

BERICHTE
der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 22/1973

Grundwasseruntersuchungen
im südöstlichen Grazerfeld

Amt der Steiermärkischen Landesregierung — Landesbaudirektion
Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung
Graz 1973

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

	Seite
Bernhart, L.: Wasserversorgung aus dem Grundwasser im Südosten der Landeshauptstadt Graz	7
Zetinigg, H.: Die Hydrogeologie des südöstlichen Grazer-Feldes	25
1. Der geologische Aufbau	27
2. Das Untersuchungsprogramm	35
2a. Aufschlußbohrungen	40
2b. Grundwasserströmungsverhältnisse	42
2c. Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers	47
3. Literaturverzeichnis	60
4. Abbildungsverzeichnis	62
Novak, J. : Pumpversuche im südöstlichen Grazer-Feld	63
1. Aufschlußbohrungen	65
1.1 Bohrung B I	65
1.2 Bohrung B II	66
1.3 Bohrung B III	68
2. Pumpversuche	69
2.1 Anordnung der Pumpversuche	69
2.2 Auswertung der Pumpversuche	70
2.2.1 Pumpversuch in Bohrung B II	70
2.2.2 Pumpversuch in Bohrung B III	72
2.3 Ermittlung der Ergiebigkeiten	73
2.3.1 Bohrung B II	73
2.3.2 Bohrung B III	74
3. Zusammenfassung	75
4. Abbildungsverzeichnis	76

	Seite
Popp, W. : Grundwasseruntersuchungen im Raume Gössendorf	77
Einleitung	79
Auswahl der Untersuchungsstellen	79
Diskussion der Untersuchungsergebnisse	81
Bakteriologische Untersuchung	84
Zusammenfassung	85
Übersichtstafel der Probeentnahmen 1 - 9	87
Lageplan im Maßstab 1 : 25.000	89

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände.

WASSERVERSORGUNG AUS DEM GRUNDWASSER IM SÜDOSTEN

DER LANDESHAUPTSTADT GRAZ

von

L. B e r n h a r t .

Unter den Gemeinden des Landes Steiermark sind die im Südosten der Landeshauptstadt Graz im Grazer-Feld gelegenen Gemeinden diejenigen, die zum Unterschied von der Mehrzahl steirischer Gemeinden im letzten Jahrzehnt den größten Bevölkerungszuwachs aufzuweisen haben. In zunehmendem Maße tritt dabei der Anteil der in der Landwirtschaft tätigen Bewohner zurück. Frühere Bewohner der Stadt verlassen und verließen ihre innerstädtischen Wohnungen und ziehen es vor, am Stadtrand oder außerhalb der Stadt zu leben und grüne Umgebung zu genießen oder wenigstens in besserer Luft zu schlafen. Dies mag an sich nicht zu überraschen, hat doch die Stadt Graz, im großen gesehen, weder nach Norden noch nach Osten oder nach Westen zu wesentliche Erweiterungsmöglichkeiten zur Ausdehnung der Siedlungen, beschränkt für Wohnsiedlungen, vor allem aber auch nicht für industrielle Ansiedlungen.

So ist der Bevölkerungszuwachs der vergangenen Jahrzehnte ein bedeutender Hinweis auch für die schon eingetretene und noch zu erwartende wasserwirtschaftliche Entwicklung.

Für die in Rede stehenden Gemeinden Fernitz, Gössendorf, Grambach, Hart bei St. Peter, Hausmannstätten und Raaba ergeben sich nach den endgültigen Ergebnissen über die Wohnbevölkerung¹⁾ folgende Wohnbevölkerungszahlen, wobei stets der prozentuelle Anstieg gegenüber der rechtsstehenden Zahl darunter vermerkt ist.

Für die Jahre	1971	1961	1951	1934	1923	1910	1900
Fernitz	1.661 14.9 %	1.445 19.1 %	1.213 9.5 %	1.107 0.01 %	1.098 -1.3 %	1.112 +9.4 %	1.016
Gössendorf	1.847 38.9 %	1.330 28.7 %	1.033 26.1 %	819 4.3 %	785 9.8 %	715 13.5 %	630
Grambach	1.020 74.1 %	586 14.7 %	511 5.8 %	483 8.0 %	447 1.4 %	441 -4.6 %	462
Hart bei St. Peter	2.178 21.6 %	1.791 47.78 %	1.212 11.3 %	1.089 35.6 %	803 2.5 %	783 6.9 %	732
Hausmannstätten	1.409 69.6 %	831 5.5 %	788 4.8 %	752 5.6 %	712 -4.2 %	743 2.6 %	724
Raaba	1.204 13.9 %	1.057 18.4 %	893 5.3 %	848 1.7 %	834 10.5 %	755 8.3 %	697
zusammen	9.319 32.4 %	7.040 24.6 %	5.650 10.8 %	5.098 9,0 %	4.679 2,9 %	4.549 6,8 %	4.261

Dem seien die Zahlen des Bezirkes Graz-Umgebung und des Landes Steiermark gegenübergestellt, die in gleicher Reihenfolge lauten:

Für die Jahre	1971	1961	1951	1934	1923	1910	1900
Bezirk Graz-Umgebung	99.589 13.0 %	88.533 7.8 %	82.080 10.0 %	74.661 7.0 %	69.729 3.5 %	67.443 5.5 %	63.833
Steiermark	1,192.100 5.0 %	1,137.865 2.5 %	1,109.355 13.0 %	1,015.106 3.8 %	978.816 2.0 %	957.610 6.5 %	889.017

Während die Bevölkerungsentwicklung bis etwa 1934 einen relativ ruhigen Anstieg in einem Ausmaß zeigt, das mit der Gesamtentwicklung Steiermarks in Einklang steht, beginnt zum Jahre 1951 wohl eine stärkere Zunahme im ganzen Lande, die aber noch keine gesteigerte Entwicklung im Bezirk Graz-Umgebung und in den hier betrachteten Gemeinden hervorruft. Vielmehr bleiben diese zunächst gegenüber der Allgemeinentwicklung noch zurück. Im Jahrzehnt von 1951 bis 1961 erfolgt dann die erste rapide Zunahme um 24.6 % in den betrachteten Gemeinden, während der Anstieg des Landes nur mehr 2.5 % beträgt und der Bezirk an sich mit einer Zunahme von 7.8 % weit überdurchschnittlich ist.

Das Jahrzehnt 1961 bis 1971 bringt eine weitere unerwartete Steigerung der Bevölkerung um 32.4 %, die gleichzeitig den Bezirksdurchschnitt neben anderen Zuwachsgemeinden mit 13.0 % beträchtlich über den nicht sehr viel größeren Durchschnitt des Zuwachses im gesamten Lande um 3,0 % hebt.

Wenngleich sich auch die Gemeinde Grambach später nicht zur Beteiligung in einem Wasserverband durchzuringen vermochte, muß doch wegen der räumlichen Zusammenhänge hier zunächst diese mitbetrachtet werden.

Es darf in Anbetracht dieser Zahlen nicht überraschen, wenn die zunächst wohl ausreichende Wasserversorgung aus Hausbrunnen den steigenden Bedürfnissen der Bevölkerung nicht zu folgen vermochte. Hier ist aber nicht nur die Zunahme der Bevölkerung an sich maßgebend, sondern auch eine in der Volkszählung von 1971 enthaltene Gegenüberstellung der anwesenden Bevölkerung mit der Wohnbevölkerung am Platze.

Gemeinde	Anwesende Bevölkerung	Wohnbevölkerung
Fernitz	1.639	1.661
Gössendorf	2.103	1.847
Grambach	999	1.020
Hart bei St.Peter	2.148	2.178
Hausmannstätten	1.380	1.409
Raaba	1.204	1.204
zusammen	9.473	9.319

Hier sind die Unterschiede nicht so beträchtlich, so daß man in Annäherung vermuten darf, daß die auswärts Arbeitenden etwa den Zweitwohnungsinhabern das Gleichgewicht halten.

Von Interesse kann hier der Vergleich mit einer Studie zur Versorgungswasserwirtschaft im Umlandbereich von Graz, 1965, von E. RENNER²⁾ verfaßt, sein. Damals fiel auf, daß drei Gemeinden im Umland von Graz, darunter die hier mitzuhandelnde Gemeinde Fernitz, die aus der Entwicklung zu erwartende Einwohnervermehrung nicht mehr aufnehmen könne.

E. RENNER bezeichnete allerdings damals noch die Qualität der Wasserversorgung folgend:

Gemeinde	Wasser ist		
	reichlich	ausreichend	knapp
Fernitz	975	450	75
Gössendorf	1.500	-	-
Grambach	-	620	-
Hart b.St.Peter	1.948	-	-
Hausmannstätten	934	-	-
Raaba	-	1.102	-
zusammen	5.357	2.172	75

sohin nur in einem Teil von Fernitz als knapp, überwiegend als reichlich und im übrigen als ausreichend.

Man ersieht daraus, wie sehr der unerwartete Anstieg der Bevölkerung die Verknappung hervorgerufen hat. Heute sind wohl alle 6 Gemeinden zur Gänze in der Rubrik knapp zu führen.

Wenn schon die Bevölkerungszunahme in den beiden letzten Jahrzehnten besonders groß ist, wird für den Bereich des Wasserbedarfes dieser noch durch den steigenden Lebensstandard verstärkt. Dieser läßt für jeden einzelnen zunächst eine hohe Kopfquote als Wunsch entstehen, etwa in dem Sinne: Man würde sich ein Bad einrichten, man würde sich eine Waschmaschine, eine Geschirrspülmaschine usw. anschaffen, wenn man sie betreiben könnte. Allein das Wasser dazu fehlt.

Dazu trat noch eine besondere, nachteilige Auswirkung einer Verunreinigung grundwasserstromabwärts eines Industriebetriebes, durch die chromhaltige Abwässer in Boden und Grundwasser gelangten, wonach eine Abwasserfahne über mehrere Kilometer Entfernung auch Hausbrunnen aus der Wasserversorgung auszuschneiden zwang. Dabei ist es noch ein die Nachteile vermindender Umstand, daß diese Verunreinigungsfahne gegen die Mur zu abzieht und so noch Hoffnung für eine Grundwassergewinnung in nicht berührten Teilen des Feldes offenläßt. Leider ist mit ihrem Abzug innerhalb kurzer Zeit nicht zu rechnen. Man muß vielmehr erwarten, daß die Kontaminierung jahrelang anhält, bevor sie abklingt.

Eine andere Frage ist jene nach dem industriellen Wasserverbrauch. Hier gibt es in einer Studie von A. NESITKA³⁾ Umland Graz - Industrierwasserwirtschaft aus dem Jahre

1966 lediglich für Fernitz die Angabe eines Sägewerkes mit Parkettenerzeugung, das $77 \text{ m}^3/\text{d}$ Wasser benötigt und für Gössendorf eine Textilausrüstung mit einem Wasserbedarf von $200 \text{ m}^3/\text{d}$, beides aus Brunnen entnommen.

E. RENNER²⁾ gibt noch eine Angabe für den gewerblichen Bereich mit einem Betrieb in Gössendorf, der täglich 130 m^3 Wasser benötigt. Allerdings soll dabei nicht verkannt werden, daß die industrielle Wasserversorgung durch die Wasserversorgung der Betriebe im nördlich anschließenden Thondorf, das zur Stadtgemeinde Graz zählt, bestimmt wird. Darunter befinden sich zum Beispiel eine Seifenfabrik mit zwei Brunnenanlagen, die 10 bzw. $40 \text{ m}^3/\text{d}$ Wasser entnimmt, eine Fahrzeugfabrik mit 6 Brunnen, mittels derer 10 l/s, 80 l/s, 53 l/s, 27 l/s, 10 l/s und 70 l/s, zusammen also etwa 250 l/s oder bei kontinuierlicher Entnahme 21.600 m^3 täglich aus dem Grundwasser zu entnehmen wasserrechtlich bewilligt sind. Dieser Betrieb liegt unweit der Nordgrenze des Verbandsgebietes.

Weit schwieriger wäre es, den zukünftigen Wasserverbrauch und damit den künftigen Wasserbedarf des Gebietes abzuschätzen. Man vermag hier keineswegs voll den Ermittlungen zu folgen, die die Zuwachsrate mit jährlich 3 % ansetzen und hier in verschiedenen Arbeiten für das Jahr 2015 z.B. - also in kaum mehr als 40 Jahren²⁾ - einen Wasserbedarf von 750 l/K., d mittels der Hilfsmittel der Extrapolation voraussagen. Dem steht dort die andere Berechnungsmethode gegenüber, die die Kopfquote von 2015 mit nur 350 l/K., d herausrechnet. Es ist nicht abwegig und stimmt überraschend gut mit Schweizer Ergebnissen überein, wenn man etwa 500 l/K., d ansetzt. Hier wird

es Aufgabe des Projektes einer Wasserversorgungsanlage sein, zu einer vertretbaren Auffassung zu gelangen.

Hier darf eine Bemerkung von A. NESITKA³⁾ hervorgehoben werden, der darauf verweist, daß es kaum zutreffend möglich ist, die Erwartung und Möglichkeiten für die Zukunft für ein so kleines Gebiet zu beurteilen.

Dr. LECHNER, Landeshauptmann von Salzburg, sagt hiezu⁴⁾: "Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Müllbeseitigung sind banale, aber immer wichtiger gewordene Aufgaben unserer Gemeinden. Die ständig zunehmende Verdeutlichung der Umweltschutzprobleme erlaubt keinen Stillstand mehr in den konkreten Maßnahmen. Wir stehen vor der persönlich oft sicherlich nicht überprüfbaren Tatsache einer schweren Gefährdung und der vorhersehbaren späteren Zerstörung der gesamten biologischen Grundlagen unserer Menschheit, wenn wir - und vor allem die industriellen Technologen - nicht ganz entscheidende Einsätze unternehmen."

Die so verständlichen Schwierigkeiten der Gegenwart und die so wenig Hoffnung gebende Perspektive in die Zukunft waren der Anlaß, daß zunächst durch die Gemeinde Gössendorf und deren Projektanten der Wunsch nach einer Untersuchung an das Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung herangetragen wurde. Es zählt nicht zu den Aufgaben des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, einzelne Gemeinden zu beraten. Dies ist nach der Organisation der Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion vielmehr die Aufgabe der Fachabteilung für Wasserversorgung, Abwasser- und Müllbeseitigung. Tritt jedoch in einer solchen Anfrage die überörtliche Bedeutung hervor, ist damit eine andere Grundlage gegeben, die auch nach außen hin durch die Absicht der Bildung eines Wasser-

verbandes zur gemeinsamen Lösung von auftretenden Problemen in einem überörtlichen Rahmen dokumentiert wird.

So kam die nun vor dem Abschluß stehende Bildung des Wasserverbandes Grazer-Feld-Südost zustande, dessen Konstituierung bereits erfolgte, wonach nun noch die nötigen verwaltungsrechtlichen Schritte vollendet werden müssen.

So konnte die Frage im Grunde nur lauten, ob es gewissermaßen in letzter Minute - noch möglich sei, innerhalb des Verbandsgebietes, dem dann allerdings nur 5 der erwähnten 6 Gemeinden angehören werden, eine Möglichkeit zur eigenständigen Wasserversorgung mit naturreinem Trinkwasser zu sichern.

Allein schon aus der bisherigen Inanspruchnahme des Raumes waren dazu die Voraussetzungen nicht gut. Man muß sich zunächst vergegenwärtigen, daß für ein Grundwasser-Entnahmebauwerk für eine Versorgungsanlage an sich nur ein Standort auf der Terrasse des Murtales in Betracht kam. In den anschließenden flußnahen Niederfluren sind die Überdeckungen des höchsten Grundwasserspiegels meist schon so gering, daß der natürliche Schutz von der Oberfläche her den üblichen Anforderungen nicht mehr gerecht werden kann. Es sei hier dahingestellt, ob man sich zu einem späteren Zeitpunkt noch mit der zwar bestehenden, aber nicht unausschaltbaren Gefährdung, die davon ausgeht, wird auseinandersetzen müssen.

Als mit der Wasserwirtschaft befaßtes Organ hat der Verfasser aber bisher stets die Meinung vertreten, daß in Österreich als einem Oberliegerland - international gesehen einem wasserreichen Land - noch nicht der Zeitpunkt gekommen ist, wo wir nicht mehr mit natürlichem Trinkwasser - neuerdings wird dafür auch das werbewirk-

same Wort "naturreines Wasser" nicht zu Unrecht verwendet - sondern eben nur mit Trinkwasser auskommen. Das bedeutet zunächst ein aufbereitetes Trinkwasser, das alsbald um eine Stufe herabsinkt und zum nur mehr trinkbaren Wasser, also zum zwar unschädlichen und daher hygienisch unbedenklichen, aber nicht mehr wohlschmeckenden, angenehmen Wasser wird. Von dort ist der Schritt zum Nutzwasser nicht mehr weit.

Die Möglichkeiten einer Entnahme aus dem Grundwasser sind im Osten durch die angrenzenden Höhenrücken beschränkt, wobei es hier nicht um die Hügel allein, sondern auch um die von ihnen ausgehenden, weit in die Schotterflure hinreichenden tertiären Lehme und kaum wasserführenden Sande handelt, die den Grundwasserträger beträchtlich einengen.

Die später beschriebenen Bohrungen brachten eine Überraschung insoferne, daß die Schotterfüllung des Tales schon weiter ab von den Begleithügeln eine so geringe Mächtigkeit erreicht, daß sie für eine Wassererschließung nicht mehr in Betracht kommt.

Nicht minder überraschend war es, sodann festzustellen, daß auch innerhalb des Schotterkörpers Einlagerungen geringster Durchlässigkeiten vorhanden waren, die bei Bohrung II, die zunächst günstig gelegen schien, zwar zwei Schichten, deren jede aber für sich und zusammen unbedeutend waren, aufwies.

Darüber hinaus werden auch auf der Hochterrasse durch zwei annähernd von Norden nach Süden durchlaufende Straßen die Möglichkeiten einer Wassergewinnung eingeengt. Eine weitere Straße durchzieht das zwischen ihnen gelegene Gebiet diagonal.

Südlich des Hauptteiles des Verbandsgebietes verläuft wieder ein Straßenzug von Osten nach Westen. Alle Straßenzüge ziehen die Bebauung an und sind heute bereits fast zusammenhängend verbaut.

Ebensolche Einengungen bestehen auch im Norden, wo die Südautobahn südlich der Stadt Graz in ost-westlicher Richtung verläuft.

Hatte die Planung der Südautobahn schon eine Trasse südlich des in Thondorf bestehenden Großbetriebes gewählt, war schon vor der Vollendung des betreffenden Autobahnteilstückes seine Anziehungskraft auf Betriebe unverkennbar. So sind nun nördlich der Autobahn bereits drei große Betriebe im Gebiet der Gemeinde Raaba ansässig geworden. Es wäre wirklichkeitsfremd nicht zu glauben, daß die Autobahn weiter ihre Anziehungskraft behalten werde und sich daher in den nächsten Jahren auch Betriebe südlich der Autobahn passende Standorte wählen werden. Es ist dabei durchaus auch in Voraussicht zu ziehen, daß Betriebsgründungen und -verlegungen als Chancen den Gemeinden willkommen sind und demzufolge solche Betriebsgründungen wasserwirtschaftlichen Erwägungen vorgezogen werden.

Bei der Festlegung des Konzeptes für die Untersuchung hat der Verfasser daher die an sich durchaus nicht völlig hoffnungslosen Gebiete bis in eine Entfernung von 1 km südlich der Autobahn als engeres Einzugsgebiet einer Wasserentnahmeanlage ausgeschlossen und demzufolge nur eine Entnahmestelle als vertretbar angesehen, die mindestens etwa 2 km von der Autobahnachse entfernt liegt.

Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß sich der Talraum im Verbandsgebiet nach Süden zu zusehends ver-

engt. Damit war auch dort eine zwingende Begrenzung gegeben.

Das geschilderte überdurchschnittliche Wachstum der Bevölkerung zeigt sich im Gelände durch eine Vielzahl von Bauführungen, meist von Einfamilienhäusern. Die Besiedlung schreitet in einem Maße fort, das vermuten läßt, daß in kurzer Zeit keine größeren, zusammenhängenden Gebiete mehr unverbaut sein werden.

So mußte ein möglicher Standort einer Wasserentnahme darauf Bedacht nehmen, daß die zugehörige Einzugsparabel unter Berücksichtigung der Grundwassergeschwindigkeit und Fließrichtung noch einigermaßen zwischen der fortschreitenden, geländezerreißenden Verbauung Platz finden konnte.

Wäre dieses nicht der Fall, würde allein von den oberflächlichen Gegebenheiten her sich schon die Unmöglichkeit einer Eigenversorgung innerhalb des Talbodens im Verbandsgebiet herausstellen. Die durchgeführten Untersuchungen sind in den folgenden Fachaufsätzen im einzelnen dargelegt, so daß dem Wasserwirtschaftler unmittelbar auf das Ergebnis einzugehen gestattet sein möge.

Es fand sich immerhin noch ein Standort für die Errichtung eines Brunnens, für den erwartet werden kann, daß etwa 20 l/s Grundwasser gefördert werden könnten und die wesentlichen entnahmestellennahen Teile des Einzugsgebietes gerade noch unverbaut sind. Daher wird schnelles Handeln des Wasserverbandes nötig sein, wenn nicht der Besiedlungsprozeß rascher als das Entstehen einer Wasserversorgungsanlage voranschreiten soll und damit jede Nutzung im aufgezeigten Sinne verwehrt würde.

In Anbetracht dessen wird auch der Frage der Grundwassergeschwindigkeiten größere Bedeutung beigemessen werden und eine schärfere Beurteilung als anderswo erfahren müssen. Mögen im Normalfall Angaben über eine Grundwassergeschwindigkeit ausreichen, muß hier die mittlere Grundwassergeschwindigkeit, die für den betrachteten Gebietsbereich als ganzes zu gelten hat -- ausgenommen den deutlich festzustellenden Absenktrichter -- der Beantwortung der Fragen der Ergiebigkeit dienen. Andererseits muß etwa für hygienische Überlegungen die maximale Grundwassergeschwindigkeit zugrunde gelegt werden, wobei hier korrekterweise eigentlich eine Zonengliederung Platz greifen sollte. Diese Geschwindigkeit erhöht sich bei Annäherung eines Wassertropfens zum Brunnen, allein schon durch das künstlich durch die Absenkung des Grundwasserspiegels im Brunnen vergrößerte Spiegelgefälle sehr beträchtlich, wirkt sich aber nicht auf große Strecken aus.

Die Überlegungen können dahingehend zusammengefaßt werden, daß im Bereich des Standortes des Brunnens III die Errichtung einer Grundwasserentnahmeanlage technisch und wasserwirtschaftlich als vertretbar zu bezeichnen ist. Sicherlich steht unmittelbar darnach die Frage der erschotbaren Menge und ihres Ausreichens zur Beantwortung heran. Allein angesichts der 9.319 zu versorgenden Menschen im Jahre 1971 und der Vermutung wesentlicher Zunahme seither und weiterhin und des vorliegenden hydrologischen Gutachtens, wonach etwa 20 l/s erschotet werden können, kann nur eine nicht alle Bedürfnisse befriedigende Anlage entstehen. Zumindest für die Zukunft ist damit immer noch keine Vorsorge geschaffen. Der Wasserwirtschaftler muß aber darauf verweisen, daß hier keine echte Alternative besteht. Der Gedanke: "Weil doch

nicht ausreichend, unterlasse man den Ausbau" mag zunächst naheliegen und auch vertretbar erscheinen. Er ist es ohne die gleichzeitige Beantwortung der Frage, woher sonst Wasser kommen könne, nicht. Hier muß man froh sein, wenn man überhaupt ein im wesentlichen doch einwandfreies Wasser gefunden hat und es sichern und heranziehen, bevor es nicht mehr einwandfrei geworden sein könnte.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind nicht voll befriedigend. Insbesondere der Nitratgehalt erreicht mitunter ein Ausmaß nahe der Grenze des bedenkenlos Vertretbaren. Dabei ist wiederum zu bedenken, daß - keineswegs erfreulich - einerseits immerhin anderswo Wasser mit wesentlich höheren Nitratgehalten ohne Anstand getrunken wird und andererseits keine einfachen Methoden zur Nitratbeseitigung bestehen. Wenn man aber keine merklichen Auswirkungen feststellen kann - hygienische Gefahren scheinen, ohne Hygienikern vorgreifen zu wollen, nicht zu bestehen - geschmackliche Veränderungen wurden bisher nicht beobachtet - besteht kein Anlaß zum Verzicht. Hier gilt dasselbe, nämlich daß keine gangbare Alternative besteht, auf die man ausweichen könnte. Auch hier muß man sich glücklich schätzen, in letzter Minute noch eine bestehende, wenn auch nicht uneingeschränkt befriedigende Möglichkeit ergreifen zu können.

Allerdings wird der Herkunft der Verunreinigungen, die den erhöhten Nitratgehalt bedingen, nachzugehen sein, wobei an sich kaum Zweifel an der Herkunft aus versickernden Abwassern bestehen. Dieser Umstand sollte Anlaß für Wasserrechtsbehörden, Wasserberechtigte und für unberechtigt Abwasserversickerungen Betreibende sein, diese folgenschweren und langanhaltenden Mißstände zu be-

seitigen. Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, daß der in Gründung begriffene Verband keinesfalls darum herkommen wird, alsbald auch die im Zusammenhang stehende Abwasseranlage - am wirkungsvollsten in einem Wasserdachverband für das südliche Grazer-Feld gemeinsam für die Gemeinden an beiden Ufern der Mur - in Angriff zu nehmen.

Für die in Zukunft benötigte weitere Wassermenge wird man andere Wege gehen müssen. Dafür gibt es zwei Wege, wofür allerdings einer, die Versorgung aus einem anderen Netz, d.h. in diesem Falle aus dem Netze der Stadtgemeinde Graz, verschlossen sein dürfte. Bleibt dann, weil naturreines, ungesichert genießbares Wasser innerhalb des Verbandsgebietes nicht mehr zu erwarten ist, später eine zweite Anlage in einem Bereich zu schaffen, in dem zwar Wasser vorhanden ist - insbesondere in der Niederflur - aber ein im allgemeinen ausreichender natürlicher Schutz nicht mehr vorausgesetzt werden darf. Man muß sich klar sein, daß die Verhältnisse dazu zwingen werden, zu diesem Zeitpunkt auch Wasser zweiter Güte - trinkbares Wasser statt Trinkwasser - zu verwenden.

Das Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung der Landesbaudirektion des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung ist der Meinung, durch seine bevorzugte und überaus rasch durchgeführte Untersuchung die Voraussetzung zu einer überörtlichen wasserwirtschaftlichen Ordnung im Raume südöstlich von Graz zur Wasserversorgung geboten zu haben. Damit erscheint auch dem in Gründung begriffenen Verband eine ausreichende Grundlage gegeben. Der Verband sollte baldigst und nachdrücklichst seine Planung beginnen.

Literaturangaben

- 1) Endgültige Ergebnisse über die Wohnbevölkerung nach Gemeinden.
Bearbeitet und herausgegeben vom Österreichischen Statistischen Zentralamt, Wien, 1971.
- 2) Renner, E.: Studie zur Versorgungswasserwirtschaft im Umlandbereich von Graz, unveröffentlicht, Graz, Oktober 1965.
- 3) Nesitka, A.: Umland Graz, Industrierwasserwirtschaft, unveröffentlicht, Graz, 1967.
- 4) Landeshauptmann
Dr. Lechner: Landes- und Raumplanung als umfassende Nutzungsordnung. Starkes Instrument für den Umweltschutz.
Salzburger Landeszeitung, Salzburg, 27. November 1972.

Dipl.-Ing. Dr. techn. Lothar Bernhart
Wirkl. Hofrat
Referat für Wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
8010 Graz, Landhausgasse 7.

D I E H Y D R O G E O L O G I E D E S
S Ü D Ö S T L I C H E N G R A Z E R - F E L D E S

von

H. Z e t i n i g g .

1. Der geologische Aufbau

Als Grundlage für die hydrogeologische Untersuchung des südöstlichen Grazer Feldes sollen einleitend dessen geologische Verhältnisse dargelegt werden. Dazu ist es notwendig, zuerst einen kurzen Überblick über die Geologie des Gesamtfeldes zu geben.

Das Grazer Feld stellt ein großes, in Festgesteine verschiedener Beschaffenheit und verschiedenen Alters durch tektonische Vorgänge und Erosion eingetieftes Becken dar. Dieses Becken wurde sukzessive mit Lockerablagerungen, deren Mächtigkeit entsprechend der Hauptschüttungsrichtung von Norden gegen Süden abnimmt, aufgefüllt. Der Antransport des Lockermaterials erfolgte nicht nur in der Nordsüdrichtung entsprechend dem Hauptgewässer, sondern, wie heute noch die Seitenbäche zeigen, in geringerem Maße auch von den östlichen und westlichen Talflanken her.

Das Wechselspiel zwischen Erosion und Akkumulation spiegelt sich einerseits im Relief der Grundwassersohle, andererseits in der Terrassierung der Lockergesteine wieder. Eingehende Untersuchungen über die Gestaltung des Talbodens und der Lockergesteinsablagerungen im Grazer Feld wurden von H. FLÜGEL (1960) und von A. WINKLER-HERMADEN (1963) durchgeführt. Der von den vorgenannten Autoren festgestellte mehrmalige Wechsel zwischen Akkumulations- und Erosionsphasen soll im einzelnen hier nicht näher dargelegt werden.

Bei den Festgesteinen, die nicht nur die sichtbare Umrahmung des Grazer Feldes bilden, sondern auch gleichzeitig den Untergrund des Talbodens bzw. die Grundwassersohle abgeben, handelt es sich vor allem im Norden und Nordwesten um paläozoische Gesteine, vornehmlich in Form von Kalken,

Dolomiten und Schiefen verschiedener Art, im Westen um die älter pleistozäne Terrasse des Kaiserwaldes, im Osten und Südosten um tertiäre Gesteine, vorwiegend tonig, sandiger Beschaffenheit, im Süden um Leithakalke. Insbesondere dort, wo Kalke auftreten, sind die hydrogeologischen Verhältnisse durch das Hinzutreten von Karsterscheinungen wesentlich komplizierter gestaltet, wie H. NIEDERL (1972) für die aus verkarsteten Leithakalken bestehende Sohle der Lockergesteine bzw. Beckenfüllung bei Werndorf zeigen konnte. Da dies jedoch für den südöstlichen Teil des Grazer Feldes ohne Belang ist, kann auf eine Darstellung verzichtet werden. Ebenso auch auf eine Behandlung der von A. WINKLER-HERMADEN (1955) beschriebenen höheren bzw. älteren (vorwürmeiszeitlichen) Terrassenfragmenten (Helfbrunner Niveau usw.) im tertiären, östlichen Rahmen des Grazer Feldes bei Raaba, Grambach, Berndorf und Hausmannstätten. Die vornehmlich lehmigen und nur zum Teil mit einer geringmächtigen Schotterbasis ausgestatteten Terrassen sind für die gegenständlichen Grundwasseruntersuchungen ohne größere Bedeutung.

Näher muß jedoch auf die tertiären Schichten eingegangen werden, da sie sowohl die Ostgrenze des südöstlichen Grazer Feldes vom Raababerg bis zum Murberg als auch vor allem die Grundwassersohle dieses Beckenteiles bilden. Wesentlich ist dabei die Materialbeschaffenheit, da aus ihr unter Einbezug der Lagerung und Oberflächenform die hydrogeologischen Eigenschaften ableitbar sind.

Das Tertiär (Pannon und Sarmat) besteht hier vorwiegend aus tonig-schluffig-sandigen flachgelagerten Schichten, die bereichsweise durch Schotter (Quarzsotter) und Kiese ergänzt werden. Diese Schichtfolge ist bei vorwiegend toniger Ausbildung als wasserundurchlässig anzusehen und

bildet daher eine nahezu dichte Grundwassersohle.

Die geringe Wasserleitfähigkeit dieser Gesteine bewirkt auch, daß im angrenzenden Hügelland keine größeren Quellvorkommen vorhanden sind, so daß die Wasserversorgung im südöstlichen Grazer Feld auf die Tallandschaft selbst gestützt werden muß.

Ein Charakteristikum des tertiären Hügellandes ist die Rutschanfälligkeit, die auf dem Wasseraufnahmevermögen der schluffig-feinsandigen Schichten und ganz besonders auf dem der lehmigen Verwitterungsdecke sowie auf der stauenden Wirkung der liegenden Tone beruht. Die mit Rutschungen im Zusammenhang stehenden Quellvorkommen sind für Wasserversorgungen ungeeignet. Diese Rutschungen, die als landschaftsgestaltender Faktor eine Rolle spielen, sind auch am Transport von Material ins Grazer Feld beteiligt (Rutschung Murberg). Bohrprofile aus dem östlichen Randbereich des Grazer Feldes zeigen deutlich eine besonders starke Lehmüberdeckung der grundwasserführenden Schotter (Bohrprofile der Landesbaudirektion, Fachabteilung T.Ic/B).

Die eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Schotter, Kiese und Sande stellen im gesamten Grazer Feld gute Grundwasserleiter dar und bieten hiemit durchwegs Wassergewinnungsmöglichkeiten. Erwiesen ist dies für das südöstliche Grazer Feld durch die große Zahl von ergiebigen Hausbrunnen, die in den Gemeinden Gössendorf, Hausmannstätten, Fernitz und Raaba zurzeit die Hauptlast der Wasserversorgung tragen. Wesentlich ist dabei, daß diese Lockergesteine ein großes Porenvolumen, das im Durchschnitt um 25 % schwankt, besitzen. Wie bereits dargelegt, wird die gute Wasserleitfähigkeit dieser Lockergesteine vor allem in

den östlichen Randbereichen durch die Einschwemmung von Lehmen, sei es durch Rutschungen oder Abschwemmungen von den Hängen, sei es durch den Materialtransport der von Osten zuziehenden Bäche, wesentlich verschlechtert.

Sowohl die Transportbedingungen des Lockermaterials, die bei der Ablagerung eine Sortierung nach Korngrößen zur Folge haben als auch der unterschiedliche gesteinsmäßige Aufbau der Flanken des Grazer Feldes bedingen, daß der gesamte Lockergesteinskörper als äußerst inhomogen und anisotrop in bezug auf seine Wasserführung anzusehen ist. Dies bedeutet, daß sowohl die Durchlässigkeitsbeiwerte (K_f -Werte) als auch die Porenvolumina dieser Lockergesteine eine große Streuung aufweisen. Es ist daher notwendig, durch geeignete Untersuchungsmethoden Bereiche mit günstigeren Bedingungen für Grundwasserführung und Gewinnung von solchen Bereichen, die ungünstigere Bedingungen bieten, abzusondern.

Ein weiterer wesentlicher Faktor neben Durchlässigkeit und Porenvolumen für die Beurteilung des Grazer-Feldes als Grundwasserspender ist die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schotter, Kiese und Sande. Wie bereits dargelegt, nimmt die Mächtigkeit dieser Lockergesteine auf Grund der Transportrichtung generell von Norden gegen Süden ab. Andererseits ist in Richtung von Osten gegen Westen, also von den aus tertiären Schichten aufgebauten Talflanken, eine Einschwemmung von tonig-lehmigem Material gegeben. Alle diese Faktoren machen es notwendig, durch systematische Untersuchungen, die sich vor allem auf Bohrungen und Pumpversuche stützen, die Grundwasserführung im Hinblick auf Ergiebigkeit und Qualität zu erkunden und günstige Bereiche für eine Brunnenanlage ausfindig zu machen.

Als Ausgangspunkt sollen zunächst die vorhandenen Bodenaufschlüsse im südöstlichen Grazer Feld dargelegt werden. Im Norden sind diese in den Untersuchungsbohrungen der Fachabteilung IIc/B gegeben. Ein von O. HOMANN entworfenes unveröffentlichtes Querprofil entlang der Autobahntrasse zeigt, daß im Bereich der linksufrigen würmeiszeitlichen Terrasse des Grazer Feldes Schottermächtigkeiten von max. 15 m erreicht werden. Wesentlich ist jedoch, daß nur die im östlichen, dem Talrand näher gelegenen Teil, des linksufrigen Grazer Feldes abgeteuften Bohrungen der Autobahnbauleitung die Grundwassersohle erreichten. Die in der Nähe des Randes der würmeiszeitlichen Terrasse und in Murnähe abgeteuften Bohrungen erreichten durchwegs nicht mehr die Grundwassersohle. Von besonderer Bedeutung für die Grundwasserführung sind bei diesem Querprofil jedoch der Hinweis auf die Existenz eines Reliefs der Grundwassersohle und weiters die großen Lehmmächtigkeiten in den östlichen Randbereichen der würmeiszeitlichen Terrasse, die vielfach Mächtigkeiten von 3, 4 und 5 m erreichten. Die große Mächtigkeit der Lehmdecke ist sicherlich auf die Nähe bzw. auf die Abschwemmungen vom tertiären Beckenrand (Hügeln) zurückzuführen. Im Durchschnitt besitzt die Lehmdecke nur ca. 2 m Mächtigkeit. Auch für diesen Bereich wird von H. FLÜGEL (1960) das Vorhandensein eines Terrassensockels (Bohrung Nr. I - IV) Thondorf) angenommen. Leider geben die Bohrungen der Fachabteilung IIc/B, wie bereits erwähnt, gerade hier mangels ausreichender Tiefe keine Auskunft darüber.

Weitere Einblicke in den Aufbau des Untergrundes vermitteln Schußbohrungen der Rohöl-AG., die in einem Profil quer zum Grazer Feld zwischen Hausmannstätten und der Au-Mühle angeordnet sind (Tafel 2). Dieses Querprofil wurde bereits von H. FLÜGEL (1960) ausgewertet. Es zeigt

deutlich, daß die Schottermächtigkeiten hier bereits auf max. 10 m reduziert sind, wobei eine einzige Bohrung im Bereich des Terrassenabfalles der würmeiszeitlichen Terrasse eine Ausnahme macht und eine Schottermächtigkeit von 12 m aufweist. Weiters ist hier ein besonders kräftiges Relief der Grundwassersohle vorhanden sowie eine deutliche parallel zum Terrassenabfall verlaufende Stufe, die in der Grundwassersohle einen Terrassensockel kenntlich macht. Dieses Profil ist als Beilage angeschlossen, da es im Untersuchungsgebiet und zwar ca. 200 m südlich der Bohrung 3545 (Automatische Pegelstation) verläuft. Dieses Profil zeugt deutlich, daß die Mächtigkeit der sandig-lehmigen Deckschichte großen Schwankungen unterworfen ist. Diese Feststellung ist vor allem im Hinblick auf die Abgrenzung von Schutzgebieten von Bedeutung, da ein gleichmäßiger Schutz durch diese lehmig-sandige Deckschichte nicht gewährleistet ist.

Bereits im Jahre 1970 wurde vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung eine Probebohrung (3545) an der Gemeindegrenze zwischen Gössendorf und Fernitz nahe der Landesstraße abgeteuft. Diese Bohrung diente zur Vervollständigung eines Querprofils von Grundwassermeßstellen durch das Grazer Feld. Dieses Querprofil von insgesamt 4 Grundwassermeßstellen wurde von der Hydrographischen Landesabteilung mit Schreibpegeln ausgerüstet und in ihr Beobachtungsnetz übernommen. Das Bohrprofil zeigt eine Mächtigkeit der Lockergesteine von 10,60 m, wobei dies die Tiefenlage der aus tertiären Tonen bestehenden Grundwassersohle darstellt (Tafel 3). Hiemit fügt sich diese Bohrung gut in das Querprofil der RAG-Bohrungen ein und ist ungefähr auf die Bohrung Nr. 356 zu beziehen.

Weiters liegen noch zwei Bohrprofile aus dem Ortsbereich von Fernitz vor. Diese Bohrungen wurden von der Fachabteilung IIb (Brückenbau) im Zuge der Planung der Mühlgangbrücke in Fernitz abgeteuft. Es wurde dabei die Grundwasserschle einmal in 5,30 m und einmal in 5,20 m Tiefe angefahren. Dieses Bohrergebnis ist ein deutlicher Beweis für die Abnahme der Schottermächtigkeit von Norden gegen Süden, wobei besonders in Betracht zu ziehen ist, daß diese Bohrungen bereits im Bereich der Alluvialebene liegen.

Es soll hier auch angeführt werden, daß gleichzeitig mit der Abnahme der Schottermächtigkeit nach H. FLÜGEL (1960) eine Abnahme der Sprunghöhe des Terrassensockels verbunden ist.

Das auffälligste Element in der Oberflächenform des Grazer Feldes ist der Terrassenabfall von der würmeiszeitlichen Terrasse zu der von der Mur durchströmten alluvialen Ebene. Die Sprunghöhe dieses Terrassenabfalles nimmt ähnlich wie die Sprunghöhe des Terrassensockels von Norden (ca. 5 - 6 m) nach Süden (ca. 3 - 4 m) ab. Dazu kommt noch, daß der markant ausgeprägte Terrassenabfall nördlich von Thondorf gegen Süden hin allmählich verflacht und dann ab Gössendorf so stark verschliffen ist, daß die würmeiszeitliche Terrasse schwer zu begrenzen ist. Bei Fernitz schaltet sich noch eine Zwischenterrasse ein, die jedoch im Gelände nur schwach ausgeprägt ist und gegen Süden allmählich in die Alluvialebene ausläuft bzw. übergeht. Zwischenterrassen stellen nach H. FLÜGEL (1960) reine Erosionsterrassen ohne eigene Stufung im Sockel dar. Wesentlich ist, daß der Grundwasserspiegel im Bereich der würmeiszeitlichen Terrasse zwischen 4 und 7 m unter Gelände liegt und unmittelbar am Ostrand des Grazer-Feldes sogar über 10 m Tiefe erreicht.

Alle vom Osten aus dem tertiären Hügelland kommenden Bäche, wie der Raababach, Grambach und Ferbesbach, werden bei ihrem Eintritt in das Grazer-Feld gegen Süden abgelenkt und zeigen bedeutende Mündungsverschleppungen. Es muß dazu noch bemerkt werden, daß die Wasserführung dieser Bäche im Grazer Feld durch Versickerung wesentlich abnimmt, so daß nur bei Hochwasserführung größere Wassermengen die Mur erreichen (leider sind systematische Abflußmessungen bisher nicht durchgeführt worden). Selbstverständlich ist dadurch eine nicht unwesentliche Grundwasseranreicherung gegeben, die aber durch die Einleitung von Abwässern in diese Bäche immer problematischer wird. Zum Vergleich zur würmeiszeitlichen Terrasse erreicht der Grundwasserspiegel im Bereich der Alluvialebene nur geringe Tiefen (1 - 3 m). Bei Grundwasserhochständen steigt das Grundwasser stellenweise (vor allem im Bereich alter Murschlingen) bis zum Gelände an und bildet mancherorts sogar Grundwasserblänken. Deutlich zeigt sich der Unterschied zwischen den beiden Terrassen, auch in den später behandelten Strömungsverhältnissen des Grundwassers. Die Geländeoberfläche im Bereich der Alluvialebene ist flachwellig und von zahlreichen Rinnen durchzogen zurückgehend auf das Mäandrieren der Mur vor der Regulierung und besitzt somit ein wesentlich stärkeres Relief als die Oberfläche im Bereich der würmeiszeitlichen Terrasse.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß es sich im südöstlichen Grazer-Feld um ein Grundwasserfeld handelt, daß durch die Terrassengliederung grob in zwei Teile, und zwar in den Bereich der Würmeiszeitlichen Terrasse und den der Alluvialebene zerfällt. Über die Schottermächtigkeiten sind ungefähre Angaben vorhanden, desgleichen über die Tiefenlage des Grundwasserspiegels. Das Netz der

Hydrographischen Landesabteilung umfaßt im Raum zwischen Autobahn und Fernitz 10 Meßstationen, für die Daten von durchschnittlich 7 Jahren vorliegen.

2. Das Untersuchungsprogramm

Durch die Chromverunreinigung des Grundwassers südlich der Puchwerke wurden im Bereich Thondorf-Dörfla, wo die Wasserversorgung durchwegs aus Einzelanlagen in Form von Schachtbrunnen erfolgt, zahlreiche Brunnen unbrauchbar. Die Gemeinde Gössendorf, der diese beiden Ortschaften angehören, war genötigt, neue Möglichkeiten für die Wasserbeschaffung ausfindig zu machen. Sie beauftragte daher Herrn Univ-Prof. Dr. Andreas THURNER mit der Erstellung eines hydrogeologischen Gutachtens über die Möglichkeit der Grundwassergewinnung in ihrem Gemeindebereich. Gemäß diesem Gutachten sollten ungefähr 1 1/2 km nördlich der Bohrungen Nr. I und III Grundwassererschließungen durchgeführt werden. Auf Grund einer wasserrechtlichen Vorrückung dieses Projektes kam jedoch wegen der starken Besiedlung dieses Raumes sowie der Versickerungen mechanisch geklärter Abwässer eine Grundwassererschließung in den beiden vorgenannten Untersuchungsgebieten nicht zur Ausführung. Im Zuge der Gründung des "Wasserverbandes südöstliches Grazer-Feld" wurden nun Grundwasseruntersuchungen vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung in die Wege geleitet, die zur Auswahl von drei Ansatzpunkten für Untersuchungsbohrungen führten.

Insgesamt ist das südöstliche Grazer Feld vor allem im Hinblick auf seine Ergiebigkeit als Grundwasservorkommen wesentlich ungünstiger zu beurteilen als der westliche oder nördliche Teil des Grazer-Feldes. Das hat be-

reits H. FLÜGEL (1959) in einem Gutachten für die Studienkommission für die Wasserversorgung von Graz eindeutig festgestellt und begründet. Abgesehen von den bereits in den Querprofilen der Rohöl-AG. und Autobahn klar zutage tretenden geringen Schottermächtigkeit dieses Teilbereiches des Grazer Feldes kommen noch durch die dichte Besiedlung wesentliche Erschwernisse hinzu. Besonders nachteilig wirkt sich aus, daß die Abwasserbeseitigung in diesem dicht besiedelten Gebiet nur durch mechanische Hauskläranlagen mit anschließender Versickerung in den Untergrund erfolgt. Die Versickerung dieser Abwässer ist durch das Fehlen geeigneter Vorfluter bedingt. Weitere Erschwernisse sind durch das Vorhandensein alter mit Müll aufgefüllter Schottergruben gegeben. Im Bereich der Alluvialebene ist auch noch der Einfluß der Mur und der Mühlgänge zu befürchten. Außerdem sind Teile der Alluvialebene als Überschwemmungsgebiet anzusehen. Zwei weitere wesentliche Fakten sind die bei Dörfla entstehende Großkläranlage der Stadt Graz sowie die Chromverunreinigung des Grundwassers. Diese Chromverunreinigung wandert von Thondorf mit allmählicher Annäherung an die Mur weiter gegen Süden, so daß große Teile der Alluvialebene, die insbesondere von den Schottermächtigkeiten her für eine Grundwassergewinnung besser geeignet sind als die würmeiszeitliche Terrasse, dafür ausscheiden.

Weiter südlich im Bereich von Fernitz zeigen die Ergebnisse der beiden Bohrungen bei der Mühlgangbrücke deutlich, daß hier auch die Alluvialebene nicht mehr so günstige Voraussetzungen bietet, da die Schottermächtigkeit dort bereits auf 5 m abgenommen hat.

Einerseits auf Grund der Chromverunreinigung und andererseits auf Grund der Überschwemmungsgefahr und der zahl-

reichen Altarme mußte von einer Wassergewinnung im Bereich der Alluvialebene Abstand genommen werden, so daß nur mehr die würmeiszeitliche Terrasse zur Grundwasseruntersuchung übrig blieb, obwohl hier von vornherein mit einer größeren Tiefenlage des Grundwasserspiegels und damit auch mit einer geringen Mächtigkeit der Grundwasserführung zu rechnen war.

Mit Mühe gelang es noch im mittleren Teil der Terrassenfläche, also ungefähr halbwegs zwischen Terrassenrand und Talflanke, zwei Bohrpunkte, einen im Gemeindegebiet von Hausmannstätten (I) und erst während der Bohrarbeiten auf Grund der unbefriedigenden Ergebnisse von Bohrung I, einen weiteren im Gemeindegebiet von Gössendorf (III) ausfindig zu machen und die Erlaubnis zur Durchführung von Bohrungen zu erhalten. Weiters wurde noch bei Berndorf ein Ansatzpunkt für eine Bohrung (II) festgelegt, da hier südlich des Grambaches noch größere unverbaute Flächen vorhanden sind, was-trotz ungünstigerer geologischer Verhältnisse infolge der geringen Entfernung vom Talrand (die ca. 300 bis 400 m beträgt)-den Bohrversuch rechtfertigt.

Untersuchungen in Talbereichen südlich von Fernitz wurden auf Grund der dort vermutlich nur geringen Schottermächtigkeiten und weiters wegen alter mit Müll aufgefüllter Schottergruben vorerst zurückgestellt. Weiters wurde die Möglichkeit einer Probebohrung östlich der Straße Fernitz - Hausmannstätten erwogen. Nach eingehenden Erkundigungen bei Brunnenmeister Peterherr konnte jedoch in Erfahrung gebracht werden, daß die Hausbrunnen in diesem Bereich schon in wenigen Metern Tiefe den tertiären Tegel erreichen und daher nur eine ganz geringe Grundwassermächtigkeit vorhanden sein kann. Es wurde aus

diesem Grunde von Aufschlußbohrungen östlich der Strafe Hausmannstätten - Fernitz Abstand genommen. Im übrigen wird dies auch durch die Bohrprofile der Rohöl-AG. bestätigt.

Nach Festlegung der Ansatzpunkte wurde ein Bohrprogramm bzw. ein Untersuchungsprogramm ausgearbeitet, wobei folgende Vorgangsweise eingehalten werden sollte:

- A) Beschaffung von Grundstücken für die Bohrungen und Pumpversuche im Bereich der bezeichneten Hoffungsgebiete (I und II) unter Mithilfe des "Wasserverbandes südöstliches Grazer-Feld".
- B) Ausschreibungen von Probebohrungen bzw. Versuchsbrunnen (insgesamt zwei) und Pegelrohre (insgesamt 20) unter nachstehenden Bedingungen:
 - a) Herstellung von zwei Versuchsbrunnen mit einem Verrohrungsdurchmesser von 200 mm und einer maximalen Tiefe von 20 m. Die Brunnen sollen als vollkommene Brunnen ausgebaut und daher bis zur Grundwassersohle verrohrt werden.
 - b) Entnahme von gestörten Bodenproben zur labormäßigen Bestimmung der K_f -Werte und des Porenvolumens.
 - c) Herstellung von 20 Pegelrohren, die im Achsenkreuz um die Versuchsbrunnen anzuordnen sind, um die Auswertung von Pumpversuchen zu ermöglichen. Die Verrohrung soll 2" Durchmesser besitzen, die Bohrungen als Schlagbohrungen bis zu einer Tiefe von max. 10 m niedergebracht werden. Zur Erfassung des Grundwasserspiegels genügt dabei eine Tiefe von 2 bis 3 m unter dem Grundwasserspiegel.

- C) Durchführung von mindestens 100-stündigen Pumpversuchen mit maximalen Leistungen von 20 l/s an den beiden Versuchsbrunnen.
- D) Auswertung der Ergebnisse der Grundwasserspiegelmessungen an den Beobachtungsstationen der Hydrographischen Landesabteilung durch Erstellung von Grundwasserschichtenlinienplänen.
- E) Messung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers durch einen Färbeversuch. Zur Versuchsdurchführung sollten die Pegelrohre der Achsenkreuze im Bereich der Versuchsbrunnen dienen.
- F) Chemische und bakteriologische Untersuchungen des Wassers durch das Gewässergüteaufsichtslabor der Fachabteilung Ia im Zuge der Pumpversuche, sowie an Hausbrunnen im mutmaßlichen Einzugsgebiet der Versuchsbrunnen.

Durch dieses Programm erhoffte man geeignete Gebiete für die Errichtung einer Wasserversorgungsanlage ausfindig zu machen und entsprechende Unterlagen für die Planung und Ausführung von Brunnen zu erhalten. Eine Bestimmung der Strömungsrichtung und Fließgeschwindigkeit sollte der Abgrenzung von Schutzgebieten dienen. Es wurde dabei von vornherein beabsichtigt, die Strömungsrichtung nicht durch punktförmige Messungen, also durch Markierungsversuche oder eventuell durch die point-dilution-methode (Einbohrlochmethode) festzustellen, sondern durch Konstruktion von Grundwasserisohypsen mit Hilfe eines ausgedehnten Beobachtungsnetzes zu erfassen, da auf Grund der Inhomogenitäten des grundwasserführenden Schotterkörpers in Kleinbereichen stark abweichende Fließrichtungen zu erwarten waren.

2a. Aufschlußbohrungen

Die Bohrungen wurden von der Salzburger Firma Insond nach einer öffentlichen Ausschreibung, aus der sie als Best- und Billigstbieter hervorging, vorgenommen. Die Pegelrohre, die als Schlagbohrungen auszuführen waren, wurden von der Grazer Firma Wolf-Pichler mit einem selbst entwickelten Schlagbohrgerät niedergebracht.

Die beiden Pumpversuche an den Bohrungen II und III wurden mit der dem Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung gehörenden elektrischen Unterwasserpumpe ausgeführt, wobei lediglich der Einbau und die Adjustierung der Pumpe sowie die Errichtung der Leitungen und die Aufstellung des Meßkastens durch die Firma Wolf-Pichler, Graz, erfolgte. Die Auswertung des Pumpversuches wurde Herrn Dipl.-Ing. J. Novak übertragen. Die labormäßige Untersuchung der Bodenproben erfolgte durch o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. E. P. NEMECEK.

Im August 1972 wurde von der Fa. Insond mit den Bohrarbeiten begonnen und die drei Versuchsbrunnen in dem kurzen Zeitraum von nur 14 Tagen errichtet. Eine genaue Schilderung erübrigt sich, da die Brunnen ohne wesentliche Komplikationen mit Drehschlagbohrgeräten niedergebracht werden konnten. Die Ergebnisse der Probebohrungen sind aus der angeschlossenen Tafel (Nr. 3) ersichtlich. Wesentlich ist, daß die erste Bohrung, obwohl ungefähr in der Mitte der eiszeitlichen Terrasse zwischen ihrem Terrassenrand im Westen und dem tertiären Hügelland im Osten gelegen, die sehr geringe Schottermächtigkeit von nur 6 m erbrachte. Bei einer Tiefenlage des Grundwasserspiegels in ca. 4 m Tiefe blieb bei dem damals herrschenden Grundwasserhochstand eine Grundwassermächtigkeit von ca. 2 m übrig. Inzwischen wurde die Grundwassermächtigkeit (Februar 1973)

infolge des allgemein sinkenden Grundwasserspiegels hier auf ca. 1 dm reduziert. Dieses Ergebnis ist auf das starke Relief des tertiären Untergrundes zurückzuführen und mußte bei der gewählten Vorgangsweise, bei der bewußt auf ein seismisches Abtasten des Untergrundes verzichtet wurde, in Kauf genommen werden. Die Bohrung Nr. I liegt ca. 700 m nördlich des RAG-Profiles und wäre bei Projektierung in das Profil der Rohöl-AG. ungefähr im Bereich der Schußbohrung 354, bei der eine Aufbuckelung des tertiären Untergrundes vorhanden ist, einzufügen. Die Ergebnisse bestätigen dies und zeigen, daß diese Aufbuckelung weit nach Norden reicht und daß im Kulminationsbereich dieser Aufbuckelung bei tiefen Grundwasserständen die Grundwasserführung wahrscheinlich gänzlich aussetzt.

Die Bohrung Nr. II im Bereich von Berndorf brachte wesentlich günstigere Ergebnisse, die Grundwassersohle wurde erst in 11,70 m angefahren. Einer lehmigen Kiesschicht in einer Tiefe zwischen 8,00 m und 8,60 m wurde wenig Bedeutung beigemessen. Die aus den ungestörten Bodenproben labormäßig bestimmten Durchlässigkeitsbeiwerte ließen die Durchführung eines Pumpversuches durchaus gerechtfertigt erscheinen. Die günstigsten Ergebnisse sowohl im Hinblick auf die Schottermächtigkeit und die Tiefenlage des Grundwasserspiegels als auch auf die labormäßigen Untersuchungen der Bodenproben brachte jedoch die dritte, am westlichsten gelegene Bohrung Nr. III.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß bei sämtlichen Versuchsbrunnen im verkiesten Ringraum zwischen Verrohrung und Bohrlochwand, Peilrohre von 1 1/2" Durchmesser eingebaut wurden. Diese Peilrohre bewährten sich bei den Pumpversuchen vorzüglich und brachten keine wesentlichen Mehrkosten. Es fielen lediglich die zusätzlichen Materialkosten an.

Nach Fertigstellung der Versuchsbrunne . und Vorliegen der labormäßigen Untersuchungen wurden bei den Versuchsbrunnen Nr. II und III auf Grund der Bohrprofile und labormäßigen Untersuchung der gestörten Bodenproben zur Durchführung von Pumpversuchen die notwendigen Einrichtungen installiert.

2b. Grundwasserströmungsverhältnisse

Für die Erfassung der Strömungsverhältnisse des Grundwassers im südöstlichen Grazer Feld wurden als Grundlage die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung der Hydrographischen Landesabteilung herangezogen. Auf die Gewinnung und Extrapolation von punktförmigen Meßergebnissen, wie z. B. der Ergebnissen der Pegelkreuze bei B II und B III wird auf Grund der Inhomogenität und Anisotropie des Grundwasserleiters bewußt verzichtet.

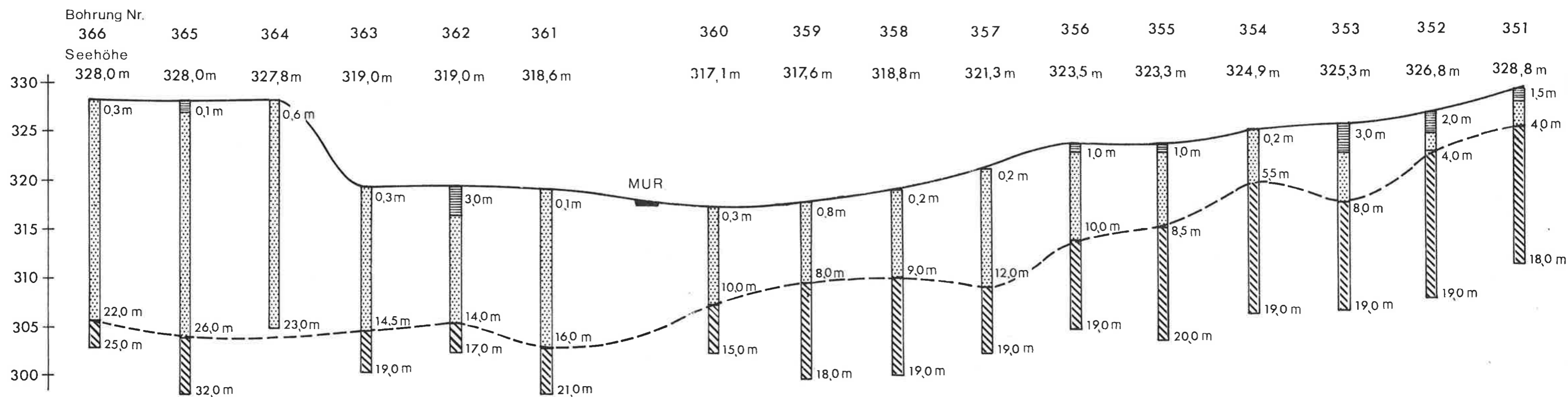
Ausgehend von der Grundwasserkarte des Grazer Feldes von I. ARBEITER (1971) mit den Grundwassergleichen für den Grundwasserhochstand vom 5.9.1965 im Maßstab 1:50.000 wurden nun für das im Untersuchungsgebiet inzwischen auf 10 Meßstellen erweiterte Netz, für weitere zwei charakteristische Grundwasserstände des extremen Jahres 1972. Schichtenlinienkarten gezeichnet.

Die Grundwasserkarte vom 10.2.1972 (Taf. 4), die einen Grundwassertiefstand beinhaltet, zeigt deutlich zwei verschiedene Strömungsbereiche. Einerseits das etwa mehrparallele Strömen des Grundwassers im mittleren Teil der linksufrigen Alluvialebene und andererseits das vom Beckenrand (NO) her erfolgende Zuziehen von Grundwasser im Bereich der würmeiszeitlichen Terrasse. Der Übergang vom NNO - SSW zum N-S gerichteten Strömen erfolgt allmählich,

Querprofil durch das südöstliche Grazer Feld (RAG Bohrung)

West

Ost



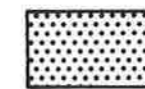
HÖHENMASSTAB : 1 m = 0,25 cm

LÄNGENMASSTAB : 100 m = 1,0 cm

Lehm
z. Teil sandig
(Deckschichte)



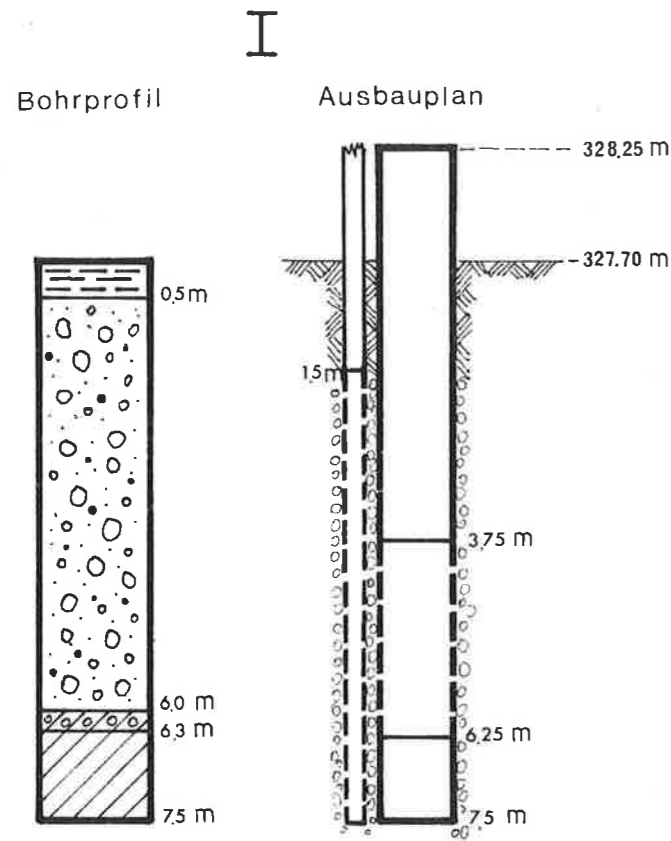
Schotter
Kies, Sand
(Grundwasserleiter)



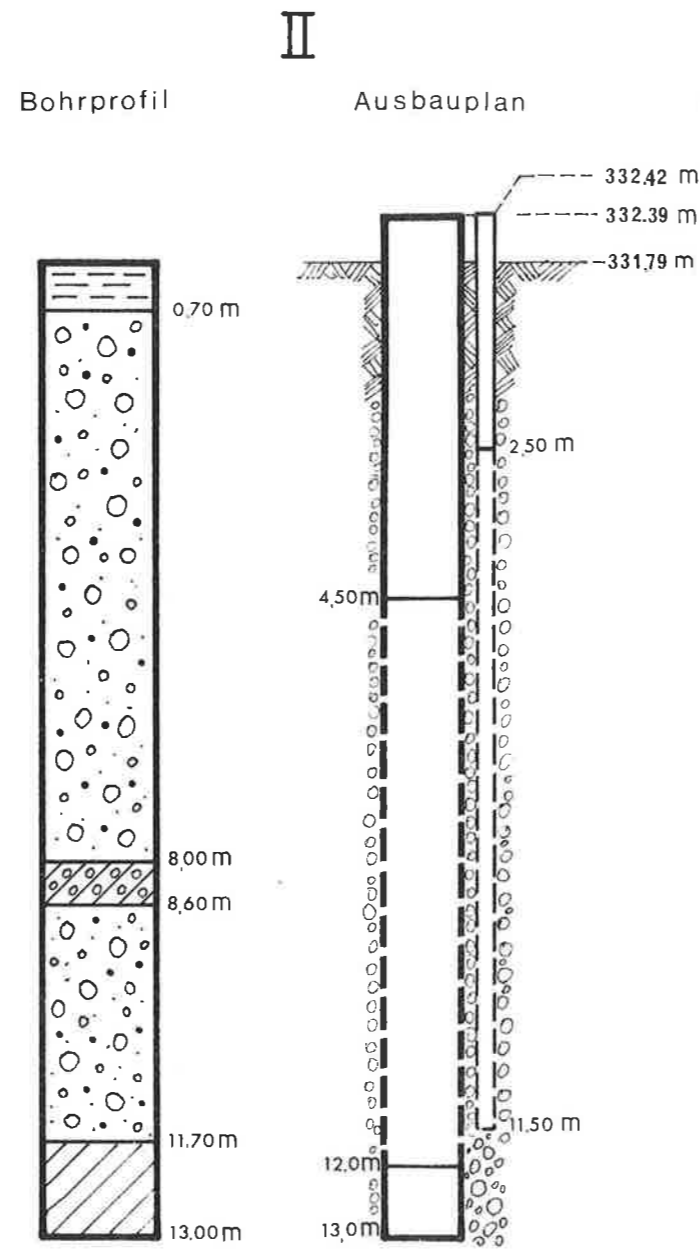
Tone, Tegel
(Tertiär, Grundwassersohle)



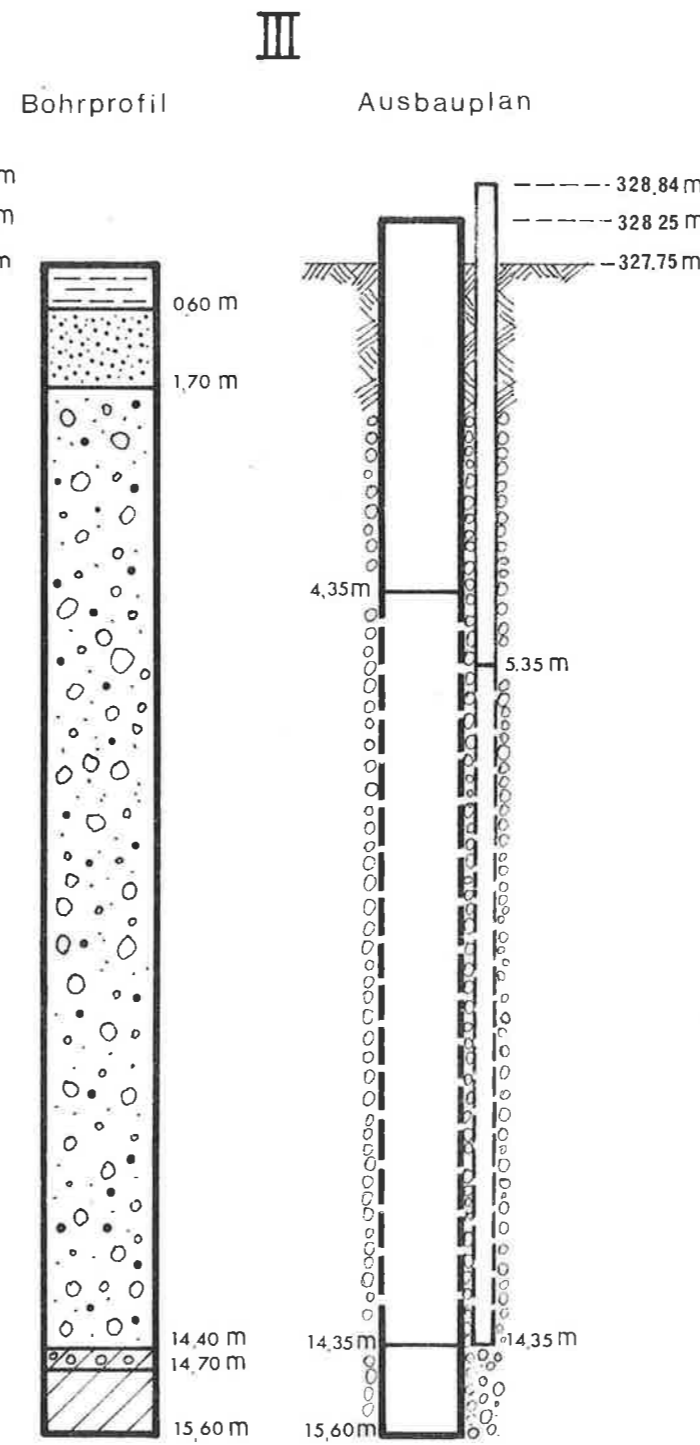
Untersuchungsbrunnen
im südöstl. Grazer - Feld



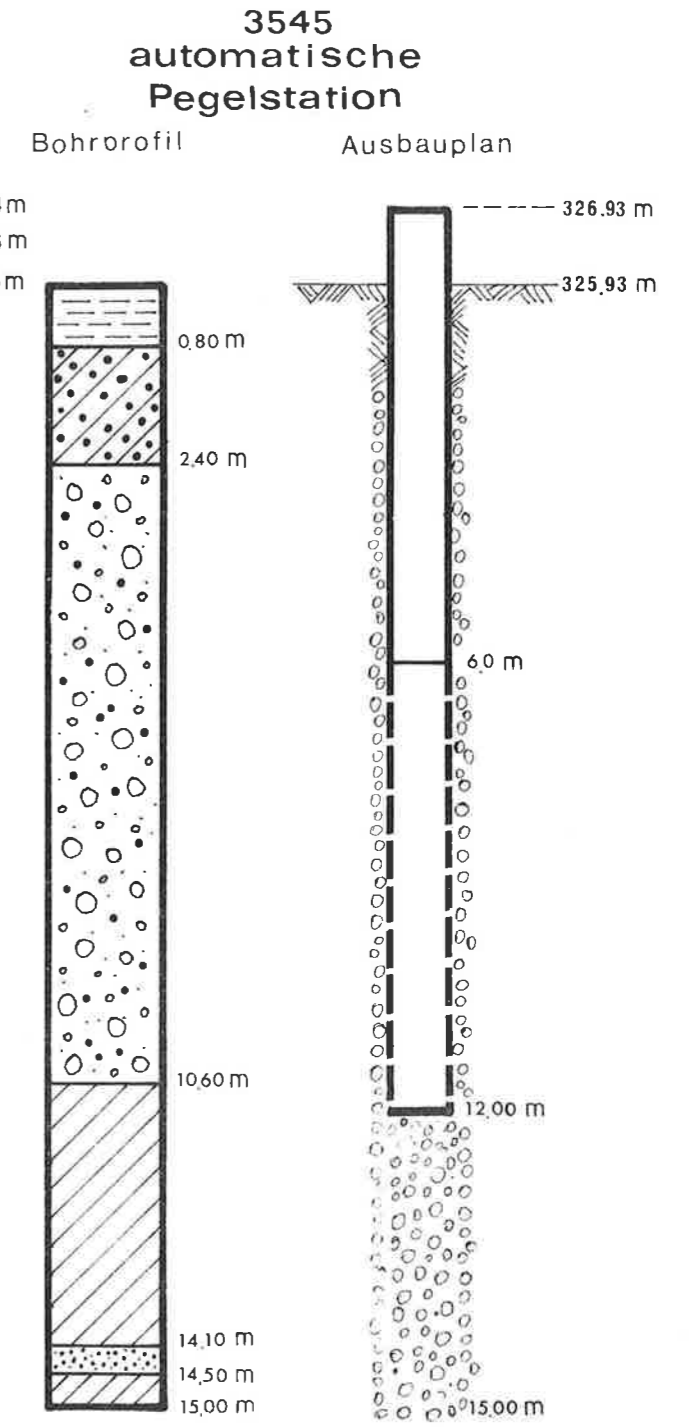
Bohrdurchmesser: 20"
Schlagbohrung
Baujahr: 1972



Bohrdurchmesser: 16.5"
Schlagbohrung
Baujahr: 1972



Bohrdurchmesser: 16.5"
Schlagbohrung
Baujahr: 1972



Bohrdurchmesser: 216 mm
Verrohrung \varnothing 150 mm
Schlagbohrung
Baujahr: 1972

Höhenmaßstab: 1:100

— Vollrohre 200 mm \varnothing
(Aufsatz-u. Sumpfrohre)

Filterrohre 200 mm \varnothing
Filterkies

voll PVC Peilrohre 1.5" \varnothing

perforiert

Lehm

Sand

Schotte
Kies u. Sand

verlehmter
Kies u. Sand

Ton u. Tegel

wobei der Wendepunkt in dem, dem Terrassenabfall der würmeiszeitlichen Terrasse nahe gelegenen Teil der Alluvialebene liegt. Weiters ist eindeutig ersichtlich, daß das Grundwassergefälle im Bereich der N-S Strömung wesentlich geringer ist als im Bereich der Würmeterrasse. Generell nimmt das Gefälle gegen den Beckenrand hin, wie auf Grund des geologischen Baues zu erwarten ist, zu, doch kommt dies wegen der geringen Dichte des Pegelnetzes nicht entsprechend zum Ausdruck.

Eine Konstruktion der Grundwasserisohypsen bis an das Ufer der Mur ist mangels murnahe Stationen nicht durchführbar und daher eine exakte Aussage über die Wechselbeziehungen zwischen Fluß und Grundwasser nicht möglich. Wahrscheinlich ist jedoch die übliche Wechselbeziehung zwischen Fluß und Grundwasser, die bei Grundwasserhochständen bzw. bei Niederwasser im Fluß ein Ausströmen von Grundwasser in den Fluß und bei Grundwassertiefständen bzw. Hochwasser im Fluß ein Einströmen von Flußwasser in das Grundwasser oder wenigstens einen Rückstau des Grundwassers erwarten läßt, gegeben. Eine Klärung dieser Frage könnte die weitere Verfolgung der Ausbreitung bzw. des Südwärtswanderens der Chromaverunreinigung bringen.

Der bisherige Verlauf der Chromausbreitung entspricht den für diesen Raum ermittelten Grundwasserströmungsverhältnissen.

Die Grundwasserkarte vom 17.7.1972 (Taf. 5), die einen Grundwasserhochstand zeigt, läßt gegenüber dem Tiefstand vom 10.2.1972 keine wesentlichen Änderungen des Strömungsverlaufes erkennen; lediglich der Wendepunkt der Grundwasserisohypsen ist etwas weiter gegen Westen verschoben (in Richtung Mitte der Alluvialebene), was für einen stärkeren Grundwasserzuzug von den Beckenrändern her spricht.

Eine Beeinflussung bzw. eine Anreicherung des Grundwassers durch die vom östlichen Beckenrand her einziehenden Bäche (Raababach, Grambach, Ferbesbach) ist auf Grund der geringen Dichte des Pegelnetzes nicht ersichtlich. Lediglich die 326 m, 327 m, 328 m (Taf. 5) Grundwasserisohypsen geben einen schwachen Hinweis auf diese Möglichkeit.

Im wesentlichen zeigen die beiden Grundwasserkarten vom 10.2.1972 und 17.7.1972 ein ähnliches Bild wie die Grundwasserkarte von I. ARBEITER (1971).

Die Unterschiede zwischen dem 17.7.1972 und 10.2.1972 sind neben der früher erwähnten Westwärts-Verlagerung des Wendepunktes der Grundwasserisohypsen vor allem in einer starken Absenkung des Grundwasserspiegels gegeben.

Für Brunnen im Ortsbereich von Fernitz kam H. FLÜGEL (1950) zu dem Ergebnis, daß eine Beeinflussung der Grundwasserstände durch die Wasserstände der Mur nicht erkennbar ist. Die Grundwasserisohypsen bestätigen dieses Ergebnis für den Ortsbereich von Fernitz.

Im Bereich des NNO-SSW gerichteten Strömens (Würmterrasse) des Grundwassers, der sowohl bei extremen als auch mittleren Wasserständen des Grundwassers mit geringen Verschiebungen des Wendepunktes der Grundwasserisohypsen erhalten bleibt, ist eine Beeinflussung durch die Mur nicht zu erwarten. Weiters ist durch den Terrassensockel auch bei nur geringen Sprunghöhen derselben eine Abschirmung gegeben.

Komplizierte Strömungsverhältnisse zeigen die Grundwasserkarten vom 13.12.1972 und 25.1.1973 (Taf. 6 u. 7). Bei diesen Karten wurden die Wasserstände von B I, B II und B III mitverwertet. Das Netz der Meßstationen wurde dadurch von 10 auf 13 erhöht und damit im mittleren Bereich der

Grundwasserkarte eine wesentliche Verdichtung des Netzes erreicht, die sich in einer Differenzierung des Verlaufes der Grundwasserisohypsen äußert. Beide Karten zeigen winterliche Grundwassertiefstände, die der Grundwasserkarte vom 10.2.1972 ähnlicher sind.

Auch hier können wieder zwei Strömungsbereiche unterschieden werden, wobei sich generell das gleiche Bild bietet wie bei der Grundwasserkarte von I. ARBEITER (1971) und den Grundwasserkarten vom 10.2. und 17.7.1972.

Der Verlauf der Grundwasserisohypsen im Randbereich des Feldes zwischen Grambach und Hausmannstätten zeigt deutlich ein hangparalleles Einschwenken, das die Alimentation des Grundwassers aus diesem Bereich dokumentiert. Die nach SW gerichteten Ausbauchungen der Grundwasserisohypsen im Bereich des Raababaches und Grambaches lassen, wenn auch undeutlich, eine Anreicherung durch diese beiden Bäche vermuten, wobei die geringe Dichte des Netzes die Wirkung der beiden Bäche summiert.

Wesentlich insbesondere im Hinblick auf eine Wassergewinnung bei B III sind die Ergebnisse im Bereich der Versuchsbrunnen B I und B III. Hier zeigt der Verlauf der Grundwasserschichtenlinien unter Verwendung der Meßwerte von B I einen derartigen Verlauf, daß eine schwerwiegende Störung der Grundwasserführung angenommen werden muß. Eine befriedigende Deutung der Strömungsverhältnisse ist aus dem gegen NO (grundwasserstromaufwärts) gerichteten Ausbauchen der Grundwassergleichen nicht möglich. Erst unter näherer Betrachtung des Versuchsbrunnens Nr. I bzw. seiner Wasserstände erkennt man, daß hier nur mehr eine Grundwassermächtigkeit von wenigen Dezimetern gegeben ist, bzw. am 25.1.1973 bei einem Abstichmaß von 7,28 m der Grundwasserspiegel nur mehr ca. 20 cm über der Grundwassersohle liegt. Bei weite-

rem Absinken des Grundwasserspiegels könnte dieser Versuchsbrunnen trockenfallen.

B I zeigt daher eine Aufbuckelung der tertiären Grundwassersohle an, die bei niederen Wasserständen einen trockenen Bereich herbeiführen kann. Überdies ist es durchaus nicht unmöglich, daß in der näheren Umgebung von B I bereits trockene Bereiche existieren. Gerade hier ist noch wenig verbautes Gelände, so daß auch keinerlei Hausbrunnen vorhanden sind, die Aufschluß geben könnten. Auch die RAG Bohrung Nr. 354, die ca. 700 m südlich von B I liegt, weist auf eine Aufbuckelung der Grundwassersohle hin. Wesentlich ist, daß auch unter Ausschluß der Meßwerte von B I bei der Konstruktion der Grundwassergleichen für diesen Bereich gestörte Verhältnisse angezeigt werden, wobei in diesem Falle die Grundwassergleichen in die Gegenrichtung also nach SW (grundwasserstromabwärts) ausbauchen.

Auf Grund dieser Ergebnisse müssen für die weitere Umgebung von B I gestörte Grundwasserverhältnisse angenommen werden, die durch das Relief der Grundwassersohle, in diesem Fall eine Aufbuckelung, verursacht sein dürften. Beide Varianten der Grundwasserisohypsen (Taf. 6 u. 7) haben nur beschränkte Gültigkeit und sind in den Grundwasserkarten entsprechend kenntlich gemacht. In der Umgebung von B I sind bei Grundwassertiefständen trockene Bereiche zu erwarten. Der Bereich der gestörten Grundwasserisohypsen scheidet damit für Grundwassererschließungen aus. Diese Schlußfolgerung kann auch aus dem Bohrprofil B I gezogen bzw. bestätigt werden. Es wurde daher hier auf einen Pumpversuch verzichtet.

Insgesamt zeigen die Grundwasserkarten, daß im Bereich des Versuchsbrunnens Nr. III die Strömung des Grundwassers generell von NNO gegen SSW verläuft und daher die Längsachse

etwaiger Schutzgebiete in diese Richtung zu legen ist. Ein Einfluß der Murwasserstände im Bereich der würmeiszeitlichen Terrasse ist auf Grund der Grundwasserkarten sowie des Terrassensockels ausgeschlossen. Letztlich kann noch festgestellt werden, daß eine Bedrohung durch die Chromverunreinigung nicht gegeben ist, da dieselbe entsprechend den Strömungsverhältnissen annähernd murparallel südwärts zieht. Es dürfte sogar zu einer weiteren Annäherung an die Mur kommen, was möglicherweise bei extrem tiefen Flußwasserständen zu einem teilweisen Übertritt von Grundwasser in die Mur führen wird entsprechend den eingangs dargelegten wahrscheinlichen Wechselbeziehungen zwischen Fluß- und Grundwasser.

2c. Die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers

Für Wasserversorgungsanlagen gelangt die genaue Messung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers im Hinblick auf die Abgrenzung von Schutz- und Schongebieten zu immer größerer Bedeutung, da vom Hygieniker eine gewisse Verweildauer des Grundwassers im Untergrund als wesentlicher Schutz in qualitativer Hinsicht gefordert wird. Nur durch die genaue Ermittlung der Fließgeschwindigkeit ist es möglich, eine rationelle und wirksame Abgrenzung der Schutz- und Schongebiete durchzuführen, durch die einerseits nur das unbedingt notwendige Ausmaß an Grund und Boden beansprucht wird und andererseits auch ein ausreichender Schutz in hygienischer Hinsicht sichergestellt wird.

Da bisher in unseren grundwasserführenden Tallandschaften nur an wenigen Stellen exakte Messungen der Grundwassergeschwindigkeit überdies meist mittels unterschiedlicher Me-

thoden (Markierungsversuche, Point-dilution-methode, oder auch auf rechnerischem Wege nach dem Darcyischen Gesetz) erfolgten, sind alle diese Messungen schwer untereinander zu vergleichen. Ausgehend von diesen gemessenen Fließgeschwindigkeiten wurden die Ergebnisse immer wieder auf andere Talabschnitte, in denen es gerade notwendig war, Schutzgebiete abzugrenzen, extrapoliert. Selbstverständlich ist es bei der Inhomogenität und Anisotropie der Lockergesteinsfüllung unserer alpinen Täler sowie dem stark schwankenden Gefälle des Grundwasserspiegels unmöglich, durch Extrapolation solcher Werte ausreichende Grundlagen für die Abgrenzung von Schutzgebieten zu erhalten.

Um für den gegenständlichen Fall möglichst genaue Angaben machen zu können, wurde das Pegelnetz (insgesamt 10 Pegelrohre) des Pumpversuches bei B III für die Durchführung eines Färbeversuches mit Uranin ausgenützt. Über diesen Färbeversuch soll erst im Anschluß an eine Aufzählung der bisherigen Geschwindigkeitsmessungen im Grazer Feld berichtet werden.

Zum Unterschied von der Bahngeschwindigkeit und der Filtergeschwindigkeit ist für die Abgrenzung der Schutzgebiete in erster Linie die Fließgeschwindigkeit (auch Abstandsgeschwindigkeit) des Grundwassers von Bedeutung. Es ist dies nach WECHMANN (1964) die Geschwindigkeit des Grundwassers zwischen zwei in der Bewegungsrichtung gelegenen Punkten. Sie zu ermitteln geschieht mit Hilfe der verschiedensten Immissionsverfahren. Meist wird ein Farbstoff, wie z.B. Uranin, verwendet. Außerdem wird häufig noch mit Salzungen vorgegangen.

Es wird dabei an einer bestimmten Stelle ein Markierungsstoff dem Grundwasserstrom beigegeben und an einer anderen,

in Fließrichtung bzw. grundwasserstromabwärts liegenden Stelle der Nachweis des Eintreffens dieses Markierungsstoffes geführt. Die Berechnung der Fließgeschwindigkeit erfolgt dabei aus der Zeit, die einerseits bis zum ersten Auftreten des Markierungsstoffes und andererseits bis zum Durchgang des Konzentrationsmaximums des Markierungsstoffes an der grundwasserstromabwärts gelegenen Beobachtungsstelle gemessen wird. Im ersten Fall handelt es sich dabei um die maximale Fließgeschwindigkeit, im zweiten Fall um die mittlere Fließgeschwindigkeit des Grundwassers, die durch Weg- und Zeit-Messungen gewonnen werden.

Da die errechnete Höchstgeschwindigkeit auf räumliche Kurzverbindungen und Beschleunigungsstrecken nach Art von Stromschnellen zurückzuführen ist und überdies abhängig von der Nachweisempfindlichkeit der Bestimmungsmethode ist, entspricht sie nicht der Fließbewegung der Hauptmasse des Grundwassers.

Bezüglich der Ergiebigkeit eines Grundwasservorkommens ist daher die mittlere Fließgeschwindigkeit und bezüglich des Schutzes eines Grundwasservorkommens bzw. für die Einrichtung von Schutzgebieten die maximale Fließgeschwindigkeit maßgeblich.

Wahrscheinlich ist die erste Bestimmung der Grundwasserfließgeschwindigkeit im südlichen Grazer-Feld durch einen Markierungsversuch im Jahre 1946 im Zuge der Aufschließungsarbeiten für das Wasserwerk Grazer-Feldkirchen erfolgt. In einem Bericht der Grazer Stadtwerke AG, Wasserwerk, über die Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten

Untersuchungen zum Projekt "Südwerk" vom Juni 1947 wird über die Fließgeschwindigkeitsbestimmung nachstehendes berichtet:

Was die Ermittlung der Grundwassergeschwindigkeit anbelangt, so wurden im Frühjahr 1946 im Schutzgebiet zwei Geschwindigkeitsmessungen mit Hilfe von eingebrachten Salzlösungen (bei Bohrloch V) durchgeführt. Der erste Versuch lieferte kein greifbares Ergebnis. Beim zweiten Versuch wurde in einem 25 m von der Einbringungsstelle entfernt liegenden Beobachtungsbrunnen nach 48 Stunden die größte Steigerung des Chlorgehaltes festgestellt. Dies würde einer Grundwassergeschwindigkeit von 12,5 m am Tage entsprechen.

Auf Grund dieser Schilderung ist anzunehmen, daß der gemessene Betrag von 12,5 m/d als mittlere Fließgeschwindigkeit aufzufassen ist.

Die nächsten Angaben über die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers im südlichen Grazer Feld stammen von E.P. Nemecek, der in einem Gutachten über einen Pumpversuch, der bei Kalsdorf im Auftrage der Grazer Stadtwerke AG - Wasserwerk durchgeführt wurde, aus den Ergebnissen des Pumpversuches die Fließgeschwindigkeit berechnete und dabei ausführte:

Unter der Annahme eines mittleren Grundwasserspiegelgefälles von $I = 3,5 \text{ ‰}$, eines K_f -Wertes von $K_f = 6 \times 10^{-3} \text{ m/s}$ und eines Porenraumes von $n = 20 \text{ ‰}$ beträgt der vom Grundwasser in 60 Tagen zurückgelegte Weg etwa 550 m.

Dies würde eine mittlere Fließgeschwindigkeit von rund 9 m/d ergeben. Der Pumpversuch, dessen Ergebnisse zur Berechnung dieser Fließgeschwindigkeit diente, wurde im Jahre 1967 an einem Schachtbrunnen westlich von Kalsdorf durchgeführt.

Über weitere Fließgeschwindigkeitsmessungen im südöstlichen Grazer Feld berichtet H. NIEDERL (1972). Bei der Errichtung

des Dampfkraftwerkes Werndorf wurden Grundwasseruntersuchungen durchgeführt, in deren Zuge zwei Fließgeschwindigkeitsbestimmungen in den Jahren 1967 und 1968 durchgeführt wurden. Eine Geschwindigkeitsmessung bezieht sich auf Karstschlächte in der Grundwassersohle (Leithakalk) bzw. im Liegenden der quartären Schotterfüllung des Grazer Feldes. Hier gelangte man zu einer Fließgeschwindigkeit von 120 m/d. Es stellt dies sicher einen Wert dar, der auf die übrigen Bereiche des Grazer Feldes, insbesondere auf solche Bereiche, wo wasserstauende Gesteine, wie tertiäre Tone und Tegel die Sohle bilden, nicht übertragen werden darf. Es ist daher die Fließgeschwindigkeit von 120 m/d auf jeden Fall als örtliche, eng begrenzte Ausnahme bedingt durch die großlumigen Wasserbahnen (Karstschlächte) anzusehen. Dieses Ergebnis kann daher bei einem Vergleich der Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im südlichen Grazer Feld nicht berücksichtigt werden.

Dieser Färbeversuch (1968) sowie ein weiterer Färbeversuch im Jahre 1967, der sich lediglich auf die quartäre Schotterfüllung bezog, wurden von J. ZÖTL jeweils mit Uranin ausgeführt und darüber in gutachtlicher Form Bericht erstattet. Der zweite Färbeversuch brachte als Ergebnis eine Fließgeschwindigkeit von 3,2 m/d, wobei es sich um die mittlere Fließgeschwindigkeit handelt, die in diesem Bereich des Grazer Feldes bereits sehr niedrig ist. Dies dürfte einerseits auf das geringe Gefälle des Grundwasserspiegels und andererseits auf die Durchlässigkeit des bereits wesentlich feinkörnigeren Grundwasserleiters zurückzuführen sein.

Nach einer Mitteilung von Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. L. ZWITTNIG gelang es, im Zuge der Untersuchung der Ausbreitung bzw. des Südwärtswanderns des Chroms im Grund-

wasser im Bereich von Thondorf und Dörfla eine weitere mittlere Fließgeschwindigkeit zu bestimmen. Das Chrom stammt aus der im Jahre 1971 erfolgten Versickerung von Galvanikabwässern und spielt hier sozusagen die Rolle des Markierungsstoffes. Die Berechnung dieser Fließgeschwindigkeit bezieht sich auf den Bereich von Thondorf und Dörfla südlich der Puch-Werke, die Beobachtungszeit betrug 1 1/2 Jahre. Es konnte dabei eine mittlere Fließgeschwindigkeit von ca. 6 m/d errechnet werden.

Die bisherigen Fließgeschwindigkeitsmessungen im südlichen Grazer Feld streuen bei großer räumlicher Distanz der einzelnen Meßpunkte über einen beträchtlichen Bereich und zeigen, daß nicht nur ein unterschiedliches Gefälle des Grundwasserspiegels, sondern auch beachtliche Inhomogenitäten im Untergrund vorhanden sind. Die Streuung der mittleren Fließgeschwindigkeit zwischen 3,2 m/d und 12,5 m/d läßt eine grobe Schätzung bzw. Festlegung der Größenordnung der Grundwassergeschwindigkeiten im Grazer-Feld sicherlich zu, doch verbietet sie es, eine Schätzung, bzw. eine Extrapolation für so heikle Zwecke wie die Abgrenzung eines Schutzgebietes vorzunehmen. Es wurde daher, wie bereits einleitend festgestellt, die gegebene Gelegenheit benutzt, einen Färbeversuch durchzuführen, der nun kurz beschrieben und über dessen Ergebnisse berichtet werden soll. Vorerst soll jedoch noch erwähnt werden, daß auch im nördlichen Teil des Grazer-Feldes vor allem im Bereich des Wasserwerkes Graz - Andritz Fließgeschwindigkeitsmessungen durchgeführt wurden. Nähere Angaben über diese Messungen erübrigen sich, da auf Grund wesentlich anderer Verhältnisse im Grundwasserkörper (Durchlässigkeit, Mächtigkeit, Gefälle des Grundwasserspiegels) ein Vergleich mit den soeben dargelegten Ergebnissen nicht angezeigt erscheint.

Bei Bohrung Nr. III in Gössendorf wurde im Jänner 1973 ein Markierungsversuch zur Erkundung der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers mittels Uranin durchgeführt.

Bei Peilrohr Nr. 7 wurden am 18.1.1973 um 9.30 Uhr insgesamt 140 g Uranin AP eingebracht. Die Einspeisung erfolgte in Pulverform, wobei dasselbe in ein Stoffsäckchen gefüllt war, welches in ein perforiertes, am unteren Ende verschlossenes Plastikrohr eingeführt wurde. Das Uraninsäckchen wurde am 19.1.1973 um 12.00 Uhr aus dem Peilrohr Nr. 7 entfernt. Dabei zeigte sich, daß das Uranin bis auf geringfügige Reste herausgelöst worden war. Die Probennahme erfolgte bei den Peilrohren Nr. 3, 4, 5, 8, 9 und beim Versuchsbrunnen B III. Die Auswahl des Peilrohres P 7 für die Einbringung des Markierungsstoffes wurde auf Grund der Grundwasserisohypsen (cm-Linien) vom gleichen Tag (8.30) getroffen (Taf. 8). Die Bestimmung der Farbkonzentration der einzelnen Proben erfolgte durch das Wasserbaulabor der Fachabteilung IIIc mittels eines Turner-Fluorometers.

Der Färbeversuch brachte folgende Ergebnisse:

Bei P 4 war der Farbstoffdurchgang auf Grund der starken Konzentration (10^{-3} g/l) bereits mit freiem Auge sichtbar. Aus der Konzentration-Zeit-Kurve (bzw. Farbintensitätskurve) lassen sich folgende Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers zwischen P 7 und P 4 (Taf. 9) ermitteln:

1.) Maximale Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7 18.1.73, 9.³⁰
erstes Auftreten des Uranins in P 4 18.1.73, 20.⁰⁰
Weglänge 7,0 m Dauer 10 1/2 h
Va max = 15,8 m/d

2.) Mittlere Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7	18.1.73,	9. ³⁰
Auftreten der maximalen Konzentration bei P 4	19.1.73,	12. ⁰⁰
Weglänge 7,0 m	Dauer rund 26 h	
$V_a = 6,50 \text{ m/d}$		

Das Maximum der Konzentration des Farbdurchganges ist auf Grund von Messungsungenauigkeiten nicht genau erfaßbar; es wurde daher der Zeitpunkt (18.1.1973, 12.⁰⁰) nach dem Verlauf des an- und absteigenden Kurvenastes rekonstruiert, wobei auf ein sehr steiles Ansteigen der Kurve ein langsamer bzw. langgezogener Abfall folgt.

Nach W. BEYER (1964) kann die maximale Fließgeschwindigkeit (Abstandsgeschwindigkeit) beim Durchfluß durch ein poröses Medium vielfach doppelt so groß wie die mittlere Fließgeschwindigkeit sein. Es muß hier jedoch vermerkt werden, daß W. BEYER (1964) als mittlere Fließgeschwindigkeit die Geschwindigkeit, die nach 50 % Wasserdurchgang (= 50 % Farbstoffsumme) vorhanden ist, bezeichnet. Die der größten Farbtintensität (Konzentration) zugehörige Fließgeschwindigkeit wird demgegenüber intensive Fließgeschwindigkeit benannt. Da diese beiden Fließgeschwindigkeiten entsprechend dem Kurvenverlauf meist nur geringfügig differieren bzw. eng nebeneinander liegen und die mittlere Fließgeschwindigkeit eher etwas geringer als die intensive Fließgeschwindigkeit sein dürfte, scheint die vorherige Feststellung auch hier zuzutreffen.

Zur Erklärung, warum im gegenständlichen Fall die maximale Fließgeschwindigkeit mehr als doppelt so groß wie die mittlere Fließgeschwindigkeit ist, muß das Nachspülen mittels 4 - 5 l Wasser beim Einspeisen des Farbstoffes herangezogen werden. Da ein punktförmig in den Untergrund einge-

brachter Markierungsstoff, wie W. RICHTER und R. WAGNER (1969) berichten, in einem porösen einheitlich aufgebauten Medium um etwa 3° um die Achse der mittleren Fließrichtung streut, wurde hier auf Grund der geringen Dichte des Pegelnetzes auf eine zusätzliche Verbreitung der Uranin-Wolke Wert gelegt. Dies, obwohl auf Grund der Inhomogenität und Anisotropie im Untergrund bereits mit einer größeren Streuung zu rechnen war. Die Verbreitung der Uranin-Wolke wurde durch das bereits erwähnte Nachspülen mit Wasser nach Einbringen des Uranins erreicht. Meßungenauigkeiten wurden dabei bewußt in Kauf genommen, wobei Auswirkungen vor allem auf die maximale Fließgeschwindigkeit zu erwarten waren. Das Ergebnis scheint diese Vermutung zu bestätigen.

Bei P 5 konnte der Uranindurchgang, der Konzentrationen in der Größenordnung von 10^{-6} g/l erreichte, nur mehr im Labor, also mittels des Turner Fluorometers, festgestellt werden. Aus der Konzentrations-Zeit-Kurve lassen sich nachfolgende Geschwindigkeiten errechnen.

1.) Maximale Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7	18.1.73,	9. ³⁰
Erstes Auftreten des Uranins bei P 5	19.1.73,	4. ⁰⁰
Weglänge 13 m	Dauer rund 18 ^h	
Va max = 17,2 m/d		

2.) Mittlere Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7	18.1.73,	9. ³⁰
Auftreten der max. Konzentration bei P 5	19.1.73,	17. ³⁰
Weglänge 13 m	Dauer 32 ^h	
Va = 9,6 m/d		

Obwohl bei P 5 wesentlich geringere Konzentrationen aufgetreten sind, was wohl auf die laut Grundwasserschichtenlinien (Taf. 8) starke Abweichung von der Strömungsrichtung zurückzuführen ist, sind die Fließgeschwindigkeiten zwischen P 7 und P 5 wesentlich größer als zwischen P 7 und P 4. Es ist dies ein Hinweis auf bedeutende Anisotropien und Inhomogenitäten im Untergrund. Dazu muß bemerkt werden, daß auch der gesamte stark gegliederte Kurvenverlauf mit mehreren Maxima nach J. ALBRECHT und H.U. SUCKOW (1968) auf den heterogenen und anisotropen Aufbau des Grundwasserleiters hinweisen bzw. durch diesen bedingt sind.

Auch hier liegt die maximale Fließgeschwindigkeit doppelt so hoch wie die mittlere Fließgeschwindigkeit.

Weiters konnte noch bei P 8 im Labor ein Farbdurchgang in Konzentrationen von 10^{-6} g/l nachgewiesen werden. Auch hier ist für den Verlauf der Konzentrations-Zeit-Kurve das gleiche in noch verstärkterem Ausmaß zu vermerken, wie bei P 5. Es dürfte dies auch auf die weit von der Strömungsrichtung abweichende Lage des Peilrohres (Taf. 8) zurückzuführen sein. Aus der Konzentrations-Zeit-Kurve lassen sich nachstehende Fließgeschwindigkeiten ableiten:

1.) Maximale Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7	18.1.73,	9.30
erstes Auftreten des Uranins bei P 8	19.1.73,	17.30
Weglänge 10 m	Dauer 32 ^h	
Va max = 7,4 m/d		

2.) Mittlere Fließgeschwindigkeit

Einspeisung des Uranins bei P 7	18.1.73,	9. ³⁰
Auftreten der maximalen Konzentration bei P 8	19.1.73,	20. ³⁰
Weglänge l_0 m	Dauer 35 ^h	
$V_a = 6,7$ m/d		

Der Farbdurchgang bei den drei Pegeln (P 4, 5, 8) macht deutlich, daß beachtliche Inhomogenitäten und Anisotropien im Untergrund vorhanden sind. Den Fließgeschwindigkeiten bei P 4 kommt dabei die größte Bedeutung zu, da hier einerseits die größten Farbstoffkonzentrationen gemessen werden konnten und andererseits die Grundwasserschichtenlinien (Taf. 8) zeigen, daß dieser Pegel am wenigsten in seiner Lage von der Strömungsrichtung abweicht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die maximale Fließgeschwindigkeit in der unmittelbaren Umgebung des Versuchsbrunnens Nr. III zwischen 7,4 m/d und 17,2 m/d starken Schwankungen unterworfen ist, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß das Nachspülen mittels Wassers beim Einspeisen des Uranins sich gerade auf diese Fließgeschwindigkeit beschleunigend ausgewirkt haben dürfte. Überdies darf nicht vergessen werden, daß im Bereich des Absenkungstrichters des Pumpversuches (B III) wahrscheinlich durch die Entsandung eine Störung der natürlichen Bodenverhältnisse hervorgerufen wurde, die sich vor allem auf die Ergebnisse bei P 8 ausgewirkt haben dürfte. Die mittlere Fließgeschwindigkeit des Grundwassers zeigt, wie zu erwarten, wesentlich geringere Schwankungen und liegt zwischen 6,5 m/d und 9,6 m/d, wobei dem ersteren Wert auf Grund der Farbstoffkonzentrationen und der Lage des Peilrohres, wie bereits dargelegt, größere Bedeutung beizumessen ist. Die mittlere Fließgeschwindigkeit

stimmt gut mit den Berechnungen (ca. 6 m/d) von L. ZWITTNIG für die Chromausbreitung bei Thondorf und Dörfle überein. Weiters ist auch eine gute Übereinstimmung mit den Berechnungen der Abstandsgeschwindigkeit aus den Pumpversuchen bei B III von J. NOVAK (6 m/d) gegeben.

GRUNDWASSERDATEN DER GRUNDWASSERKARTEN Taf. 4 - 7

Meßstelle Nr.	Meßpunkt Kote ü.A. Brunnen- o. Rohrober- kante	Grundwasserspiegel Höhe ü.A.			
		10.2.1972	17.7.1972	13.12.1972	25.1.1973
3551	320,65 m	317,10	319,50	317,90	317,65
3553	314,67 m	312,80	314,20	312,90	312,80
3545	325,93 m	319,70	321,95	320,70	320,30
3541	322,11 m	319,10	320,60	319,35	319,20
3547	328,67 m	325,90	328,00	326,00	326,20
3521	329,25 m	322,45	326,15	323,40	323,15
3503	329,27 m	324,80	327,75	325,30	325,00
3501	346,79 m	335,45	336,05	335,15	335,40
3489	332,11 m	327,15	329,20	327,55	327,25
3543	327,75 m	-	-	324,20	323,40
B I	328,79 m	wurde im August 1972 errichtet		322,00	321,60
B II	332,42 (Peilrohr)	-"-	-"-	325,55	325,20
B III	328,84 (Peilrohr)	-"-	-"-	321,80 ¹⁾	321,35

Die Grundwasserdaten vom 10.2. und 17.7.1972 wurden von der Hydrographischen Landesabteilung zur Verfügung gestellt. Die Grundwasserspiegellagen wurden z.T. um 1 oder 2 cm auf- bzw. abgerundet.

1) Interpolierter Wert, am 13.12.1972 lief der Pumpversuch

3. Literaturverzeichnis

- ALBRECHT, J. u.
SUCKOW, H. : Methoden zur Erfassung von Fließvorgängen im Grundwasser als Grundlage der Ermittlung von Schutzgebieten (Beiheft zu den Berichten der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover, H 5, 1968, S 75 - 92).
- ARBEITER, J. : Grundwasserkarte des Grazer Feldes 1 : 50.000 in: Land Steiermark, Regionalplanung für den politischen Bezirk Graz-Umgebung, Kartenband Amt der Steierm. Landesregierung, Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion, Fachabteilung Ib (Landes- und Ortsplanung), Graz 1971.
- BEYER, W. : Die Erfassung von Grundwasserfließvorgängen mittels Farbstoffen in Verbindung mit Pumpversuchen (Zeitschrift für angewandte Geologie, H 6, 1964 S 295 - 301).
- FISCHER, R., u.
FLÜGEL, H. : Die Grundwasserverhältnisse von Fernitz südlich Graz (Beiträge zu einer Hydrogeologie Steiermarks. 4.H., 1950 S 26 - 30).
- FLÜGEL, H. : Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes (Steiermark) (Mitteilungen der Österr. Geographischen Gesellschaft, Bd. 102, 1960 S 52 - 64.
- FLÜGEL, H. : Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes 1 : 100.000 Geologische Bundesanstalt Wien 1960.
- KOLLMANN, K. : Jungtertiär im Steirischen Becken (Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien. 57.Bd. 1964, S 479 - 632).
- NEMECEK, E.P. : Pumpversuch Kalsdorf 1967. (Unveröffentlichtes Gutachten)
- NIEDERL, H. : Überraschende Ergebnisse von Grundwasserentnahmen im südlichen Grazer Feld (Steirische Beiträge zur Hydrogeologie, Bd. 24, Jg. 1972 S 57 - 69).

- RICHTER, W.u.
WAGNER, R.: Hydrogeologie in
BIENTZ, A.: Lehrbuch der angewandten Geologie,
Geowissenschaftliche Methoden, Bd. II, Teil 2,
Stuttgart 1969.
- WECHMANN, A.: Hydrologie.
München-Wien 1964
- WINKLER-HERMA-
DEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwick-
lungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb
der Vereisungsgebiete
(Österr. Akad. d. Wiss. mathemat.-naturw. Kl.,
Denkschriften 110. Bd. 1 Abh. Wien 1955).
- WINKLER-HERMA-
DEN, A. und
SCHOKLITSCH,
K.: Studienergebnisse zur jüngsten Quartärgeschich-
te im Bereich der unteren steirischen Mur.
(Mitteil. des naturw. Ver.f. Stmk. Bd. 93 (Son-
derband D), Graz, 1963 S 130 - 154).

4. Abbildungsverzeichnis

- Tafel 1: Geologische Übersichtskarte des süd-
östlichen Grazer-Feldes im Maßstab
1 : 25.000.
- Tafel 2: Querprofil durch das südöstliche Grazer-
Feld (RAG - Bohrungen).
- Tafel 3: Untersuchungsbrunnen im südöstlichen
Grazer-Feld.
- Tafel 4: Grundwasserschichtenlinien vom
10.2.1972 im Maßstab 1 : 25.000.
- Tafel 5: Grundwasserschichtenlinien vom
17.7.1972 im Maßstab 1 : 25.000.
- Tafel 6: Grundwasserschichtenlinien vom
13.12.1972 im Maßstab 1 : 25.000.
- Tafel 7: Grundwasserschichtenlinien vom
25.1.1973 im Maßstab 1 : 25.000.
- Tafel 8: Färbeversuche bei B III.
- Tafel 9: Färbeversuche bei B III,
Färbeintensitätskurven.

Dr. Hilmar Zetinigg, Regierungsbaurat
Referat für Wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
8010 Graz, Landhausgasse 7.

Legende

zur

Geologischen Übersichtskarte des südöstlichen Grazer Feldes nach H. Flügel (1960) u. K. Kollmann (1964) ergänzt durch Begehungen v. H. Zetinigg



Tertiär, Beckenrand



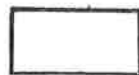
vorwürmeiszeitliche Terrassen



würmeiszeitliche Terrasse



Zwischenterrasse von Fernitz



Alluvialebene

3545
○

Grundwasser - Meßstation der
Hydrographischen Landesabt.

I



Versuchsbrunnen

360



RAG - Bohrungen



Chromverbreitung im Grundwasser
nach L. Zwitnig



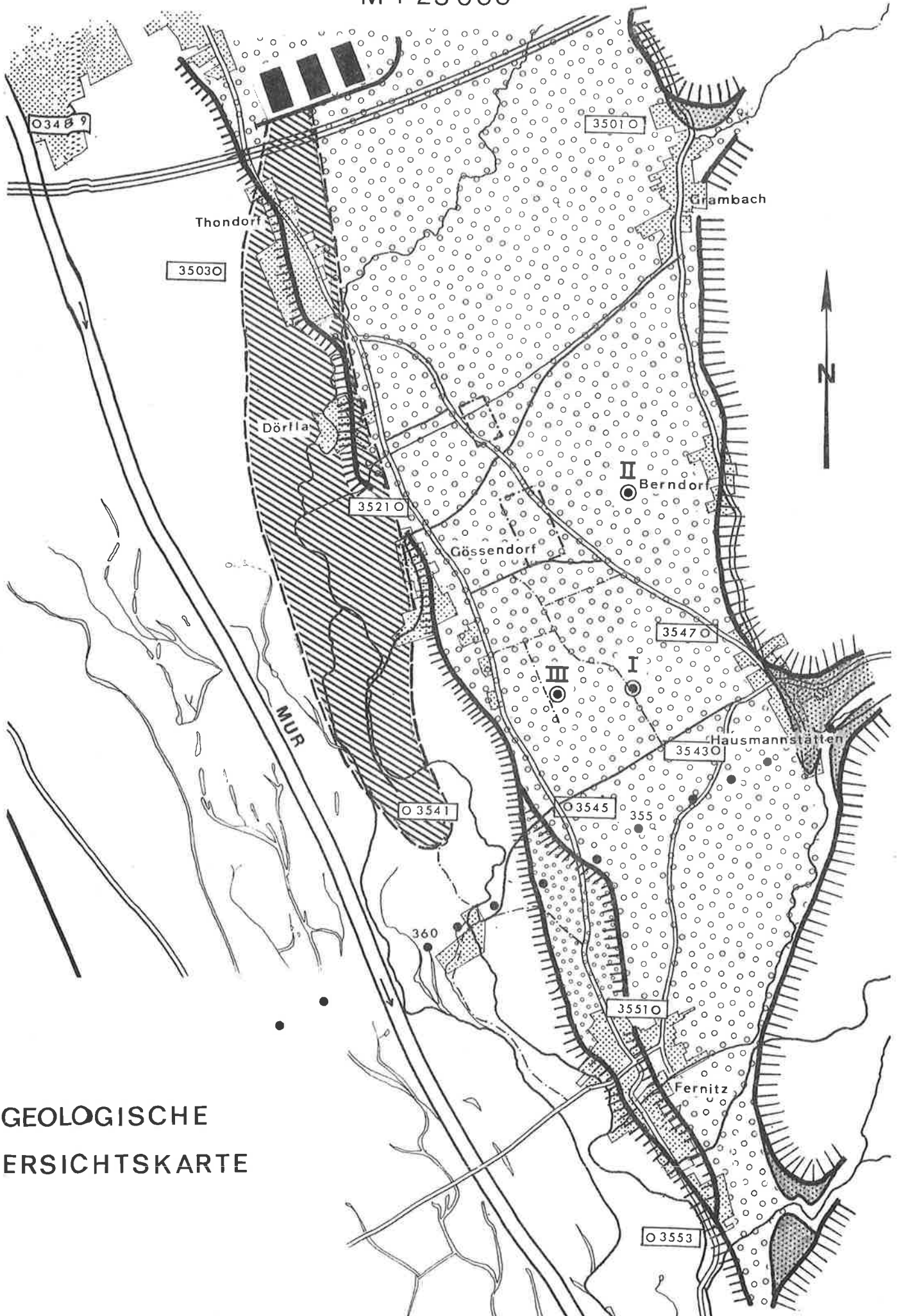
Untersuchungsgebiete
nach A. Thurner



Terrassenstufe

Südöstl. Grazer – Feld

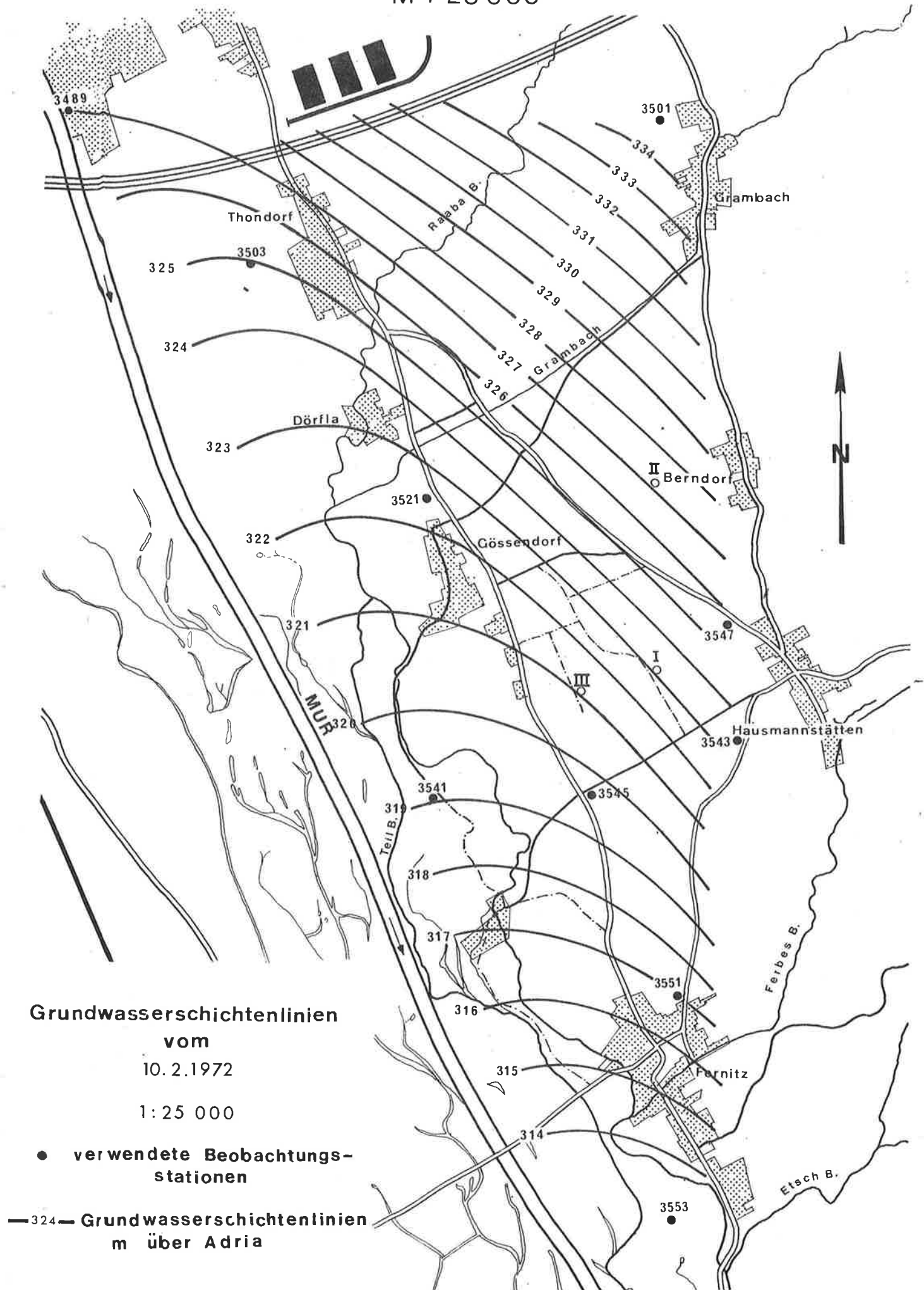
M 1:25 000



GEOLOGISCHE
ÜBERSICHTSKARTE

Südöstl. Grazer – Feld

M 1:25 000



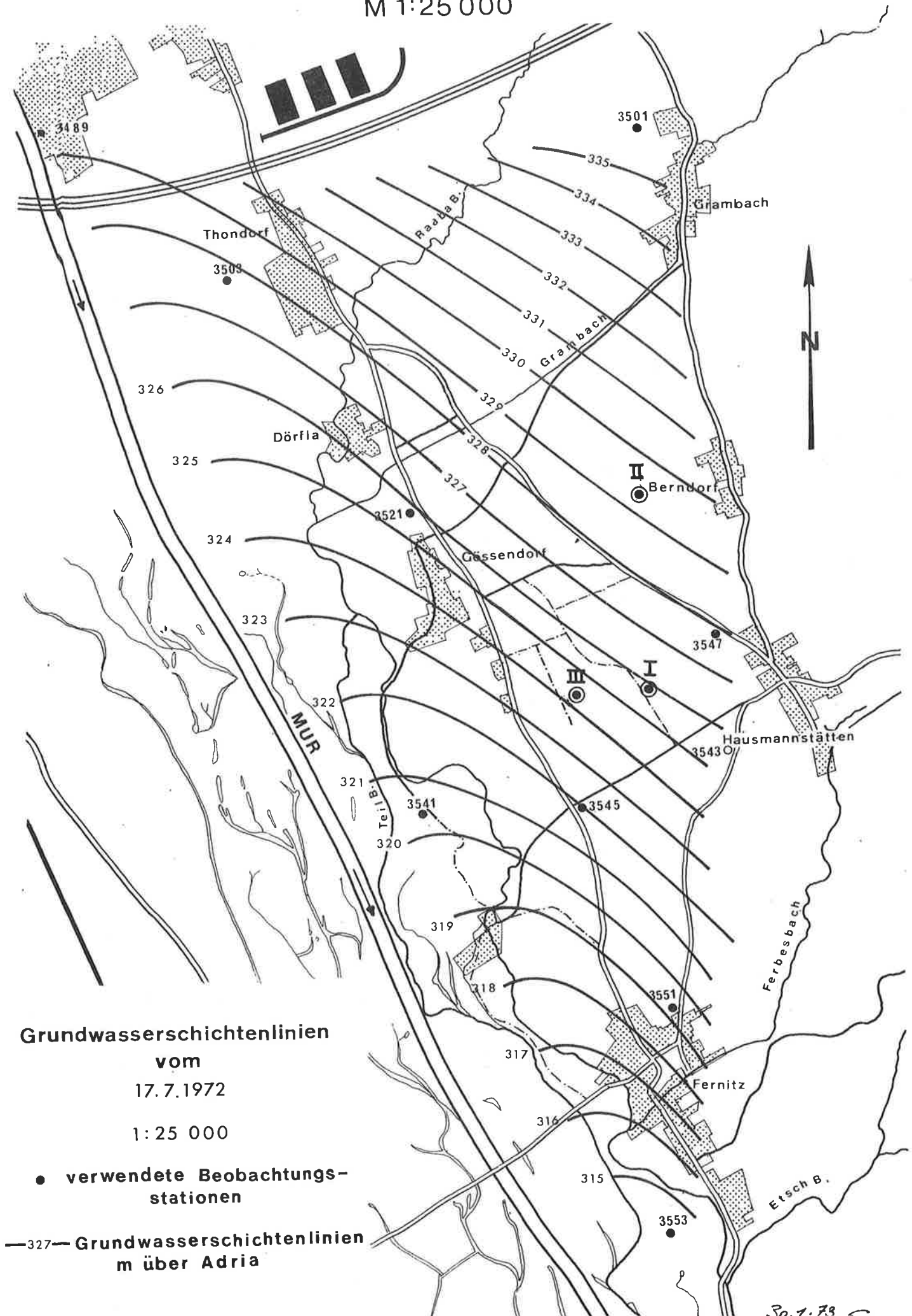
Grundwasserschichtenlinien
vom
10. 2. 1972
1: 25 000

● verwendete Beobachtungs-
stationen

—324— Grundwasserschichtenlinien
m über Adria

Südöstl. Grazer - Feld

M 1:25 000



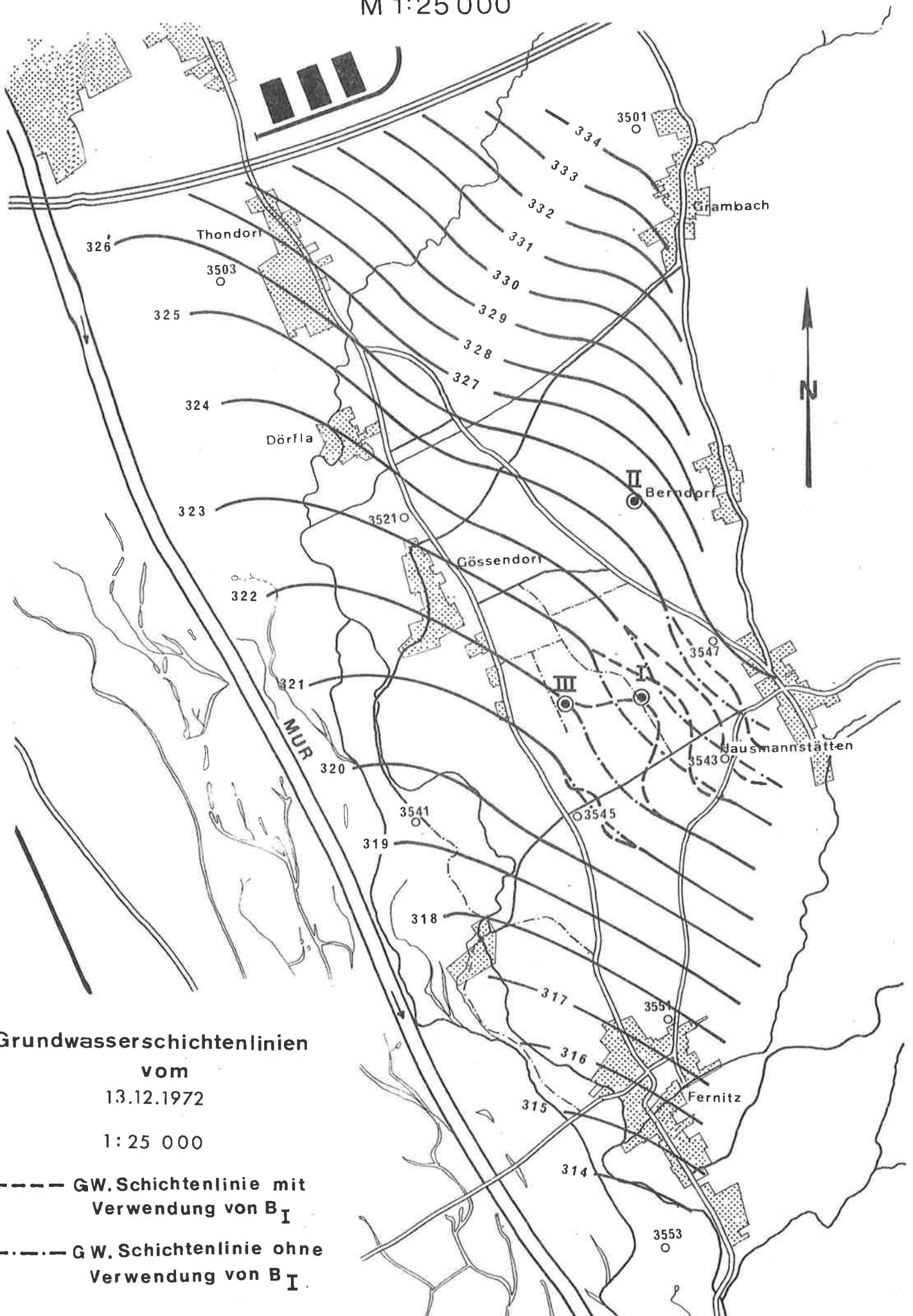
Grundwasserschichtenlinien
vom
17.7.1972
1:25 000

● verwendete Beobachtungs-
stationen

—327— Grundwasserschichtenlinien
m über Adria

Südöstl. Grazer – Feld

M 1:25 000



Grundwasserschichtenlinien

vom

13.12.1972

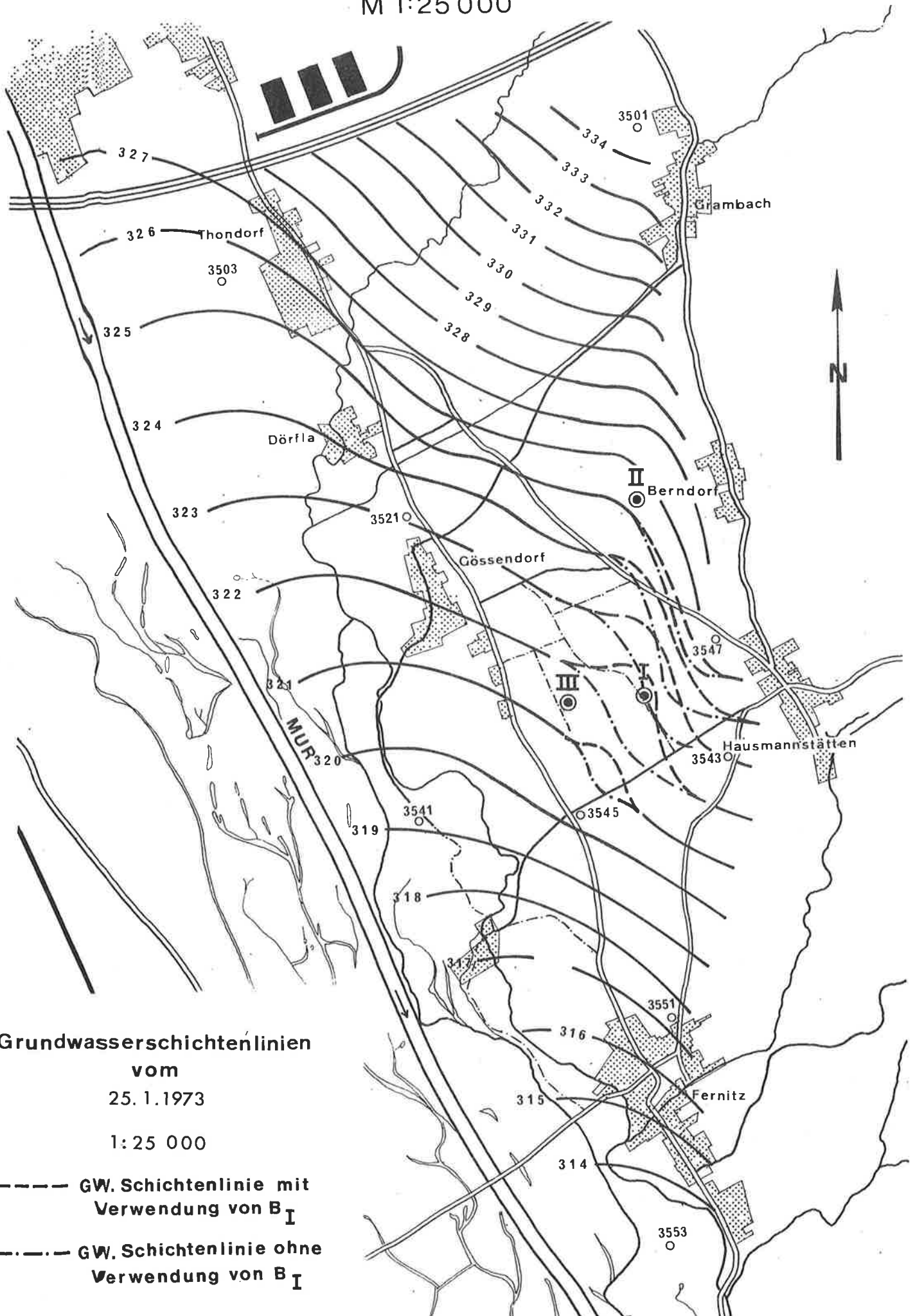
1:25 000

--- GW. Schichtenlinie mit
Verwendung von B_I

-.-.- GW. Schichtenlinie ohne
Verwendung von B_I

Südöstl. Grazer - Feld

M 1:25 000



Grundwasserschichtenlinien

vom

25. 1. 1973

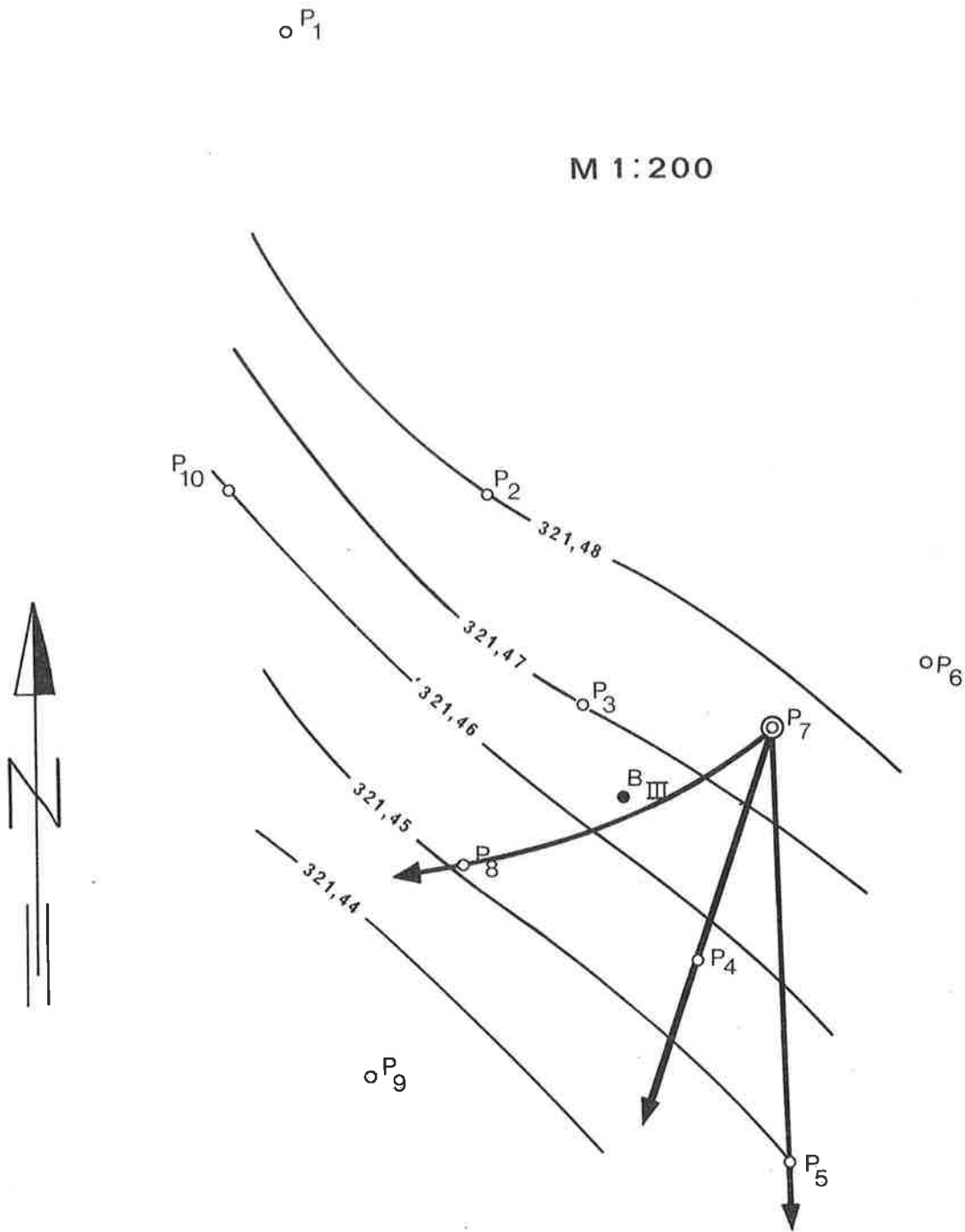
1:25 000

--- GW. Schichtenlinie mit Verwendung von B_I

-.- GW. Schichtenlinie ohne Verwendung von B_I

FÄRBEVERSUCH bei B_{III}

M 1:200

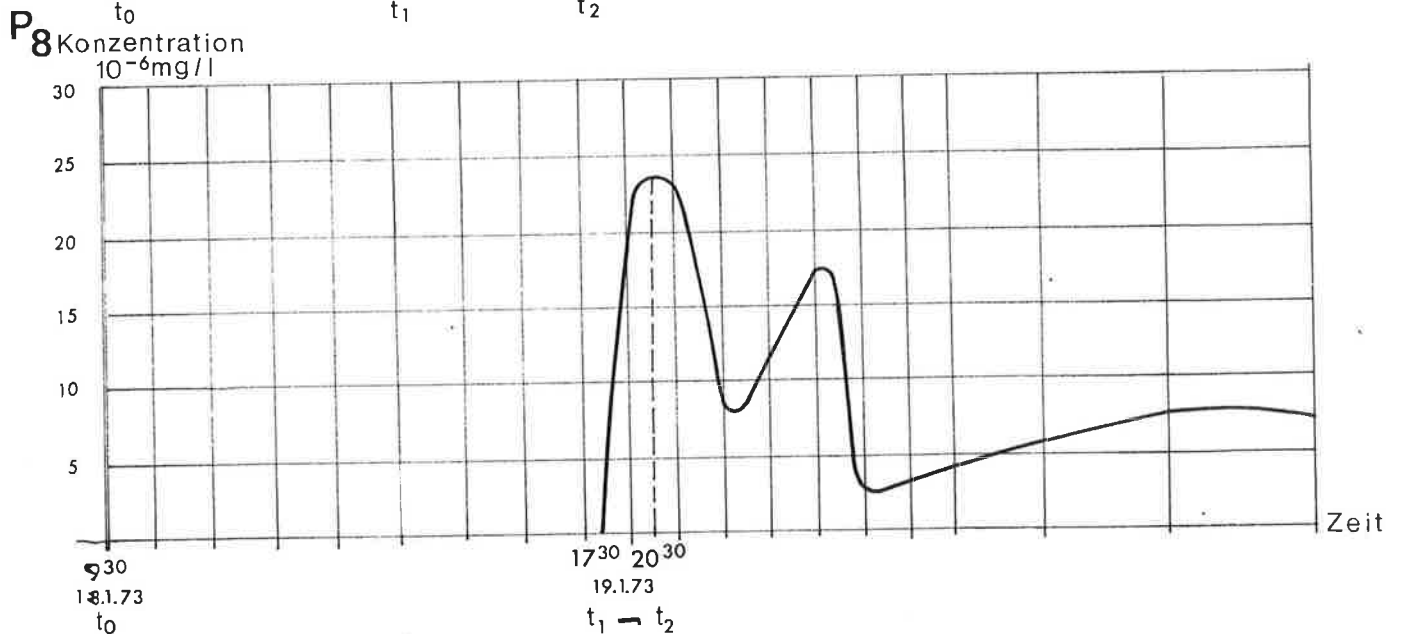
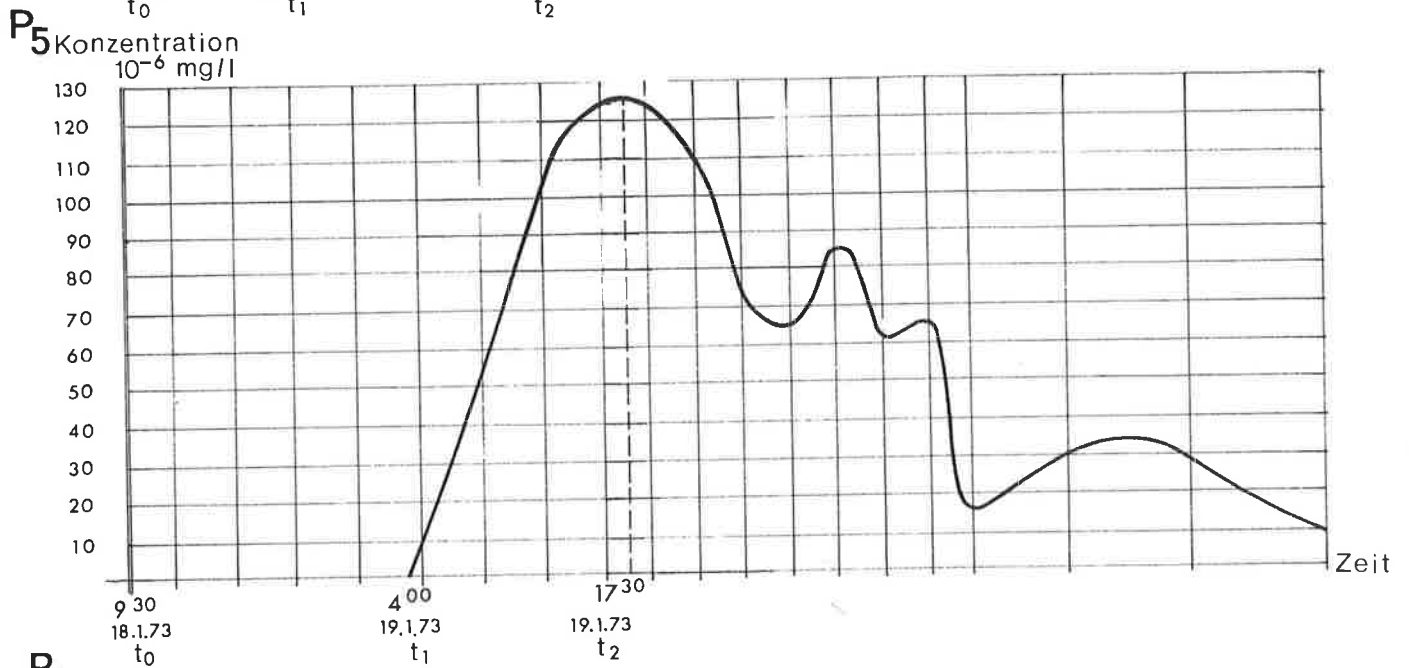
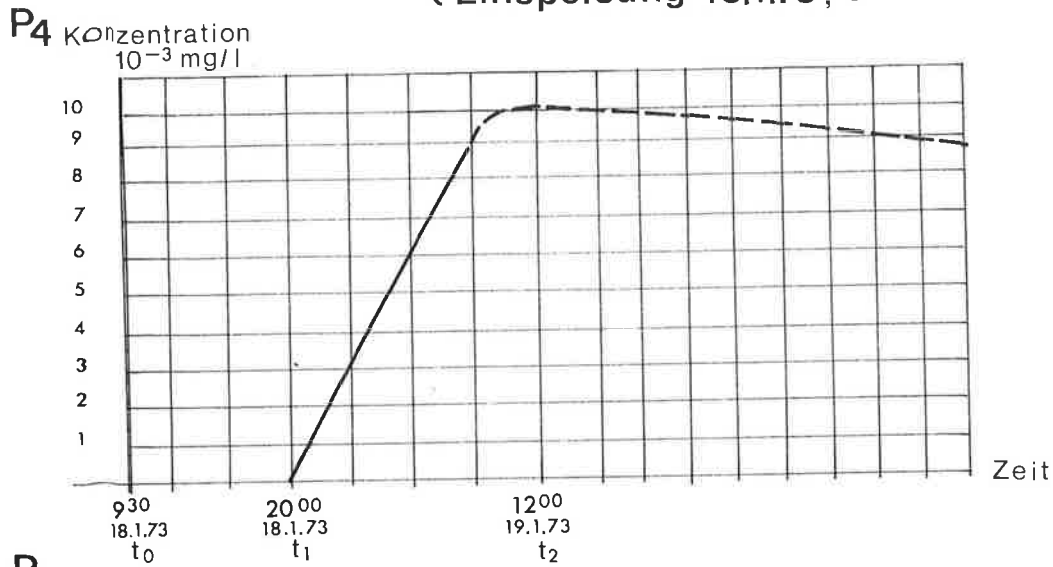


- Versuchsbrunnen
- P₁ - P₁₀ Peilrohre
- 321,44- GW-Schichtenlinien vom 18.1.1973; 9⁰⁰ m über Adria
- ◎ P₇ Einspeisung von Uranin am 18.1.1973; 9³⁰
- ← starker Farbdurchgang (Konzentration 10⁻³ mg/l)
- ← schwacher Farbdurchgang (Konzentration 10⁻⁶ mg/l)

Färbeversuch bei B III

Farbintensitätskurven

(Einspeisung 18.1.73, 9³⁰)



P U M P V E R S U C H E I M S Ü D Ö S T L I C H E M

G R A Z E R - F E L D

von

J. N o v a k .

Zur Erkundung und Erschließung von Trinkwasservorkommen im südöstlichen Grazer-Feld (Hausmannstätten - Grambach - Fernitz) war vom Amte der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, eine hydrogeologische Untersuchung gefordert, welche die Möglichkeiten der Errichtung einer Grundwassergewinnungsanlage aufzeigen soll.

Dementsprechend wurde ein Untersuchungsprogramm ausgearbeitet, welches als Grundlage für die Erstellung eines wasserwirtschaftlichen Gutachtens dienen soll.

Für den geologischen Aufschluß wurden 3 Bohrungen (B I, B II, B III) \varnothing 418 mm niedergebracht und aus den verschiedenen Tiefen Bodenproben entnommen.

Zur Durchführung eines Pumpversuches wurden die Bohrungen mit einem 200 mm Stahlfilter verrohrt. Zur Messung des Grundwasserspiegels vor, während und nach dem Pumpversuch, sind im Bereich der Bohrungen B II und B III je 10 Pegel \varnothing 5/4" in Form eines Brunnenkreuzes errichtet worden.

1. Aufschlußbohrungen

1.1 Bohrung B I

Die Bohrung erreichte bereits bei einer Tiefe von 6,0 m unter Terrain die Grundwassersohle und bei einer Tiefe von 4,0 m den Grundwasserspiegel. Die Grundwassermächtigkeit betrug demnach 2,0 m. Die labormäßige Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_f) ergab einen Wert von $a \cdot 10^{-6}$ m/s. Die Kornverteilungskurve weist einen sehr hohen Anteil an Feinsand gegenüber Feinkies und Grobkies auf.

Bei Betrachtung dieser Faktoren war im vorhinein ein Pumpversuch auszuschließen, da dieses Ergebnis nur negativ sein konnte.

Die Errichtung einer Grundwasserentnahmeanlage ist in diesem Bereich sicher nicht möglich.

1.2 Bohrung B II

Die Bohrung erreichte bei - 11,70 m die Grundwassersohle und bei einer Tiefe von - 6,30 m am 20.12.1972 den Grundwasserspiegel. Die Grundwassermächtigkeit betrug demnach 5,40 m. Die Bodenproben wurden aus den Tiefen 4,50 m - 5,00 m, 7,00 m - 8,00 m und 10,00 m - 11,00 m entnommen und durch o.Prof. Dipl.-Ing.Dr.techn. E.P. NEMEČEK, Technische Hochschule Graz, ausgewertet.

Probe II/1 (4,50 m - 5,00 m)

Die Kornverteilungskurve läßt einen verhältnismäßig hohen Anteil an Feinsand, Sand und Feinkies erkennen (78,0 Gewichtsprozent). Nur 22,0 % liegen im Bereich des Grobkieses. Der wirksame Korndurchmesser bei 10 % (dw 10) wurde mit 0,23 mm ermittelt. Der wirksame Korndurchmesser bei 60 % (dw 60) beträgt 8,0 mm. Die so charakterisierte Bodenschicht hat eine Mächtigkeit von (- 1,60 m bis - 6,60 m) 5,00 m. Das Vorhandensein von Grobkies bis 100 mm (lt. Bohrprofil) wird durch den verhältnismäßig hohen Anteil an Feinsand und Feinkies nicht wesentlich wirksam.

Der Durchlässigkeitsbeiwert (k_f) wurde im Labor mit $1,5 \cdot 10^{-4}$ m/s und das Porenvolumen (m) mit 24,3 % ermittelt.

Probe II/2 (7,00 m - 8,00 m)

Auf Grund der Kornverteilungskurve weist diese Probe einen größeren Anteil an Grobkies (33,0 %) auf. Der wirksame Korndurchmesser bei 10 % ($d_w 10$) beträgt 0,32 mm und der wirksame Korndurchmesser bei 60 % ($d_w 60$) wurde mit 15,0 mm ermittelt. Die Mächtigkeit der durch diese Bodenprobe charakterisierten Schichte beträgt allerdings nur 1,40 m.

Der im Labor ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert beträgt $1,1 \cdot 10^{-4}$ m/s und das Porenvolumen 26,1 %.

Probe II/3 (10,00 m - 11,00 m)

Der Anteil an Feinsand und Feinkies beträgt 87 % und somit der Anteil an Grobkies nur 13,0 %. Der wirksame Korndurchmesser bei 10 % ($d_w 10$) beträgt 0,31 mm und der wirksame Korndurchmesser bei 60 % ($d_w 60$) 6,50 mm. Die durch diese Bodenprobe charakterisierte Schichte hat eine Mächtigkeit von 1,70 m und liegt ca. 0,80 m über der Grundwassersohle.

Auf Grund der 3 ausgewerteten Bodenproben kann der Grundwasserkörper als mittelmäßig durchlässig bezeichnet werden.

Das Bohrprofil läßt jedoch in einer Tiefe von - 8,00 m eine ca. 0,60 m dicke Lehmschichte erkennen.

Durch diese Lehmschichte wird der Grundwasserkörper in diesem Bereich in 2 Stockwerke unterteilt, wobei das obere Stockwerk eine Grundwassermächtigkeit von 1,71 m und das untere Stockwerk eine von 3,10 m aufweist.

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Labor mit $2,6 \cdot 10^{-4}$ m/s und das Porenvolumen mit 27,1 % ermittelt.

1.3 Bohrung B III

Die Bohrung erreichte bei einer Tiefe von - 14,35 m die Grundwassersohle und bei einer Tiefe von - 6,00 m am 11.12.1972 den Grundwasserspiegel. Die Grundwassermächtigkeit betrug demnach 8,35 m.

Die aus diesem Bohrloch entnommenen Bodenproben weisen auf Grund der Kornverteilungskurven aus den Tiefen 4,00 m - 5,00 m, 6,00 m - 7,00 m und 10,00 m keine wesentlichen Unterschiede auf, so daß der Kieskörper auf Grund der Kornverteilung in diesem Bereich als homogen angesehen werden kann. Die aus der Tiefe 13,00 m - 14,00 m entnommene Bodenprobe weist gegenüber den anderen Bodenproben einen größeren Anteil an Feinsand auf und bildet bereits den Übergang zur Grundwassersohle.

Der Durchlässigkeitsbeiwert wurde im Labor aus der Bodenprobe 4,00 m - 5,00 m mit $4,7 \cdot 10^{-5}$ m/s, aus der Bodenprobe 6,00 m - 7,00 m mit $4,6 \cdot 10^{-3}$ m/s, aus der Bodenprobe - 10,00 m mit $1,5 \cdot 10^{-4}$ m/s und aus der Bodenprobe 13,00 m - 14,00 m mit $1,2 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt.

Das entsprechende Porenvolumen beträgt 24,4 %, 27,0 %, 25,7 % und 30,0 %.

Der in einer Tiefe von 4,00 - 5,00 m ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert von $4,7 \cdot 10^{-5}$ m/s ist jedoch von geringerer Bedeutung, da die Grundwasseroberfläche unter diesem Bereich und zwar bei - 6,00 m gemessen wurde.

2. Pumpversuche

2.1 Anordnung der Pumpversuche

In den Bohrungen B II und B III wurde je ein Pumpversuch durchgeführt. Mittels einer Unterwasserpumpe wurde das geförderte Wasser in einen Behälter mit Meßüberfall geleitet. Die Fördermenge wurde als Überfallsmessung nach Poncelet ermittelt. Die elektrische Energie für den Pumpbetrieb war durch einen provisorischen Anschluß bereitgestellt worden. Das geförderte Wasser wurde über eine frei verlegte Rohrleitung ca. 250,0 m grundwasserstromabwärts abgeleitet und dort in einen Sickerschacht eingeleitet. Eine Beeinflussung des Pumpversuches wurde mit Sicherheit verhindert.

Zur Messung der Grundwasseroberfläche im Bereich des Pumpbrunnens wurden je 10 Meßpegel ($\emptyset 5/4''$) in Form eines Brunnenkreuzes errichtet. Vor, während und nach dem Pumpversuch wurde der Grundwasserspiegel sowohl im Pumpbrunnen, als auch in den Meßpegeln in entsprechenden Abständen mittels eines Lichtlotes gemessen.

Die Dauer der Pumpversuche betrug in B II 48 Stunden und in B III 300 Stunden, bzw. 70 Stunden. Die in B III aufgetretene Unterbrechung des Pumpversuches war durch einen Stromausfall bedingt.

Es wurde jedoch bei beiden Pumpversuchen eine konstante Absenkung in allen Meßstellen erreicht.

Das in den Ganglinien aufscheinende weitere Fallen des Grundwasserspiegels, sowohl im Pumpbrunnen als auch in den Meßpegeln, ist in der fallenden Tendenz des Grundwasserspiegels im gesamten Bereich und zu dieser Zeit begründet.

2.2 Auswertung der Pumpversuche

Die Ermittlung des Durchlässigkeitsbeiwertes (k_F -Wert) wurde nach der Bestimmung des k_F -Wertes von Thiem unter Anwendung der Formel von Dupuit durchgeführt.

Hiezu sind neben dem Pumpbrunnen mindestens 2 Meßpegel erforderlich, in denen die Absenkung bei Eintritt des Beharrungszustandes (konstante Absenkung) gemessen wird.

Zur genaueren Ermittlung des k_F -Wertes wurden jedoch 7 Meßpegel und verschiedene Entnahmemengen herangezogen. Aus den so ermittelten Einzel- k_F -Werten wurde ein Durchschnitt errechnet.

2.2.1 Pumpversuch in Bohrung B II

Entsprechend der gemessenen Grundwassermächtigkeit von 5,40 m und einem im Labor ermittelten k_F -Wert von $a \cdot 10^{-4}$ m/s wurde der Pumpversuch mit einer Entnahmemenge von ca. 15 l/s begonnen. Es stellte sich jedoch unmittelbar nach Beginn des Pumpversuches bei dieser Entnahmemenge eine derartig große Absenkung im Pumpbrunnen ein, daß die Entnahmemenge gedrosselt werden mußte. Erst nachdem eine Entnahmemenge von 1,15 l/s eingestellt wurde, war der Beharrungszustand im Pumpbrunnen erreicht. Im ersten Augenblick war dieses Ergebnis unerwartet und es wurde von mir eine fehlerhafte Ausführung der Bohrung, bzw. der Verrohrung angenommen. Es wurde jedoch sehr bald die wahre Ursache für die relativ geringe Entnahmemöglichkeit erkannt: und zwar bei Betrachtung des Bohrprofils.

Die in einer Tiefe von 8,00 m eingelagerte Lehmschicht mit einer Mächtigkeit von 0,60 m teilt den Grundwasserkörper in 2 Stockwerke. Das obere Stockwerk weist

eine Mächtigkeit von 1,70 m und das untere Stockwerk, unabhängig vom oberen Stockwerk, eine Mächtigkeit von 3,10 m, bei einem k_f -Wert von $a \cdot 10^{-4}$ m/s, auf.

Um einen Brunnen während des Pumpversuches nicht durch einen hydraulischen Grundbruch zu zerstören, ist eine maximale Absenkung von $2 H/3$ zulässig. Die Grundwassermächtigkeit betrug im Bohrloch B II, ohne Berücksichtigung der Lehmschichte, 5,40 m und würde somit eine Absenkung von 3,60 m zulassen. Dies hätte jedoch zur Folge, daß die Sohle des oberen Grundwasserhorizontes (1. Grundwasserstockwerk) bereits 1,90 m über der durch die $2 H/3$ erreichten Absenkung des Grundwasserspiegels liegen würde. Es wäre damit ein freies Zuströmen des oberen Horizontes in den unteren Horizont gegeben und ein Grundbruch im oberen Stockwerk zu erwarten. Es durfte deshalb nur die maximale Absenkung des Grundwasserspiegels im 1. Horizont erreicht werden und diese beträgt 1,14 m. Bei dieser Absenkung war nur eine Entnahmemenge von 1,15 l/s möglich.

Der Vollständigkeit halber wurden wohl die Durchlässigkeitsbeiwerte bei einer Entnahmemenge von 1,15 l/s ermittelt, jedoch war im vorhinein zu erkennen, daß dieser Bereich zur Errichtung einer Gewinnungsanlage nicht geeignet ist, obzwar bei Entnahme aus dem unteren Bereich des Grundwasserkörpers durch die hangende Lehmschichte ein besserer Schutz gegen Verunreinigung gegeben ist.

Bei Errichtung einer Gewinnungsanlage müßte jedoch der erste Horizont zur Verhinderung des Zuströmens in den zweiten Horizont abgedichtet werden und es stünde demnach nur eine Grundwassermächtigkeit (2. Stockwerk) von 3,10 m zur Verfügung.

Aus dem Pumpversuch wurde ein Durchlässigkeitsbeiwert von $7,6 \cdot 10^{-4}$ m/s ermittelt. Die Bestimmung im Laboratorium ergab einen Durchlässigkeitsbeiwert von $1,7 \cdot 10^{-4}$ m/s. Die Differenz der beiden Durchlässigkeitsbeiwerte liegt in der Fehlergrenze der Messung während des Pumpversuches, bzw. in der Beurteilung gestörter Bodenproben. Es können jedoch die in der Natur und im Labor ermittelten k_f -Werte in der Größenordnung als übereinstimmend bezeichnet werden.

2.2.2 Pumpversuch in Bohrung B III

Auf Grund der gemessenen Grundwassermächtigkeit von 8,35 m, eines Filterrohrdurchmessers von 200 mm und eines im Labor bestimmten Durchlässigkeitsbeiwertes gemittelt von $1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s wurde eine maximale Entnahmemenge von 20 l/s errechnet. Zur genaueren Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes wurden 12,0 l/s, 14,6 l/s und 18 l/s entnommen und ausgewertet. Daraus ergibt sich ein mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert von $1,75 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Zur Auswertung des Pumpversuches kann der Durchlässigkeitsbeiwert nur als Mittelwert bestimmt werden, da eine Durchströmung des gesamten Grundwasserkörpers vorhanden ist. Eine tiefenmäßige Differenzierung ist nicht möglich. Zur Bestimmung des Mittelwertes wurden 12 Einzelbestimmungen durchgeführt. Die laboratoriums-mäßige Bestimmung des Durchlässigkeitsbeiwertes ermöglicht jedoch eine differenzierte Ermittlung entsprechend den entnommenen Bodenproben. Obzwar die Differenzierung im Laboratorium möglich ist, sind die so bestimmten Werte im allgemeinen nur als Relativwerte anzusehen. Der Absolutwert wird erst als Auswertung des Pumpversuches bestimmt.

Ermittelt man aus den Laborwerten den Mittelwert, so ergibt sich ein Durchlässigkeitsbeiwert von $1,3 \cdot 10^{-3}$ bis $1,3 \cdot 10^{-3}$ m/s, wobei dieser mit dem aus dem Pumpversuch ermittelten Beiwert zu vergleichen ist.

Daraus ergibt sich, daß der Mittelwert aus dem Pumpversuch mit dem des Labors übereinstimmt.

Es können somit die Durchlässigkeitsbeiwerte in den einzelnen Tiefen auf Grund der Bodenproben, als den natürlichen Verhältnissen entsprechend, weiteren hydrogeologischen Betrachtungen zugrunde gelegt werden.

Die im Laboratorium von o.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Ernst P. NEMECEK ermittelten Durchlässigkeitsbeiwerte betragen für die nachstehenden Tiefen:

von	4,0 m -	5,0 m	...	4,7	$\cdot 10^{-5}$	m/s
"	6,0 m -	7,0 m	...	4,6	$\cdot 10^{-3}$	m/s
"	10,0 m -		...	1,5	$\cdot 10^{-4}$	m/s
"	13,0 m -	14,0 m	...	1,2	$\cdot 10^{-4}$	m/s

2.3 Ermittlung der Ergiebigkeiten

2.3.1 Bohrung B II

Da auf Grund der geologischen Gegebenheiten nur eine Entnahmemenge von 1,15 l/s im Zuge des Pumpversuches erreicht wurde, wurde eine Ermittlung der Ergiebigkeit für diesen Bereich nicht durchgeführt. Die Errichtung einer Fassungsanlage in diesem Bereich ist mit Sicherheit nicht möglich. Die ermittelte Grundwassergeschwindigkeit entsprechend dem natürlichen Grundwassergefälle ergab 0,03 bis 0,1 m/Tag.

2.3.2 Bohrung B III

Auf Grund des Bodenprofils wurde in der Bohrung B III eine Grundwassermächtigkeit von 3,35 m ermittelt. Dabei wurde ein Sinken des Grundwassers auf Grund der allgemein sinkenden Tendenz von 0,16 m in 14 Tagen festgestellt.

Bei Zugrundelegung dieser sinkenden Tendenz auf eine Dauer von 25 Wochen sinkt die Grundwassermächtigkeit bis 6,35 m. Die Einzugsbreite wird mit 100,0 m festgelegt, da die Bohrung B I mit einer Grundwassersohle bei - 6,0 m im Bereich einer Aufwölbung der Sohle liegt und die Bohrung B II die Einlagerung einer Lehm-schichte bei - 8,0 m bis - 8,6 m aufweist. Eine genaue Abgrenzung dieser Störungen war nicht möglich, da dazu weitere Aufschlußbohrungen erforderlich sind.

Durch Extrapolation wurde jedoch eine Einzugsbreite von 100,0 m in etwa ermittelt.

Daraus ergibt sich eine Entnahmeergiebigkeit wie folgt:

$$Q = H \cdot B \cdot k_f \cdot i \dots\dots m^3/s$$

$$H = \text{Mächtigkeit des Grundwasserleiters} \dots\dots 6,35 \text{ m}$$

$$B = \text{Breite des Grundwasserstromes} = 100,0 \text{ m}$$

$$k_f = \text{Durchlässigkeitsbeiwert} = 1,75 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

$$i = \text{Grundwassergefälle} = 0,04 \text{ m/m}$$

$$Q = 6,35 \cdot 100,0 \cdot 0,00175 \cdot 0,04 = 0,04 \text{ m}^3/\text{s} = 40 \text{ l/s}$$

Die Einzugsfläche entspricht als Annäherung einer Parabel. Der Wirkungsradius (a) wird mit $a = B/2\pi = 100/2\pi \hat{=} 16,0 \text{ m}$ ermittelt. Die Einzugsparabel entspricht somit annähernd der Gleichung $y^2 = 32 \cdot x$

Für die Ermittlung der Entnahmemenge wurde eine Entnahmebreite von 100,0 m errechnet.

Der Abgrenzung des Schutzgebietes ist grundsätzlich die Parabelfläche zugrunde zu legen. Da jedoch die für die Ermittlung der Parabel vorausgesetzte Homogenität des Grundwasserleiters nicht gegeben ist, wird im unmittelbaren Brunnenbereich aus Sicherheitsgründen die Entnahmebreite des Brunnens für die Schutzgebietsfestlegung bestimmend sein. Der Wirkungsradius (a) gibt die Abgrenzung des Schutzgebietes grundwasserstromabwärts an.

3.) Zusammenfassung

Auf Grund der durch den Pumpversuch gemessenen, bzw. ermittelten Werte können aus dem Grundwasserfeld bei richtiger Situierung und Bemessung einer Fassungsanlage (Brunnen) im Bereich der Bohrung B III maximal 40 l/s entnommen werden.

Als Dauerentnahme sollten 20 l/s (50 % der Maximalentnahme) nicht überschritten werden .

Die Grundwassergeschwindigkeit beträgt ca. 6,0 m/d, wobei im unmittelbaren Brunnenbereich auf Grund der Absenkung eine Geschwindigkeit von 15,0 m/d erreicht wird.

Dementsprechend sind die Schutzgebiete festzulegen.



GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN

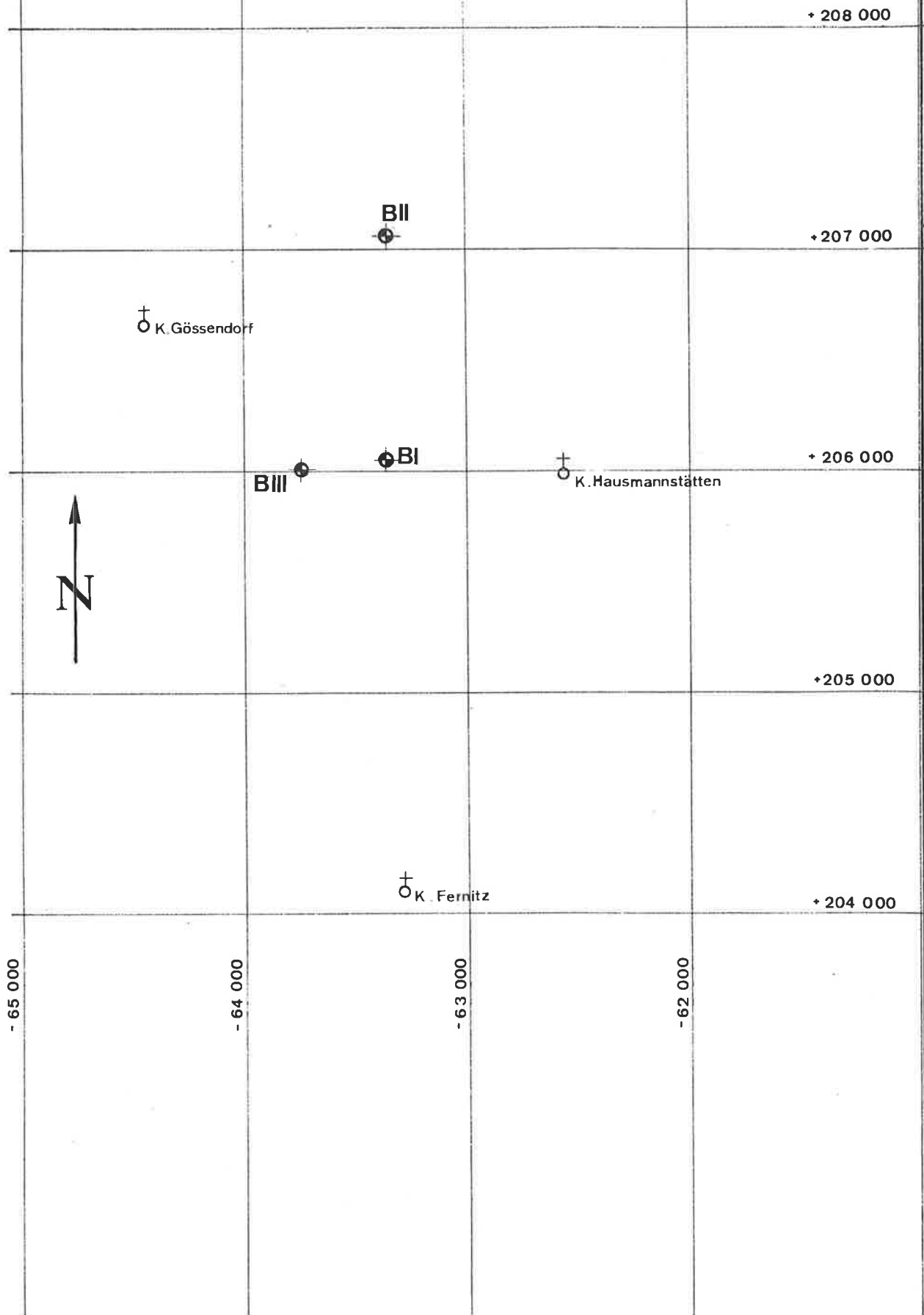
IM RAUME GÖSSENDORF

von

Wolfgang P o p p .

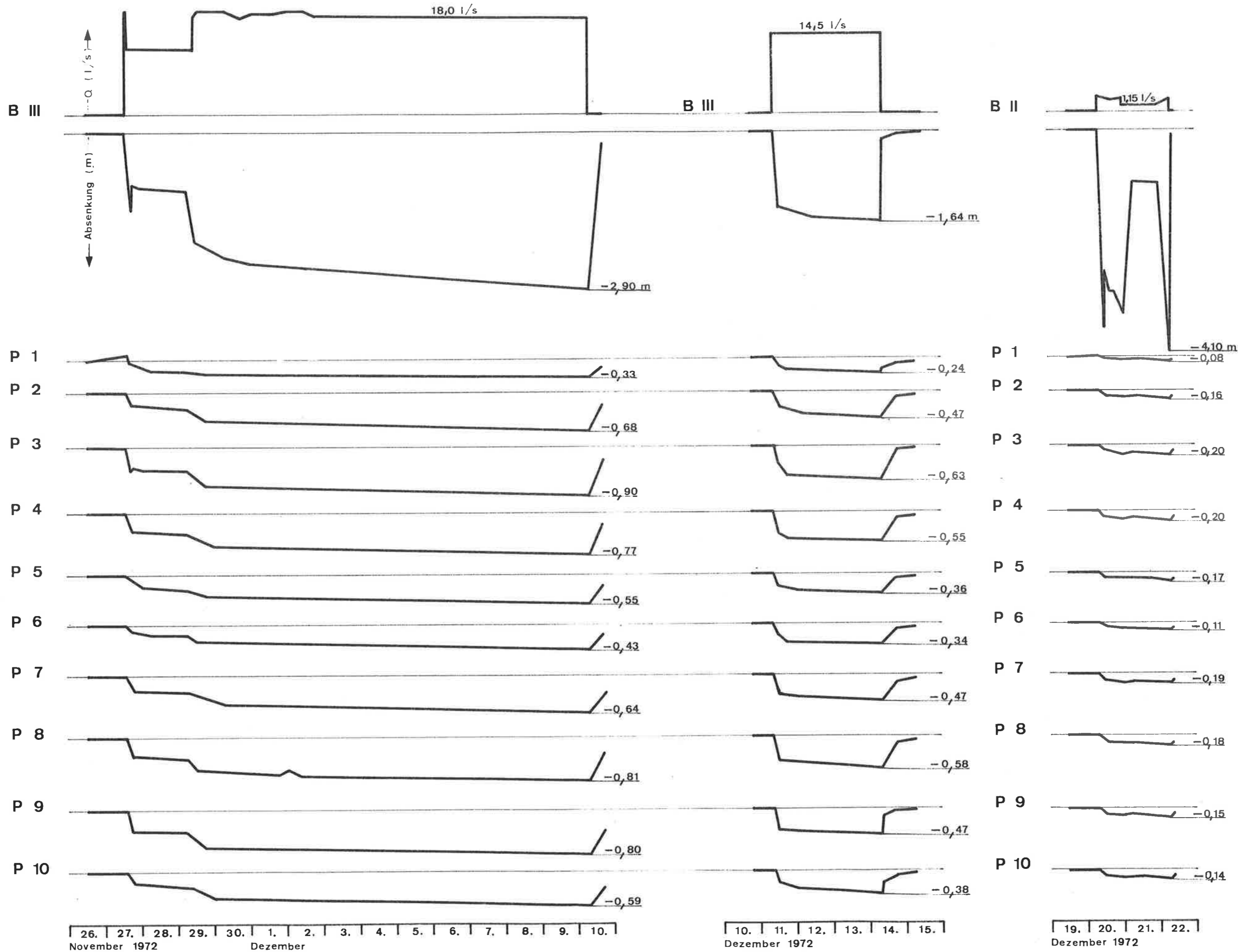
Pumpversuch Hausmannstätten — Fernitz — Grambach

Lageplan M: 1:25 000





Pumpversuch Hausmannstätten–Fernitz–Grambach (GANGLINIEN)



Einleitung

Entsprechend dem Untersuchungsprogramm des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung wurden im Zusammenhang mit den Pumpversuchen bei den Bohrbrunnen B II und B III vom Laboratorium der Gewässergüteaufsicht chemische und bakteriologische Grundwasseruntersuchungen durchgeführt. Dabei wurden nicht nur aus den angeführten Bohrbrunnen Wasserproben entnommen, sondern es wurde eine Reihe von weiteren Grundwasserentnahmestellen - Hausbrunnen - zusätzlich ausgewählt, um einen Überblick über das Grundwasserfeld selbst zu erhalten und um auch festzustellen, ob innerhalb dieses Feldes auffallende Abweichungen im Chemiesmus des Grundwassers auftreten.

Ein weiterer Zweck der Untersuchung war auch zu beobachten, ob und inwieweit sich die chemische Zusammensetzung des geförderten Grundwassers im Zuge der Pumpversuche ändert.

Auswahl der Untersuchungsstellen:

Im einzelnen wurden aus folgenden Brunnen Wasserproben entnommen (vgl. Lageplan):

Bohrbrunnen	B I	
- " -	B II	
- " -	B III	
Hausbrunnen:	H 1	Karl Diebold, Grazerstraße 138, Fernitz
- " -	H 2	Erich Scherz, Gössendorf 216
- " -	H 3	Erna Herka, Gössendorf 148
- " -	H 4	Josefine Deutscher, Gössendorf 287
- " -	H 5	Peter Petroff, Gössendorf 200
- " -	H 6	Josefine Kraxner, Gössendorf 117
- " -	H 7	Rosa Erben, Fernitz, Hausmannstättener-Straße 19

Hausbrunnen: H 8 Josefa Kump, Fernitz, Hausmannstättener-
Straße 164

- " - H 9 Johann Berghold, Audörfl 2.

Obwohl die Pumpversuche bei den Bohrbrunnen I - III gezeigt haben, daß lediglich im Bereich des Bohrbrunnens B III eine Wassergewinnung für eine Trinkwasserversorgung möglich ist, wurde trotzdem der Bohrbrunnen II zum Vergleich in die chemische Beurteilung miteinbezogen. Hingegen wurde das Wasser des Bohrbrunnens I nur bakteriologisch untersucht, da eine chemische Untersuchung wegen starker Versandung dieses Brunnens nicht sinnvoll erschien.

Bei der Heranziehung von Hausbrunnen als Grundwasseruntersuchungsstellen muß man sich aber bewußt sein, daß diese eine gewisse Problematik im Hinblick auf eine repräsentative Probenentnahme zur Beurteilung des Grundwasserfeldes beinhalten. Dies betrifft zwar nicht so sehr den Chemismus des Grundwassers, wohl aber dessen bakteriologischen Befund. Gerade für die Qualität des Wassers in bakteriologischer Hinsicht ist der Zustand der unmittelbaren Brunnenumgebung ausschlaggebend. Bereits geringfügig erscheinende Mängel an der Brunnenabdeckung sind vielfach Ursache einer Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit in hygienischer Hinsicht. Ferner sind Kleintierhaltung im Brunnenbereich, aber auch gedüngte Gartenbeete und Wiesen erfahrungsgemäß in der Lage, das Brunnenwasser nachteilig zu beeinflussen. Somit muß oft die bakteriologische Analyse nicht spezifisch für das Grundwasserfeld sein, sondern ist in ihrer Aussage lediglich auf die Entnahmestelle selbst beschränkt.

Als Untersuchungskriterien in chemisch-bakteriologischer Hinsicht dienten folgende Kenngrößen:

- Temperatur,
- pH-Wert,
- elektrolytische Leitfähigkeit,
- Karbonat- und Gesamthärte sowie Nicht-karbonathärte,
- Anionen - Kationenbilanz,
- Sauerstoffgehalt sowie Sauerstoffzehrung (BSB₂), sofern eine Bestimmung entnahmetechnisch möglich war,
- Kaliumpermanganatverbrauch,
- Coliformenzahl pro 100 ml Wasserprobe,
- Gesamtkeime pro 1 ml Wasserprobe.

Da bekanntlich im Jahre 1971 von dem in nördlicher Richtung liegenden Werk Thondorf der Steyr-Daimler-Puch-Werke AG. eine massive Verunreinigung des Grundwasserfeldes durch chromhaltige Abwässer verursacht worden ist, schien auch eine zusätzliche Prüfung auf Chrom zweckmäßig.

Die Bestimmung der Alkalimetallionen Natrium und Kalium erfolgte flammenphotometrisch.

Die Untersuchungsergebnisse sind in beiliegender Tabelle zusammengestellt.

Diskussion der Untersuchungsergebnisse

Die Analysen zeigen, daß innerhalb des Grundwasserfeldes deutliche Schwankungen im Chemismus des Grundwassers zu beobachten sind. Der Gesamtsalzgehalt der leicht alkalisch reagierenden Wasser ist zum Teil recht hoch, die elektrolytische Leitfähigkeit der Wasser schwankt zwischen 417 und 686 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Desgleichen sind auch die Härten unter-

schiedlich. Die Gesamthärte liegt zwischen 14,8 und 23,0° dH, die Karbonathärte zwischen 14,1 und 17,8° dH, wobei der Bohrbrunnen B II als nördöstlichsten der untersuchten Brunnen das Wasser mit den relativ geringsten Härtegraden und der Hausbrunnen 7 als südlichster Brunnen die größten Härten aufweist. Doch sind alle Wässer durchwegs als hart zu bezeichnen.

Der Gehalt an Alkalimetallionen ist naturgemäß ebenfalls unterschiedlich, es fällt aber auf, daß die Wässer aus den beiden oben erwähnten Brunnen etwa den gleichen Anteil an Natrium- bzw. Kaliumionen besitzen. Allerdings wird im Brunnen 7 der hohe Alkalianteil offensichtlich durch den extrem hohen Nitratwert auf der Anionenseite kompensiert.

Bemerkenswert ist, daß von den Stickstoffverbindungen fast ausnahmslos nur Nitrate vorhanden sind, während Ammonium, wohl auch als Folge des fast überall reichlich vorhandenen Sauerstoffes, fehlt und Nitrit nur im Brunnen 4 und 7 nachweisbar war.

Nitrate finden sich ja in jedem Grundwasser, einerseits abgestimmt auf die Bodenverhältnisse, andererseits entstehen sie als Endprodukte eines biologischen Mineralisierungsprozesses von organischen Stickstoffverbindungen. Die bei diesen Untersuchungen gemessenen, zum Teil außerordentlich hohen Nitratwerte von maximal 80 mg/l deuten auf Abwasser- versickerungen und ähnliche Beeinträchtigungen im Grundwasserfeld hin. Außerdem wäre als Ursache wohl auch die landwirtschaftliche Nutzung, d.h. Düngung, anzusehen.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß die Fachliteratur immer wieder auf gefährliche Auswirkungen bei Säuglingen hinweist, die durch nitratreiches Trinkwasser hervorgerufen wird.

Aus diesem Grund wurde bereits im Jahre 1959 von der "Studiengruppe für Trinkwasserfragen des Europabüros der WHO" der tolerierbare Grenzwert von 50 mg/l festgelegt.

Dieser Wert wurde, wie die Analysenergebnisse zeigen, bei den Hausbrunnen mehrfach erreicht bzw. sogar weit überschritten. Der Gehalt an Nitrat im Wasser der Bohrbrunnen - besonders im B II - ist aber weitaus geringer als bei fast allen Hausbrunnen. Dies ist ein Beweis dafür, daß in den oberen Grundwasserschichten dieses Gebietes eine Nitratanreicherung erfolgt, die auf Einflüsse von der Oberfläche her zurückgeführt werden muß.

Eine ähnliche Tendenz zeigen auch die Werte des Kaliumpermanganatverbrauches als Maß für oxydierbare Stoffe und Hinweis auf eine organische Verschmutzung. Er schwankt zwar in einem unbedenklichen Konzentrationsbereich zwischen 0,9 mg/l und 6,0 mg/l, doch besitzen auch hier die günstigsten Werte die Wässer aus den Bohrbrunnen. Die Lage der Bohrbrunnen, die Aufschluß über eine mögliche Nutzung des Grundwassers für eine Trinkwasserversorgung geben sollen, ist so ausgewählt, daß eine direkte Beeinträchtigung ausgeschlossen ist. Weiters wird von den Bohrbrunnen sicherlich bereits auch Wasser aus tieferen Schichten zusätzlich gefördert.

Sulfate und Chloride weisen keine Besonderheiten auf, wenn man von dem etwas höheren Chloridwert von 27 mg/l im Brunnen 7 absieht; Phosphate wurden in keinem Falle nachgewiesen. Während Eisen vereinzelt festgestellt wurde, konnte Mangan in keinem Falle nachgewiesen werden. Auch die Prüfung auf Chrom, das wie eingangs erwähnt, auf Grund einer Industrieabwasserversickerung ins Grundwasserfeld gelangt war, verlief negativ.

Die Temperatur des Grundwassers liegt, wie die Meßwerte bei den Bohrbrunnen ergeben haben, zwischen 10,9 und 11,2⁰C. Die zum Teil erheblichen Abweichungen der Temperaturwerte bei den Hauswasserversorgungsanlagen müssen auf die winterlichen Verhältnisse zurückgeführt werden, die sich offenbar durch Abkühlung auf Wasserleitungen und Brunnenschächte übertragen haben.

Bei den vom 3.12. bis 7.12.1972 beim Bohrbrunnen B III bzw. vom 20.12. bis 22.12.1972 beim Bohrbrunnen B II durchgeführten Pumpversuchen zeigt die chemische Analyse, daß das zu Beginn geförderte Grundwasser gegenüber dem zu Versuchsende geförderten keine Unterschiede im Chemismus bestehen. Die Wässer sind jeweils sogar als identisch auszuweisen.

Desgleichen ergab eine bei Bohrbrunnen B III während eines Pumpversuches am 27.11.1972 vorgenommene Untersuchung eine fast gleiche Zusammensetzung des Wassers, so daß im Bereiche dieser Entnahmestellen - sofern nicht starke Schwankungen des Grundwasserspiegels eintreten - ein homogenes Grundwasser erwartet werden kann.

Verunreinigungsindikatoren traten während der Pumpversuche in keinem Falle auf.

Bakteriologische Untersuchung

Die Grenzzahl der Keime, die in einem Trinkwasser enthalten sein darf, wird laut Fachliteratur allgemein mit 100 festgelegt. Bact. coli bzw. coliforme Keime dürfen, da sie die Anwesenheit fäkaler Verunreinigungen anzeigen, nicht auftreten.

Drei Hausbrunnen, nämlich die Brunnen 3, 4 und 8, und allerdings auch das Wasser des Bohrbrunnens B II zu Beginn des Pumpversuches überschreiten diese Grenzwerte. Als besonders bedenklich muß das Wasser des Hausbrunnens 8 angesehen werden, der neben einer hohen Gesamtkeimzahl von 345 pro Milliliter 10 coliforme Bakterien pro 100 Milliliter Wasser aufweist. Wie jedoch schon eingangs erwähnt, sind die Werte nach Meinung des Autors nicht für das Grundwasserfeld spezifisch, sondern sie beziehen sich auf den Zustand der Entnahmestelle bzw. dessen unmittelbare Umgebung. Das gilt natürlich auch für die Untersuchung der Wasser aus den Bohrbrunnen, deren technische Einrichtung sowie auch die Leitungsstränge keinesfalls keimfrei sind.

Zusammenfassung

- 1.) Das Grundwasser im Bereich des Feldes zwischen Gössendorf - Hausmannstätten und Fernitz weist eine differierende chemische Zusammensetzung auf. Der Salzgehalt schwankt zwischen 417 - 686 μ S/cm, das Grundwasser ist jedoch durchwegs als hart zu bezeichnen. Auffallend ist ein zum Teil sehr hoher Nitratgehalt des Wassers, der speziell im Wasser der Hausbrunnen, also im verbauten Gebiet, nachweisbar ist. Dies deutet auf Beeinträchtigungen des Grundwassers hin, die von der Oberfläche ihren Ausgang haben.
- 2.) Die bakteriologische Untersuchung zeigt unterschiedliche Ergebnisse, die auf lokale Verunreinigungen zurückzuführen sind.
- 3.) Das aus dem Bohrbrunnen B III geförderte Grundwasser

ist chemisch weitgehend homogen, hart und besitzt einen Nitratgehalt von 30 - 40 mg/l. Spezielle Verunreinigungsindikatoren sind nicht nachweisbar. Um ein Ansteigen des für eine hygienische Beurteilung wichtigen Nitratgehaltes im Grundwasser zu begegnen - als ein Grenzwert werden vielfach noch 50 mg/l angesehen - wären die Maßnahmen zum Schutze des Grundwassers im Einzugsgebiet zu intensivieren bzw. vor allem aber Mülldeponien zu untersagen, da von diesen ausgehend, auch bei geordneten Verhältnissen, mit einer Aufsalzung des Grundwassers zu rechnen ist.

Dr. Wolfgang Popp, Regierungsbaureat
Fachabteilung Ia
Referat für Gewässergüteaufsicht
8010 Graz, Landhausgasse 7.

Ort	Datum	Temp. °C	pH	El. Leitf. µS/cm	Ges. Härte °dH	Karb. Härte °dH	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	Fe ⁺⁺⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	VO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	KMnO ₄ mg/l	O ₂ mg/l	BSB ₂ mg/l	B. coli pro 100 ml	Ges. Keime je 1 ml
B I	26. 1.73																			0	36
B II	20.12.72	11,1	7,9	477	14,3	14,1	80	13	3,4	19	0,9	308	n.n.	20	19	8	1,6	-	-	0	150
B II	22.12.72	11,2	7,8	478	14,8	14,3	83	13	2,7	18	n.n.	311	n.n.	20	18	8	2,8	-	-	0	23
B III	27.11.72	10,9	7,5	569	19,6	16,1	108	20	1,5	6,7	n.n.	351	n.n.	30	36	13	0,9	-	-	0	10
B III	4.12.72	11,0	7,4	568	19,6	16,0	110	18	1,4	6,9	n.n.	348	n.n.	35	30	14	1,6	-	-	-	-
B III	7.12.72	10,9	7,4	577	19,6	15,8	112	17	1,4	6,7	n.n.	345	n.n.	40	31	13	1,3	-	-	0	11
H 1	20. 2.73	7,2	7,2	580	20,2	16,1	110	20	1,5	7,3	n.n.	351	n.n.	44	29	15	3,8	7,3	0,2	0	16
H 2	20. 2.73	9,2	7,4	514	17,9	15,0	90	23	1,4	6,6	n.n.	326	n.n.	40	18	12	4,1	7,1	0,2	0	0
H 3	20. 2.73	8,8	7,2	520	17,4	14,1	82	25	1,2	5,9	n.n.	308	n.n.	35	19	15	4,1	6,6	0,2	1	1
H 4	26. 1.73	6,3	7,6	554	20,2	16,2	108	22	1,6	7,6	n.n.	354	0,04	55	23	14	4,7	7,4	0,5	0	0
H 5	26. 1.73	10,6	7,5	573	20,2	16,7	112	19	1,3	6,3	0,3	363	n.n.	50	16	13	2,8	8,1	0,4	0	4
H 6	26. 1.73	8,1	7,6	538	18,2	14,4	102	17	1,5	6,4	n.n.	314	n.n.	42	24	17	5,4	6,9	0,5	0	2
H 7	26. 1.73	8,3	7,3	686	23,0	17,8	128	22	3,9	16	n.n.	387	0,04	80	36	27	6,0	1,3	0,3	0	5
H 8	26. 1.73	9,4	7,7	514	17,1	12,7	92	18	2,6	17	0,7	278	n.n.	40	54	20	5,7	-	-	10	345
H 9	26. 1.73	8,4	7,5	566	19,6	15,0	106	20	4,6	8,2	n.n.	326	n.n.	60	28	18	6,0	7,5	0,3	0	11

Die Ionen Mangan (Mn⁺⁺), Chrom (Cr⁺⁺⁺), Ammonium (NH₄⁺) sowie Phosphat (PO₄⁻⁻⁻) wurden in keinem Falle nachgewiesen.

Südöstl. Grazer – Feld

M 1:25 000



Chem. bakteriolog
Untersuchungen
Lageplan
der Probenentnahmen

• 1 - 9

Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung des Amtes
der Steiermärkischen Landesregierung - Landesbaudirektion -

Verzeichnis der bisher erschienenen
Bände:

Band 1	Vortragsreihe Abfallbeseitigung 18.April 1964, Neuauflage 1968	S	90.-
Band 2	Ein Beitrag zur Geologie und Morpho- logie des Mürztales, 1965	S	90.-
Band 3	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.März 1965	S	90.-
Band 4	"Gewässerschutz ist nötig", 1965	S	60.-
Band 5	Die Müllverbrennungsanlage. Versuch einer zusammenfassenden Dar- stellung von Dipl.-Ing.Dr.techn. Franz Heigl, 1965	S	150.-
Band 6	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.Nov.1965, 1966	S	120.-
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grundwas- serfeld Friesach, nördl. von Graz, 1966	S	150.-
Band 8	Der Mürzverband, 1966	S	150.-
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden, 1966	S	150.-
Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von Dr.-Ing. habil. Heinrich Erhard, 1967	S	70.-
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Mürztal, 1967	S	140.-
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von Dr. N. Anderle, 1969	S	140.-
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969, 1969	S	120.-
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwer- punktsgebieten Steiermarks, 1970 (Das vorläufige Schwerpunktsprogramm 1964 und das Schwerpunktsprogramm 1966)	S	70.-
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steier- marks, 1970	S	200.-

Band 16/

17	Tätigkeiten und Organisation des Wirtschaftshofes der Landeshaupt- stadt Graz Abfallbehandlung in Graz		
		--	
	Literaturangaben zum Thema Abfall- behandlung (von Dipl.-Ing. Wasle)	S	120.-
Band 18	Abwasserfragen aus Bergbau und Eisen- hütte, 1971	S	70.-
Band 19	Maßnahmen zur Lösung der Abwasserfra- gen in Zellstoffabriken, 1971	S	160.-
Band 20	Bodenbedeckung und Terrassen des Mur- tales zwischen Wildon und der Staats- grenze mit Kartenbeilagen, 1971	S	180.-
Band 21	Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark, 1972	S	120.-
Band 22	Grundwasseruntersuchungen im süd- östlichen Grazer-Feld, 1973	S	90.-

