.) jutting out. The thickness of the coarser sands and the covering gravel reaches more than 30 m in the South. Moreover, at the junction area of the rivers Salzach and Lammer, of the Torrener Bach, the Taufl and the Alm-Fluss into the main basin, gravel-like delta sediments have accumulated presumably reaching an even greater depth. Therefore we may assume that these gravels act as a good aquifer and that, according to their expansion, there exists a vast groundwater body which is predominantly fed either by the mountain flanks or the lateral tributaries and which generally flows to the North or else to the river Salzach.

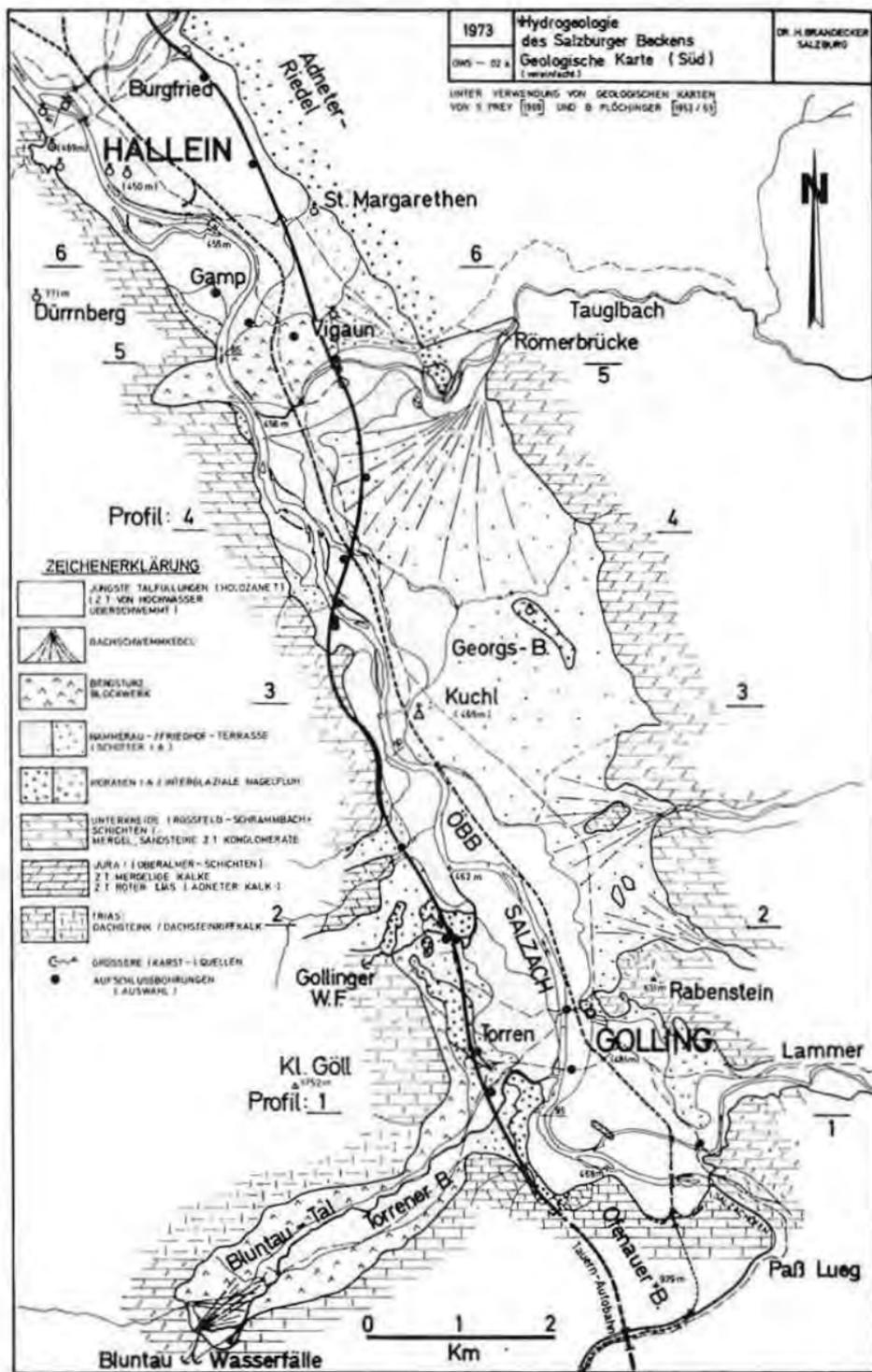
From the hydrogeological point of view further investigations of the groundwater provinces around Ofenau — Golling — Kuchl as well as at the ends of the Lammer valley and the Bluntau valley — these places are situated at the southern border of the Salzburg Basin and have hitherto been hardly exploited at all — can be recommended for several reasons: the examinations conducted indicate to an enormous groundwater body that is recharged mainly by clear karst waters from the southern Tennen and Hagen massives or else by more or less unpolluted mountain rivers. Furthermore, conditions for an artificial recharge of the groundwater are favourable, i. e., the potential quantity of exploitation of roughly a few hundreds of litres per second might be considerably increased. The indicated areas

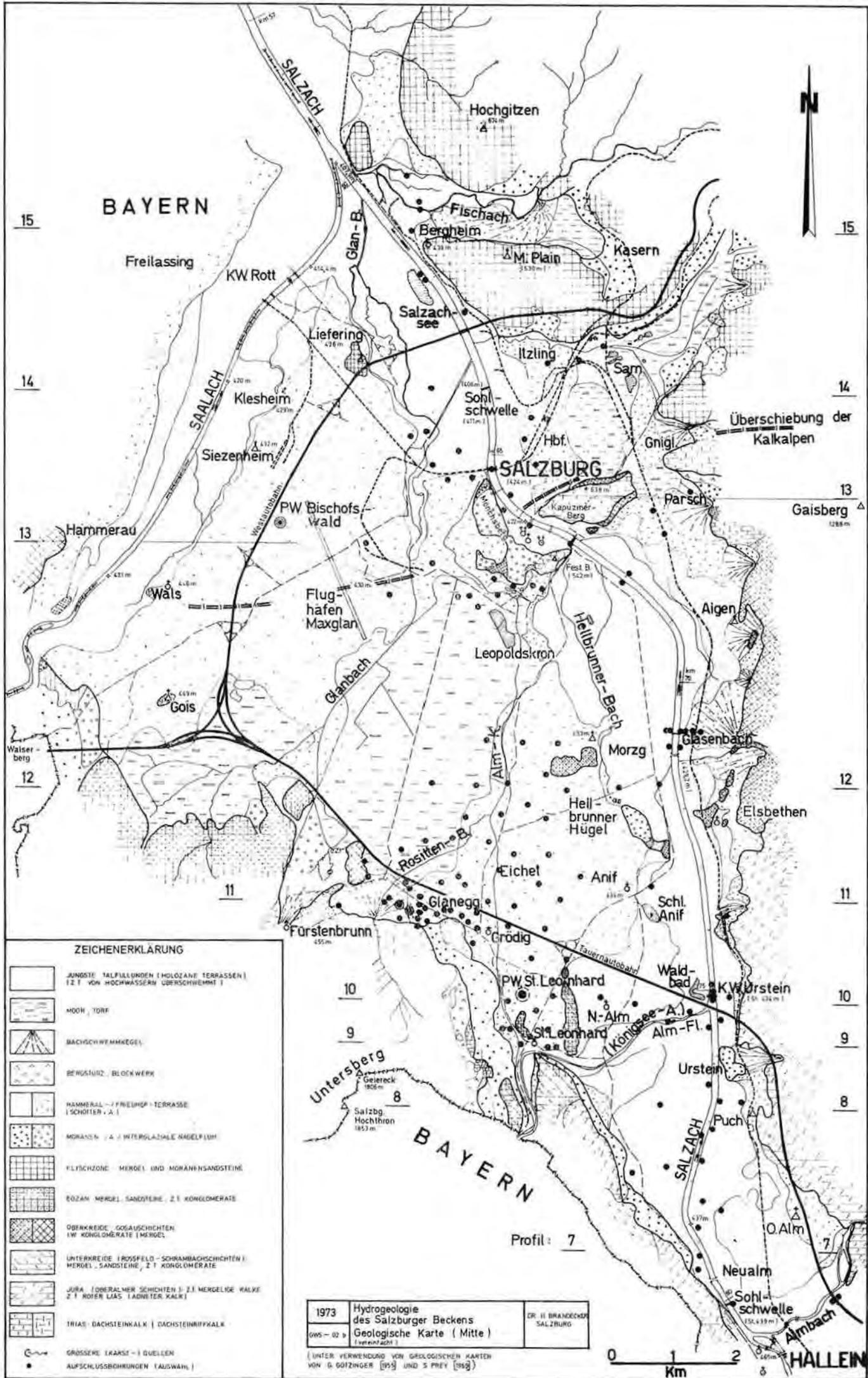
for future exploitation will surely be of advantage for settlements in remote regions and will, at the same time, guarantee water protection to a higher degree.

It is up to detailed investigations to make clear which of those areas being marked with an „H“ in the hydrogeological map (table IV) and situated 25 to 30 km south of Salzburg city will be given priority. However, all kinds of investigations about the existence of groundwater also depend on issues of rural and urban development and on economic considerations (such as, may be, a comparison with other projects!). Likewise, we have to pay attention to karst water resources occurring in the vicinity of a ground-water horizon for a large-scale water supply.

Anschrift des Verfassers:

Dr. HERMANN BRANDECKER, Berater für Angewandte Geologie, A-5020
Salzburg, A.-Breitner-Straße 1





BAYERN

BAYERN

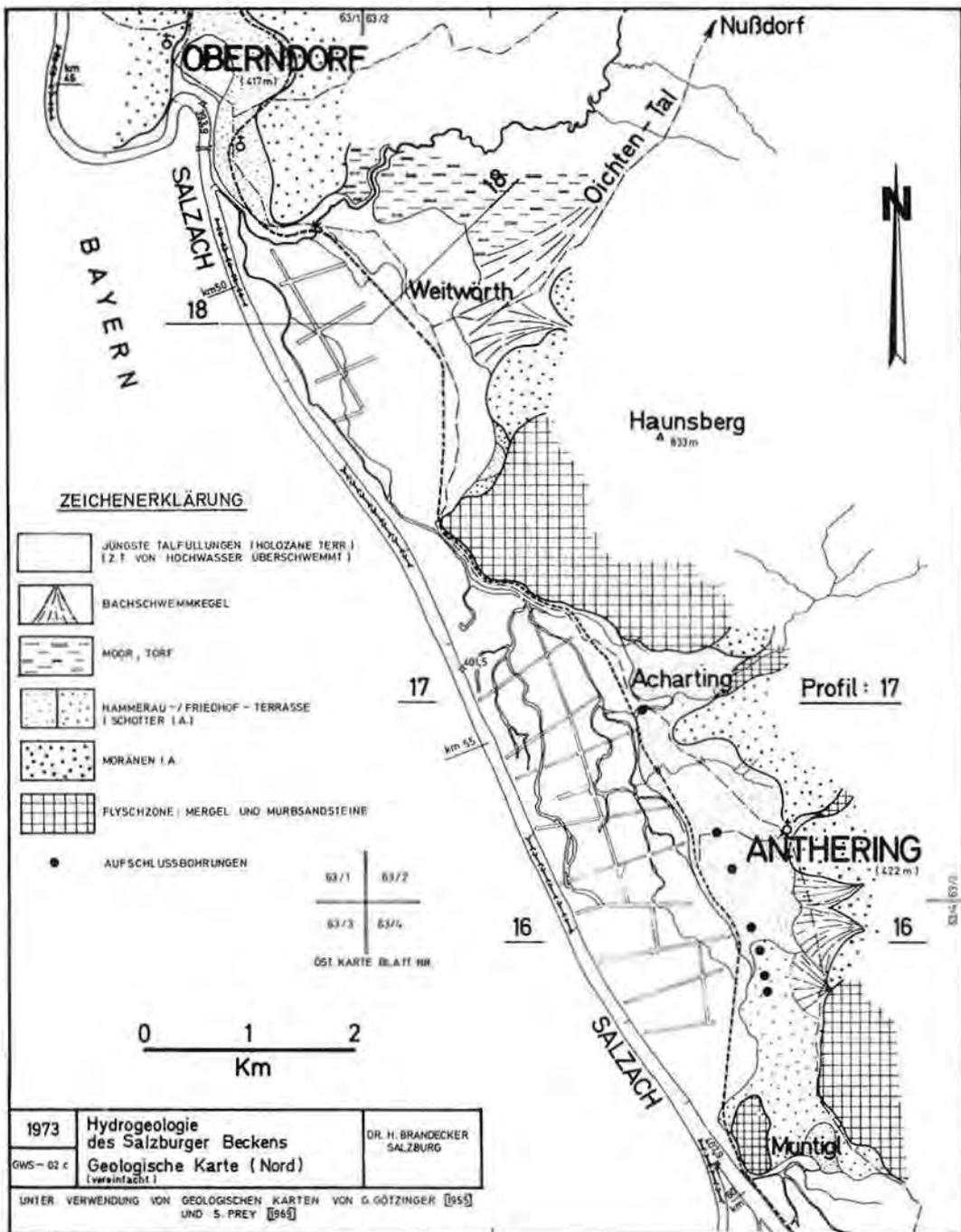
ZEICHENERKLÄRUNG

- JÜNGSTE TALFÜLLUNGEN (HOLOZÄNE TERRASSEN) (Z.T. VON HOCHWASSERN ÜBERSCHWEMMT)
- MOOR, TORF
- BACHSCHWEMMREGEL
- BEUGENSTÜZ. BLOCKWERK
- HAMMERKOPF-TERRASSE (SCHOTTER, A.)
- MORÄNE (A.) INTERGLAZIALE NABELFLUSS
- FLÜTSCHZONE: MERGEL UND MORÄNENSANDSTEIN
- EÖZÄNE MERGEL, SANDSTEIN, Z.T. KONGLOMERATE
- OBERKREIDE: SANDSTEINEN (M. KONGLOMERATE) (MERGEL)
- UNTERKREIDE (ROSENBERG-SCHRAMBACHSCHICHTEN): MERGEL, SANDSTEIN, Z.T. KONGLOMERATE
- JURASS (OBERALPEN-SCHICHTEN): Z.T. MERGELIGE KALK, Z.T. KREIDELIAS (ADNER KALK)
- TRIAS: DACHSTEINKALK | DACHSTEINPFALK
- GRÖßERE KARST- | QUELLEN
- AUFSCHLUSSBOHRUNGEN (AUSWAHL)

1973	Hydrogeologie des Salzburger Beckens Geologische Karte (Mitte) <small>(1:50.000)</small>	ER: H. BRANDECKER SALZBURG
(UNTER VERWENDUNG VON GEOLOGISCHEN KARTEN VON G. GOETZINGER (1953) UND S. PREY (1963))		

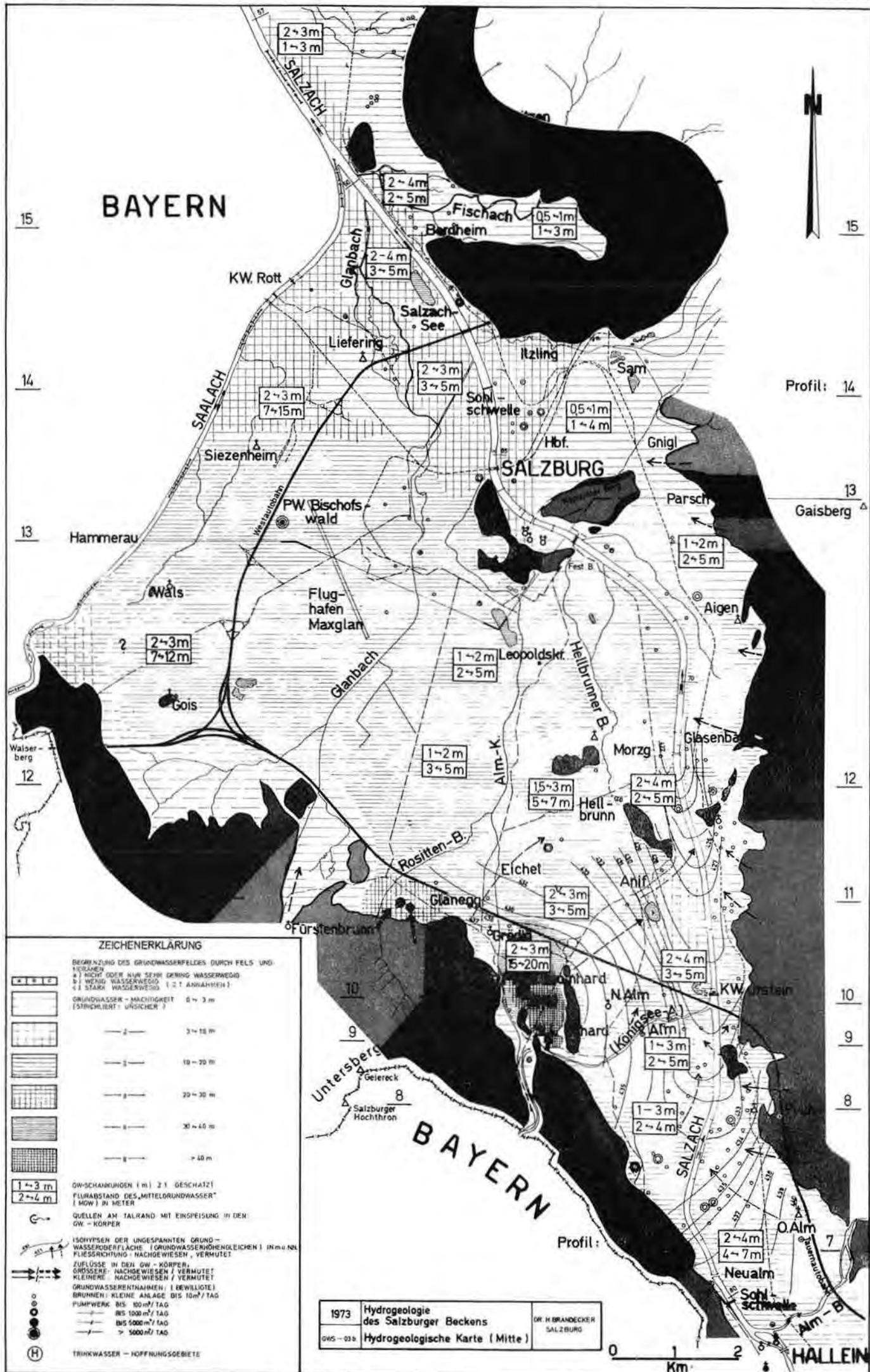
0 1 2 Km





1973	Hydrogeologie des Salzburger Beckens	DR H. BRANDECKER SALZBURG
DMS-024	Hydrogeologische Karte (Süd)	





BAYERN

BAYERN

ZEICHENERKLÄRUNG

- BEGRENZUNG DES GRUNDWASSERFELDES DURCH FELS UND TIEFLÄCHEN
 - 1) NICHT ODER NUR SEHR GERING WASSERLEITIG
 - 2) WENIG WASSERLEITIG (2 T. ANNAHME)
 - 3) STARK WASSERLEITIG
- GRUNDWASSER - MÄCHTIGKEIT (STRICHLEISTE: URSCHEIN)
 - 0 ~ 3 m
 - 3 ~ 10 m
 - 10 ~ 20 m
 - 20 ~ 30 m
 - 30 ~ 40 m
 - > 40 m
- GW-SCHNITTUNGEN (m) 2:1 GESCHÄTZT
 - 1 ~ 3 m
 - 2 ~ 4 m
- FLURABSTAND DES "MITTELGRUNDWASSER" (MOW) IN METERN
- QUELLEN AM TALRAND MIT EINSPESUNG IN DEN GW-KÖRPER
- ISOHYSEN DER UNGESpannten GRUNDWASSEROBERFLÄCHE (GRUNDWASSERHÖHENGLEICHEN) IN m und n
 - FLIESSRICHTUNG - NACHGEWIESEN, VERMUTET
- ZUFLÜSSE IN DEN GW-KÖRPER
 - GRÖßERE - NACHGEWIESEN / VERMUTET
 - KLEINERE - NACHGEWIESEN / VERMUTET
- GRUNDWASSERENTNAHMEN (BEWILLIGTE)
 - BRUNNEN - KLEINE ANLAGE BIS 10 m³/TAG
 - PUMPWERK BIS 100 m³/TAG
 - BIS 1000 m³/TAG
 - BIS 5000 m³/TAG
 - > 5000 m³/TAG
- TRINKWASSER - HOFFUNGSGEBIETE

1973	Hydrogeologie des Salzburger Beckens	DR. H. BRANDECKER SALZBURG
GW-039	Hydrogeologische Karte (Mitte)	

0 1 2 Km

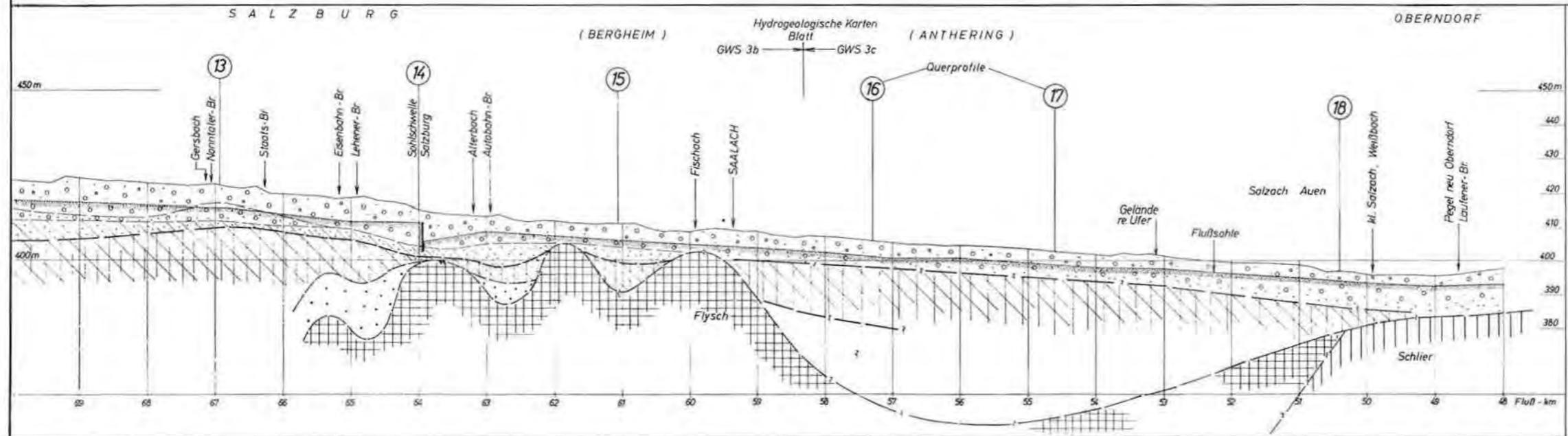
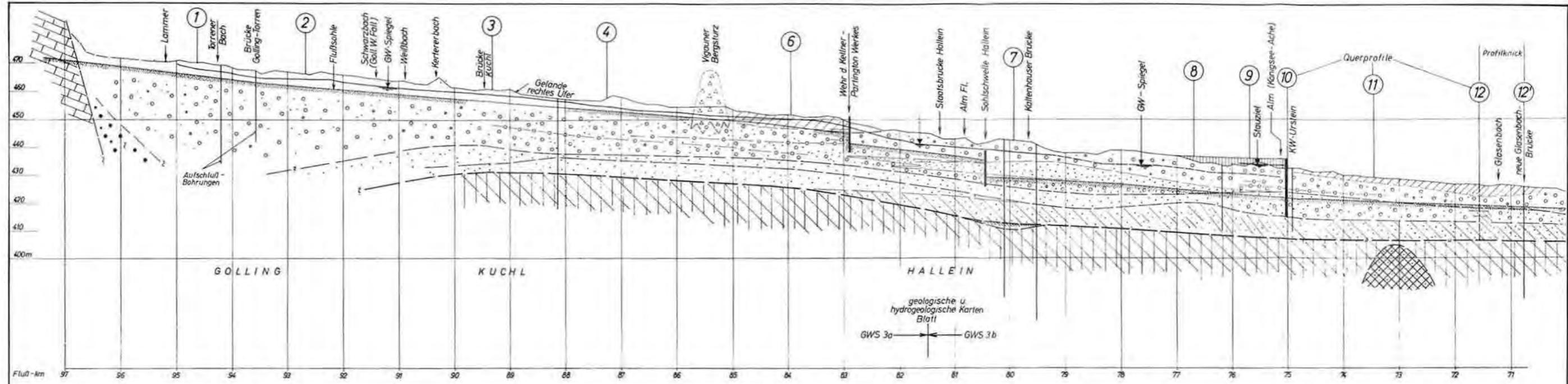
Profil: 14

Gaisberg

Profil:

HALLEIN





ZEICHENERKLÄRUNG
(GILT AUCH FÜR QUERPROFILE)

	MUTTERBODEN, MOOR, TORF
	LEHM ALLG. (VERWITTERUNGS- u. AUELEHM ETC.)
	SCHOTTER ALLG. (SAND, KIES U. STEINE) z.T. VERKRUSTET (KONGLOMERIERT)
	GRUB- / FEINSAND
	SCHLUFFSAND / SCHLUFFTON (SEETON)
	MORANEN (MEIST GRUNDMORANEN)
	SCHLIER
	FLYSCH: MERGEL UND MURBSANDSTEINE
	EOZÄN: MERGEL, SANDSTEINE, z.T. KONGLOMERATE
	OBERKREIDE: GOSAULSCHICHTEN (w. KONGLOMERATE) MERGEL
	UNTERKREIDE (ROSSFELD - SCHWABACHSCHICHTEN) MERGEL, SANDSTEINE, z.T. KONGLOMERATE
	JURA: (OBERALMER SCHICHTEN) z.T. MERGEL, KALK, z.T. RÖTER LIAS (ADNETER KALK)
	TRIAS: DACHSTEINKALK DACHSTEINSCHICHTKALK
	HASELBERGEBIRGE
	AUFSCHLUSSBOHRUNGEN
	GRUNDWASSERSPIEGEL

