

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

**Band 23/1973**

**Grundwasseruntersuchungen**  
**im nordöstlichen Leibnitzerfeld**

**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.:	Grundwasseruntersuchungen im nördlichen Leibnitzer-Feld	5
Fabiani, E.:	Geologisch-morphologischer Überblick über das nordöstliche Leibnitzer-Feld	15
	A) Zur hydrogeologischen Situation des Leibnitzer-Feldes	17
	B) Die Hydrogeologie des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes	26
	I) Die geologische Umrahmung	27
	II) Der präquartäre Untergrund	47
	III) Die Lockersedimentfüllung	55
	IV) Zur Morphologie der Oberfläche	60
	Zusammenfassung	66
	Literatur	68
Fabiani, E.:	Die Untersuchungen im nordöstlichen Leibnitzer-Feld	69
	a) Seismische Untersuchungen	71
	b) Die Bohrungen	73
	c) Pumpversuche	109
	1. Pumpversuch Bohrung IV	119
	2. Pumpversuch Bohrung VI	120
	3. Pumpversuch Bohrung VIII	122
	4. Pumpversuch Bohrung X	124
	5. Pumpversuch Bohrung XI	125
	d) Chemisch-bakteriologische Untersuchungen	128
	e) Bodenkundliche Untersuchungen	129
	f) Grundwasserbeobachtung	130
Fabiani, E.:	Die Grundwasserverhältnisse im nordöstlichen Leibnitzer-Feld	135
	I) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers	138
	a) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bei mittlerem Grundwasserstand	138
	b) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bei Grundwassertiefstand	142
	II) Die Überdeckung des Grundwassers bei verschiedenen Grundwasserständen	145
	a) Die Überdeckung bei hohem Grundwasserstand	145

		Seite
Fabiani, E.:	III) Grundwasserschichtpläne	150
	IV) Zahl der jährlichen Grundwasserspiegelschwankungen	164
	V) Der Schwankungsbereich des Grundwassers	173
	VI) Die Ganglinien	174
	1) Von den Hängen her beeinflusste Brunnen	174
	2) Von der Stiefing her beeinflusste Brunnen	177
	3) Von der Stiefing her nur gering beeinflusste Brunnen	179
	4) Die Beobachtungsstellen zwischen Stiefingknie und Steinfeld	183
	5) Der Schwemmfächer des Hirtzenbaches	187
	6) Das Grundwasserfeld östlich Gundersdorf	188
	7) Brunnen im Übergangsbereich zwischen Terrasse und Austufe	189
	8) Die Murwiesen (Austufe)	190
	9) Unmittelbare Beeinflussung durch den Weissenegger Mühlkanal	194
	10) Die Brunnen zwischen Mur u. Mühlkanal (Grieswiesen)	194
	VII) Abfluß und Regeneration	205
	VIII) Fragen des Grundwasserschutzes	209
	IX) Zusammenfassung	211
Eisenhut, M.:	Die Böden des nordöstlichen Leibnitzerfeldes	215
	1. Allgemeiner Überblick	217
	2. Detailkartierung im Bereich der Grieswiesen (Bohrung IV)	222
	a) Die Aue der Mur	222
	b) Die Böden	228
	3. Detailkartierung im Bereiche der Bohrung VI (Stiefing)	228
	a) Die Niederterrasse im Bereich der Stiefing	228
	b) Die Böden	229
	Analysenergebnisse	231
Weber, F.:	Refraktionsseismische Messungen im Stiefingtal bei Wildon	235
	Das Untersuchungsprogramm	237
	Durchführung der Messungen	238
	Auswertung	239
	Ergebnisse	242

	Seite	
Nemecek, E.P.:	Pumpversuche an den Bohrungen IV und VI	255
	a) Pumpversuch Bohrung IV	257
	b) Pumpversuch Bohrung VI	274
Glanz, Th.:	Pumpversuche an den Bohrungen VIII und X	323
	a) Pumpversuch B VIII	325
	b) Pumpversuch Bohrung X	336
Wessiak, W.:	Pumpversuch Bohrung XI. (Hydrologisches Gutachten)	349
	1. Lage des Versuchsbrunnens B XI	351
	2. Grundwassersituation im Bereich des Brunnens B XI	351
	3. Pumpversuchsaufbau, Durchführung des Pumpversuches	361
	4. Bestimmung der Feld- $k_f$ -Werte aus dem Pumpversuch	364
	5. Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes, Auswahl des Brunnentyps, Abgrenzung des Schutzgebietes	383
Wessiak, W.:	Die Grundwasserergiebigkeit im Bereich der Bohrung V (Grieswiesen) (Hydrologisches Gutachten)	391
Wessiak, W.:	Ergiebigkeit des Grundwasserhoffnungsgebietes im Bereich der Bohrungen B VIII - B VI - B X (Hydrologisches Gutachten)	407
	1. Lage des Grundwasserhoffnungsgebietes	409
	2. Hydrologische Kennwerte des Grundwasserhoffnungsgebietes	410
	2. 1. Pumpversuch aus B VIII	410
	2. 2. Pumpversuch aus B VI	420
	3. Pumpversuch aus B X	426
	3. Grundwassersituation im Hoffnungsgebiet	434
	1. Grundwasserspiegelschwankungen	434
	2. Grundwasserströmungsrichtung	436
	4. Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes, Abgrenzung des Schutzgebietes, Auswahl des Brunnentyps	453
Ertl, H. und Schwinghammer, H.:	Grundwasseruntersuchungen im nördlichen Leibnitzerfeld	471
Verzeichnis der bisher erschienenen Bände		505



GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN  
IM NÖRDLICHEN LEIBNITZER-FELD

von

L. Bernhart.



Ausreichende Wasserversorgung bereitet Schwierigkeiten in Gebieten, die sich nicht durch Wasserreichtum auszeichnen.

Das Leibnitzer-Feld ist an sich ein verhältnismäßig wasserreiches Gebiet und dennoch haben sich auch in ihm im Laufe der Zeit Schwierigkeiten ergeben. Doch sind diese Schwierigkeiten nicht überraschend, wenn man bedenkt, daß es sich um ein verhältnismäßig kleines Gebiet handelt, aus dem das Grundwasser entnommen wird.

Dieses Gebiet ist gleichzeitig intensiv genutzter Siedlungs- und Wirtschaftsraum. Das große Wachstum der Stadt selbst, die Versorgung auch von Umgebungsgemeinden mit Wasser und die Nutzung desselben Schotterkörpers, der als Grundwasserleiter wesentlich ist, zur Schottergewinnung für Bauzwecke mußte naturgemäß einer Erweiterung der Wasserversorgung auf der bisherigen Basis erschwerend und hindernd im Weg stehen.

Versuche im nördlichen und nordwestlichen Leibnitzer-Feld Grundwasser hoher Güte zu gewinnen, mußte, schon allein wegen der teilweise sehr geringen Schotter- bzw. Grundwassermächtigkeit der Erfolg versagt bleiben. Auch in anderen benachbarten Gebieten bestanden keine Aussichten auf positive Erfolge in der Wasserfindung.

So hat sich das Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung entschlossen, eine Untersuchung des Grundwasserfeldes im nordöstlichen Leibnitzer-Feld in die Wege zu leiten. Die Tätigkeit begann bald nach Übernahme der Leitung des Referates durch den Verfasser als gegenwärtiges Organ für wasserwirtschaftliche Planung zu Beginn des Jahres 1968.

Grundsätzliche Beratungen fanden mit Univ.-Prof. Dr.J. Zötl und Hochschulprof.Dr.F. Weber über die Abgrenzung des Untersuchungsgebietes und über die Festlegung eines vorläufigen Arbeitsprogrammes statt. Die anschließende Begutachtung gestattete die Ausschreibung und Durchführung von seismischen Untersuchungen und von Bohrungen, die die Billigung der Steiermärkischen Landesregierung fanden.

Die seismischen Untersuchungen wurden von Prof.Dr.F. Weber der Montanistischen Hochschule in Leoben im Juni und Juli 1968 durchgeführt und danach die Bohrpunkte auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen festgesetzt.

Einzelne Grundwassermeßstellen konnten im September und Oktober niedergebracht werden, wonach im Oktober 1968 die ersten drei Bohrungen abgeteuft wurden. Sie erwiesen sich als wenig erfolgreich, weil überraschend geringe Überdeckung des Grundwassers, teilweise sehr geringe Schottermächtigkeiten und eine Aufwölbung des Tertiärs festgestellt wurden.

Dies führte zur Durchführung der Bohrung IV, Grieswiesen, und der Bohrung V im Bereich der Murwiesen, Dabei wurde zwar im Bereich Grieswiese eine Tiefenrinne erreicht, jedoch dabei sehr schwankende Güteverhältnisse des erschoteten Wassers festgestellt, was insbesondere in den eingebrachten 11 Pegelrohren im Raume Grieswiesen zutage trat.

Eine weitere Bohrung VI im Gebiet der Gemeinde St. Georgen a.d.Stiefing in der Nähe des Stiefingbaches ließ wieder eine Tiefenrinne erkennen.

Die Bohrungen I bis VI wurden von der Firma Austrobohr in befriedigender Weise durchgeführt.

Nach kontinuierlich allwöchentlich durchgeführter Grundwasserbeobachtung an Bohrstellen und Pegelrohren und chemischer Untersuchung aller Brunnen im März 1969 konnten Pumpversuche für die Bohrungen IV und VI ausgeschrieben werden, die von der Firma Tiefbohr Ges.m.b.H. durchgeführt wurden, während Hochschulprof. Dipl.-Ing.Dr.E.P. Nemecek die Untersuchung der Bodenproben und die Begutachtung auf Grund der Pumpversuche übernahm. Der Mai 1969 brachte den Pumpversuch bei Bohrung IV in drei Stufen mit einer Erergiebigkeit bis zu 19,2 l/s und im Anschluß den Pumpversuch bei Bohrung VI, wobei in drei Stufen bis 16 l/s erschrotet wurden. Das in Bohrung IV erschrotete Wasser ist durch hohen Mangengehalt beeinträchtigt.

Im selben Jahre konnte noch eine Bodenkartierung des Raumes Stiefing und Murwiesen an Dr. M. Eisenhut in Auftrag gegeben werden.

Gleichzeitig liefen auch Studien über die Versorgung des Gebietes an, die in einem anderen Band dieser Reihe erörtert werden.

Nach Festlegung eines weiteren Arbeitsprogrammes für das Jahr 1970 konnte die Ausschreibung von 4 weiteren Bohrungen und 2 Pumpversuchen erfolgen, wonach durch die Vereinigung für Hydrogeologische Forschungen 11 Grundwassersonden und 7 Kleinsondierbohrungen als Vorbereitung für die Untersuchungsbohrungen vorgenommen wurden. Schließlich wurden in den Monaten August und September 5 Untersuchungsbohrungen von 200 mm Durchmesser von der Firma Wolf-Pichler, Tiefbohrungen und Brunnenbau, Graz, niedergebracht, wobei die fünfte Bohrung wegen des Erreichens einer nur

geringen Bohrtiefe bei Bohrung IX nächst der Stiefing als Ersatz ermöglicht wurde. Die Ergebnisse dieser Bohrungen waren zufriedenstellend. Die Untersuchungen der Bodenproben erfolgte wieder durch Prof. Dr. E.P. Nemecek.

Im Oktober und November 1970 schufen weitere Pegelrohre die Voraussetzung für Pumpversuche, die im November und Dezember 1970 bei Bohrung VIII und bei Bohrung X durchgeführt wurden. Die Ergebnisse stimmten mit einer Fördermenge von 14,4 - 14,8 l/s überein, weil die Höchstleistung der Pumpe damit erreicht wurde. Die Pumpversuche bei Bohrloch VIII und X wurden durch Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. Th. Glanz der Hydrographischen Landesabteilung ausgewertet.

Im Jahre 1972 langte schließlich der Schlußbericht über die seismischen Untersuchungen ein.

Die Steiermärkische Landesregierung beschloß am 10.7.1972 die Untersuchungen im Leibnitzer-Feld weiterzuführen und verlangte einen Vorschlag für die Zuordnung von Wassergewinnungsgebieten zu Wasserverbrauchsgebieten. Sie genehmigte am 6. November 1972 die Durchführung weiterer Pumpversuche, wozu durch die Fa. L. Wolf-Pichler, Graz, die notwendigen 8 Pegelrohre niedergebracht wurden. Die Versuchsdurchführung konnte bei Bohrung XI schließlich im Dezember 1972 beginnen.

Im Jänner 1973 wurde dieser Pumpversuch fortgesetzt und brachte in 3 Stufen eine größte Ergiebigkeit von 19 l/s, wobei allerdings eine Drosselung mit Rücksicht auf den Rohrbrunnen auf 17,5 l/s erfolgen mußte.

Auch Messungen der Fließgeschwindigkeit wurden im Jänner 1973 durch Färben versucht, brachte jedoch kein verwertbares Ergebnis. Dadurch konnte der Auftrag zur Auswertung des Pumpversuches an Dipl.-Ing. Wessiak ergehen, der auch mit der Erstellung einer hydrogeologischen Untersuchung über den gesamten Raum und seine Ergiebigkeit unter Verwendung der Ergebnisse der Pumpversuche befaßt wurde.

Das nunmehr vorliegende Ergebnis dieses Gutachtens bringt die Erkenntnis, daß, wenn das Grundwasserfeld als Ganzes betrachtet wird, im einzelnen aus dem

Bereich des Brunnens VI	bis 60 l/sec,
Bereich des Brunnens VIII	bis 25 l/sec,
Bereich des Brunnens X	bis 80 l/sec,
Bereich des Brunnens XI	bis 25 l/sec

gewonnen werden könnten.

Es können also insgesamt aus dem Raume St. Georgen an der Stiefing von 15 bis maximal 80 l/sec durch Einzelanlagen und ca. 20 l/s noch zusätzlich aus dem Raume Ragnitz gesichert gewonnen werden.

Wird die Entnahme jedoch gleichzeitig im vollen Umfang und kontinuierlich vorgenommen, gilt für das Gemeindegebiet von St. Georgen

für den Bereich vom Brunnen VI	20 bis 45 l/s,
für den Bereich vom Brunnen VIII	15 bis 25 l/s,
für den Bereich vom Brunnen X	<u>30 bis 60 l/s</u>
also insgesamt . . . . .	65 bis 130 l/s

je nach Grundwasserstand. Somit kann eine vorsorgliche Planung eine stets gesicherte Entnahme von 65 l/s aus dem Rau-

me St. Georgen an der Stiefing und von 20 l/s aus dem Raume Ragnitz unter Aufrechterhaltung bisheriger Nutzungen voraussetzen. In guten Jahren allerdings kann auch das Doppelte dieser Mengen erwartet werden.

Die Darstellung der immer wieder durch des Laboratorium der Gewässergüteaufsicht der Fachabteilung Ia der Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion durchgeführten chemischen Untersuchungen unter Leitung von Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. H. Ertl runden die Untersuchungen ab. Damit wären die für eine Gegenüberstellung von Wasserbedarf und Wasserdargebot notwendigen Grundlagen hydrologischer Art gegeben.

Nach dem Umfang der Untersuchung kann es nicht überraschen, daß, wie stets bei der Untersuchung von Grundwasserfeldern eine mehrjährige Beobachtungszeit notwendig war, weil die Schwankungen des Grundwasserspiegels und damit auch des Dargebotes nicht vorausgesehen werden können. Es muß beachtet werden, daß innerhalb der Beobachtungsperiode, insbesondere im Jahre 1971, extrem niedere Grundwasserstände vorlagen, während des Jahres 1972 zum Teil äußerst hohe Grundwasserstände mit sich brachte.

Die unmittelbare Betreuung der Untersuchungen oblag Regierungsbaurat Dr. E. Fabiani, der mit großem persönliche Einsatz und mit Umsicht die Koordinierung der Untersuchungen vorgenommen und zahlreiche Messungen persönlich durchgeführt hat. Ihm ist auch die Ordnung des vorhandenen Materials und die Redaktion dieses Bandes zu danken. Diesem Dank ist jener an die beratenden und begutachtenden Herren Univ.-Prof. Dr. J. Zötl, Hochschulprofessor Dr. F. Weber, Hochschulprofessor Dipl.-Ing. Dr. techn. E.P. Nemecek, Dr. M. Eisenhut, Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. Th. Glanz,

Hochschulassistent Dipl.-Ing. W. Wessiak, Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. H. Ertl, der auch die unmittelbar von Dr. H. Noe durchgeführten Untersuchungen vollendete und die Begutachtung in chemischer Hinsicht vornahm, anzuschließen und der Vereinigung für Hydrogeologische Forschungen in Graz und den durchführenden Unternehmungen, der Fa. Austrobohr, Graz, der Fa. Tiefbohr-Ges.m.b.H., Graz, und der Fa. L. Wolf-Pichler, Tiefbohrungen und Brunnenbau, Graz, zu danken. Hervorgehoben sei deren Verständnis bei der Arbeitsdurchführung für notwendige Unterbrechungen und sonstige Erschwernisse, um Untersuchungen zwischendurch zu ermöglichen; sie haben dies mit Geduld ertragen.

Die Darstellung des Wasserbedarfes und Vorschläge für die Wasserverteilung werden in einem weiteren Band dieser Reihe erfolgen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing.Dr.techn. Lothar Bernhart  
Wirkl.Hofrat  
Organ für wasserwirtschaftliche Planungen  
8011 Graz, Landhausgasse 7



GEOLOGISCH-MORPHOLOGISCHER ÜBERBLICK ÜBER DAS  
NORDÖSTLICHE LEIBNITZER-FELD

von

E. Fabiani.



A) Zur hydrogeologischen Situation des Leibnitzer-Feldes:

Bezeichnet man als "Leibnitzer-Feld" die beckenartige Erweiterung des Murtales zwischen Wildon und Wagner, so sind in diesem Raume rund 25.000 Einwohner mit Trinkwasser zu versorgen. Rund zwei Drittel der Einwohner dieses Raumes sind auf das wirtschaftliche Zentrum Leibnitz-Kaindorf-Wagner konzentriert.

Praktisch eine Einheit mit dem Leibnitzer-Feld bildet der südlich anschließende Murtalabschnitt von Landscha bis Spielfeld, weshalb er, wie auch die unteren Abschnitte der einmündenden Seitentäler, namentlich das untere Laßnitz-, Sulm-, Gamlitzbach-, Stiefing- und Kainachtal in wasserwirtschaftliche Planungen dieses Raumes einzubeziehen sein werden. Dementsprechend steigt auch die zu versorgende Einwohnerzahl.

Die hydrogeologische Situation des unteren steirischen Murtales und der geologische Aufbau der Umrahmung fanden bereits in Band Nr. 20 der "Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung" "Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und Staatsgrenze" eine Beschreibung. Es sei hiemit bezüglich der hydrogeologischen Situation des Gesamtraumes auf diesen Beitrag verwiesen, weshalb hier nur die wesentlichsten Merkmale hervorgehoben werden sollten.

Die geologische Umrahmung des Leibnitzer-Feldes besteht im Westen und Norden größtenteils aus tertiären Sanden, Tonen und Tonmergeln, als Besonderheit dieses Raumes gelten die in wechselnder Mächtigkeit auftretenden Leithakalke und -konglomerate, welche als Strandbildung anzusehen sind und im Buchkogel bei Wildon ihre größte Mächtigkeit erreichen.

Als einzige nichttertiäre Formation erreichen die paläozoischen Schiefer des Sausals bei Leibnitz das Murtal, doch sind diese gegen das Leibnitzer-Feld hin weitgehend von Strandablagerungen des Tertiär-Meeres überdeckt. Sowohl die Klüfte- und Verwitterungsschichten der Sausaler-Schiefer, wie auch die zur Verkarstung neigenden Leithakalke und die in örtlich beschränkten Sandlinsen etwas wasserführenden Tertiärschichten ermöglichen nur den Ausbau kleiner, lokaler Wasserversorgungsanlagen. Ebenso bieten die nur mit größter Zurückhaltung zu nutzenden artesischen Wasservorkommen der tertiären Umrahmung keine ausreichende Versorgungsmöglichkeit, so daß weite Teile dieses Abschnittes der Umrahmung des Leibnitzer-Feldes als Wassermangel- bzw. -zuschußgebiete angesehen werden können.

Die östliche Umrahmung des Leibnitzer-Feldes wird aus mittel- und altquartären Terrassen aufgebaut, welche treppenförmig gegen das tertiäre Hinterland ansteigen. Gemeinsames Merkmal dieser Terrassen ist eine 4 bis 12 m mächtige Lehmdecke über einer relativ geringmächtigen, teils stark verwitterten Schotterbasis. Der undurchlässige tertiäre Sockel steigt gleichsinnig mit der Oberfläche treppenförmig gegen das Hinterland an. Infolge geringen Nachschubes durch die wasserstauende Lehmdecke und geringen Speichervermögens der orographisch meist über dem Grundwasserspiegel des Murtales gelegenen Schotterschichte läßt sich eine nur geringe Wasserführung erwarten. Der durch zahlreiche am Terrassenrand austretende Quellen und Vernässungen häufig angeführte Wasserreichtum dieser Terrassen wird durch in Höhe des Tertiärsockels austretende Wasseradern nur vorgetäuscht.

Lageplan 1 : 50000



Somit sind die kommunalen Wasserversorgungsanlagen des Leibnitzer-Feldes ausschließlich auf die Grundwasservorkommen der jung- und nacheiszeitlichen Sedimentfüllung des Murtales angewiesen.<sup>1)</sup>

Die quantitative und qualitative Eignung dieser Grundwasservorkommen ist jedoch regional stark verschieden. Differenzierungen ergeben sich aus den naturräumlichen Gegebenheiten wie schwankende Mächtigkeiten der Grundwasserführung und Überdeckung, Lage zu Infiltrationsgebieten, Überschwemmungsgebieten etc. und aus Fremdeinflüssen, wie Verbauung, Schotterabbau, Müllagerung, Regulierungen u.a. Die naturräumlichen Gegebenheiten sind durch den terrassenförmigen Aufbau der Lockersedimentfüllung (Schotter und Deckschichten) deren Lage zum Vorfluter, den Neigungsverhältnissen von Oberfläche, Grundwasser und undurchlässigem Untergrund, örtlich vorhandene Tiefenrinnen im Untergrund und nicht zuletzt durch Art und Mächtigkeit der Überdeckung gesetzt.

Wesentlich für die Sedimentmächtigkeit sind die schwemmfächerförmige Ausbreitung der Sedimente mit einer sekundären Spitze bei Wildon und den sich daraus ergebenden Neigungsverhältnissen wie auch die Gliederung in eine murnahe Auzone und zwei höher gelegene letzteiszeitliche Schotterterrassen. So nimmt die Sedimentmächtigkeit der sich beiderseits der Mur in einer Breite von 1 bis 2,5 km erstreckenden Auzone durch eine deutliche Konvergenz von Oberfläche (rd. 2,2 ‰) und undurchlässiger Basis (durchschnittlich 1,9 ‰) von 6 bis 7,5 m bei Stocking auf 3,5 bis 4 m bei Landscha ab, ebenso verringert sich die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers von 4 bis 6 m südlich Wildon auf 1,5

---

1) Bezüglich der Grundwasserverhältnisse im Leibnitzer-Feld sei auf J. Zötl "Das Grundwasser im Leibnitzer-Feld" Steir. Beiträge zur Hydrogeol. 1968 verwiesen.

bis 3 m bei Landscha. An der starken Ausflachung des Grundwasserleiters im Raume Landscha, die nicht zuletzt zu einem extrem starken Grundwasserandrang und Grundwasserhochstand im sogenannten Leitringer Dreieck führt, dürfte auch der geologische Untergrund mitbestimmend sein. In diesem Raume erreichten entlang der Autobahn und beim geplanten Kraftwerk Gabersdorf niedergebrachte Bohrungen gegenüber den sonst im Leibnitzer-Feld vertretenen blaugrauen Tegeln härtere Tonmergel und Leithakalke.

Allgemein besteht die Sedimentfüllung der Auzone aus wenig verwitterten, kalkhaltigen Schottern und Sanden mit relativ guten Durchlässigkeitswerten und einer wechselnd mächtigen Deckschichte aus Feinsedimenten. Scheiden die rinnendurchzogenen Auwälder der rezenten Aue durch Murnähe und Überschwemmungsgefährdung für Wasserversorgungen aus, so weisen auch die etwas abgesetzten höheren Austufen eine nur 0,5 bis 2 m mächtige Überdeckung des Grundwassers durch gut durchlässige Feinsedimente auf. Abgesehen von der erhöhten Verunreinigungsgefahr kommt es durch eine durch seichte Grundwasserspiegellage und Vorflutnähe bedingte hohe Zahl von Grundwasserschwankungen mit relativ starker Amplitude auch zu einer intensiven Auslaugung der oberen Böden und Humusschichten.

Mit einer Überdeckung von 2 bis 2,5 m herrschen an der Spitze des Schwemmfächers südlich Wildon noch die günstigsten Verhältnisse vor.

Somit bietet die Auzone im mittleren und nördlichen Teil des Leibnitzer-Feldes insbesondere im Bereiche murnaher Tiefenrinnen quantitativ durchaus nutzbare Grundwasservorkommen, welche jedoch durch die qualitativen Beschränkungen im allgemeinen nur für Nutzwasserversorgungen herangezogen

werden können.

Die tiefere Teilflur der als "Würmterrasse" bezeichneten letzteiszeitlichen Schotterterrasse ist im Leibnitzer-Feld nur rechts der Mur zwischen Bachsdorf und Wagna erhalten. Die von der Aue durchschnittlich 3 bis 4 m abgesetzte Schotterterrasse erreicht hier eine Breite bis zu 2,5 km. Südlich Landscha läßt sich diese Teilflur links der Mur bis nahe der Staatsgrenze weiterverfolgen. Die wellige Oberfläche des aus wenig verwitterten, kalkhaltigen Schottern und Sanden bestehenden Terrassenkörpers ist wie auch bei der höheren Teilflur durch eine 20 bis 80 cm mächtige gut bis mäßig durchlässige Feinsedimentdecke eingeebnet.

Wiederum führt eine Konvergenz von Oberfläche (1,7 bis 2,1 ‰) Grundwasserspiegel (rund 2,2 ‰) und undurchlässigem Untergrund zu einer Abnahme der Sedimentmächtigkeit von 8 bis 9 m bei Bachsdorf, auf rund 4 m bei Leitring bzw. 3,5 bis 4,5 m bei Landscha und zu einer Abnahme der Mächtigkeit des Grundwasserkörpers von 3 bis 5 m bei Bachsdorf, auf 1,5 bis 3 m bei Leitring und Landscha. Wenngleich die Überdeckung des Grundwassers bereits 5 bis 2 m beträgt, sind die bisher nachgewiesenen Mächtigkeiten des Grundwasserkörpers für die Planung größerer Versorgungsanlagen kaum ausreichend.

Erst südlich Landscha, wo westlich St. Veit durch Autobahnbohrungen Schottermächtigkeiten bis über 8 m bzw. Grundwassermächtigkeiten von 5 bis 6 m nachgewiesen werden könnten, scheint ein Wasserhoffnungsgebiet vorzuliegen. Hier scheint eine Tiefenrinne vorzuliegen, doch werden die offenbar günstigen Voraussetzungen durch den Autobahnbau und Naßbaggerungen in Schottergruben stark beeinträchtigt.

Die günstigsten Voraussetzungen für Wassergewinnungsanlagen sind zweifellos im Bereiche der höheren Teilfluren der Würm-

terrasse gegeben.

Diese ist westlich der Mur zwischen Lebring-Neutillmitsch-Leibnitz und Laßnitz, östlich der Mur zwischen Wildon-Stocking-Ragnitz und als schmaler Saum zwischen Gabersdorf und St. Veit a. Vogau erhalten.

Die westliche von 13 m bei Lebring auf 8 m Mächtigkeit bei Leibnitz abnehmende Schotterflur bietet dem rund 4 m mächtigen Grundwasserkörper an sich ausreichend Überdeckung und wird durch die am Südrand gelegenen Wasserwerke von Leibnitz-Wagna an durchaus günstiger Stelle genutzt. Allerdings stellt diese Teilflur infolge der nur geringmächtigen Feinsedimentdecke und verhältnismäßig tiefen Grundwasserspiegellage auch das günstigste Schotterabbaugebiet des Leibnitzer-Feldes dar. Bei der sich rasch ausweitenden Fläche von meist bis zum Grundwasser abgebauten Schottergruben und der zunehmenden Tendenz zu Tiefbaggerungen in dem Bereich des Grundwassers ist die Gewährleistung der Trinkwasserqualität auf längere Sicht fraglich geworden. Derzeit bestehen im gemeinsamen Schongebiet der Wasserwerke bereits über 50 Schottergruben und 5 Naßbaggerungen.

Zudem ist die Regeneration des Grundwassers in diesem Bereich hauptsächlich auf den dort fallenden Niederschlag angewiesen, nachdem weder aus dem Begleit-Grundwasserstrom der Mur noch aus dem durch einen auslaufenden Tertiärsockel der sogenannten Jösser-Terrasse abgedrängten Begleitstrom der Laßnitz bedeutende Ergänzungen erwartet werden können. Durch die Regulierung der Laßnitz werden eher noch weitere Verluste eintreten. Auch der Zustrom aus dem Bereich des Buchkogels über den nur 1 bis 2,5 m

mächtigen Grundwasserkörper der sogenannten Jösser-Terrasse - einem rißeiszeitlichen Terrassenrest, darf keinesfalls hoch eingeschätzt werden.

Nachdem der schmale höhere Terrassensaum zwischen Gabersdorf und St. Veit a. Vogau infolge fehlender Regeneration ausscheidet, bietet sich das zwischen Stocking-St. Georgen a. d. Stiefing und Ragnitz ausdehnende Terrassenfeld abgesehen von der westlich St. Veit a. Vogau festgestellten Tiefenrinne als einziges Wasserhoffnungsgebiet zur Sicherstellung der künftigen Wasserversorgung des Leibnitzer-Feldes an. Auf diesen Raum konzentrierten sich die in den Jahren 1968 bis 1973 durchgeführten Untersuchungen des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, die - wie nachfolgend noch näher ausgeführt wird - durchaus positive Ergebnisse brachten.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Wasserversorgung des Leibnitzer-Feldes ausschließlich auf die Grundwasservorkommen in der letzteiszeitlichen Talfüllung angewiesen ist, während weite Teile der Umrahmung als Wassermangelgebiete angesehen werden können. Für die kommunale Wasserversorgung in quantitativer und qualitativer Hinsicht geeignete und noch nicht genutzte Wasserreserven sind nur im nordöstlichen Leibnitzer-Feld, und zwar im Raume St. Georgen a. d. Stiefing, zu erwarten. Die Höffigkeit einer westlich St. Veit a. V. erbohrten Tiefenrinne wäre noch näher zu untersuchen. Im Bereiche der Aue sind ohne Aufbereitung nur Nutzwasserversorgungen größeren Ausmaßes möglich.

## B.) Die Hydrogeologie des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes

War aus der doch einigermaßen bekannten hydrogeologischen Situation des Gesamtraumes zu ersehen, daß die günstigsten Voraussetzungen für eine Sicherstellung der künftigen Wasserversorgung des Leibnitzer-Feldes im Nordosten des Raumes zu erwarten seien, waren Kenntnisse über die dort effektiv vorhandenen Möglichkeiten erst aus einer Reihe von Detailuntersuchungen zu gewinnen.

Als bekannt konnte zu Beginn der Untersuchungen vorausgesetzt werden, daß im Nordosten des Leibnitzer-Feldes im Bereiche einer sekundären Spitze der das Murtal auffüllenden Schotterfächer die größten Mächtigkeiten des Grundwasserleiters, des Grundwasserkörpers wie auch der Überdeckung zu erwarten seien. Weiters konnte, nachdem an der Spitze von Schwemmfächern stets das gröbere Material abgelagert wird, auch mit günstigen Durchlässigkeitswerten gerechnet werden. Während an der Spitze von Grundwasserfeldern mangels ausreichender Regeneration häufig keine günstigen Dargebotsbedingungen herrschen, ist hier durch den Begleitgrundwasserstrom der Mur, gepaart mit dem der Kainach und einem noch näher zu bestimmenden Zustrom aus dem Stiefingtal, eventuell auch aus Verkarstungsgebieten, die Situation durchaus nicht ungünstig.

Weiters war durch bereits bei H. FLÜGEL veröffentlichte Bohrungen der RAG ein Anhaltspunkt für das Vorhandensein eines differenzierten Reliefs im undurchlässigen Untergrund, möglicherweise auch für die Existenz von Tiefenrinnen gegeben. Brunnen beim Kraftwerk Werndorf und Wurzing bei Wildon sowie Bohrungen der RAG zeigten, daß auch mit

verkarstungsfähigem Leithakalk im Untergrund zu rechnen sei.

Nähere Kenntnisse über die Hydrogeologie des Grundwasserhoffnungsgebietes konnten im Zuge des noch näher zu beschreibenden Untersuchungsprogrammes durch Bohrungen, Sondierungen, seismische Untersuchungen und ergänzende Begehungen gewonnen werden.

In der Folge sollen die hydrogeologischen Gegebenheiten der Umrahmung, des undurchlässigen Untergrundes und der Lockersedimentfüllung kurz beschrieben werden.

### I. Die geologische Umrahmung

Die Umgrenzung des Untersuchungsgebietes ist im Westen durch die Mur, im Norden durch die Tertiärrücken des Kollischberg-Aframbergzuges und im Osten den Stiefingberg bzw. südlich St. Georgen a.d. Stiefing durch die Abfälle älterer quartärer Terrassen bis gegen das Murtal gegeben. Die südliche Begrenzung wurde durch die Verbindungsstraße von Ragnitz über Rohr nach Lebring festgelegt.

Die Geologie der umrahmenden Höhenzüge ist aus der Literatur (K. FABIAN 1906, G. KOPETZKY 1957, K. KOLLIMANN 1965, H. FLÜGEL 1968 und A. WINKLER v.H. 1955) hinreichend bekannt. Eigene Begehungen waren daher nur zwecks Erfassung der an die Leithakalkvorkommen des Kollischberg-Aframbergzuges gebundenen Verkarstungserscheinungen notwendig.

Wie bereits in Band 20 der Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung ausführlich beschrieben, sind am geologischen Aufbau der Umrahmung Formationen aus drei geologischen Zeitaltern vertreten:

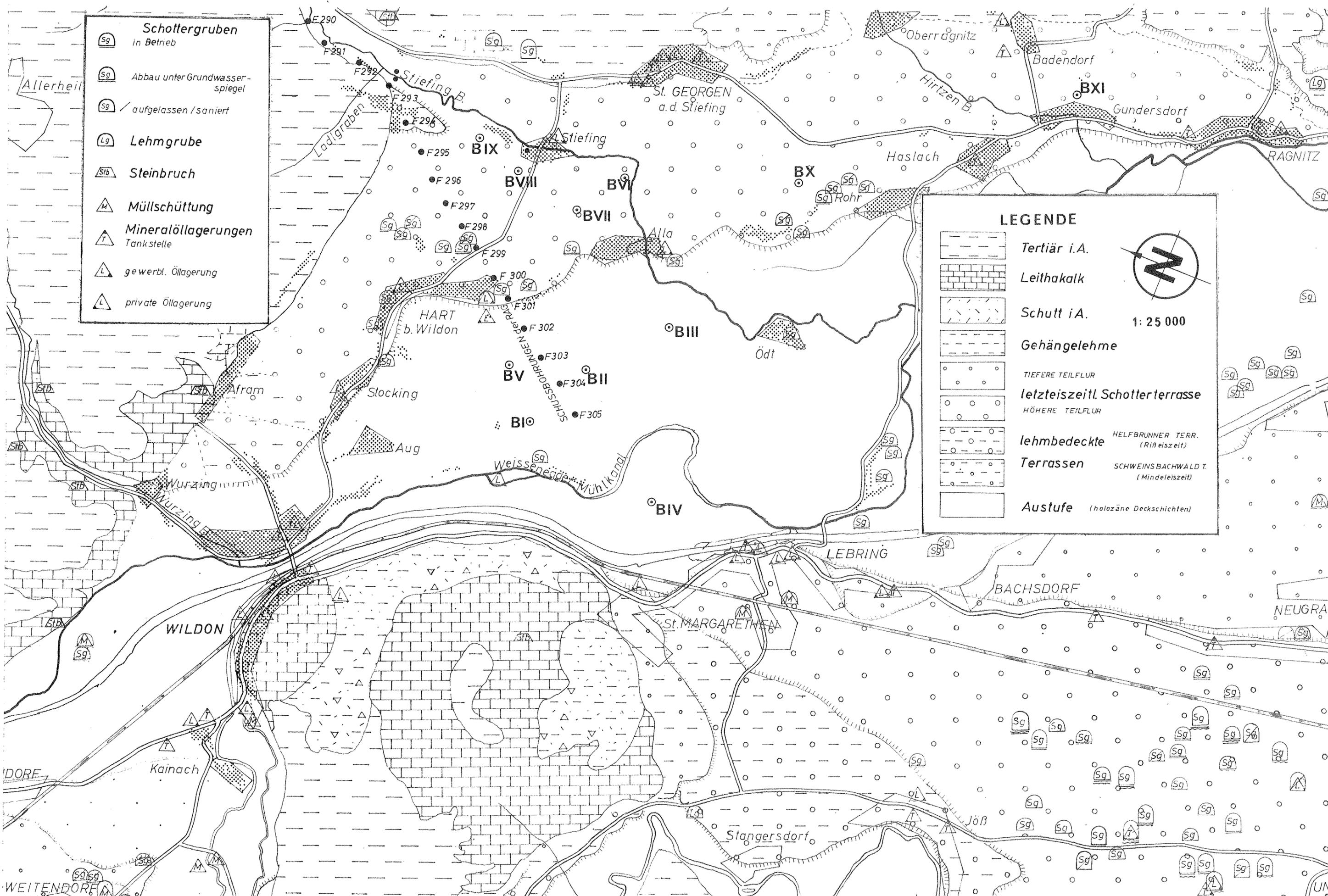
- a) Grünschiefer und Diabase des Paläozoikums
- b) Tertiäre Ablagerungen (Torton, Sarmat)
- c) höhere quartäre Terrassen (Schweinsbachwald und Helfbrunnerterrasse)

ad a) Ein paläozoischer Aufbruch von Diabasen, Grünschiefern und Phylliten ist obertags nur im Murbett beim Kraftwerk Lebring aufgeschlossen. Das Paläozoikum gehört einer gegen den Remschnigg ziehenden Grundgebirgsschwelle an. Von hydrogeologischem Interesse ist vor allem seine Verbreitung unter der quartären Schotterfüllung des Murtales.

ad b) Von den Ablagerungen des Tertiärs gewinnen vor allem die des Torton durch die mächtige Entwicklung der sogenannten Leithakalke in diesem Raume an hydrogeologischer Bedeutung. Diese in Zusammenhang mit der Grundgebirgsschwelle als Meeresstrand- bzw. Riffbildungen anzusehenden Ablagerungen sind größtenteils als verkarstungsfähiges Gestein anzusehen und erreichen im Wildoner Buchkogel eine Mächtigkeit von über 150 m.

Die dort aus basalen Leithakalken, Sandsteinen, Konglomeraten, von Mergellagen durchsetzten Kalken, Grobsanden, 70 m mächtigen Nulliporenkalken, 10 - 20 m mächtigen Kalkbändern und schließlich einer gut 30 m mächtigen Kalkplatte bestehende Schichtfolge wurde von G. KOPETZKY (1957) eingehend beschrieben. Von hydrogeologischer Bedeutung sind die deutlichen Verkarstungserscheinungen am Plateau und die über 100 kleinen Quellen, welche größtenteils an der Basis der 70 m mächtigen Nulliporenkalkschicht austreten. Es werden zwar einige von Wildon und Lebring genutzt, die

# GEOLOGISCHE KARTE des nördlichen Leibnitzerfeldes



	<b>Schottergruben</b> in Betrieb
	Abbau unter Grundwasser- spiegel
	aufgelassen / saniert
	<b>Lehmgrube</b>
	<b>Steinbruch</b>
	<b>Müllschüttung</b>
	<b>Mineralöllagerungen</b> Tankstelle
	gewerbl. Öllagerung
	private Öllagerung

**LEGENDE**

	Tertiär i.A.
	Leithakalk
	Schutt i.A.
	Gehängelehme
	TIEFERE TEILFLUR
	letzteiszeitl. Schotterterrasse
	HÖHERE TEILFLUR
	lehmbedeckte HELFBRUNNER TERR. (Rißeiszeit)
	Terrassen SCHWEINSBACHWALD T. (Mindelzeit)
	Austufe (holozäne Deckschichten)

1: 25 000

meisten sind jedoch völlig unbedeutend, versitzen sofort nach dem Austritt wieder in den Gehängelehmen und sind in ihrer Wasserführung starken Schwankungen unterworfen. Über in tieferen Schichten vorhandenes Wasser ist wenig bekannt, es wird jedoch angenommen, daß z.B. der zwischen Bahn und Straße gelegene Versorgungsbrunnen der Marktgemeinde Lebring-St.Margarethen vom Hang her gespeist wird.

Für das Grundwasser im nordöstlichen Leibnitzer-Feld ist jedoch die Frage von Bedeutung, wieweit verkarstungsfähiger Leithakalk mit dem Grundwasser unterirdisch in Verbindung stehen könnte und z.B. durch Karstschläuche Unregelmäßigkeiten im Grundwasserhaushalt bzw. Rücksichten in hygienischer Hinsicht nach sich ziehen könnten.

Während direkte Verbindungen mit den Karstsystemen des Buchkogels weder sehr wahrscheinlich noch nachweisbar sind, erscheint der Zusammenhang der in den Höhenzügen von Weißenegg bis Afram steil gegen das Murtal hin abbrechenden Leithakalkzüge mit dem Grundwasser des Murtales um vieles eher als gegeben. Die von K. KOLLMANN (1965) und H. FLÜGEL (1968) eingehend beschriebenen Aufschlüsse bei Weißenegg zeigen eine wechselnde Folge von tonig-mergeligen und mächtigen, riffartigen Kalkablagerungen, welche zum Teil jedoch auch als schräge Haldenschüttungen vorliegen. Allgemein fallen die Leithakalke hier gegen Nordwest bis Nordost ein und werden in zunehmendem Maße von jüngeren sarmatischen Schichten überdeckt.

Leithakalke konnten anlässlich einer Begehung auch im Bereich des sogenannten Steinbruchwaldes nördlich St. Georgen a.d.Stiefing und in Fragmenten an der Basis

zweier Großaufschlüsse festgestellt werden. Die Verbreitung der Leithakalke läßt sich sehr gut in den Bereichen verfolgen, wo die aus Tonmergel, Glimmersanden, Feinsanden, Grobsand und Kiesen, nordöstlich St. Georgen deutlich in Schrägschüttung vorliegenden sarmatischen Schichten noch in geringer Mächtigkeit aufliegen.

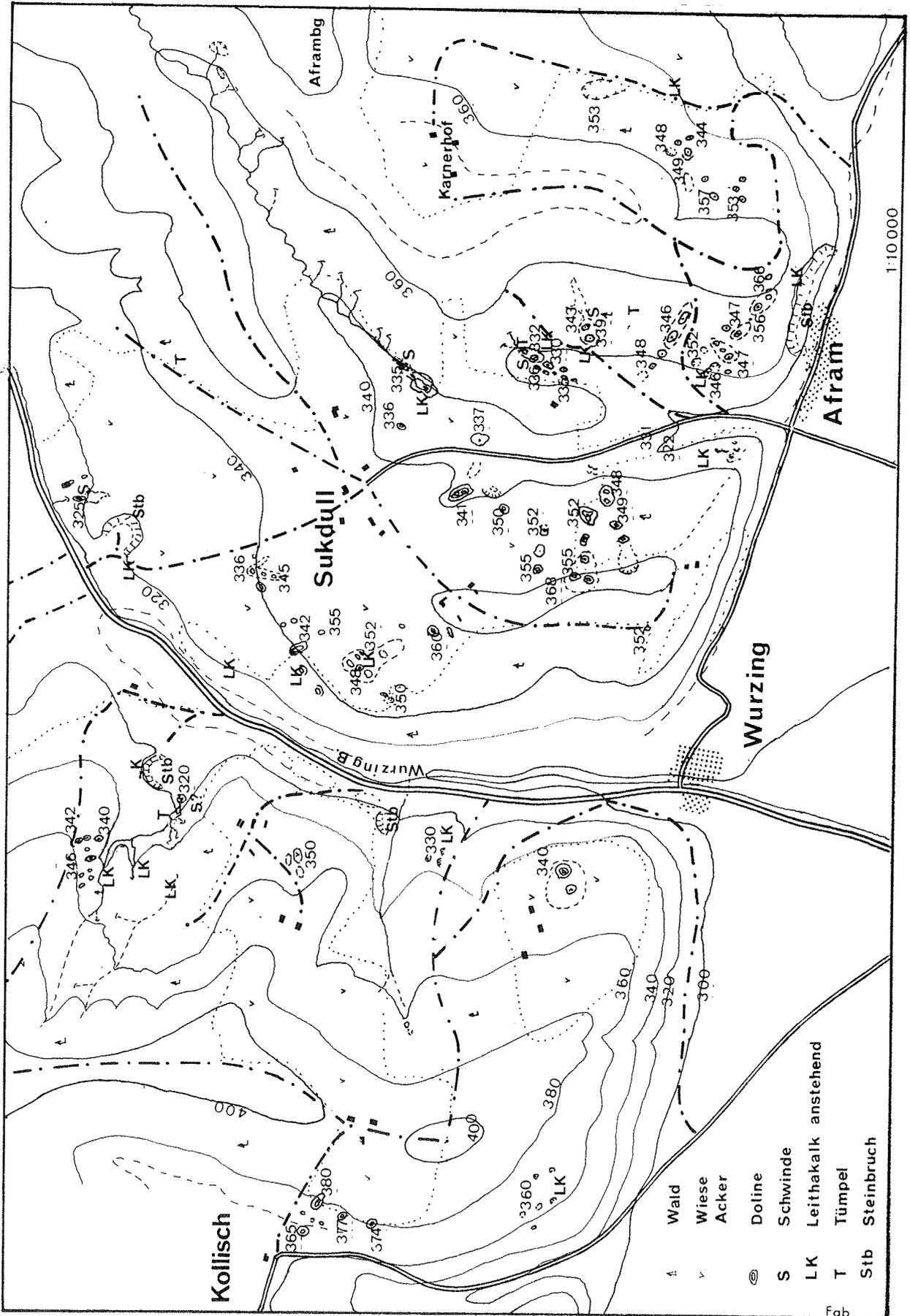
#### Das Karstgebiet von Afram-Sukdull

Auf Verkarstungserscheinungen im Raume von Sukdull bei Wildon wurde bereits von J. ZÖTL (1968) hingewiesen. Nachdem über die Verbreitung des Karstes und die möglichen Auswirkungen auf den Grundwasserhaushalt so gut wie nichts bekannt war, wurde dieses Gebiet in die Untersuchungen im nordöstlichen Leibnitzer-Feld einbezogen.

Die Kartierung der Karstformen erfolgte in einem Maßstab von etwa 1:1000, die Höhen wurden mit Hilfe eines Spezialhöhenmessers (Type Thommen 3B4), die Ausrichtung der Dolinen sowie ihre Lage zueinander mittels Kompasses eingemessen. Wenngleich eine Wiedergabe von Details in den zusammenfassenden Karten 1:10.000 nicht möglich ist, so wurde doch versucht, größenmäßige Differenzierung anzudeuten und die Richtung der Dolinenreihen lagerichtig wiederzugeben.

Die Verkarstungserscheinungen im Raume Afram-Sukdull sind an das bereits beschriebene Vorkommen tortoner "Leithakalke" gebunden, welches von Weißenegg gegen Afram, bzw. rund 1 km in die Seitentälchen hinein verfolgt werden kann. In dem untersuchten Gebiete zwischen Kollisch und Aframberg konnten nur rund 0,4 km als Gebiete bedeckten Karstes ausgeschieden werden, während rund 1,8 km<sup>2</sup> als in ihrer Entwässerung indirekt mit den

# VERKARSTUNGERSCHENUNGEN im Raume AFRAM - SUKDULL



- ▲ Wald
- ▼ Wiese
- Acker
- ⊙ S Doline
- ⊙ L Schwinde
- ⊙ K Leithakalk anstehend
- ⊙ T Tümpel
- ⊙ Stb Steinbruch



Verkarstungsgebieten zusammenhängend erkannt werden konnten. Insgesamt konnten im somit 2,2 km<sup>2</sup> umfassenden Untersuchungsraum 90 Dolinen und Karsthohlformen festgestellt werden, wovon allerdings nur etwa ein Drittel eine Größenordnung von 20 bis 150 m Durchmesser und ca. 5 bis 12 m Tiefe erreichen, etwa zwei Drittel sind kleinere Hohlformen mit meist 7 - 15 m Durchmesser und 1 bis 4 m Tiefe. Nur in vier bis fünf Fällen versickern Oberflächenwässer mit allerdings nur sehr geringer Schüttung (1 l/min bis max. 0,5 l/sec) in Schwinden. Im allgemeinen tritt, mit Ausnahme von an Hangabbrüchen gelegenen Dolinen, Steilhängen und Bachschnitten, der anstehende Leithakalk nur an Schwinden zutage. Es handelt sich um einen bedeckten Karst, der großteils von dürftigen Wäldern und im Raume Sukdull auch von Wiesen eingenommen wird.

In der Kartenbeilage wurde eine Gliederung in

1. Alluvien - Talfüllungen
2. Unverkarstete Steilhänge
3. Verkarstete Verebnungsflächen
4. Unverkarstete Tertiärrücken

getroffen.

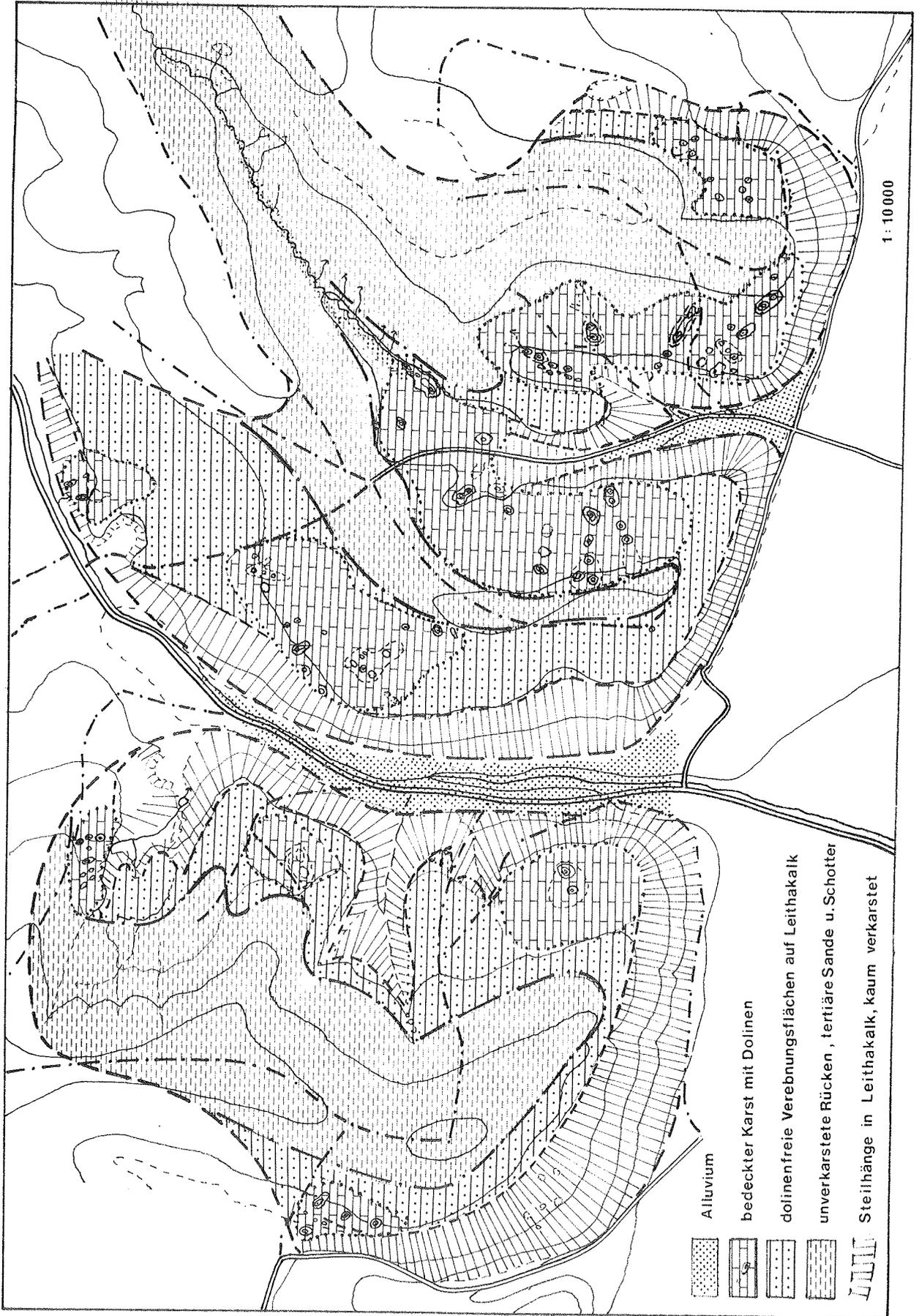
ad 1) Von den in das Murtal mündenden Seitentälchen weist nur das des Wurzingbaches eine durchgehende Wasserführung auf. Das Tälchen südlich Sukdull wird ab der Schwinde in 335 m zur Gänze unterirdisch entwässert, der Talkessel südlich des Karnerhofes weist ein zeitweise fast trockenfallendes Gerinne auf. Über den Talalluvien sind stellenweise noch Reste quartärer Schotterkörper feststellbar, welche jedoch für den Wasserhaushalt oh-

ne Bedeutung sind. Auf den Vorflutcharakter dieser Tälchen wird noch hingewiesen.

zu 2) Die rund 40 bis 60 m hohen Steilabbrüche der Tertiärrücken gegen das Murtal bestehen aus Leithakalk, in den Seitentälern nimmt die Reliefenergie dieser Steilabbrüche talcin auf 20 bis 30 m ab. Die nur geringmächtig überdeckten Leithakalke treten häufig anstehend hervor, für eine Verkarstung sind die bis zu 55 % geneigten Hänge zu steil. Die zur Linearität gezwungene Entwässerung wird durch zahlreiche Tobel, Rinnen, Runsen wie auch ausgeschwemmte Hohlwege deutlich, welche jedoch außer nach Starkregen inaktiv sind. Wohl aber sind häufig Ansätze zu Verkarstungserscheinungen in Form von nischenförmigen Abbrüchen mit Ansätzen zu kleinen Dolinen nahe den Kanten zu den darüberliegenden Verebnungen und in Form kleiner rückläufiger Geländemulden in Rinnen (z.B. nordwestlich Afram) zu beobachten. Nordwestlich von Wurzing konnten in 360 m in aus anstehenden Leithakalk bestehenden Nischen mehr als armdicke Karströhren beobachtet werden. Der Versickerungsfaktor kann für diese Steilhänge sicherlich nicht übermäßig hoch angesetzt werden, zumal sie größtenteils von Wäldern eingenommen werden, wodurch geringe Niederschläge nicht zur Geltung kommen, stärkere jedoch zum Teil oberflächlich abfließen.

ad 3) Als eigentliches Verkarstungsgebiet traten die über den Steilhängen folgenden, durchschnittlich 200 m breiten Verebnungsflächen in 340 m bis 350 m Höhe hervor. Die 90 Dolinen des Untersuchungsgebietes

# KARSTGEBIET AFRAM-SUKDULL EINZUGSGEBIETE





sind vornehmlich auf diese Flächen konzentriert, wobei größere Dolinen vornehmlich am Außenrand der Verebnungsflächen gelegen sind. In höherer Lage (360 m bis 380 m) treten Dolinen nur am Rande einer höher gelegenen Verebnung nordwestlich Wurzing auf.

An Bacheinschnitten und Schwinden ist deutlich zu ersehen, daß der Untergrund dieser Verebnungsflächen aus nur geringmächtig von tertiären Sanden und Schottern überdeckten Leithakalken besteht, welche bis in eine Höhe von meist 340 bis 350 m reichen.

Die Anordnung der Dolinenreihen zeigt einerseits eine deutliche Zuordnung der unterirdischen Entwässerungsrichtungen zu den Tälchen und Gräben, andererseits herrscht eine Ost-West bis Nord-West - Süd-Ost-Tendenz vor. Dies dürfte nicht zuletzt auch durch die Klüftigkeit der meist nur schwach gegen Norden bis Nord-Ost einfallenden und senkrecht zum Fallen geklüfteten Leithakalke mitbedingt sein.

Der Schwerpunkt der Verkarstungserscheinungen liegt beiderseits des von Sukdull gegen Afram ziehenden Tälchens, dessen rund  $0,25 \text{ km}^2$  Einzugsgebiet umfassender innerer Abschnitt durch eine durchschnittlich etwa  $0,5 \text{ l/s}$  aufnehmende Schwinde unterirdisch entwässert wird.

Relativ wenig Dolinen weisen hingegen die Verebnungen beiderseits des Wurzingbaches auf, wobei der vordere ostseitige Talabschnitt dolinenlos und von zahlreichen Trockenrinnen durchzogen ist. Die west-

seitigen Verebnungen sind durch Tälchen bereits stark zerschnitten, die Schwinde unter dem Tümpel im nordwestlichsten Graben kann auch durch Verschüttung mit Abraummateriale entstanden sein.

Von den rund  $0,69 \text{ km}^2$ , welche diese Verebnungsflächen einnehmen, konnten nur rund  $0,37 \text{ km}^2$  einer ausschließlich unterirdischen Entwässerung durch Dolinen zugeordnet werden, doch ist infolge der nur geringen Überdeckung der Leithakalke und des Fehlens oberflächlicher Abflüsse auch in den nicht-verkarsteten Teilen der Verebnungsflächen mit einer stärkeren Versickerung der Niederschläge zu rechnen.

ad 4) Über den verkarsteten Verebnungsflächen folgen unverkarstete Rücken, welche aus tertiären Sanden und durch Mangankonkretionen teilweise braunschwarz verkrusteten Quarzschottern bestehen. Diese Rücken erreichen im Raume von Afram-Sukdull nur eine Höhe von 370 m, sind nur wenig zerschnitten, fallen jedoch durch stellenweise abrupte Steilabbrüche mit zwischengeschalteten Verebnungen auf. Im Bereiche des Aframberges und westlich des Wurzingbaches erreichen die Rücken bereits Höhen über 400 m. Abrupte Steilabbrüche sind auch dort anzutreffen, doch sind die Steilhänge großteils durch scharf eingeschnittene Rinnen gegliedert, welche jedoch nur eine sehr geringe Wasserführung aufweisen.

Soweit diese Rücken dem Einzugsgebiet des Karstgebietes indirekt zugezählt werden können, umfassen sie ein Einzugsgebiet von  $0,96 \text{ km}^2$ , wobei das

unterirdisch entwässerte Tälchen östlich Sukdull diesem Einzugsgebiet zugezählt wird.

Der Großteil der Rücken ist bewaldet, die Kuppen und Rücken sind meist breit und flach. Dem Karstgebiet kommen in erster Linie die allerdings nur teilweise wieder versickernden Oberflächenwässer zugute, während der Versickerungsfaktor keinesfalls hoch eingeschätzt werden darf.

Die nördlich an das Verkarstungsgebiet anschließenden und dieses begrenzende Tälchen weisen eine bis in Vorflutnähe auf Sanden und Schottern fließende Oberflächenentwässerung auf.

Wieweit das als relativ klein erkannte Verkarstungsgebiet tatsächlich den Grundwasserhaushalt des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes zu beeinflussen vermag, kann ohne entsprechende Untersuchung und die Einrichtung geeigneter Beobachtungsstellen nicht exakt ermittelt werden. Es kann somit lediglich versucht werden, mittels fiktiv angenommener Versickerungswerte einen theoretischen Zufluß zu ermitteln. Der Spielraum der Zahlen muß zwangsläufig breit angenommen werden, da gerade die Versickerung ein überaus schwer einschätzbarer und stark variabler Wert ist, da je nachdem ob zahlreiche leichte oder wenige starke Niederschläge fallen, die Werte sehr unterschiedlich ausfallen können.

Der durchschnittliche Jahreszufluß aus den Karstgebieten ergibt sich bei angenommen 800 m Niederschlag aus:

	angenommene Versickerungsrate	l/sec
bedeckter Karst	0,37 km <sup>2</sup> 40 -- 60 %	3,8 -- 5,7
unverkarstete Ver- ebnungen	0,31 km <sup>2</sup> 30 -- 50 %	2,3 -- 3,9
und Tertiärrücken	1,50 km <sup>2</sup> 25 -- 35 %	9,5 -- 13,3
	2,2 km <sup>2</sup>	15,6 -- 22,9

Abgesehen von der Frage, welcher Anteil dem einzigen Vorfluter (Wurzingbach) zukommt, wie und wo vermutlich durch Karstschläuche eine Alimentierung des Grundwassers erfolgt, darf dieses Karstgebiet mit 15 bis 23 l/s der Alimentation zur Verfügung stehenden, versickernden Niederschlagswässern in seiner Bedeutung nicht unterschätzt werden. Wie bereits erwähnt, ist für den Versickerungsanteil die Intensität der Niederschläge von ausschlaggebender Bedeutung. Während sich leichte Niederschläge überhaupt nicht auswirken, werden Starkregen und Dauerregen zu einem sehr hohen Anteil versickern. Die Verteilung der Niederschläge kann von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich sein. So wurden im Jahre 1972 der Wert von 20 mm Niederschlag innerhalb von 48 Stunden nur 3-mal überschritten, vom Juli bis Dezember 1971 jedoch 7-mal.

Als Beispiel einer extremen Situation sei noch ein Starkregen mit angenommenen 120 mm Niederschlag innerhalb von 48 Stunden angeführt, wobei bewußt hohe Versickerungswerte angenommen wurden:

		Versickerung	l/sec
bedeckter Karst	0,37 km <sup>2</sup>	60 - 80 %	158 - 210
unverkarstete Ver- ebnung	0,31 km <sup>2</sup>	45 - 60 %	97 - 130
unverkarstete Steil- hänge	0,68 km <sup>2</sup>		
und Tertiärrücken	0,96 km <sup>2</sup>	35 - 45 %	364 - 470
			<hr/>
			620 - 810 l/sec

Diese Menge würde ausreichen, um, bei Annahme eines Porenvolumens von 25 %, den Grundwasserspiegel im unmittelbar vorgelagerten Grundwasserfeld, welches rund 3 km<sup>2</sup> umfaßt, um 15 bis 20 cm anzuheben. Die tatsächliche Anhebung dürfte infolge der wellenförmigen Fortbewegung und der durch Karstschläuche vermutlich örtlich konzentrierten Alimenterung höher sein. Anhebungen des Grundwasserspiegels in diesem Ausmaß zuzüglich einer etwa ebenso starken Amplitude aus der Regeneration des Grundwasserfeldes sind nach den vorliegenden Grundwasserbeobachtungsergebnissen durchaus erreichbare Werte.

Somit ist dem Karstgebiet trotz der im Detail ungeklärten Verhältnisse hinsichtlich der Regeneration aus der geologischen Umrahmung jedenfalls eine Sonderstellung einzuräumen.

ad c) Quartäre Terrassen vorwürmzeitlichen Alters begleiten das Murtal von St. Georgen a.d.St. bis zur Staatsgrenze. Nachdem ihre Wasserführung im allgemeinen mit dem Grundwasserfeld des Murtales nicht unmittelbar zusammenhängt, können sie als dessen Begrenzung angesehen werden.

Ein kleiner Rest einer vermutlich rißeiszeitlichen Terrasse schiebt sich nördlich Stiefing zwischen Mur- und Stiefingtal. Nach Bohrerergebnissen der RAG ist der tertiäre Sockel dieses Terrassenrestes 10 m über dem der würmeiszeitlichen Terrasse gelegen, im selben Ausmaß steigt die Oberfläche an. Der von einer bis zu über 7 m Mächtigkeit von Lehm und Feinsedimenten überdeckte basale Schotterkörper weist keine Verbindung mit dem Grundwasser des Murtales bzw. Stiefingtales auf. Beobachtungen an einem Hausbrunnen (A 8) zeigten, daß die stark schwankende Wasserführung ausschließlich vom Hang her beeinflußt wird. Rißeiszeitliche Terrassen setzen erst bei Neudorf a./M. wieder ein und begleiten als weitgehend ebene rund 10 m abgesetzte Fläche das Murtal über Wagendorf - St. Veit bis zur Staatsgrenze.

Zwischen St. Georgen a.d.St. und Neudorf a.d.M. tritt die mindeleiszeitliche "Schweinsbachwaldterrasse" bis an das Grundwasserfeld des Murtales heran. Der Aufbau der Terrasse ist deutlich an einem östlich von Ragnitz gelegenen Anschluß zu ersuchen. Über einem aus graublauen Tegeln bestehenden Tertiärsockel, welcher 20 bis 30 m über dem jung-eiszeitlichen Schotterfeld des Murtales gelegen ist, folgen 3 bis 4 m stark verwitterte Schotter und Sande darüber über 4 m mächtige Lehme, welche die gesamte Terrassenoberfläche einnehmen. Die Terrassenoberfläche ist zwar durch Dellen und Gräbchen stark gegliedert, hebt sich jedoch deutlich als Ebenheit vom tertiären Hinterland (Grillberg, Hofwald) ab. Zwar konnten im Bereiche des Tertiärs (Kurznagnitz) noch Reste alt-ältestquartärer Terrassen mit Schottern und Pseudogleyen festgestellt werden (A. WINKLER, 1955), doch sind sie wasserwirtschaftlich ohne Bedeutung.

Von hydrogeologischer Bedeutung ist die bei hohem Speichervermögen geringe Wasserdurchlässigkeit der Lehmdecke, welche durch Tagwasserstau (Pseudogleye) bewirkte Vernässungen deutlich wird.

Die Wasserführung der Gräben ist im Verhältnis zum Einzugsgebiet gering. Nur zwei der zahlreichen den Terrassenrand zerschneidenden Gräben (Hirtzenbach und Sallabach) erreichen den Vorfluter, alle anderen versitzen in den Schottern des Grundwasserfeldes. Auffallend ist jedoch die im Verhältnis zur geringen, oft nur periodischen Wasserführung der Gräben große Mächtigkeit der vorgelagerten Schwemmfächer, welche in ihrer Entstehung nur auf wesentlich stärkere Intensität der Gerinne während noch kalt- bzw. späteiszeitlicher Bedingungen zurückgeführt werden können. Infolge der geringen Durchlässigkeit der oft mehrere Meter mächtigen Feinsedimentdecke findet die Versickerung häufig erst in größerer Hangferne statt. Da die am Hangfuß gelegenen Siedlungen St. Georgen, Baldau, Ober-ragnitz und Badendorf ihre Abwässer in solche Gerinne leiten, ist deren Wirkung auf das Grundwasser eher negativ zu werten.

Die Hänge der Terrassenabfälle sind im allgemeinen von mehreren Metern mächtigen, lehmig-schluffigen Kolluvien und Schlepphängen verkleidet, Die in der basalen Schotter-schichte vorhandenen Wasseradern können direkt nur dort, wo Gräben die Schotter bereits angeschnitten haben, austreten (z.B. nördlich Schloß Frauheim). Meist ziehen diese Wasseradern jedoch langsam durch die Kolluvien in das Schotterfeld der Mur ab und erreichen nur vereinzelt die Oberfläche, wo sie allerdings zu ausgehnten Vernässungen führen (z.B. St. Georgen - Sportplatz, Baldau, Hänge südlich Badendorf).

Im unteren Stiefingtal wird die westliche Talseite von einer überaus breiten, durch Verschleppung der Terrassenränder stark verflachten quartären Terrassentreppe eingenommen. Die durch flache Dellen und Gräbchen gegliederte Oberfläche besteht durchgehend aus Pseudogleyen und kolluvialen Lehmen. Die Folge sind eine überaus träge Wasserbewegung und starke Vernässungserscheinungen, welche aufwendige Drainagierarbeiten notwendig machen. Es ist somit von den Hängen her mit einer nur sehr langsamen Regeneration für das Grundwasser zu rechnen.

Wollte man die Umrahmung des Grundwasserfeldes im Raume Wildon-St. Georgen a. d. St. - Ragnitz hinsichtlich der Regeneration für das Grundwasserfeld werten, müßte man demnach unterscheiden zwischen:

1. Den Verkarstungsgebieten im Raume Afram-Sukdull, aus denen eine verhältnismäßig rasche, kurzfristige Regeneration zu erwarten ist.
2. Den älterquartären Terrassen, aus welchen mit einem eher langsamen, nicht so intensiven, jedoch beständigeren Wasserzufluß zu rechnen ist.
3. Den unmittelbar auf Niederschläge reagierenden Oberflächenwassern, denen eine im Verhältnis zum niedrigen Abflußquotienten und häufig hangferner Versickerung stehende Bedeutung zukommt.

Im Vergleich zu anderen Grundwasserfeldern fehlt ein durch ein entsprechendes Einzugsgebiet, Reliefenergie und geologischen Aufbau wirksames Hinterland. Die Speisung des Grundwasserfeldes wird daher in erster Linie aus dem Begleitgrundwasserstrom der Mur und der Stiefing und aus den im Bereich des Schotterfeldes versickernden Niederschlägen zu erwarten sein. Daß trotzdem von den Hängen ein nicht zu unterschätzender Zustrom zum Grundwasser erfolgt, zeigen jedoch, wie später noch ausführlich erläutert wird, die Ganglinien hangnaher Beobachtungsbrunnen und die Grundwasser-schichtpläne.

## II.) Der präquartäre Untergrund

Zu den wesentlichen Grundlagen bei der Untersuchung eines Grundwasserfeldes gehören Kenntnisse über die Geologie und das Relief des präquartären Untergrundes. Kenntnisse im Detail lassen sich nur durch entsprechende Bohrungen und, wenn möglich, ergänzende seismische Untersuchungen gewinnen.

- a) Der geologische Aufbau des Untergrundes ist soweit von Interesse, als er sich durch Wechsel der Festigkeit oder tektonische Linien auf die Erosionskraft des Flusses oder durch Wechsel der Durchlässigkeit auf den Wasserhaushalt auswirken kann.

Die Untersuchungsergebnisse stützen sich auf 11 im Auftrage des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung bis meist 1 bis 2 Meter in den präquartären Untergrund abgeteufte Dreh-Schlagbohrungen, 16 in einer Linie von südlich der Holzstoffabrik bis in das Stiefingtal bis 19 m Tiefe reichende Schußbohrungen der RAG (Rohöl AG., Wien (1952)), und im Auftrage des Referates durchgeführte seismische Untersuchungen. Zu erwarten waren paläozoische Phyllite, Leithakalke und tortone Tegel.

Dem paläozoischen Aufbruch bei Lebring zugehörige dunkelgraue, feinblättrige Phyllite wurden nur im Südwesten des Untersuchungsgebietes, und zwar bei den Bohrungen IV und I des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung bzw. F 305 und F 304 der RAG in 7 bis 8 m Tiefe erreicht. Die Bohrungen I und F 304 weisen bereits durch eine mächtigere, teils mit Tegeln vermengte Verwitterungsschichte auf die dort einsetzende Überdeckung durch das Tertiär hin. Ab diesem Bereich scheint

das Paläozoikum steil gegen Osten abzusinken. Eine im Jahre 1930 in nur zwei Kilometer Entfernung (Bäckerei Zirngast in St. Georgen a. d. St.) niedergebrachte Bohrung nach artesischem Wasser erreichte angeblich erst in 198 m Tiefe Fels. Das spornartige Vorragen des Paläozoikums bis in diesen Bereich wird im wesentlichen auch durch die Isogeschwindigkeitsmessungen der seismischen Untersuchungen (siehe dort) bestätigt.

Nachdem Leithakalk bei einer Brunnenanlage der Marktgemeinde Wildon südlich Wurzing und auch durch südlich Hart niedergebrachte Bohrungen der RAG (F 303 und 302) erreicht worden war, wurden die Bohrungen II, III und V des Referates nicht zuletzt auch im Hinblick auf eine mögliche Fortsetzung des Leithakalkvorkommens abgeteuft.

Wie beim Dampfkraftwerk Werndorf durchgeführte Pumpversuche zeigen (H. NIEDERL 1972), können Leithakalke durch über Karstschläuche mögliche Einzugsgebiets- und Ergiebigkeitserweiterungen zu einem hydrologisch bedeutsamen Faktor im Untergrund werden. Leider zeigte sich, daß die Leithakalke offenbar nur auf den Nordwesten und einen schmalen Saum um den paläozoischen Grundgebirgssporn beschränkt sein müssen. Denn bis auf Bohrung II, welche in 5,2 bis 9,3 m Tiefe mit Tegeln und Mergeln vermengte Lehme anfuhr, erreichten alle weiteren Bohrungen des Referates, wie auch der RAG, einen festgelagerten, meist aus grauen bis blaugrauen, glimmerreichen Feinsanden bestehenden tortonen Tegel. Nur eine im Bereich der Tiefenrinne der Stiefing niedergebrachte Bohrung, Bohrung X, durchfuhr nach einer geringmächtigen Tegelschichte in 13,2 bis 13,5 m Tiefe noch eine bis 17 m Tiefe reichende Kies- und Sandschichte, welche vermutlich jedoch nur eine geringe Ausdehnung hat.

- b) Das Relief des Untergrundes ist insbesondere bei Grundwasserfeldern, welche nicht von vorneherein eine ausreichende Grundwassermächtigkeit aufweisen, von oft ausschlaggebender Bedeutung. Denn häufig kann nur nach Auffinden einer Tiefenrinne an eine ausreichende Nutzung gedacht werden, zumal Tiefenrinnen nicht nur Zonen maximaler Grundwassermächtigkeit, sondern auch bevorzugter Wasserwegigkeit sein können.

Im steirischen Murtal ist das Relief des Untergrundes ein Werk eiszeitlicher Flußarbeit, deren wesentliches Merkmal die Ausbildung breiter ebensohliger Kastentäler ist, wobei die lokale Breite vom geologischen Untergrund abhängig ist. Wie im Band 20 der Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung (S 27 - 32) beschrieben, sind die starke Seitenerosion und Aufschotterung der eiszeitlichen Flüsse auf heftige und stoßweise Wasserführung bei hoher Schuttbelastung zurückzuführen. Im allgemeinen entspricht jeder Eiszeit ein Talboden, in dem der der nächstjüngeren wiederum kastenförmig eingesenkt ist. Dadurch entstand die für eiszeitliche Täler typische Talstufe. Die Entstehung von Tiefenrinnen ist vor allem während der Frühphasen der Vergletscherung möglich, wenn infolge der zeitlich etwas nachhinkenden Schuttbelastung die Erosionskraft noch verhältnismäßig voll und linear wirken kann. Die Existenz von für das Grazer-Feld angenommenen nacheiszeitlichen Tiefenrinnen kann für das Leibnitzer-Feld angezweifelt werden.

An dieser Stelle sollte auch gegenüber der Ansicht, im Murtal bestünden durch Schwellen abgeschlossene Grundwasserbecken, betont werden, daß dies nur, wo Gletscherarbeit und jung- bzw. postquartäre tektonische Störungen nachgewiesen werden können, möglich ist. Im Bereiche

der fluvioglazialen Erosion muß jedoch jede erbohrte Maximaltiefe eine Fortsetzung im Sinne des Gefälles finden.

Wie aus der auf Grund von Bohrerergebnissen erstellten Reliefkarte des präquartären Untergrundes zu ersehen ist, konnte im nordöstlichen Leibnitzer-Feld die Existenz von zumindest zwei Tiefenrinnen festgestellt werden.

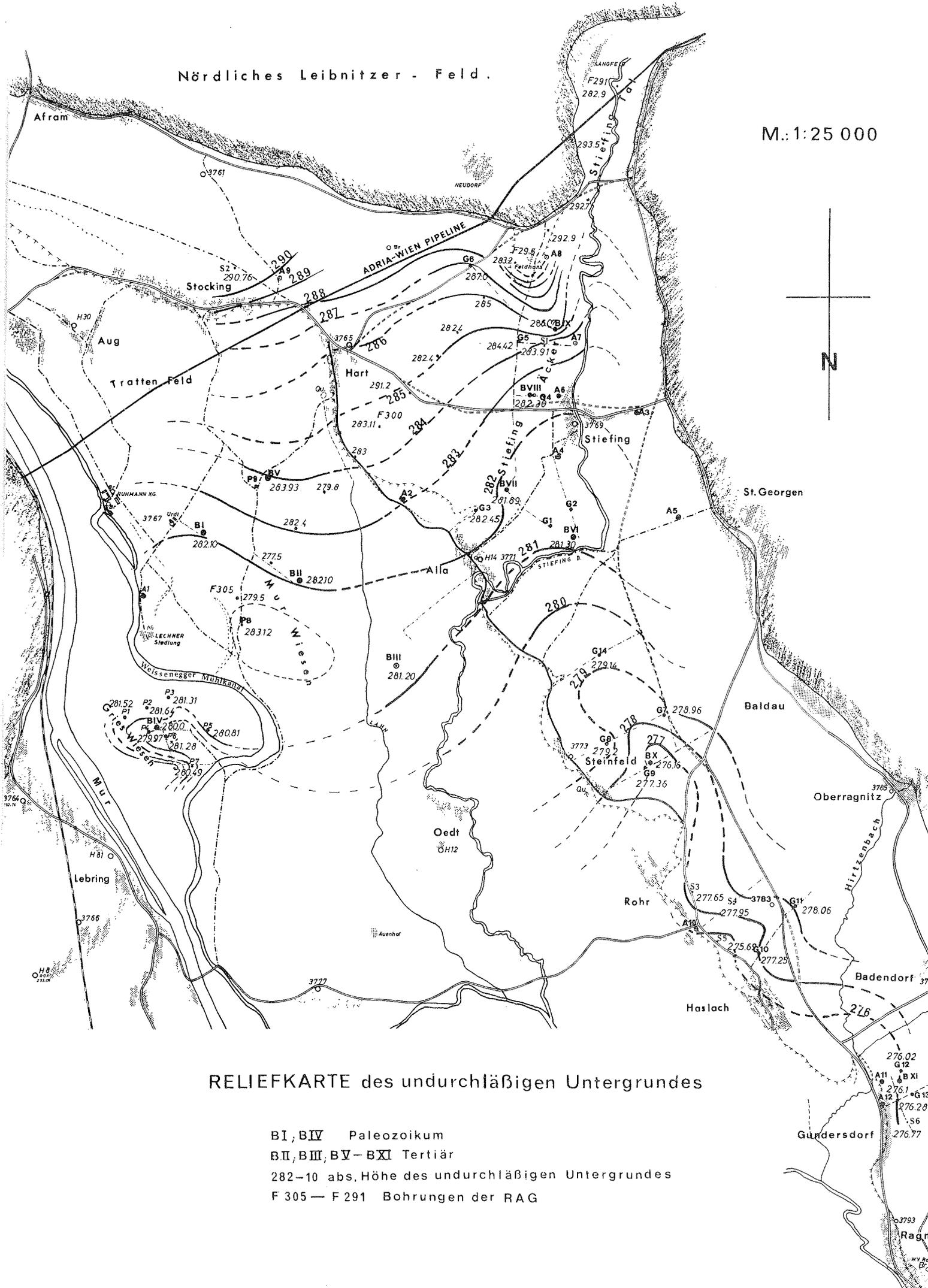
Es wurde zuerst unter Beratung durch Herrn Univ.-Prof. Dr. J. Zötl versucht, die auf Grund der RAG-Bohrungen vermuteten Tiefenrinnen und Leithakalkvorkommen im Bereiche der Aue zu erbohren, doch weder die zu diesem Zwecke niedergebrachten Bohrungen (B II, B III, B V), noch die seismischen Untersuchungen konnten Tiefenrinnen in diesem Bereich nachweisen. Lediglich die Bohrung I erreichte eine Tiefe von 7,4 m. Dies mag einerseits am oft gewundenen Verlauf solcher Tiefenrinnen, andererseits an der nicht mehr eindeutig möglichen Lokalisierung der RAG-Bohrungen und der mit einer Auf- und Abrundung auf ganze bzw. halbe Meter dieser Bohrerergebnisse vielleicht doch zu geringen Genauigkeit gelegen sein. Theoretisch wäre die Existenz einer Tiefenrinne noch entlang des Terrassenfußes östlich der Zone B V, B II, B III möglich - daher wurde auch dieser Teil in der Reliefkarte offen gelassen - für eine Erschließung kommt dieser Bereich infolge zu seichter Grundwasserspiegellage nicht in Frage.

Günstigere Ergebnisse erbrachten die auf Anregung des Verfassers daraufhin in Mur- bzw. Stiefingnähe niedergebrachten Bohrungen IV und VI, durch welche je eine Tiefenrinne lokalisiert werden konnte.

In der Folge wurde so vorgegangen, daß durch Sondierbohrungen mittels Vibrationshammer zunächst die Tiefenlage

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.:1:25 000



RELIEFKARTE des undurchlässigen Untergrundes

BI, BIV Paleozoikum

BII, BIII, BV - BXI Tertiär

282-10 abs. Höhe des undurchlässigen Untergrundes

F 305 - F 291 Bohrungen der RAG



des Untergrundes festgestellt wurde, woraufhin an geeigneter Stelle für Pumpversuche geeignete Bohrungen abgeteuft wurden. Damit entstand ein aus 30 Sondierbohrungen und 11 Drehschlagbohrungen bestehendes Tiefennetz, welches zumindest in den interessantesten Gebieten bereits ein gutes Bild über das Relief des präquartären Untergrundes zu geben vermag. Lücken können teilweise durch die Ergebnisse der seismischen Untersuchungen interpretiert werden.

Als wichtigste Ergebnisse der Untersuchungen zeigten sich

1. eine mit dem Terrassenabfall der würmzeitlichen Niederterrasse gegen die Aue parallel laufende Stufe im präquartären Untergrund, wie sie im Grazer-Feld festgestellt wurde, scheint im nordöstlichen Leibnitzer-Feld zu fehlen. Der undurchlässige Terrassensockel scheint eben durchzulaufen und vielmehr durch Rinnen gegliedert zu sein.

Für die Grundwasserverhältnisse bedeutet dies: Keine Abnahme der Grundwassermächtigkeit im Bereich der Niederterrasse, sondern eine beträchtliche Zunahme der Überdeckung und einen stufenlosen Zusammenhang zwischen dem Begleitgrundwasserstrom der Mur, der Stiefing und dem sich aus Niederschlagswasser regenerierenden Eigengrundwasser des Feldes.

2. Ausgeprägte Tiefenrinnen bestehen im Bereich der Bohrung IV nahe der Mur und der Bohrung VI entlang und in Fortsetzung des Stiefinglaufes. Kleinere Einmuldungen in den tertiären Untergrund sind im Bereiche teils verschütteter Dellen am Terrassenrand in Zusammenhang mit ehemaligen Bachläufen von der Ostumrahmung her erkennbar. Auf Grund der RAG-Bohrungen vermutete Tiefen-

rinnen konnten im Bereiche der Aue nicht nachgewiesen werden.

Die Tiefenrinne östlich der Mur zieht vermutlich in einer Tiefe von 7 - 8 m von B I über P 3 gegen B IV. Westlich P 7 wurde in 3.3 m Tiefe ein vermutlich aus dem Paläozoikum bestehender Rücken festgestellt, der ein Ausschwenken der Rinne gegen Südosten und auch die lokale Richtung des Grundwassers bestimmt. Der Einschnitt der Rinne in präquartären Untergrund beträgt 1 bis 2 m.

Bei P 8 scheint ein Höhenrücken vorzuliegen, doch ist in diesem Fall nicht sicher, ob die Sondierung den Untergrund erreichte.

Die Tiefenrinne der Stiefing ist zumindest südlich des Stiefingknies offensichtlich schmal und prägnant und konnte vermutlich nur durch Bohrung X und eine Bohrung des Brückenbaues bei Stiefing direkt erreicht werden. Die Sedimentmächtigkeit beträgt im Bereiche der Rinne 12 bis 13 m, der Einschnitt in den präquartären Untergrund 2 bis 3 m.

Das Gefälle des Untergrundes beträgt im Bereiche der Aufstufe rund 3 %, sinkt jedoch im Bereich der Bohrung III auf unter 1,3 %. Im Bereich der Niederterrasse ist die Tiefenrinne mit 4 bis 4,5 % Gefälle dominierend. Der Anstieg gegen die seitliche Umräumung dürfte meist 5 % übersteigen, worauf auch das Grundwassergefälle hinweist.

Hinzuweisen ist auch auf das flache Abfallen des um 10 m höheren Tertiärsockels der Risterrasse nördlich Stiefing, der 500 m südlich der Terrasse bei Bohrung IX noch festgestellt werden konnte.

### III. Die Lockersedimentfüllung

Die Lockersedimentfüllung setzt sich aus grundwasserführenden Schottern und Deckschichten verschiedener Mächtigkeit und Durchlässigkeit zusammen. Über Mächtigkeit und Aufbau der Schotterschichten geben Bohrprofile (s.d.), über die Beschaffenheit der Deckschichten die Ergebnisse der bodenkundlichen Untersuchung Auskunft. Die Durchlässigkeitswerte des Grundwasserleiters sind aus den Ergebnissen des  $k_f$ -Wert-Untersuchungen, Pumpversuche, Kornverteilungskurven und Bohrprofile zu ersehen.

Die Mächtigkeit der Lockersedimentfüllung wurde anhand von Bohr- und Sondierergebnissen dargestellt. Aus der Differenz zwischen Oberflächen- und Untergrundrelief lassen sich drei Zonen ausscheiden.

1. Die Auzone im Bereiche Trattenfeld, Murwiesen bis zum Terrassenabfall entlang der Straße von Hart nach Haslach mit einer durchschnittlichen Lockersedimentfüllung von 5 bis 7 m Mächtigkeit. Die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schotter beträgt 4 bis 6 m, die der aus Feinsedimenten bestehenden Deckschichten 0,5 bis 2 m.
2. Die Niederterrasse zwischen Hart und Stiefing bzw. zwischen Alla und Haslach, deren Oberfläche 5 bis 7 m über der Aue gelegen ist. Nachdem eine Stufung im Untergrund fehlt, steigt die Mächtigkeit der Lockersedimente auf 11 bis 12 m. Es ist zu unterscheiden zwischen einer 5 bis 7 m mächtigen grundwasserführenden "grauen" Schotterschichte, einer 3 bis 5 m mächtigen "braunen", nicht ausgewaschenen Schotterschichte und einer in diesem Bereich 0,2 bis 0,8 m mächtigen Feinsedimentdecke, welche im Bereiche des Stiefingdammes und in Hangnähe bis auf mehre-

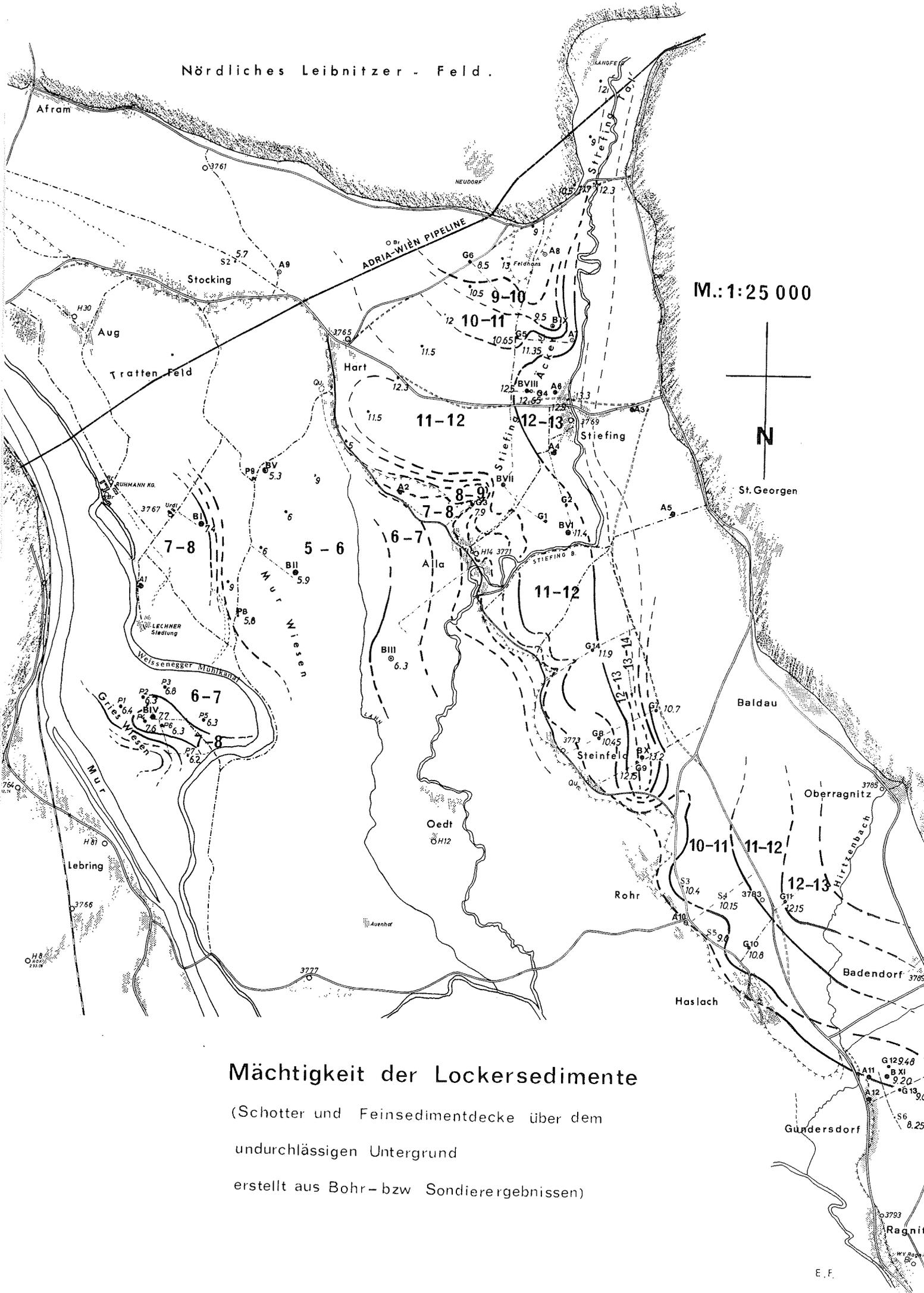
re Meter Mächtigkeit zunimmt.

3. Die Zonen der Tiefenrinnen, welche mit 7 bis 8 m im Bereich der murnahen Rinne und 12 bis 13 m im Bereiche der Stiefingrinnen die größten Lockersedimentmächtigkeiten aufweisen.

Die Zusammensetzung der Schotter weist in genannten drei Bereichen nur wenig Unterschiede auf. Alle Bohrungen und Aufschlüsse zeigen denselben typischen Murtalschotter mit Quarzen, Gneisen, Amphiboliten, Schiefnern u.a.m. als Gesteinskomponenten und als besonderes Merkmal gegenüber den Schottern älterer Terrassen: Kalke. Der Rundungsgrad ist gut, die Verwitterung mit Ausnahme bei Glimmerschiefnern und einzelnen Gneistypen noch wenig fortgeschritten. Der geringe Zersetzungsgrad der Schotter wirkt sich teils auch günstig auf die Qualität des Grundwassers aus, da einerseits die noch nicht gelösten Kalkbestandteile eine entsprechende Härte des Wassers bewirken, andererseits eine Lösung chemischer Bestandteile, wie z.B. Eisen und Mangan, in einem noch geringen Maße erfolgt. Die Zusammensetzung der Schotter nach Korngrößen ist recht unterschiedlich, was aus den Siebanalysen und Bohrprofilen ersehen werden kann. Als wesentlich verdient hervorgehoben zu werden, daß die Tiefenrinne der Stiefing nicht mit jüngeren, aus dem Einzugsgebiet der Stiefing stammenden Sedimenten, sondern mit gut durchlässigen, typischen Murtalschottern aufgefüllt wurde.

Im Vergleich mit anderen im Raume des Leibnitzer-Feldes gewonnenen Bohrerergebnissen fällt auf, daß die Schotter der Aue insbesondere im Bereiche murnaher Rinnenbildungen teils im stärkeren Maße Feinsandanteile und Sandlagen aufweisen als die der Niederterrasse und daß an der Basis der Schot-

Nördliches Leibnitzer - Feld.



Mächtigkeit der Lockersedimente

(Schotter und Feinsedimentdecke über dem undurchlässigen Untergrund  
erstellt aus Bohr- bzw Sondierergebnissen)



terfüllung, insbesondere in Rinnenbereichen häufig gröbere Anteile stärker hervortreten. Der Grobanteil (über 2 cm) kann bis über 40 % steigen, der  $k_f$ -Wert, welcher in den Schottern zwischen  $10^{-3}$  und  $10^{-4}$  cm/sec schwankt, kann in diesen Bereichen bis auf  $10^{-2}$  m/sec steigen. Offenbar folgte den ersten Erosionsphasen eine Akkumulationsphase mit vorwiegend grobem Material. Wenngleich anzunehmen ist, daß im nordöstlichen Leibnitzer-Feld generell gröbere Ablagerungen mit höheren Durchlässigkeitswerten vorliegen, fehlen brauchbare Vergleichswerte aus südlich gelegenen Bereichen.

Als nicht unwesentlich für den Zusammenhang des Grundwasserfeldes, insbesondere die Grundwasserführung im Bereiche der Aue, kann die in Band 20 näher beschriebene Möglichkeit gelten, daß die Schotter der Aue im Leibnitzer-Feld nicht als eigener, jüngerer Akkumulationskörper in die Schotter der würmeiszeitlichen Terrasse eingeschachtelt wurden, sondern daß in beiden Bereichen der ein- und derselbe erosiv gestaltete Schotterkörper vorliegen dürfte.

Unterschiede bestehen hinsichtlich der Deckschichten, was im bodenkundlichen Beitrag näher beschrieben wird.

#### IV. Zur Morphologie der Oberfläche

Die Oberfläche des Grundwasserfeldes, soweit es das in den Kartenblättern 1:25.000 dargestellte Untersuchungsprogramm betrifft, umfaßt 20 km<sup>2</sup>, wovon 9,5 km<sup>2</sup> auf die Niederterrasse und 10,5 km<sup>2</sup> auf die Flächen der Aue entfallen. Die Geländeformung wurde, soweit es aus 60 in einem einheitlichen Netz zusammenhängenden Vermessungspunkten und Meßdaten aus den seismischen Schußlinien möglich war, in einer vereinfachenden Reliefkarte dargestellt, wobei selbstverständlich auf genauere Details verzichtet werden mußte.

Wenn auch die durch einen 4 bis 7 m hohen, teils scharfkantigen, teils verflachten und zerlappten Terrassenabfall getrennten Flächen der Aue und der Niederterrasse mit freiem Auge besehen als völlig ebene Flächen erscheinen, lassen sich auf Grund der zur Verfügung stehenden Höhenpunkte mindestens 8 morphologische Einheiten ausscheiden.

1. Die rezente Aue erstreckt sich als 500 bis 1000 m breiter Streifen zwischen der Linie Trattenfeld-Marwiesen. Das von 2 - 3 m tiefen, meist nur wenigen Metern breiten Rinnen durchzogene Gelände ist stark gegliedert und größtenteils von Auwäldern mit vereinzelt Wiesen und Ackerflächen eingenommen. Die Neigungsverhältnisse der Oberfläche schwanken dementsprechend zwischen 2,0 und 3,5 %.
2. Die subrezente Aue breitet sich in Form eines Schwemmfächers von der Linie Aug-Ruhmann KG - P 8 - Brunnen 3777 gegen den Entwässerungsgraben der Lahn hin aus. Das durchschnittliche Gefälle der weitgehend ebenen, von Äckern eingenommenen Flächen beträgt 2,0 bis 2,7 %.

# RELIEFKARTE der TERRAINOBERFLÄCHE

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1:25000



Vereinfachte Reliefkarte erstellt aus eingemessenen Terrainpunkte.  
des Grundwasserbeobachtungsnetzes

281.80 bis 301.95 absolute Höhe des Terrains

281.80  
3793  
Ragnitz  
WV Ragnitz  
O



3. Vernäbte Depressionen begrenzen die subrezente Aue gegen den Terrassenabfall zwischen Stocking und Alla bzw. zwischen Steinfeld und Haslach. Die vernäbten Randzonen werden zumeist von Auwäldern eingenommen.

Ebenfalls eine ausgeprägte Depression besteht zwischen dem Schwemmfächer der subrezenten Aue und dem Schwemmfächer der Stiefing. In diesem Bereiche sinkt das Gefälle auf 0,6 %. Die zur Vernässung neigenden, teils von Auwäldern eingenommenen Flächen werden von der sogenannten Lahn entwässert.

4. Der Schwemmfächer der Stiefing setzt mit seiner Spitze am Terrassenrand bei der Allamühle an und schiebt sich allmählich verflachend auf die Aue vor. Durch den gegen Südosten fallenden Schwemmfächer der subrezenten Aue wurde die Stiefing am direkten Zufluß zur Mur gehindert und begleitet diese in annähernd paralleler Richtung als typischer, verschleppter Dammfluß. Die Sedimente des Damms sind dem tertiären Hinterland entsprechend fein und erreichen Mächtigkeiten bis über 4 m.
5. Die rund 5 bis 7 m über der Aue gelegenen Flächen der würmzeitlichen Terrasse erstrecken sich als ein 1 bis 2 km breiter, durchwegs von Ackerland eingenommener Streifen zwischen Wurzing und Ragnitz. Reste der ursprünglichen Oberfläche sind nur zwischen Hart und Alla, Steinfeld und Rohr sowie östlich Ragnitz erhalten. Kennzeichen sind hierfür ein geringes Oberflächengefälle (rd. 1,7 %) und eine nur geringmächtige (0,2 bis 0,8 m) Deckschicht aus Feinsedimenten. Der Großteil der ursprünglichen Terrassenfläche ist jedoch von einer aus Hangbereichen oder von der Stiefing stammenden Feinsedimenten

teils großer Mächtigkeit (2 bis 4 m) überdeckt. Die Oberfläche ist in diesen Bereichen 2,5 bis über 5 % geneigt.

6. Die Stiefing stößt im Bereich der Niederterrasse zunächst mit einem relativ schmalen Damm in das Murtal vor, der südlich der Ortschaft Stiefing allmählich in einen breiteren, rund 3 bis 4 % geneigten Schwemmfächer übergeht. Dieser reicht bis nordöstlich von Steinfeld bzw. ist gegen Osten mit randlichen Schwemmfächern verzahnt. Östlich Alla schafft ein rund 250 m breites, 2 bis 3 m eingesenktes Erosionsfeld den Übergang zu dem auf die Aue vorstoßenden Schwemmfächer. Gekennzeichnet ist der Einflußbereich der Stiefing durch eine bis über 4 m mächtige Feinsedimentdecke, welche mit Ausnahme flußnaher, jüngerer und leichter Sedimente, dicht und schwer durchlässig ist.
  
7. Der Terrassenabfall gegen die Aue wird durch Dollen und Trockentälchen teilweise stark gegliedert. Der kleine Talboden der Trockentälchen (nördlich und südlich von Alla) unterschneidet die südliche Böschung. Von diesen Hohlformen schiebt sich ein deutlicher Schwemmkegel auf die Aue vor, also müssen sie während der Bildung der Ausstufe noch aktiv gewesen sein. Andererseits sind die meist mehrere 100 m als flache Einmündung in die Niederterrasse zurückreichenden Talformen dort von Sedimenten jüngerer, vermutlich spätglazialer Schwemmfächer verschüttet worden. Ihrer Form und Lage nach stellen sie am ehesten die Mündungen aller Bachläufe bzw. ihrer Seitenarme dar und zwar zwischen Alla und Rohr solche der Stiefing, bei Haslach eventuell auch des Hiertzenbaches. Es konnte beobachtet werden, daß bei Alla aus dem Bereich einer Delle bei Grundwasserhochstand Grundwasser frei abfloß. Dies

läßt die Möglichkeit zu, daß diese Dellen auch durch Grundwasseraustritte zu Zeiten höheren Grundwasserstandes (Spätglazial ?) aktiviert wurden. Abgesehen von der Frage, ob die Dellen durch Bachläufe primär (Tiefenrinnen?) oder Grundwasseraustritte und Bodenfließen größeren Ausmaßes sekundär entstanden sind, ist ihnen in Hinblick auf eine mögliche bevorzugte Wasserwegigkeit besonderes hydrologisches Interesse zuzuwenden.

8. Die Schlepphänge und Schwemmfächer am Innenrand der Niederterrasse reichen mit Neigungen zwischen 5 und 10 % häufig auf ein Drittel bis zur Hälfte der Terrassenbreite vor. Der geologischen Umrahmung entsprechend bestehen diese aus späteren Phasen der Eiszeit bzw. dem Spätglazial stammenden Sedimentdecken überwiegend aus Feinsedimenten und Lehmen bis zu mehreren Metern Mächtigkeit. Nur wo Seitenbäche z.B. die Schotterbasis älterer quartärer Terrassen bereits angeschnitten haben (östlich Gundersdorf) folgt über der Lehmdecke eine Schotterstreu. Die Schwemmfächer, welche sich vor Afram, St.Georgen, Baldau, Ober-ragnitz und Badendorf ausbreiten, stehen bezüglich ihrer Mächtigkeit in einem deutlichen Mißverhältnis zur Wasserführung der heutigen Gerinne. Sie können, wie auch die durch Bodenfließen entstandenen Schlepphänge, nur durch kaltzeitliche Bedingungen erklärt werden. Die hydrologische Bedeutung dieser Zone liegt in der schweren Durchlässigkeit und starken Wasserrückhaltung dieser Sedimente. Die Verbreitung dieser mit Stiefingsedimenten verzahnten Zone kann gut aus der bodenkundlichen Karte (s.d.) ersehen werden.

### Zusammenfassung

Die kommunale Wasserversorgung des Leibnitzer-Feldes ist, nachdem Quellwasserversorgungen aus der näheren Umgebung auszuschließen sind, ausschließlich auf die Nutzung von Grundwasservorkommen angewiesen. Außer den bereits genutzten und durch Schotterbau und Besiedlung gefährdeten Wasservorkommen bei Leibnitz sind größere Grundwasservorkommen nur im nordöstlichen Leibnitzer-Feld (Raum Wildon - St. Georgen a.d.St. - Ragnitz) und eventuell westlich St. Veit a.V. zu erwarten.

Das Untersuchungsgebiet im nordöstlichen Leibnitzer-Feld umfaßt rund 20 km<sup>2</sup>. Während aus dem relativ schmalen Saum der geologischen Umrahmung höchstens aus einem kleinen Verkarstungsgebiet bei Afram mit stärkerem Zuströmen gerechnet werden kann, ist dieses Gebiet in erster Linie auf die Begleitgrundwasserströme der Mur und der Stiefing sowie die Regeneration aus dem Niederschlag angewiesen.

Untersuchungen des geologischen Untergrundes ergaben, daß die an eine paläozoische Grundgebirgsschwelle gebundenen Leithakalke nur auf den Nordosten des Untersuchungsgebietes beschränkt sind. Von hydrologischer Bedeutung ist jedoch der Nachweis von je einer mur- und stiefingnahen Tiefenrinne und daß eine Stufung des Untergrundes im Bereich des Terrassenabfalles zu fehlen scheint. Daraus ergibt sich, daß im Bereich der 9,5 km<sup>2</sup> umfassenden Terrassenfläche zwischen Stocking - Alla - Ragnitz und St. Georgen a.d.St. insbesondere der Tiefenrinne der Stiefing günstige Voraussetzungen hinsichtlich Grundwasser- und Überdeckungsmächtigkeit bestehen. Die 2 bis 3 m in den undurchlässigen Untergrund eingesenkte Tiefenrinne ist mit gut durchlässigen Murschot-

tern aufgefüllt; gute Durchlässigkeiten liegen möglicherweise auch im Bereiche von als ehemalige Bachläufe oder Grundwasseraustrittsstellen zu deutenden Dellen am Terrassenrand vor. Sowohl im Bereich der Tiefenrinne wie auch im Bereich des bis über die Hälfte der Terrassenfläche einnehmenden randlichen Schwemmfächer und -schleppen ist eine gute, schwer durchlässige Überdeckung gegeben.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Fabiani, Regierungsbaurat  
Referat für Wasserwirtschaftliche  
Rahmenplanung  
Graz, Landhausgasse 7

L I T E R A T U R :

- Fabian, K.: Das Miozänland der Mur und Stiefing bei Graz. Mitt. naturw. Ver. Steiermark, Graz, 1906.
- Fabiani, E.: Die Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze mit Erläuterungen zur geologischen Grundkarte. Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 20/1971.
- Flügel, H.: Die jungquartäre Entwicklung des Grazer-Feldes (Steiermark). Mitt. d. Österr. Geogr. Ges., 102, 1, Wien, 1960.
- Flügel, H. u. Heritsch, H.: Das steirische Tertiärbecken. Sammlung Geologischer Führer Band 47, Berlin-Stuttgart, 1968.
- Kollmann, K.: Jungtertiär im steirischen Becken. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 57, Heft 2, 1964, Wien 1965.
- Kopetzky, G.: Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark. Mitt. Mus. Joanneum, 18, Graz, 1957.
- Niederl, H.: Überraschende Ergebnisse von Grundwasserentnahmen im südlichen Grazer-Feld. Steir. Beitr. zur Hydrogeologie, Graz, 1972.
- Winkler-Hermaden, A. - Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. 1959. Denkschriften Österr. Akad. Wiss.: math.-naturw. Kl. 110, Wien, 1955.
- Zötl, J.: Das Grundwasser im Leibnitzerfeld (Steiermark), Steir. Beiträge zur Hydrogeologie, Graz, 1968.

DIE UNTERSUCHUNGEN IM NORDÖSTLICHEN LEIBNITZER-FELD

von

E. Fabiani.



Im folgenden Beitrag sollen die 1968 - 1973 durch bzw. im Auftrag des Referates für Wasserwirtschaftliche Röhrenplanung im Raume des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes durchgeführten Untersuchungen kurz beschrieben werden.

#### a) Seismische Untersuchungen

Nachdem bei im Frühjahr des Jahres 1969 durchgeführten Besprechungen unter Beiziehung der Universitäts- bzw. Hochschulprofessoren Dr. J. Zötl und Dr. F. Weber der Raum des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes als das aussichtsreichste Hoffnungsgebiet erkannt worden war, wurde zunächst ein Untersuchungsprogramm festgelegt. Nach Sichtung der vorhandenen Unterlagen wurde ein von den Murwiesen in das Stiefingtal reichendes Profil der Rohöl-Gewinnungs-AG. Wien mit 13 je 18 m Tiefe erreichenden Schußbohrungen ein maßgeblicher Ausgangspunkt für die Untersuchungen. Diese Bohrungen deuteten nicht nur das Vorhandensein von Tiefenrinnen mit Schottermächtigkeiten von 11 bis 12 m, sondern auch die Verbreitung von verkarstungsfähigen Leithakalken im Untergrund an.

Durch seismische Untersuchungen kann nicht nur die Tiefenlage des undurchlässigen Untergrundes, sondern bei geeigneten Verhältnissen auch Gesteinsgrenzen festgestellt werden, daher sollte vor der Abteufung von Bohrungen zunächst eine gewisse Vorstellung über die Gestaltung des Untergrundes gewonnen werden. Erst auf Grund dieser Vorergebnisse sollten an geeigneten Punkten Bohrungen abgeteuft werden. Daraufhin sollte eine nochmalige genaue Bearbeitung der seismischen Ergebnisse erfolgen, da für die Auswertung seismischer Untersuchungen das Vorhandensein erbohrter Fixpunkte im Untergrund unbedingt notwendig ist.

Die Durchführung der seismischen Untersuchungen erfolgte nach Sammlung der topographischen und geologischen Unterlagen in den Sommermonaten des Jahres 1968. Es wurden hierbei in 1 km-Abstand 2 rund 3 km lange Schußprofile in Ost-Westrichtung über das Murtal gelegt, die Linie der RAG-Bohrungen überlappendes Querprofil sollte die tiefenmäßige Verbindung mit den Schußbohrungen der RAG schaffen. Es wurden insgesamt 37, rund 1 m tiefe Schußbohrungen in Abständen von 180 m niedergebracht, die Seismogramme wurden durch 12 Geophone ermittelt.

Durchführung und Ergebnisse der Untersuchungen sind in einem eigenen, vom Durchführenden der Untersuchungen, F. WEBER, verfaßten Beitrag beschrieben, weshalb hier auf Details nicht näher eingegangen wird.

Die Voruntersuchungen ergaben eine durchschnittliche Schottermächtigkeit von 7 bis 9 m im Bereiche der Aue und auch eine gewisse Abgrenzung der geologischen Einheiten im Untergrund. Die Lage etwaiger Tiefenrinnen war jedoch, wie spätere Bohrungen zeigten, im Rahmen dieser Voruntersuchungen nicht exakt ermittelbar. Der Grund mag in der nicht mehr genau fixierbaren Lage und einer vielleicht doch zu wenig exakten Tiefenangabe der RAG-Bohrungen zu suchen sein, was zu einer generellen Überbewertung der Schottermächtigkeit führte. Jedenfalls war die Existenz der durch die RAG-Bohrungen vermuteten Riefenrinnen durch die auf Grund der Voruntersuchungen niedergebrachten Bohrungen nicht nachweisbar.

Als wichtiger Hinweis aus den seismischen Voruntersuchungen konnte jedoch die Andeutung einer Tiefenrinne im Bereich der Stiefing gewertet werden, in deren Bereich letztlich auch die erfolgreichen Bohrungen niedergebracht werden konnten.

## b) Die Bohrungen

Genauere Kenntnisse über Mächtigkeit und Aufbau des Schotterkörpers und über die Grundwasserverhältnisse sind nur durch Bohrungen zu gewinnen.

Dem ursprünglichen Untersuchungsprogramm folgend sollten unter anderem nach Vorliegen seismischer Voruntersuchungen zunächst 3 Bohrungen mit einem Durchmesser von 150 mm niedergebracht werden, an geeigneter Stelle sollte zwecks Ermöglichung von Pumpversuchen eine Großlochbohrung, ergänzt durch 18 Pegelbohrungen, niedergebracht werden.

Nachdem das gesamte für das Jahr 1968 vorgesehene Untersuchungsprogramm infolge zu hoher Kosten zunächst nicht im vollen Umfang realisierbar schien, kamen nur Untersuchungsbohrungen mit einem Durchmesser von 150 mm zur Vergabe. Durch ein günstiges Angebot der damit beauftragten Firma Austro-Bohr-Graz konnte der Enddurchmesser der Verrohrung jedoch auf 200 mm erweitert werden. Dieser Durchmesser ermöglicht bereits die Durchführung von Pumpversuchen bis etwa 20 l/sec Entnahme, weshalb letztlich auf die Niederbringung einer Großlochbohrung verzichtet werden konnte.

Die im Zeitraum Oktober bis Dezember 1968 vergebenen Bohrarbeiten wurden mit einem Bohrgerät Type Grelius im Drehschlagbohrverfahren mit hydraulischem Bohrrohrvortrieb durchgeführt, der Bohrdurchmesser betrug jeweils 300 mm. Die Verrohrung erfolgte mit Schlitzbrückenfilterrohren  $\varnothing$  200 mm, die Verkiesung nach Berechnungen von E. NEMECEK mit einer Körnung von 7 bis 15 mm Durchmesser.

Zunächst wurden nach Vorschlägen von Univ.-Prof. J. ZÖTL drei Bohrpunkte in Abständen von 600 bis 700 m entlang

einer auf Grund von seismischen Voruntersuchungen vermuteten Achse einer Tiefenrinne niedergebracht.

#### Bohrung I:

Die nördlichste der drei Bohrungen südöstlich der sogenannten Trattenmühle (Ruhmann KG.) erreichte den aus stark verwitterten, grauem blättrigem Phyllit bestehenden Untergrund in 7,4 m Tiefe. Einer 1,7 m mächtigen Überdeckung durch relativ gut durchlässige Feinsedimente der Austufe folgt ein überwiegend aus gröberen Anteilen bestehender Schotterkörper. Steine mit 15 bis 25 cm Durchmesser nehmen einen relativ hohen Anteil ein. Ab 2,4 m sind die Schotter grau und gut ausgewaschen, insbesondere der Bereich zwischen 3,4 und 8,4 m weist nur wenig Feinanteile auf. Überwiegender Bestandteil der Schotter sind Gneise, Quarze und Amphibolite, die Zone zwischen 3,4 und 8,4 m zeigt jedoch auch einen hohen Anteil an Kalken. Im Sandanteil überwiegen relativ scharfkantige Quarze. Nähere Angaben sind dem Bohrprofil zu entnehmen.

Das erschrotete Wasser war nach Abteufen der Bohrung hart, schwach aggressiv und wies bis auf eine leicht erhöhte Keimzahl keine ungünstigen Werte auf. Über die chemisch-bakteriologischen Eigenschaften des Grundwassers wird in einem eigenen Beitrag berichtet. Eine gewisse Eignung für eine Grundwassererschließung ist in diesem Bereiche, trotz der relativ geringmächtigen Überdeckung gegeben, doch konnte auf Grund der exponierten Lage bisher kein Pumpversuch an dieser Bohrung durchgeführt werden.

#### Bohrung II:

Wurde im Zentrum der Murwiesen abgeteuft. Sie erreichte bereits in 5,9 m gelbbraune, zwischen 7,2 und 8,1 m mit blaugrauen Tegeln vermengte Lehme. Die Deckschichte be-

## BOHRUNG I Aug, SE Trattenmühle

## BOHRUNG II Murwiesen

Grst. Nr.: 769 KG.: Stocking Besitzer: Urdl

Grst. Nr.: 767/1 KG.: Stocking Besitzer: Poc

Terrain: 289,53 RohrOK.: 290,47 Basis: 282,1 m

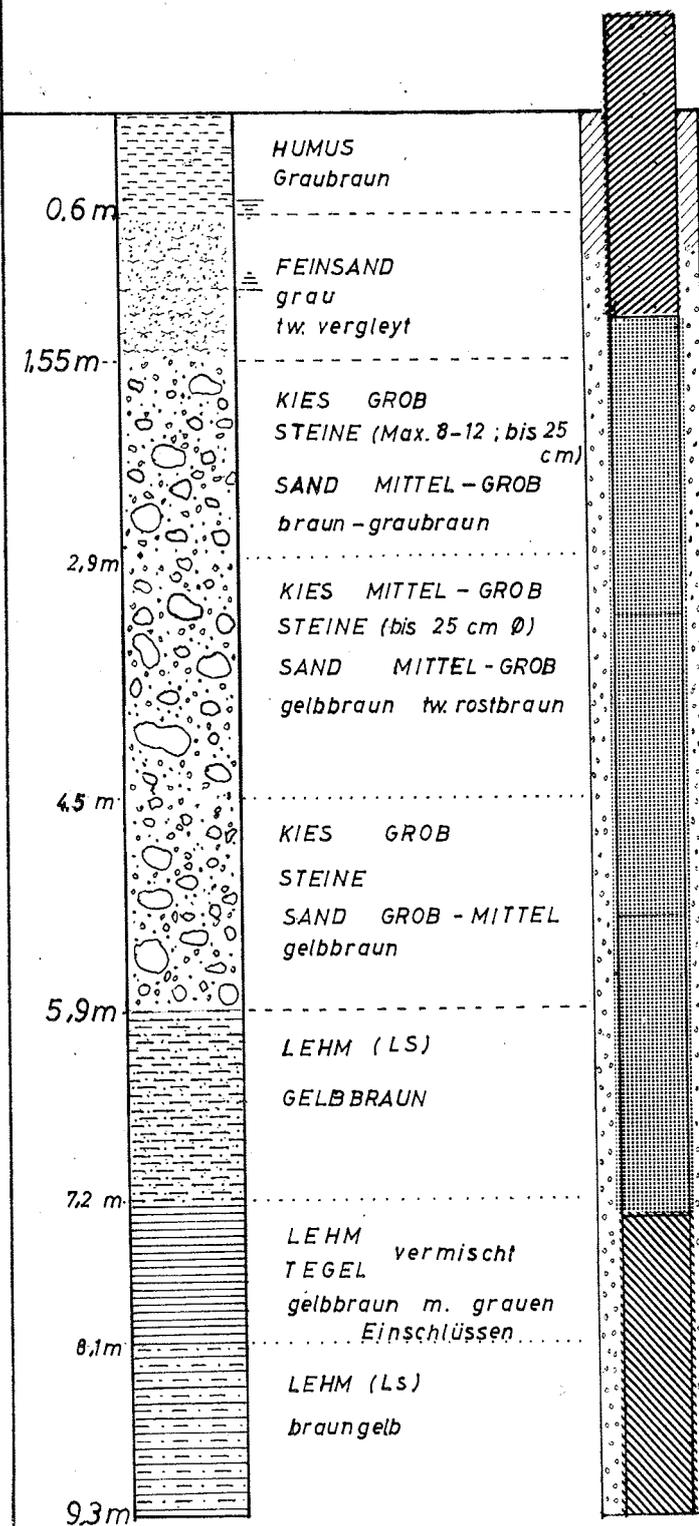
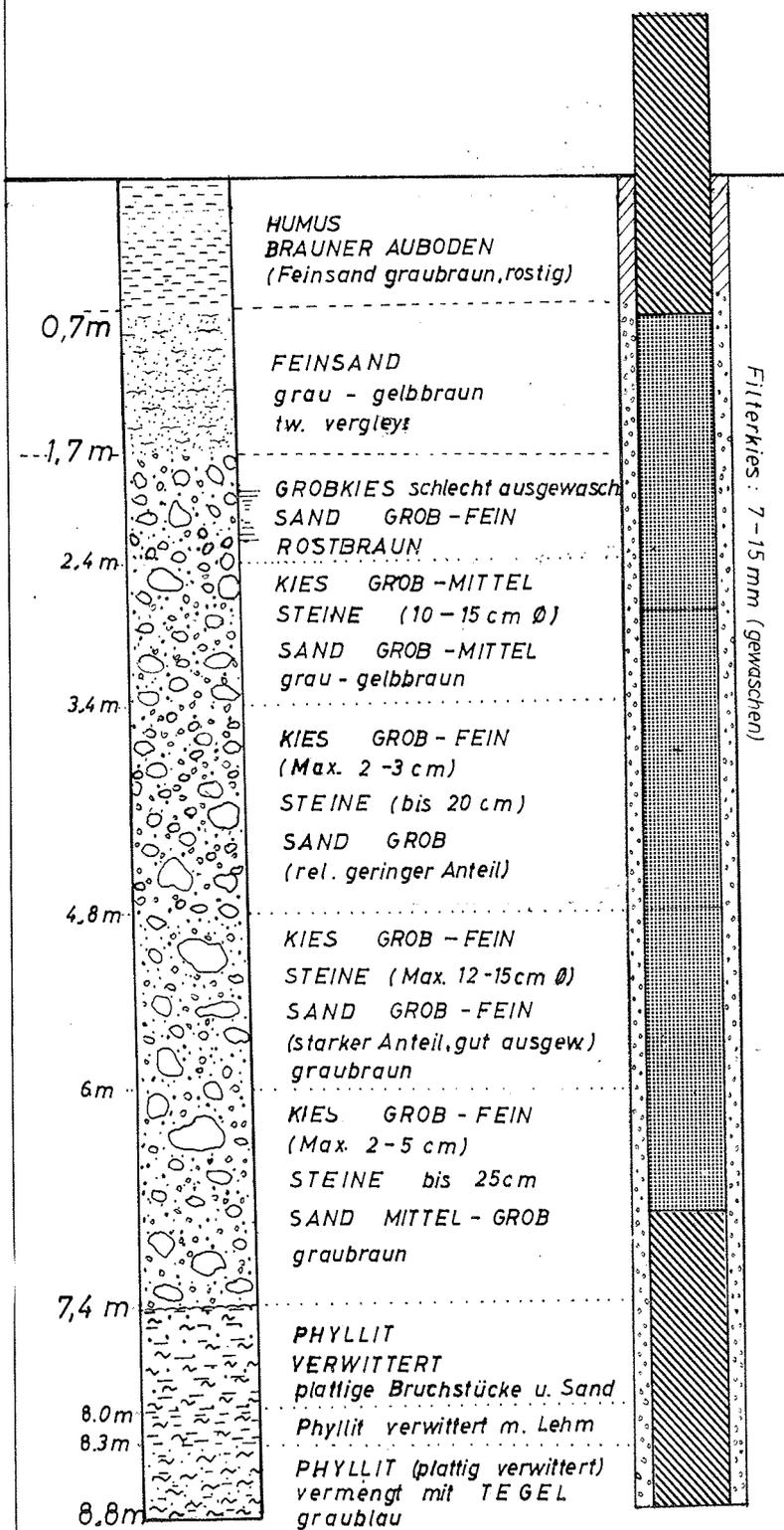
Terrain: 287,99 ROK.: 288,67 Basis: 282,1 m

Grundwasser in: 0,8-2,32 m u.T. Mächtigkeit: 5,1-6,6

Grundwasser in: 0 - 1,15 m u.T. Mächtigkeit: 5,0

im Mittel: 1,96 m 546 m

im Mittel: 0,56 m 5,32 m





steht aus 1,5 m mächtigen Feinsedimenten der Aue, welche deutliche Vergleyungsspuren aufweisen. Das Grundwasser reicht nämlich zeitweise bis an die Oberfläche und, wenn auch der relativ grobe Schotterkörper trotz geringer Mächtigkeit noch akzeptable Ergiebigkeiten vermuten ließe, sprechen die durch die seichte Grundwasserspiegellage bedingten schlechten chemisch-bakteriologischen Eigenschaften (erhöhter Eisengehalt, starke organische Belastung, Keimzahlen bis über 3000) gegen eine Verwendbarkeit des in diesem Raume erschroteten Grundwassers.

#### Bohrung III:

Die relativ geringste Schottermächtigkeit erreichte die südlichste der drei Bohrungen, welche bereits im Bereich des aus schluffigem Feinsediment bestehenden Schwemmfächers der Stiefing abgeteuft wurde. Die deutlich von Vergleyungserscheinungen geprägte Feinsedimentdecke erreicht eine Mächtigkeit von 2,4 m. Der in 6,3 m Tiefe durch wasserundurchlässige, blaugraue, tertiäre Tegel begrenzte Schotterkörper (ab 3,2 m, grob und gut ausgewaschen) erreicht nur mehr eine Mächtigkeit von 3,9 m. Ein deutlicher Anstieg des Wasserspiegels während der Bohrung im Bohrröhr weist auf ein leicht gespanntes Grundwasser hin. Infolge der schlechten Ergebnisse wurde die Bohrung nur mit 2" verrohrt und als Grundwasserbeobachtungspegel verwendet.

#### Bohrung V:

Dasselbe Schicksal erlitt die Bohrung V, welche noch im Hinblick auf eine vermutete Tiefenrinne südlich Hart niedergebracht wurde. Da der schlecht überdeckte, bis 2,4 m rostigbraune Schotterkörper nur bis 5,3 m reichte, wo bereits blaugraue Tegel anstanden und das Grundwasser über-

aus seicht lag (rund 1,4 m) wurde auch diese Bohrung nur mit 2" verrohrt.

Die Versuche, die auf Grund der RAG-Bohrungen vermutete Tiefenrinne im Bereiche der Aue zu erbohren, mußten als gescheitert angesehen werden, auch war wegen der seichten Grundwasserspiegellage in diesem Raume eine Fortführung der Untersuchungen wenig sinnvoll.

Überlegungen des Verfassers führten schließlich zur Abteufung zweier weiterer Bohrungen.

#### Bohrung IV:

Wurde im Bereich der sogenannten Grieswiese, zwischen Mur- und Weißnegger Mühlkanal abgeteuft. Diese Bohrung erreichte, wie sich durch anschließend niedergebrachte Sondierbohrungen herausstellte, in 7,75 m die Basis einer in paläozoischen Phylliten eingesenkten Tiefenrinne. Die aus sandigem Feinmaterial bestehende Überdeckung zeigt zwar wenig Schutzwirkung für das in rund 2 m Tiefe relativ seicht liegende Grundwasser, doch wird das Gebiet überwiegend von Auwäldern und Wiesen eingenommen. Die grauen bis graubraunen Schotter dieser Bohrung weisen einen hohen Feinanteil auf, Lagen von 20 bis 30 cm Stärke werden ausschließlich von Sanden eingenommen. Wie ein später durchgeführter Pumpversuch zeigte, sind eine größere Belastung und das Erreichen größerer Ergiebigkeiten in diesem Raume möglich.

Auffallend bei dieser Bohrung ist jedoch ein sehr hoher Mangangehalt, der - wie Untersuchungen an nahegelegenen Pegelrohren zeigten - einerseits in seiner Ausbreitung beschränkt, andererseits in seiner Intensität jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sein dürfte.



Acht in der Folge niedergebrachte Pegelbohrungen gaben über den Untergrund und die Grundwasserverhältnisse ein recht gutes Bild. Als wesentliche Ergebnisse sind das Vorhandensein der bereits erwähnten Tiefenrinne und die Feststellung eines offenbar mit dem paläozoischen Aufbruch beim Kraftwerk Lebring zusammenhängenden Gesteinsrückens zu nennen. Dieser unterirdische Rücken, welcher westlich P 7 durch eine Sondierung in 3,3 m Tiefe erreicht wurde, ist für die Grundwasserrichtung und nicht zuletzt für die Situierung eines etwaigen Grundwasserbrunnens in diesem Raume von ausschlaggebender Bedeutung, da die auf Grund der Einzugsparabeln von B IV geforderte Verlegung gegen Südwesten durch diesen Rücken beschränkt wird. Die Fortsetzung der Tiefenrinne gegen Süden wird durch eine Bohrung der Fachabteilung IIb (Brückenbau) an der Mühlgangbrücke südlich Lebring angedeutet, welche in 8,15 m Tiefe den undurchlässigen Untergrund noch nicht erreichte. Hingewiesen werden sollte auch auf eine östlich des Bohrbrunnens durch Sondierungen angetroffene verhärtete Schichte, welche ca. 2 m Mächtigkeit erreicht und sich offenbar auch hinsichtlich der Durchlässigkeit beim Pumpversuch auswirkte. In der gegenwärtigen Situierung wäre der Brunnen auf Grund chemischer Befunde ohne Aufbereitung trotz großer Ergiebigkeit nur für Nutzwasserzwecke geeignet.

#### Bohrung VI:

Das mit Abstand beste und einzig wirklich zufriedenstellende Ergebnis der ersten Untersuchungsserie wurde mit einer in der Stiefingschleife südlich der Ortschaft Stiefing bei St. Georgen niedergebrachten Bohrung erreicht. Diese Bohrung erreichte mit einer Gesamtteufe von 11,4 m sichtlich den Bereich einer der Stiefing zuzuordnenden Tiefenrinne. Die lehmig-sandigen, überaus dichten, im Bereich der Bohrung 2,4 m mächtigen Stiefingsedimente bieten einen vor-

züglichen Oberflächenschutz. Es folgt ein ebenfalls 2,5 m mächtiger, brauner, nicht ausgewaschener Schotterkörper, ab 5 m Tiefe folgen gut ausgewaschene mit einem Anteil von 22 % über einem Durchmesser von 6 cm als relativ grob zu bezeichnende, grundwasserführende Schotter. Es sind typische Murtalschotter mit der bereits beschriebenen Zusammensetzung. Die Durchlässigkeit ist mit Werten von  $1 \cdot 10^{-2}$  bis  $5 \cdot 10^{-3}$  als sehr gut zu bezeichnen. Der undurchlässige Untergrund besteht aus graublauen Tegeln.

Nachdem im Jahre 1969 an den Bohrungen IV und VI je ein 100-stündiger Pumpversuch durchgeführt worden war, wobei insbesondere für Bohrung VI günstige Ergebnisse erzielt wurden, wurde im Jahre 1970 mit der Erschließung des Raumes im Bereiche der Terrasse zwischen St. Georgen a.d. Stiefing und Ragnitz fortgeföhren:

Da man in erster Linie darnach trachten mußte, die vermutete Tiefenrinne der Stiefing zu erreichen, wurde, um Fehlschläge zu vermeiden, ein neuer Weg eingeschlagen. Mittels eines Vibrationshammers wurde an 17 Punkten (G 3 bis G 14, S 1 bis S 6) Rammsonden bis zum undurchlässigen Untergrund niedergebracht. Erst auf Grund dieser Ergebnisse wurden die Bohrpunkte ausgewählt.

Die Bohrungen wurden von der Firma Wolf-Pichler, Tiefbohrungen und Brunnenbau, Graz, im Dreh-Schlagbohrverfahren durchgeführt. Der Durchmesser der Bohrungen betrug jeweils 340 mm, der der Endverrohrung mit Schlitzbrückenfilterrohren 200 mm. Das Korn des Filterkieses betrug nach Berechnungen von E.NEMECEK 6 bis 8 mm und 8 bis 12 mm. Die Bohrungen wurden nach Gesichtspunkten der räumlichen Zuordnung bezeichnet, werden hier jedoch nach der Reihenfolge ihrer Abteufung beschrieben.

### Bohrung X:

Als erste Bohrung wurde auf Grund der Vorsondierungen die als Bohrung X bezeichnete Bohrung östlich Steinfeld niedergebracht. Diese Bohrung scheint nicht nur mit einer Teufe im Quartär von 13,2 m die Tiefenrinne an ihrem tiefsten Punkt erreicht zu haben, sondern durch durchhörtere nach einer 0,30 m mächtigen Schichte festgelagerter blaugrauer Tegel auch noch eine 3,5 m mächtige, großteils aus Sanden und Feinkieseln zusammengesetzte Schichte, die dem Tertiär zugerechnet werden muß. Die Gesamtteufe der Bohrung beträgt demnach 17 m, wobei jedoch die Bedeutung der 3,5 m mächtigen tertiären Schottererschichten ohne entsprechende Untersuchungen nur schwer eingeschätzt werden kann. Vermutlich hat diese nur eine geringe Ausdehnung und keilt in geringer Entfernung aus. Ein vom Bohrmeister beobachteter leichter Anstieg des Wasserspiegels im Bohrröhr bei Erreichen dieser Schichte könnte darauf hindeuten, daß die Schichte grundwasserstromaufwärts auskeilt und dort mit dem Grundwasserkörper in Verbindung steht, was durch eine dadurch bewirkte Einzugsgebietserweiterung sicherlich als günstig zu werten wäre. Die Überdeckung des Grundwassers durch eine bis 2 m Tiefe reichende, schwer durchlässige Lehmschichte und bis 4 bis 5 m Tiefe reichende unausgewaschene Schotter ist sicher als ausreichend zu betrachten. Allerdings keilt in diesem Bereich die vom Schwemmfächer der Stiefing ausgehende Deckschichte bereits aus und in nächster Umgebung treten bereits mehrfach Schotter an die Oberfläche. Die grundwasserführende, rund 9 m mächtige Schottererschichte weist wechselnde Schichten von gröberen und an Feinanteilen reicheren Schottern auf. Auffallend ist eine gut ausgewaschene an Grobkies (40 %) reiche Schichte zwischen 7 und 10 m, während sonst mittlere Korngruppen überwiegen. Die Ergebnisse eines Pumpversuches wie auch die chemisch-bakte-

riologischen Untersuchungen bestätigen die günstige Situation dieses Untersuchungsbrunnens.

Bohrung IX sollte die Einmündung des Stiefingtales in das Murtal erfassen. Obwohl eine in unmittelbarer Nähe niedergebrachte Sondierung (S 1) mit einer Tiefe von 11,35 m den Bereich der vermuteten Tiefenrinne erreichte, verblieb diese Bohrung nach bereits 9,5 m in tertiärem Tegel. Es handelt sich hier offensichtlich um den Ausläufer des um rund 10 m höheren Tertiärsockels der Ribterrasse beim Gehöft Feldhans, welcher als schmaler Sporn Mur- und Stiefingtal bis in den Bereich von B IX unterirdisch trennt. Da bei dieser Bohrung nach einer 4 m mächtigen Lehmschichte von Stiefingsedimenten nur noch ein wasserführender Schotterkörper von 5,5 m bei einer mittleren Grundwassermächtigkeit von 2,9 m verblieb, wurde diese Bohrung nur mit 2" verrohrt und als Grundwasserbeobachtungsstelle ausgebaut. Es verdient erwähnt zu werden, daß es sich trotz teilweiser Zuordnung zum Einzugsgebiet des Stiefingbaches um gut ausgewaschene, in ihrer Zusammensetzung typische Murtal-schotter handelt. Diese reichen, nach Bohrergebnissen der RAG (F 290, F 291) und des Brückenbaues an der Stiefingbrücke der Landesstraße 84 bei Neudorf zu schließen, noch in das untere Stiefingtal hinein, was für die Grundwasserführung dieses Talabschnittes von Bedeutung ist. So erreichten die Bohrungen an der Stiefingbrücke der L 84 nach einer Überdeckung von 4 bis 5,8 m noch einen Schotterkörper von 6,5 bis 7,8 m Mächtigkeit und auch die nördlich situierten RAG-Bohrungen durchfuhren bei Gesamtmächtigkeiten von 10 bis 12 m noch einen 4 bis 6 m mächtigen Schotterkörper.

# BOHRUNG X

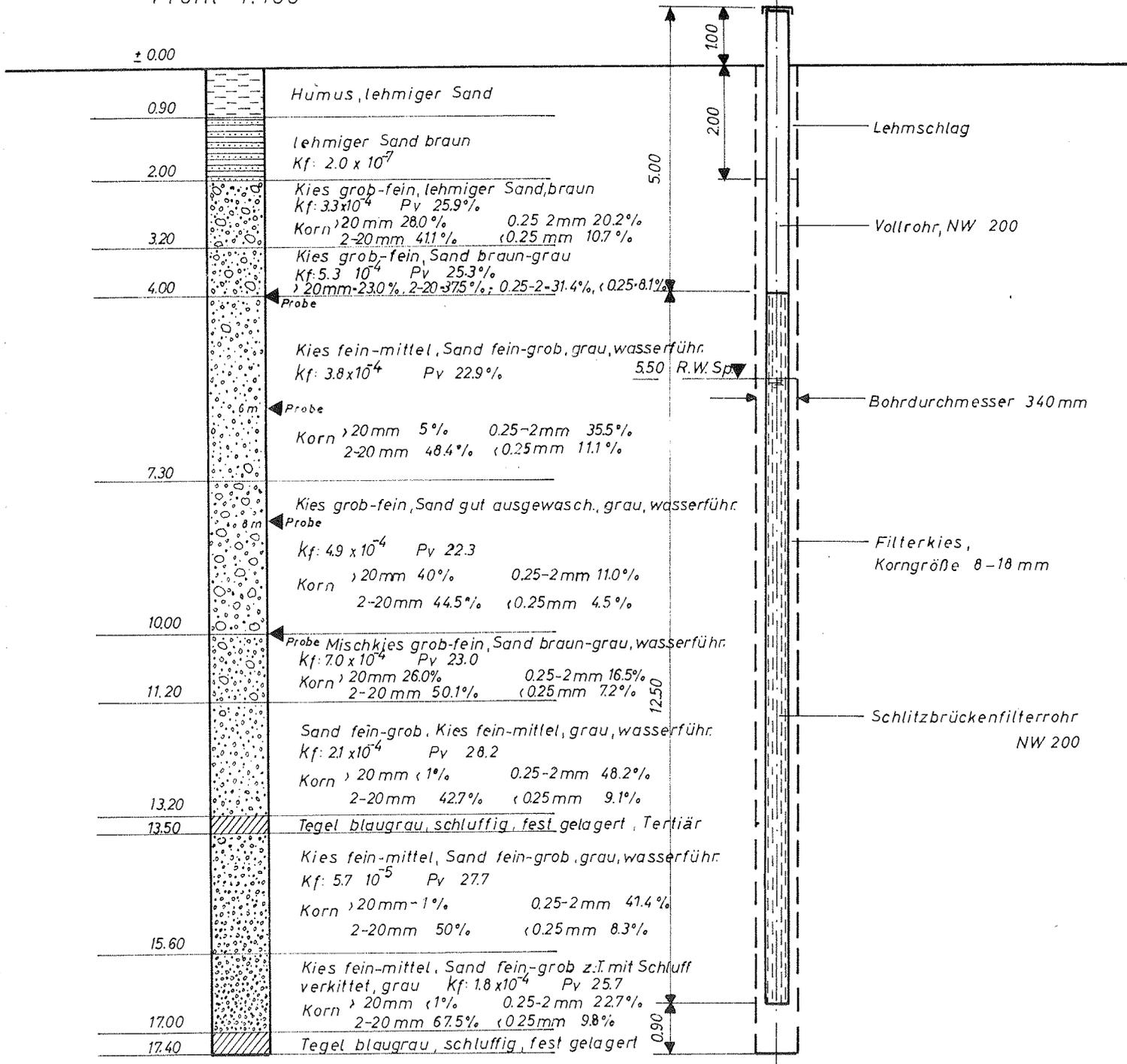
östl. Steinfeld b. St. Georgen

Grst.Nr: 607 Kg: St. Georgen Besitzer: Tatzl Vogeljäger  
 608/1 : Schuchlenz  
 Terrain 289.36 Rok 290.28 Basis 276.16

Grundwasser in 5.64-377m Gw.-Mächtigkeit 943-756 m  
 Mittel: 5.0 m +3.5m im Tertiär  
 Mittel: 8.2 m

Profil 1:100

Ausbau 1:50 100





# BOHRUNG IX

nördl. Stiefing

Grst.Nr. 616 Kg Hart

Besitzer: Siener

Terrain 295.57

Rok 296.4

Basis 286.07

Grundwasser in 7.79-336 m

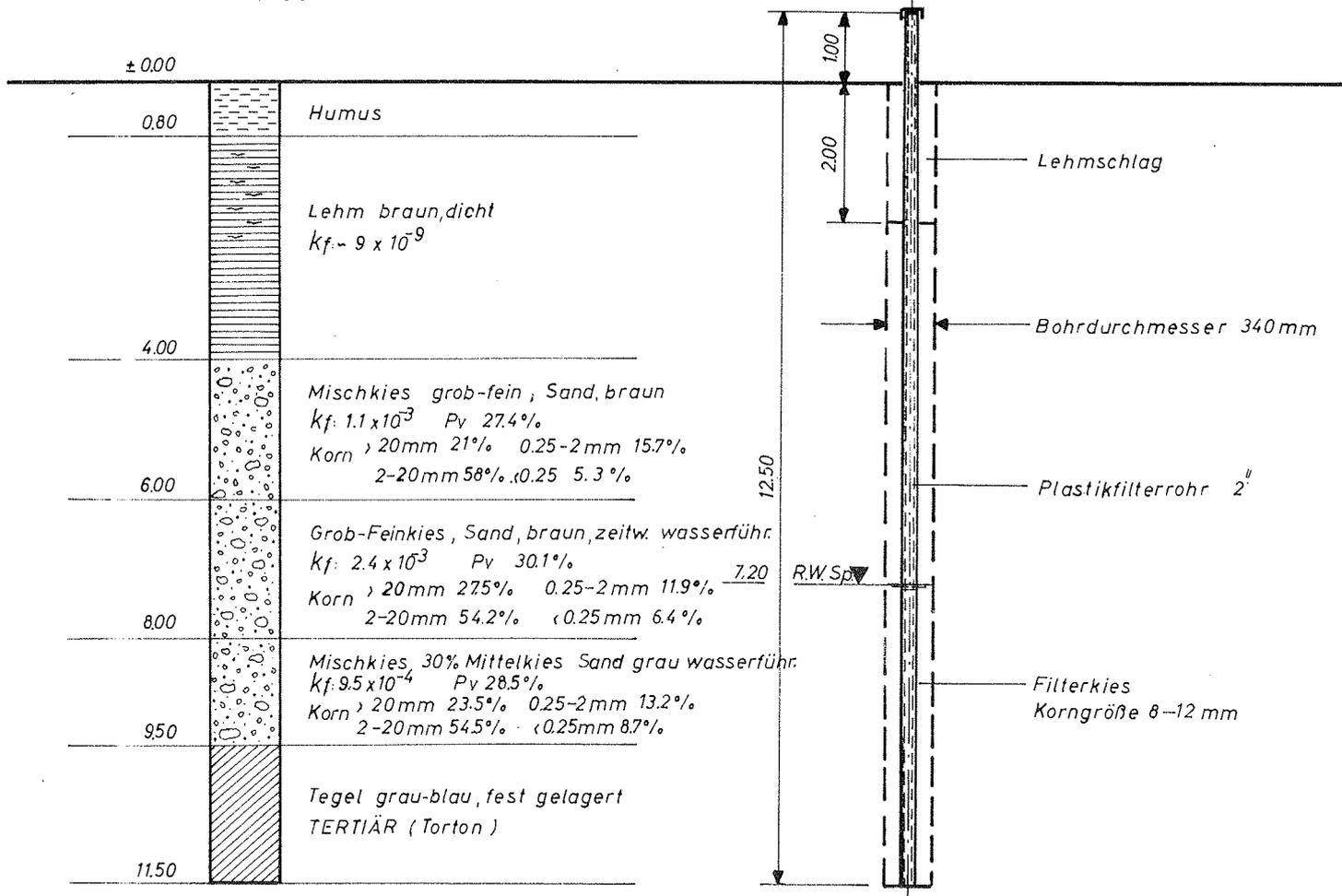
Gw-Mächtigkeit 6.14-1.71

Mittel: 6.6 m

2.9 m

Profil 1:100

Ausbau 1:50/100





Bohrung VIII:

Um die Stiefingrinne bei ihrem Austritt in das Murtal und somit das Zusammentreffen der beiden Grundwasserströme doch noch zu erfassen, wurde 400 m südlich eine weitere Bohrung, B VIII, abgeteuft. Obwohl aus hygienischen Gründen ein Abstand von der Stiefing von 250 m gewahrt wurde, scheint mit dieser Bohrung die Tiefenrinne zumindest randlich erfaßt worden zu sein. Die unmittelbar neben der 12,65 m Tiefe erreichenden Sondierung G 4 niedergebrachte Bohrung erreichte den tertiären Tegel immerhin erst in 12,5 m Tiefe. Als positiv hervorzuheben ist die aus schluffigem Feinsand bestehende Überdeckung, welche dem Schwemmfächer der Stiefing angehört. Sie erreicht bei der Bohrung bereits 3,8 m Mächtigkeit und steigt gegen die Stiefing dammförmig an. Mehrere Meter tiefe Baugruben beim Gehöft Hofstätter und bei den Fundamentierungen der Stiefingbrücke der Landesstraße 140 verblieben in dichtem gelbbraunem Lehm. Eine an der neuen Brücke der Landesstraße 140 niedergebrachte Bohrung erreichte nach einer 3,6 m mächtigen Deckschichte und einer 9,3 m mächtigen, nach unten immer gröber werdenden Schotter-schichte in 12,9 bzw. nach einer Verwitterungsschichte von 40 cm in 13,3 m den tertiären Tegel.

An der 8,7 m mächtigen, grundwasserführenden Schotter-schichte der Bohrung VIII fällt eine deutliche Zunahme der Grobanteile gegen die Basis hin auf. Einer im Schwankungsbereich des Grundwassers gelegenen, schlecht ausgewaschenen, überwiegend aus Feinkies und Sand bestehenden Schichte (3,4 bis 6,8 m) folgen gut ausgewaschene, bunte Schotter, welche gegen die Basis hin immer gröber werden.

Dies bedeutet, daß die Ergiebigkeit des Brunnens nach unten, also mit der Entfernung von der Oberfläche, zunimmt, was sicher als günstig gewertet werden kann und einen entsprechenden Ausbau erfordert.

Bohrung XI wurde in einem östlich von Gundersdorf gelegenen Grundwasserfeld niedergebracht, welches in seinem südlichen Teil bereits durch die Ortswasserversorgung von Ragnitz erfolgreich genutzt wird und auf Grund von Sondierbohrungen noch nutzbare Reserven verspricht.

Die Mächtigkeit der Lockersedimente beträgt in diesem Raume zwar nur um 9 m, doch erreicht der Grundwasserkörper noch eine nutzbare mittlere Mächtigkeit von gut 5 m. Die 6,4 m mächtige, gegen die Basis hin wiederum gröber werdende Schotterschichte wird von einer 2,8 m mächtigen, überaus dichten und zähen Feinsedimentdecke abgedeckt. Die aus Kollovien des Hanges und dem Schwemmfächer des Sallabaches bestehende Lehmschichte nimmt gegen Osten an Mächtigkeit zu, die Gesamtüberdeckung des Grundwassers beträgt bei Badendorf bereits 11,5 m, wodurch trotz der Nähe der Ortschaft Badendorf ein sehr gut geschütztes Einzugsgebiet vorliegt.

#### Bohrung VII:

Nachdem bei Bohrung IX die erhoffte Tiefe nicht erreicht wurde, konnte noch eine weitere Bohrung abgeteuft werden. Da über dem Raum zwischen Stiefing und der Ortschaft Alla noch jede Kenntnis fehlte und praktisch eine Lücke zwischen den zu erwartenden Einzugsparabeln der bestehenden Brunnen darstellte, wurde dieses Gebiet für eine weitere Bohrung ausgewählt. Die erreichte Teufe von 11,7 m bis zum Tertiär ging über die Erwartungen hinaus. Eine offenbar breite Entwicklung der Tiefenrinne oder ein Seitenarm

# BOHRUNG VIII

westlich Stiefing

Grst.Nr. 232 1 Kg. St. Georgen

Besitzer: Hofstätter

Terrain 294.80

Rok. 295.50

Basis 282.30

Grundwasser in 7.31–3.19m

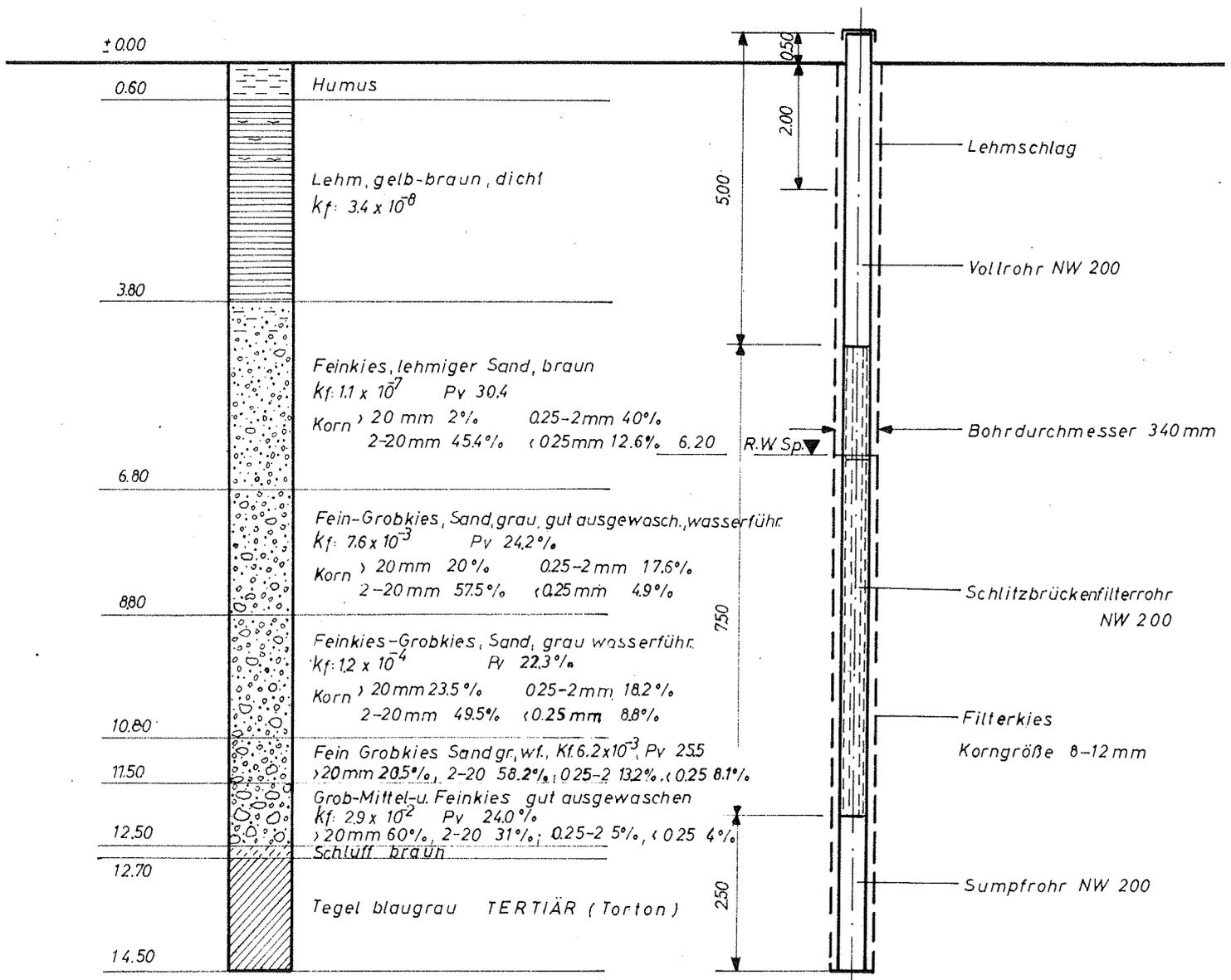
Gw.Mächtigkeit 9.31–5.19 m

Mittel: 6.2 m

6.3 m

Profil 1:100

Ausbau 1:50/100





# BOHRUNG XI

östl. Gundersdorf

Grst. Nr.: 311/2

Kg: Ragnitz

Besitzer: Urdl

Terrain 285.30

Rok 286.28

Basis 276.10

Grundwasser in 4.69 - 2.92m

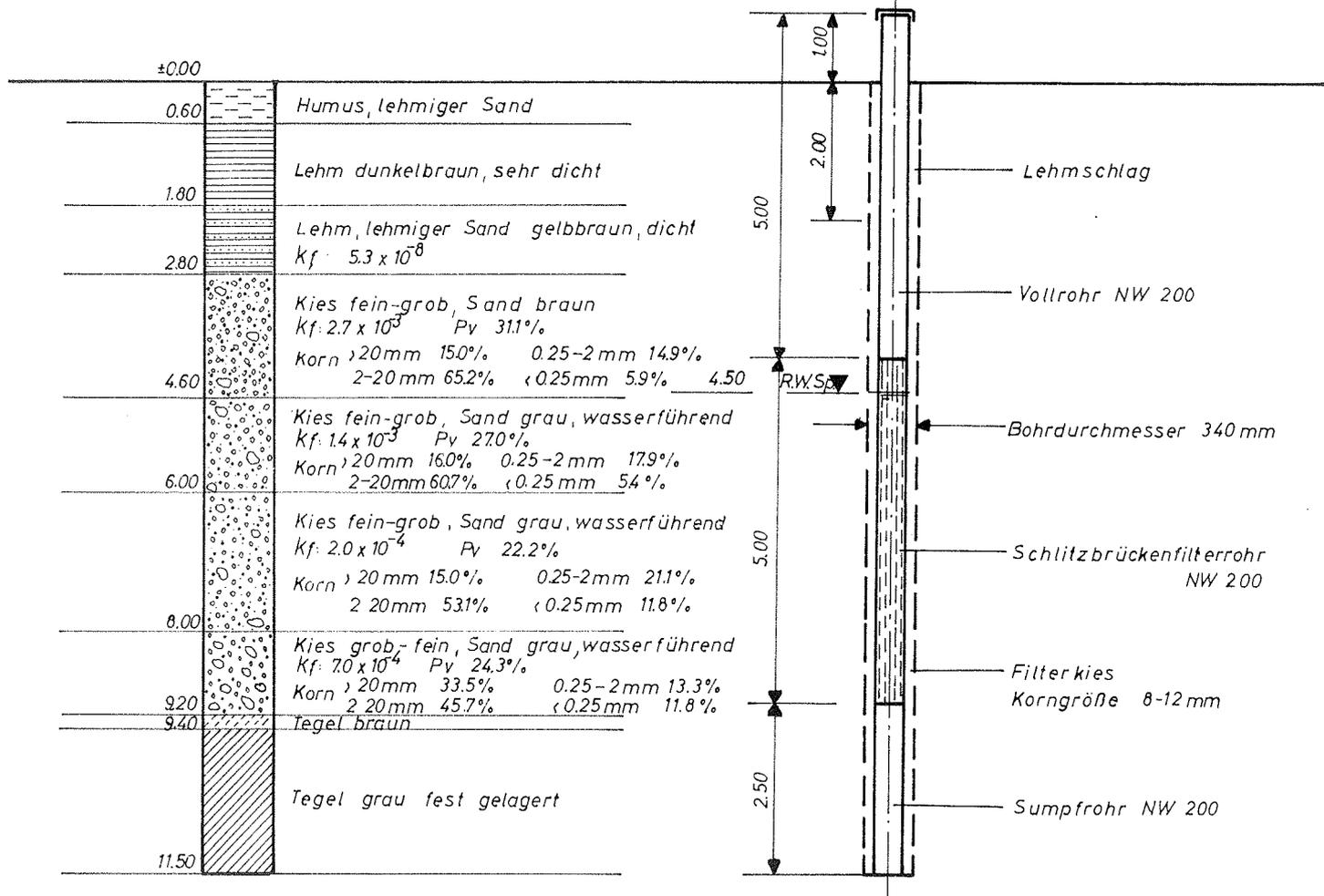
Gw-Mächtigkeit 4.51 - 6.28 m

Mittel: 4.08 m

5.1m

Profil 1:100

Ausbau 1:50/100





# BOHRUNG VII

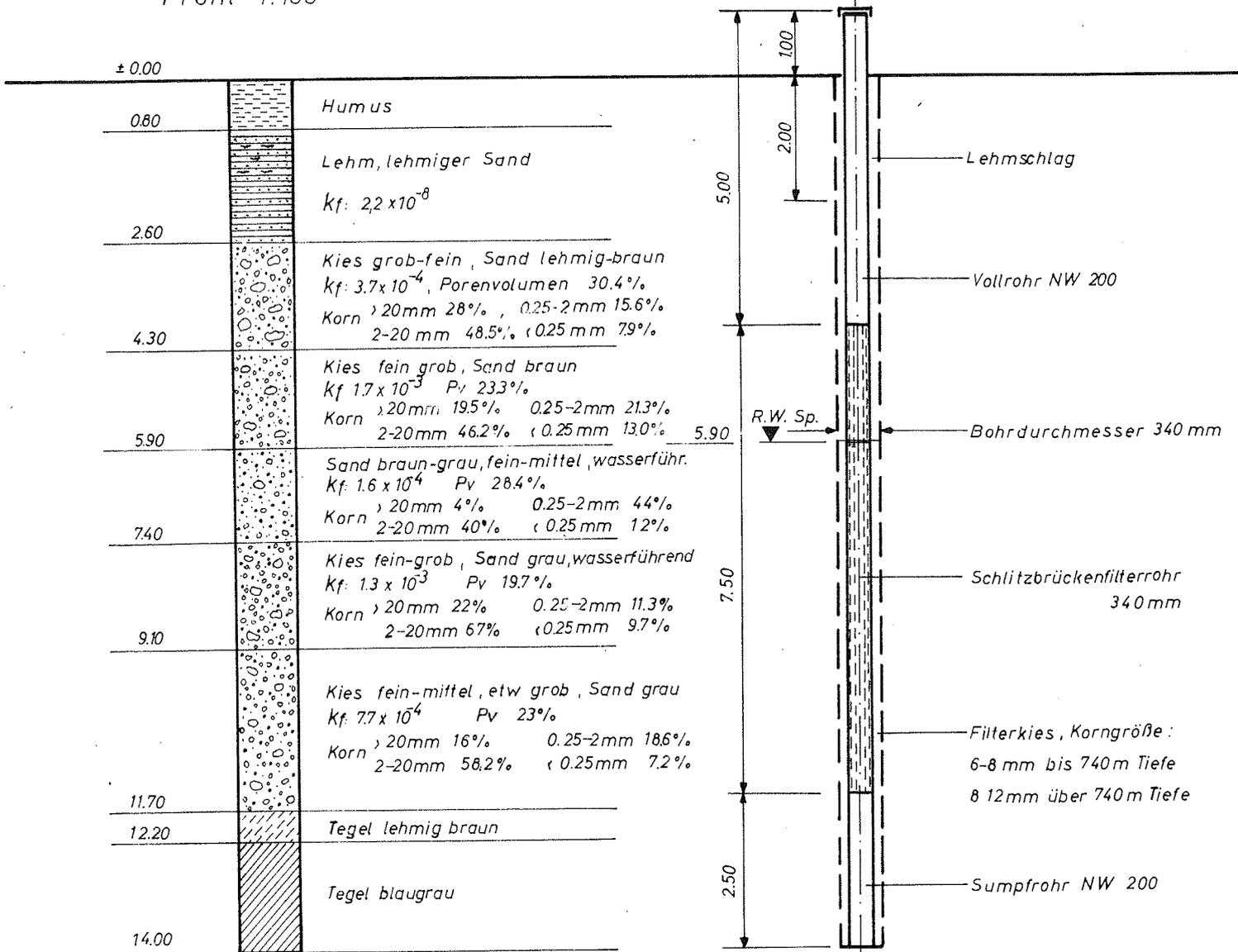
östl. Alla

Grst. Nr. 261/2 Gde. St. Georgen ad. Stiefing Besitzer: Leber  
 143 Hart Hackel  
 Terrain 293.59 Rok. 294.41 Basis 281.89

Grundwasser in: 6.66-2.91m Gw.-Mächtigkeit: 8.79-5.04 m  
 Mittel: 5.62 m 6.1 m

Profil 1:100

Ausbau 1:50/100





in diesem Bereich, wie auch der Aufbau des Schotterkörpers lassen eine Grundwassererschließung in diesem Raume durchaus noch als möglich erscheinen. Die schwer durchlässige Feinsedimentdecke des Stiefingbaches keilt in diesem Bereiche bereits aus und ist nicht mehr so hochwertig wie bei stiefingnahen Brunnen. Die Überdeckung des Grundwassers kann jedoch mit einer Gesamtmächtigkeit von 5 bis 6 m bei mittlerem Grundwasserstand noch durchaus als ausreichend angesehen werden.

Abschließend sei bemerkt, daß an sämtlichen Brunnen der Niederterrasse brauchbare chemisch-bakteriologische Eigenschaften festgestellt werden konnten. Von Interesse wäre sicher noch eine Untersuchungsbohrung im Einflußbereich des Karstgebietes nördlich von Stocking, doch mußten die dafür notwendigen Sondierungen wegen zu harter Bodenschichten aufgegeben werden.

Die nachstehend angegebenen Daten über die Sondierbohrungen im Bereiche der Niederterrasse geben zwar keine mit echten Bohrprofilen vergleichbaren Werte, doch können teilweise auch aus dem Bohrfortschritt Rückschlüsse über die Zusammensetzung des Untergrundes getroffen werden. Die Tiefenlage des tertiären Untergrundes war in den meisten Fällen recht exakt ermittelbar und liegt, da an der Basis häufig auftretende Verfestigungen und Verwitterungsschichten nicht mehr durchörtert werden konnten, oft eher einige Zentimeter tiefer. Als Grundwasserstand wurde jeweils der zur Zeit der Bohrung angetroffene angegeben. Genauere Grundwasserdaten sind aus den entsprechenden Kartenbeilagen zu entnehmen.

Sondierbohrungen 1970, Bohrberichte

PEGELBOHRUNG G 3

gebohrt am 19.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: ROK: 1) 291,10  
Terrain: 290,35  
Terrassenoberkante: 292,66  
Basis: 282,45

Lage: in Delle nördlich Alla beim Ende der Buschreihe

Grundeigentümer: Hackl, Alla

Vorbohrung: 7,90

Bohrfortschritt: 0,0 - 1,3 sehr leicht  
1,3 - 1,5 mittel-schwer  
1,5 - 1,9 mittel-leicht  
1,9 - 3,0 teilw. schwer  
3,0 - 4,3 leicht bis mittel  
4,3 - 4,8 teilweise schwer  
4,8 - 7,8 schwer

2" Bohrung: 4,45

Bohrfortschritt: 1 - 2,2 sehr schwer

Verrohrung: 4,32

Wasser: 2,63

Wasserstand:  $\pm$  2,68

ROK: + 0,72

GW-Mächtigkeit:  $\pm$  5,36

PEGELBOHRUNG G 4

gebohrt am 30.6.1970

Höhenlage: ROK: 295,59  
Terrain: 294,94  
Basis: 282,29

Lage: am Zufahrtsweg zum Gehöft Hofstätter in Stiefing,  
95 m von westlicher Wegkreuzung, Gemeinde St. Georgen  
a.d. Stiefing

Grundeigentümer: Hofstätter, Stiefing bei St. Georgen

---

1) Rohroberkante

Vorbohrung:	12,65	
Bohrfortschritt:	8,80 - 9,20	geringer Bohrfortschritt
2" Bohrung:	8,20	
Bohrfortschritt:	0 - 3,5	leicht
	3,5 - 4,5	schwer
	4,5 - 7,8	gleichmäßig, mittel
	7,8 - 8,25	schwerer
Verrohrung:	8,07	vom Terrain
Wasser:	6,25	" " " "
Wasserstand:	± 1,81	
ROK:	+ 0,65	
GW-Mächtigkeit:	± 6,39	

PEGELBOHRUNG G 5

gebohrt am 29.6.1970 mit Vibrationshammer Zreimb

Höhenlage:	ROK:	295,77
	Terrain:	295,07
	Basis:	284,42

Lage: Weggabelung Weg zu Gehöft, Feldhans und Gehöft Siener, Stiefing (bei Milchstelle), Gemeinde St. Georgen, Grundstück Nr. 211/1

Grundeigentümer: Siener, Stiefing bei St. Georgen

Vorbohrung:	10,65	
Bohrfortschritt:	0 - 7,40	leicht bis mittel
	7,40 - 9,00	schwer bis mittel
	9 - 10,60	guter Bohrfortschritt
Deckschichte:	0 - 1,20	schluffiger Lehm
	1,2 - 1,4	sandiger Schluff
	1,4 - 1,8	schluffiger Lehm
2" Bohrung:	8,20	
Bohrfortschritt:	gleichmäßig	
Verrohrung:	8,10	vom Terrain
Wasser:	6,00	" " " "
Wasserstand:	± 2,10	
ROK:	+ 0,70	
GW-Mächtigkeit:	± 4,65 m	

PEGELBOHRUNG G 6

gebohrt am 27.6.1970 mit Vibrationshammer Zreimb

Höhenlage: ROK: 296,24  
Terrain: 295,54  
Basis: 287,00

Lage: bei Wegkreuz an Kreuzung der Straße Hart-Neudorf-Gerbersdorf mit einem Feldweg südwestlich Gehöft Feldhans

Grundeigentümer: Siener, Neudorf

Vorbohrung: 8,55

Bohrfortschritt: zwischen 3,50 und 4 m und  
zwischen 7 und 8 m äußerst geringer  
Bohrfortschritt

2" Bohrung: 7,30

Verrohrung: 7,05 vom Terrain ...

Wasser: 6,05 " "

Wasserstand: ± 1,00

ROK: + 0,70

GW-Mächtigkeit: ± 2,50

PEGELBOHRUNG G 7

gebohrt am 7.8.1970 mit Vibrationshammer Zreimb

Höhenlage: ROK: 290,40  
Terrain: 289,66  
Basis: 278,96

Lage: 5 m vor der Kreuzung des Feldweges östlich der Kapelle in Steinfeld mit der projektierten Umfahrungsstraße, Grundstück Nr. 615/1, Gemeinde St. Georgen a.d. Stiefing

Grundeigentümer: Lenz, Produktenhandel, St. Georgen a.d. Stiefing

Vorbohrung: 10,70

Bohrfortschritt: 0 - 2 mittel  
2 - 8,6 leicht, gleichm. Sandlagen  
in 6 und 7 m  
8,6 - 10,5 schwerer mit vereinzelt  
rascheren Vortrieben  
10,5 - 10,7 sehr schwer

2" Bohrung: 6,90

Bohrfortschritt:	ab 3 m	leicht und gleichmäßig
Verrohrung:	6,70 m	vom Terrain
Wasser:	4,74	" "
Wasserstand:	± 1,92	
ROK:	+ 0,72	
GW-Mächtigkeit:	± 5,96	

PEGELBOHRUNG G 8

gebohrt am 6.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage:	ROK:	290,35
	Terrain:	289,63
	Basis:	279,18

Lage: am Feldweg 710 m östlich der Kapelle in Steinfeld

Grundstück Nr.: 610, Gemeinde St. Georgen a.d. Stiefing

Besitzer: vlg. Steinsimml, Steinfeld

Vorbohrung: 10,45

Bohrfortschritt:	0 - 1	leicht
	1 - 1,5	schwer
	1,5 - 2,2	leicht
	2,2 - 3	schwer
	3 - 3,8	mittel
	3,8 - 4	schwer
	4 - 8,7	mittel, teilw. schwer
	8,7 - 9,5	leichter
	9,5 - 10,4	schwerer

2" Bohrung: 7,87

Verrohrung: 7,12 vom Terrain

Wasser: 4,93 " "

Wasserstand: ± 2,19

ROK: + 0,75

GW-Mächtigkeit: ± 5,52

PEGELBOHRUNG G 9

gebohrt am 10.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage:      ROK:            290,25  
                  Terrain:        289,45  
                  Basis:           277,30

Lage: am Verbindungsweg Steinfeld-Röhrenbild 258 m östlich  
Kreuzung bei Gehöft Tatzl Vogeljäger, Grundstück Nr.  
607, Gemeinde St. Georgen a.d. Stiefing

Grundeigentümer: Vogeljäger Tatzl, Steinfeld 24

Vorbohrung:            12,15  
Bohrfortschritt:      0    -   2,5    sehr leicht  
                          2,5   -   4,2    teilweise schwer  
                          4,2   -   5        mittel  
                          5     - 11,75 teilweise leicht  
                          11,75 - 12,15 schwer  
2" Bohrung:            7,4  
Bohrfortschritt:      0    -   2        leicht  
                          2     -   3,7    sehr schwer  
                          3,7   -   4,5    schwer  
                          4,5   -   4,8    mittel  
                          4,8   -   7,40  leicht  
Verrohrung:            6,97  
Wasser:                5,27  
Wasserstand:         ± 1,70  
ROK:                    + 0,75  
GW-Mächtigkeit:     ± 6,88

PEGELBOHRUNG G 10

gebohrt am 19.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage:      ROK:            288,78  
                  Terrain:        288,05  
                  Basis:           277,25

Lage: an der Verbindungsstraße nördlich Haslach

Grundeigentümer: Köllinger, Haslach Gmde. St. Georgen

Vorbohrung:	10,8		
Bohrfortschritt:	0	-	3 sehr leicht
	3	-	7 leicht
	7	-	9 leicht bis mittel
	9	-	10,5 leicht
	10	-	10,8 mittel
2" Bohrung:	8,14		
Verrohrung:	7,99		vom Terrain
Wasser:	6,69		" "
Wasserstand:	+ 1,30		
ROK:	+ 0,75		
GW-Mächtigkeit:	+ 4,21		

PEGELBOHRUNG G 11

gebohrt am 4.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage:	ROK:	291,00
	Terrain:	290,21
	Basis:	278,06

Lage: Grenze zwischen Grundstück Nr. 77/1 und 75, KG. Haslach, Gemeinde Rohr, am Feldweg

Grundeigentümer: Grundstück Nr. 77/1: Hackl Josef, Haslach 4  
 Grundstück Nr. 75 : Hackl Emmerich, Haslach 6

Vorbohrung:	12,15		
Bohrfortschritt:	0	-	4 leicht
	4	-	7 mittel
	7	-	7,5 schwer
	7,5	-	9 sehr leicht
	9	-	10 schwer-mittel
	10	-	11 leicht
	11	-	11,4 mittel
	11,4	-	11,7 mittel
	11,7	-	12,15 schwer
2" Bohrung:	9,27		
Bohrfortschritt:	0	-	7 leicht-mittel
	7	-	7,5 schwer
	7,5	-	7,7 leicht
Verrohrung:	9,11		vom Terrain
Wasser:	8,44		" "

ROK: + 0,74  
Wasserstand: ± 0,67  
GW-Mächtigkeit: ± 3,71

PEGELBOHRUNG G 12

gebohrt am 14. und 18.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: ROK: 286,20  
Terrain: 285,50  
Basis: 276,02

Lage: östlich Gehöft Urdl in Gundersdorf

Grundeigentümer: Urdl, Gundersdorf

Vorbohrung: 9,48

1. Versuch in 2,80 m steckengeblieben

2. Versuch	0,0 - 2,7	mittel
	2,7 - 3,6	äußerst schwer
	3,6 - 4,5	mittel bis schwer
	4,6 - 4,7	leichter
	4,7 - 5	mittel bis schwer
	5,0 - 6,0	mittel bis leichter
	6,0 - 9,4	leichter
	9,40 - 9,50	schwer

Verrohrung: Eisenrohr Ø 1,5 m gelocht

2" Bohrung: nicht möglich

ROK: + 5,8  
Wasser: ± 4,35  
GW-Mächtigkeit: ± 5,13

PEGELBOHRUNG G 13

gebohrt am 12.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: ROK: 286,05  
Terrain: 285,28  
Basis: 276,28

Lage: am Feldweg zwischen Gehöft Lückl (Gundersdorf) und Straße nach Wolfsberg (Schloß Frauenheim), Grundstück Nr. 315, Gemeinde Ragnitz

Grundeigentümer: Lückl, Gemeinde Gundersdorf

Vorbohrung:	9,00		
Bohrfortschritt:	0,0	-	3,5 mittel
	3,5	-	5 leicht bis mittel
	5	-	5,5 leicht
	5,5	-	5,6 schwer
	5,6	-	8 leicht, teilw. schwer
	8	-	9 mittel-schwer
2" Bohrung:	7,20		
Verrohrung:	6,96		vom Terrain
Wasser:	4,09		" "
Wasserstand:	± 2,37		
ROK:	+ 0,77		
GW-Mächtigkeit:	± 4,91		

PEGELBOHRUNG G 14

gebohrt am 15.12.1970 mit Vibrationshammer Zreimb

Höhenlage:	ROK:	291,88
	Terrain:	291,04
	Basis:	279,14

Lage: am Feldweg nördlich der Grundstücke Nr. 555/1 beim östlichen Buschen, Gde. St. Georgen a.d.St.

Grundeigentümer: Interessentenweg. Einwilligung: bei Wallant, Steinfeld

Vorbohrung:	11,90 m		
Bohrfortschritt:	0,0	-	2,0 leicht
	2,0	-	2,2 schwer
	2,2	-	3,0 mittel bis leichter
	3,0	-	4,0 leicht bis mittel
	4,0	-	4,6 schwerer
	4,6	-	5,3 mittel bis leichter
	5,3	-	5,6 schwer
	5,6	-	7,2 mittel bis leichter

Bohrfortschritt:	7,6 - 7,9	mittel
	7,9 - 8,0	schwer
	8,0 - 9,3	mittel
	9,3 - 9,7	leicht
	9,7 - 10,4	mittel
	10,4 - 10,7	leichter
	10,7 - 11,3	mittel
	11,7 - 11,9	mittel bis schwer
2" Bohrung:	7,35 m	
Bohrfortschritt:	0 - 3,0	schwer
	3,0 - 7,3	mittel
Verrohrung:	7,35 m	
Wasser:	5,00 - 5,50 m	unter Terrain
Wasserstand:	± 2,35 m	
ROK:	+ 0,84 m	
GW-Mächtigkeit:	± 6,50 bis 7,00 m	

SONDIERBOHRUNG S 1

gebohrt am 13.8.1970 mit Vibrationshammer Zreimb

Höhenlage: Terrain: 295,26  
Basis: 283,81

Lage: am Zufahrtsweg zum Gehöft Siener in Stiefing, 146 m  
östlich Wegkreuzung bei Milchstelle, Grundstück  
Nr. 211/1 - Grenze zu 212/1

Grundeigentümer: Siener bzw. Sängler, Stiefing

Endteufe:	11,35	
Bohrfortschritt:	0 - 8	mittel
	8 - 11	leicht mit schwereren La-
		gen wechselnd
	11 - 11,35	schwer
Wasser:	ca. 6,22	
GW-Mächtigkeit:	± 5,13	

SONDIERBOHRUNG S 2

gebohrt am 19.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: Terrain: 296,46  
Basis: 290,76

Lage: 350 m westlich Abzweigung bei Gasthof Pock am Feld,  
Stocking - Mostkellerei

Grundeigentümer: Andrä, Stocking 15

Endteufe: 5,7 ?

Bohrfortschritt:

1. Versuch:	0	-	2,5	sehr leicht
	2,5	-	3,8	leicht
	3,8			kein Fortschritt
2. Versuch:	0	-	2,5	leicht
	2,5	-	3,7	leicht bis mittel
	3,7	-	4,8	zum Teil sehr schwer
	4,8	-	5,6	schwer bis mittel
	5,7			Ende, kein Bohrfortschritt

SONDIERBOHRUNG S 3

gebohrt am 5.8.1970

Höhenlage: Terrain: 288,05  
Basis: 277,65

Lage: am Verbindungsweg Gut Rohr - Rohrerbild - Steinfeld,  
gegenüber Hofausfahrt 250 m nördlich der Straßen-  
kreuzung, Gemeinde Ragnitz

Grundeigentümer: Gut Rohr

Gesamteufe: 10,40

Bohrfortschritt: 0 - 9 sehr leicht (Sand)  
9 - 10,40 mittel

Wasser: tiefer als 5,70 m mit Lot

GW-Mächtigkeit: 4,70 bis 4,95 (berechnet)

SONDIERBOHRUNG S 4

gebohrt am 5.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: Terrain: 288,10  
Basis: 277,95

Lage: am Feldweg östlich Gut Rohr, Richtung Oberragnitz,  
223 m östlich Straßenkreuzung, Gmde. Ragnitz

Grundeigentümer: Gut Rohr

Gesamtteufe: 10,15

Bohrfortschritt:	0	-	5	leicht
	5	-	6	teilweise schwerer
	6	-	7,5	mittel u. schwer wechselnd
	8,5	-	8,8	leicht
	8,8	-	9,2	schwer
	9,2	-	9,5	leichter
	9,5	-	10,15	mittel bis schwer

Wasser: ca. 5,9 bis 6 m

GW-Mächtigkeit: um 4,20 m

SONDIERBOHRUNG S 5

gebohrt am 5.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: Terrain: 285,29  
Basis: 275,69

Lage: im Muldentiefsten an Straße Rohr-Haslach Gmde. Ragnitz

Grundeigentümer: Gut Rohr

Gesamtteufe: 9,55 bis 9,60

Bohrfortschritt:	0	-	9	m gleichmäßig leicht bis mittel
	9	-	9,55	schwer

Wasser: um 4,20 m

GW-Mächtigkeit: ca 5,35 (gelotet)  
bis 5,90 (berechnet)

SONDIERBOHRUNG S 6

gebohrt am 12.8.1970 mit Vibrationshammer Zremb

Höhenlage: Terrain: 284,92  
Basis: 276,77

Lage: an Kreuzung Feldweg östlich Gundersdorf mit Feldweg  
Richtung Frauenheim, Grundstück Nr. 326, Gemeinde  
Ragnitz

Grundeigentümer: Hackl, Gundersdorf 8

Gesamtteufe: 8,25

Bohrfortschritt:	0	-	1,5	leicht
	1,5	-	2	mittel
	2	-	2,2	leichter
	2,2	-	5,4	mittel
	5,4	-	5,8	schwer
	5,8	-	6,5	schwer
	6,5	-	6,8	sehr schwer
	6,8	-	8,25	mittel bis schwer

Wasser: ca. 4,20 vom Terrain

GW-Mächtigkeit: ca. 4,05 m

Ergänzend zu den Bohrprofilen des Referates werden mit freundlicher Genehmigung der zuständigen Stellen auch die Bohrprofile der Fachabteilung IIb (Brückenbau) an den Stiefingbrücken und der Rohöl-Gewinnungs-AG. Wien beigegeben.

c) Pumpversuche

Pumpversuche zwecks Ermittlung der aus einzelnen Teilbereichen gewinnbaren Wassermengen wurden an 5 Bohrbrunnen des Referates durchgeführt. Da sämtliche Brunnen mit 200 mm Enddurchmesser verrohrt sind, war die Entnahmemenge von vorneherein auf diesen Durchmesser und die damit

mögliche Pumpenleistung beschränkt. Sämtliche Pumpversuche wurden auf mind. 100-stündige Dauer mit dreistufiger Entnahmemenge und Beobachtung der Absenkung durch ein Pegelkreuz von 2" Rohren angesetzt. Üblicherweise wurden 6 normal zur Grundwasserströmungsrichtung angelegte Pegelrohre niedergebracht, deren Abstände vom Bohrbrunnen in der Regel 5, 15 und 30 m betragen. Nach Möglichkeit wurde auch in rund 30 m Abstand ein Pegelrohr grundwasserströmungsrichtung-abwärts und -aufwärts niedergebracht.

Die Auswertung der Pumpversuche erfolgte durch E. NEMECEK (B IV, B VI), die hydrographische Landesabteilung Th. GLANZ (B VIII, B X) und W. WESSIAK (B XI). Da nach Vorliegen der Einzelgutachten eine Zusammenfassung der Ergebnisse und eine Begutachtung des gesamten Hoffungsgebietes als sinnvoll erschien, wurde der seinerzeitige Mitarbeiter von E. NEMECEK W. WESSIAK mit einer Überarbeitung und Zusammenfassung der Ergebnisse beauftragt. Es sei daher hinsichtlich der Ergebnisse und der Auswertung der Pumpversuche bzw. der Ergiebigkeit des Gesamtfeldes auf diese Gutachten verwiesen.

Genaue Aufzeichnungen über den Verlauf der Pumpversuche und die Ganglinien liegen beim Referate auf. Bei den Pumpversuchen wurde jeweils ein Protokoll mit Daten über den Versuchsablauf, Schüttungsmengen etc. und ein Ganglinienprotokoll verfaßt, welches die Ab- und Aufspiegelungsvorgänge in je einer zeitlichen Äquivalenz zu 0,5 bis 1 cm Schwankung erfaßt. Weiters wurden die Umgebungsbrunnen vor, während und nach dem Pumpversuch beobachtet, um die allgemeine Tendenz der Grundwasserschwankungen im Bereich des Grundwasserfeldes näher beurteilen zu können. Da die Veröffentlichung des gesamten Materiales den möglichen Rahmen dieses Berichtsbandes sprengen würde, soll-

# Verzeichnis der Bodenschichten

Amt der Steierm. Landesregierung Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion Fachabteilung IIb, Brückenbau Graz, Landhausgasse 7/IV	Bauvorhaben: ... Stiefingbachbrücke, L84 (Ortsbezeichnung) ..... Aufschlußpunkt Nr.: ... I ..... Geländehöhe: 71'40 m																					
Auftragnehmer:  <b>L. WOLF-PICHLER</b> Tiefbohrungen u. Brunnenbau Graz, Überfuhrungasse 20, Tel. 62-5-34	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%; text-align: center;">von</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Teufe</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">bis</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">vom</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">Datum</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">bis</td> </tr> <tr> <td>Geschachtet:</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gebohrt:</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0'00</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">15'40</td> <td style="text-align: center;">14. IV.</td> <td style="text-align: center;">- 15. IV. 1971</td> </tr> </table> Meister: Puchhaus Gezeichnet: ..... Geprüft: .....		von	Teufe	bis	vom	Datum	bis	Geschachtet:							Gebohrt:		0'00	-	15'40	14. IV.	- 15. IV. 1971
	von	Teufe	bis	vom	Datum	bis																
Geschachtet:																						
Gebohrt:		0'00	-	15'40	14. IV.	- 15. IV. 1971																

Lageskizze M=1:100  <div style="text-align: center;"> </div>	Zeichenerklärung: [20] Würfelp. Seitenlänge 20cm (5") ungest. Probe $\phi$ 5" (25) gest. Probe Inh. 25l WP Wasserprobe
--	--

Teufe ab G.O.K.	Schichtenmächtigkeit	Art des Aufschlusses mit Durchmesserangabe	BODENART gem. Tagesberichten von Nr.: ... 5 ..... bis Nr.: 6 .....	Darstellung nach Beilage 3	Meißelarbeit M	Grundwasser GW	Sickerwasser SW	Arteserenschng. A	Proben			Anmerkung (Ingenieur-Geologe)
									Nummer	Art	Tiefe	
1'70	1'70	Dreh-Schlagbohrung $\phi$ 216 mm	Sand, schluffig, braun, locker						1	(1)		
3'90	2'20		Sand, braun, locker						2	(1)		
5'10	1'20		Kies, Sand, grau, etwas verkittet, mittelfest, wasserf.				14. 4. 71 4'00 GW		3	(1)		
6'90	1'80		Schwemmsand, etwas Kies, grau, weich, wasserf.						4	(1)		
8'60	1'70		Feinkies m. Sand, grau, mittelfest, wasserf.						5	(1)		
10'40	1'80		Kies mit Sand, grau, mittelfest, wasserf.						6	(1)		
11'70	1'30		Kies mit Sand, grau, mittelfest, wasserf.						7	(1)		
13'70	2'00		Schluff, leicht sandig, fest gel. grau, trocken						8	(1)		
15'40	1'70		Rotationsbohrung. Schluff, leicht sandig, grau, fest gelagert, trocken						9	(1)		



# Verzeichnis der Bodenschichten

Amt der Steierm. Landesregierung  
 Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion  
 Fachabteilung IIb, Brückenbau  
 Graz, Landhausgasse 7/IV

Bauvorhaben: *Stiefingbachbrücke L84*  
 (Ortsbezeichnung)

Aufschlußpunkt Nr.: II ..... Geländehöhe: *71,70* m

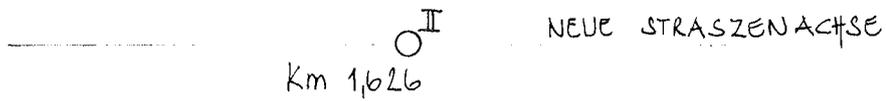
Auftragnehmer:

**L. WOLF-PICHLER**  
 Tiefbohrungen u. Brunnenbau  
 Graz, Überfuhrigasse 20, Tel. 62-5-34

	von <i>Teufe</i> bis	vom <i>Datum</i> bis
Geschachtet:		
Gebohrt:	0'00 - 15'00	16. IV. - 19. IV. 1971

Meister: *Puchhaus* Gezeichnet: ..... Geprüft: .....

Lageskizze M: 1:100



Zeichenerklärung:

- 20 Würfelp. Seitenlänge 20cm
- 5" ungest. Probe  $\phi$  5"
- 25 gest. Probe Inh. 25l
- WP Wasserprobe

Teufe ab G.O.K.	Schichtenmächtigkeit	Art des Aufschlusses mit Durchmesserangabe	BODENART gem. Tagesberichten von Nr.: <i>6</i> bis Nr.: <i>8</i>	Darstellung nach Beilage 3	Mei./Belarbeits M	Grundwasser GW	Sickerwasser SW	Arteserersichg. A	Proben			Anmerkung (Ingenieur-Geologe)	
									Nummer	Art	Tiefe		
1'10	1'10	Dreh-Schlagbohrung $\phi$ 216 mm	Sand, schluffig, braun, weich						1	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
3'30	2'20		Sand m. Schluff, braun-grau, weich						2	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
4'10	0'80		Schluff, etwas sandig, grau, weich-plast.						3	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
5'80	1'70		Sand m. Schluff, grau, weich, wasserf.				19.4.71 4'20 GW		4	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
7'80	2'00		Sand m. Feinkies, grau, locker, wasserf.						5	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
9'70	1'90		Sand m. Feinkies, grau, locker, wasserf.						6	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
10'80	1'10		Feinkies m. Sand, grau, mittelfest, wasserf.						7	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
12'30	1'50		Kies mit Sand u. Feinkies, grau, mittelfest, wasserf.						8	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>			
13'60	1'30		Rotationsbohrung	Schluff, sandig, blau-grau, fest gel., trocken						9	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>		
15'00	1'40			Schluff, leicht sandig, grau, fest gel., trocken						10	<span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 1px;">1</span>		



# Verzeichnis der Bodenschichten

**Amt der Steierm. Landesregierung**  
 Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion  
 Fachabteilung IIb, Brückenbau  
 Graz, Landhausgasse 7/IV.

Bauvorhaben: *Stiefingbachbrücke L140*  
 (Ortsbezeichnung)

Aufschlußpunkt Nr.: *II* Geländehöhe: *95,50* m

Auftragnehmer:  
**L. WOLF-PICHLER**  
 Tiefbohrungen u. Brunnenbau  
 Graz, Überfuhrungsgasse 20, Tel. 62-5-34

	von <i>Teufe</i> bis	vom <i>Datum</i> bis
Geschachtet:		
Gebohrt:	0'00 - 15'00	8. IV. - 13. IV. 1971
Meister: <i>Puchhaus</i> Gezeichnet: ..... Geprüft: .....		

Lageskizze M=1:100



Zeichenerklärung:

- 20 Würfelp. Seitenlänge 20cm
- 5 ungest. Probe  $\phi$  5"
- 25 gest. Probe Inh. 25l
- WP Wasserprobe

Teufe ab G.O.K.	Schichtenmächtigkeit	Art des Aufschlusses mit Durchmesserangabe	BODENART gem. Tagesberichten von Nr.: <i>2</i> bis Nr.: <i>4</i>	Darstellung nach Beilage 3	Meißelarbeit M	Grundwasser GW	Sickerwasser SW	Artesererschng. A	Proben			Anmerkung (Ingenieur-Geologe)
									Nummer	Art	Tiefe	
0'30	0'30	Dreh-Schlagbohrung $\phi$ 216 mm	Humus, grau, locker						1	①		
	2'50		Sand, etwas lehmig, braun, weich						2	①		
2'80												
3'60	0'80		Sand, etwas lehmig, grau, weich						3	①		
4'20	0'60		Sand m. Feinkies, braun, locker, wasserf.						4	①		
4'60	0'40		Sand m. etwas Kies, braun, locker, wasserf.						5	①		
5'30	0'70		Kies mit Sand, grob, braun, mittelfest						6	①		
5'70	0'40		Sand m. Feinkies braun, dicht gel., leicht wasserf.						7	①		
	2'80		Kies mit Sand, braun, locker, leicht wasserf.						8	①		
8'50												
9'80	1'30		Rollkies m. etwas Sand, braun, locker, wasserf.						9	①		
	3'10		Grobkies m. Sand, grau-braun, fest gelagert, wasserf.						10	①		
12'90												
13'30	0'40	Lehm u. Schluff m. Kies, braun, mittelfest, trocken						11	①			
14'00	0'70	Schluff, etwas sandig, grau, fest gel., trocken						12	①			
15'00	1'00	Schluff m. Ton, grau, fest gel., trockern						13	①			

8.4.71  
 360 GW.



# SCHUSSLOCHBOHRUNGEN DER RAG

25 fach überhöht





ten hier nur die wichtigsten Daten, soweit sie nicht in den speziellen Beiträgen ohnedies aufscheinen, angeführt werden. Nach Möglichkeit sollten auch die Ergebnisse und Forderungen mit den geologischen Erkenntnissen verglichen werden.

#### 1. Pumpversuch Bohrung IV:

Nachdem Grundwassermächtigkeit und  $k_f$ -Wert-Untersuchungen eine größere Ergiebigkeit erwarten ließen, wurde der erste Pumpversuch Mai 1969 an Bohrung IV im Bereich der Grieswiesen durchgeführt. Ausführende Firma war, wie auch bei Bohrung VI, die Firma Tiefbohr-AG. Graz. Die Niederbringung von 7 Beobachtungssonden durch die Vereinigung für hydrogeologische Forschungen, Graz, erfolgte, nachdem durch Thiemsche Dreiecke (B IV, P I, P II, P III, P IV) die örtliche Grundwasserströmungsrichtung festgelegt worden war, zwecks Erfassung einer vermuteten Tiefenrinne bis zum Untergrund. Die Schüttungsmessung erfolgte durch Ausliterung in einen 2000 l-Behälter, an zwei Beobachtungsbrunnen wurden Schreibpegeln verwendet.

Nach durch zu schwache Pumpenleistungen und andere technische Schwierigkeiten bedingten Ausfällen konnte der Pumpversuch schließlich bis zu einer maximalen Entnahmemenge von 19,2 l/s während der 3. Entnahmestufe durchgeführt werden. Die Absenkung während des Stationärzustandes der 3. Stufe betrug im Bohrrrohr 86 cm und in den beiden nächst gelegenen Pegelrohren in 5 m Abstand 45 bis 41 cm. Die Ergebnisse des Pumpversuches wie auch die der Bodenuntersuchung, welche vor allem für die zwischen 5 und 6 m Tiefe gelegenen Bodenschichten mit  $k_f = 1 \cdot 10^{-2}$  einen ausgezeichneten Durchlässigkeitswert ergaben, lassen eine theoretische Entnahmemenge von 50 l/s zu, doch wird in den Gutachten von E. NEMECEK und W. WESSIAK betont, daß - bedingt durch die Nähe von

Mur und Mühlgang -- die bei dieser Menge auftretenden hygienischen Gefahren eine Trinkwasserversorgung nicht mehr gestatten würden. Es wird daher vorgeschlagen, die Entnahmemenge entsprechend zu drosseln und den Entnahmebrunnen möglichst gegen Südosten zu verlegen. Da in diesem Bereiche jedoch eine unterirdische Schwelle festgestellt wurde, sind die Möglichkeiten einer Verlegung sehr beschränkt und können erst durch weitere Untersuchungen näher beurteilt werden.

## 2. Pumpversuch Bohrung VI:

Der Pumpversuch an der am Stiefingknie gelegenen Bohrung VI wurde in der Zeit vom 27.5. bis 31.5.1969 durchgeführt. Der zur Zeit des Pumpversuches angetroffene Wasserstand lag nur 10 cm über dem dreijährigen Mittel. Die Beobachtung erfolgte wiederum durch sieben auf Grund eines Thiemschen-Dreieckes (G I, G II) situierte Beobachtungspegel. Dadurch, daß nur eine Saugpumpe zur Verfügung stand, war nur eine Entnahme von 16 l/s während der 3. Stufe möglich, obwohl der Brunnen gut 25 l/s hergegeben hätte. Die mit  $k_f=2,9 \times 10^{-2}$  mittels Bodenuntersuchungen bereits festgestellten günstigen Durchlässigkeitswerte im Bereiche der grundwasserführenden Schichte fanden sich auch beim Pumpversuch bestätigt. Die Absenkung im Hauptrohr betrug nur 57 cm, die in den beiden nächstgelegenen Pegelrohren (G 5 - westlich, G 6 - östlich) nur 43,5 bzw. 34,5 cm. Die Sieblinie zeigt nach E. NEMECEK ideale Voraussetzungen für den Ausbau eines Horizontalfilterbrunnens und wird mit einer möglichen Entnahme bis zu 50 l/s errechnet, wobei sich die Dauerentnahme nach W. WESSIAK auf 30 bis 35 l/s beschränken dürfte. Da sich bereits bei einer Entnahme von 16 l/s die rund 180 m breite Einzugsparabel gegen Nordosten, gegen die Stiefing hin

verschwenkt und bei der errechneten Grundwassergeschwindigkeit eine nur 14-tägige Verweildauer von einsickerndem Stiefingwasser gegeben wäre, wird in den Gutachten eine Verlegung der Entnahmestelle gegen West-Nordwest vorgeschlagen. In 200 m Abstand in dieser Richtung von B VI würde die Verweildauer bereits rund 30 Tage betragen. Dazu muß bemerkt werden, daß auf Grund der mittels Schreibpegel festgehaltenen Ganglinien an der bestehenden Untersuchungsbohrung B VI so gut wie keine unmittelbare Beeinflussung von seiten der Stiefing festgestellt werden konnte. Das Grundwasser reagiert auf Niederschläge bzw. Hochwässer geringeren Ausmaßes überhaupt nicht und ist in seinem Schwankungsablauf mit dem entfernterer Brunnen (B VII, B X) identisch. Dies ist auf die mehrere Meter mächtige, überaus dichte Feinsedimentdecke, auf welcher die Stiefing fließt, zurückzuführen. Allerdings zeigt der Grundwasserschichtplan bei Höchststand ein deutliches Ausströmen von der Stiefing her. Für eine in diesem Hinblick und in Anbetracht der Aktivierung des Grundwassergefälles bei Entnahme und eine Einzugsgebietverbreiterung bei Abteufung eines Horizontalfilterbrunnens sicherlich zu empfehlende Verlegung des Brunnens gegen West-Nord-West bestehen nach vorhandenem Aufschlüssen offenbar günstige Voraussetzungen. So kann auf Grund der Ergebnisse der Bohrung B VII noch mit einer ausreichenden Tiefe infolge einer überaus breiten Entwicklung der Tiefenrinne in diesem Raume gerechnet werden und ein bei G 1 zu Zeiten des Grundwasserhochstandes akustisch wahrnehmbares Durchströmen des Bohrröhres läßt auch auf eine gute Durchlässigkeit in diesem Bereiche rückschließen. Eine höhere Durchlässigkeit konnte auch während des Pumpversuches an den westlich von B VI ge-

gelegenen Pegelrohren bemerkt werden. Wie weit es sich um eine zusammenhängende Tiefenrinne handelt, kann, da G 1 den Untergrund nicht erreichte, nur durch geeignete Sondierungen festgestellt werden.

### 3. Pumpversuch B VIII:

Nach Niederbringung weiterer Untersuchungsbohrungen wurde im Jahre 1970 mit der Durchführung von Pumpversuchen fortgefahren. Um Schwierigkeiten mit ungeeignetem Pumpenmaterial von vorneherein auszuschalten, wurde eine für Verrohrungen von 200 mm Enddurchmesser geeignete Unterwasserpumpe mit 20 l/s Maximalförderung vom Refe-rate erworben und für die folgenden Versuche verwendet. Die übrigen Geräte wurden von der Firma L. Wolf-Pichler, Tiefbohrungen und Brunnenbau, Graz, beige-stellt. Die Messung erfolgte mittels Überfallwehr; eine gewisse Beeinträchtigung des Pumpversuches ergab sich dadurch, daß sich der Meßüberfall im Laufe des Versuches an B VIII infolge Erweichung des lehmigen Untergrundes leicht senkte, was komplizierte Rückrechnungen erforderte. Ein weiterer Nachteil lag darin, daß bei den beiden folgenden Pumpversuchen offenbar auf Grund von Reibungsverlusten in der teils aus parallel geführten 2 " Rohren bestehenden Ableitung die Pumpenleistung auf 14 l/s absank.

Die Zeit vom 11. - 14.12.1970 wurde im Hinblick auf den zu erwartenden niedrigen Grundwasserstand zu dieser Jahreszeit gewählt. Der Grundwasserstand lag bei Bohrung VIII ca. 10 cm unter dem dreijährigen Mittel. Die Absenkung im Hauptrohr betrug 1 m, in den nächstgelegenen Pegelrohren 39 und 38 cm. Wenn auch die auf Grund der Bodenuntersuchungen zu erwartenden ausge-

zeichneten  $k_f$ -Werte in den basisnahen Schotter-schichten ( $2,9 \cdot 10^{-2}$ ) auch durch den Pumpversuch rechnerisch bestätigt werden konnten und im Gutachten von Th. GLANZ unter Hinweis auf den "natürlichen Tellerbrunnen" eine lokale Ergiebigkeit von 50 l/s erwartet wird, schätzt sie WESSIAK unter Berücksichtigung des Gesamtfeldes und des Einzugsgebietes mit 15 bis 25 l/s Dauerentnahme wesentlich geringer ein.

Eine aus hygienischen Gründen geforderte Verlegung der Bohrung gegen Westen ist hinsichtlich der Ergiebigkeit problematisch. Bohrungen der RAG. lassen zwar in diesem Raume noch Sedimentmächtigkeiten von 10 bis 12 m vermuten, doch würde die Einzugsparabel vermutlich bereits dem bei B IX festgestellten Tertiärrücken schneiden und somit die Tiefenrinne nicht mehr oder höchstens randlich erfassen. Da aus den tertiären Sanden der südöstlich Neudorf gelegenen Hänge nur wenig Nachschub zu erwarten ist, ist eher ein Umschwenken der Einzugsparabel gegen Westen, gegen den Begleitgrundwasserstrom der Mur hin, zu erwarten. Ob in dieser hangnahen Exposition noch größere Ergiebigkeiten erreicht werden könnten, könnte nur durch eine weitere Bohrung mit einem Pumpversuch geklärt werden. Ferner ist auch darauf hinzuweisen, daß die Beeinflussung durch die Stiefing gegenüber den näher gelegenen Brunnen B IX und A 7 bei B VIII nur mehr sehr abgeschwächt in Erscheinung tritt und daß dieser wie B VI auf kleinere Ereignisse überhaupt nicht und auf starke Niederschläge bzw. Hochwässer nur mit deutlich zeitlicher Verschiebung und stark abgeschwächt reagiert.

#### 4. Pumpversuch Bohrung X (16.12.-21.12.1970):

Die Situierung von B X kann nach den vorliegenden Ergebnissen geradezu als ideal angesehen werden. Nicht nur, daß mit der Bohrung eine in geradliniger Fortsetzung der Stiefing verlaufende Tiefenrinne und damit eine maximale Schotter- und Grundwassermächtigkeit erreicht wurde und durch das Erschließen einer tertiären Schotterlinse zusätzliche Möglichkeiten bestehen, beträgt der Abstand von der Stiefing bereits 1200 m und der von einem Abwassergerinne der Marktgemeinde St. Georgen immerhin 1 km. Auch die abdichtenden Feinsedimente des Stiefingschwemmfächers an der Oberfläche reichen teils noch in den Bereich von B X. Obwohl nördlich (C 14) durchaus noch günstige Voraussetzungen für eine Erschließung von Grundwasser bestanden, wurde dort wegen des in diesem Bereiche versickernden offenen Abwassergerinnes der Marktgemeinde St. Georgen a.d. Stiefing von einer Untersuchungsbohrung von vorneherein abgesehen.

Die auf Grund von Bodenuntersuchungen bereits zu ersiehende Abnahme der Grobanteile und der Durchlässigkeit der wasserführenden Schotterschichte zeigte sich auch im Pumpversuch. Die Absenkung betrug im Hauptrohr bei rund 13,8 l/s bereits 1,22 m, also mehr als das doppelte von B VI (57 cm bei 16 l/s). In den nächstgelegenen Pegelrohren (Abstand 5 m) betrug die Absenkung allerdings nur mehr 41,5 bzw. 35,5 cm. Dafür, daß mit der Bohrung die Tiefenrinne im Zentrum erreicht wurde, spricht auch, daß die Einzugsparabel während des Pumpversuches nicht ausschwenkte.

Der Wasserstand zu Beginn des Pumpversuches entsprach gut dem 3-jährigen Mittel, dem eine Grundwassermächtigkeit von 8,2 m zugrunde liegt. Diese verringert sich bei Tiefstand auf 7,5 m und liegt damit immerhin noch rund 2,2 m über dem Tiefstand der anderen Untersuchungsbohrungen. Schwer einzuschätzen war, ohne eigens in diese Schichte eingebrachte Pegelrohre, die Bedeutung der tertiären Schotter. Die Durchstoßung der trennenden Tegelschichte mittels Pegelrohren war aus technischen Gründen nicht möglich. Aus der verschiedenen Beurteilung dieser tertiären Schotterschichte ergaben sich in den Gutachten auch unterschiedliche Ergiebigkeiten, welche zwischen 25 bis 35 und 50 l/s schwanken. Eine Verbesserung der  $k_f$ -Werte würde wahrscheinlich eine Verlegung gegen Norden bringen. Doch müßte sich diese Verlegung in sehr geringem Ausmaße halten, da - abgesehen von einer Beeinflussung von B VI - bei Ausbau einer Brunnenreihe und den sicher zu bewältigenden Abwasserproblemen der Marktgemeinde St. Georgen die Ganglinien von G 14 bereits eine leichte Beeinflussung von der Stiefing her zeigen und auch G 7 eine Beeinflussung durch Hangdruckwasser zeigt. Bei einer Verlegung des Brunnens gegen Osten oder Westen würde die hier offenbar schmal entwickelte Tiefenrinne vermutlich verlassen werden.

#### 5. Pumpversuch B XI:

Zur Erkundung der Grundwasserverhältnisse im Raume Gundersdorf - Ragnitz wurde in der Zeit vom 8.1. bis 17.1. 1973 ein Pumpversuch an der Bohrung XI durchgeführt. Die bisherigen Untersuchungen zeigten, daß dieser Raum in bezug auf das gesamte Grundwasserfeld bereits Tendenzen zu einer gewissen Eigenständigkeit zeigt. So besteht der Zusammenhang mit dem Gesamtfeld östlich Has-

lach in einem nur mehr 3 bis 4 m mächtigen Grundwasserkörper und sowohl die Ganglinien als auch die nach Südwesten ausschwenkenden Grundwasserschichtlinien zeigen bereits eine deutliche Zuordnung zur östlichen Umrahmung. Starke Grundwasseraustritte bei Ragnitz und ein ergiebiger Grundwasserbrunnen für die Ortswasserversorgung ließen das Gebiet trotz der relativ kleinen Fläche noch als Hoffungsgebiet erscheinen.

Die Lage von Bohrung XI wurde einerseits durch den notwendigen Abstand zur Ortswasserversorgung Ragnitz, andererseits durch Sondierbohrungen und bodenkundliche Aspekte bestimmt. Der Bereich um B XI ist von einer mehrere Meter mächtigen, überaus dichten Feinsedimentdecke überdeckt. Die Gesamtüberdeckung nimmt gegen Osten bis auf über 11 m Mächtigkeit zu. Die in einem in rund 200 bis 300 m entfernten offenen Abwassergrinne versitzenden Abwasser der Ortschaft Badendorf üben, nach den bisherigen chemisch-bakteriologischen Befunden, keine nachteilige Wirkung aus. Diese aus überaus dichten Feinsedimenten bestehenden Schwemmfächer keilen jedoch mehrere 100 m nördlich der Ortswasserversorgung am Ragnitz aus.

Die zur Zeit des Pumpversuches angetroffene Grundwassermächtigkeit von 5,12 m entspricht genau dem Mittelwert der Jahre 1971-1972. Die Bodenuntersuchungen ergaben zwar in den oberen Bereichen der grundwasserführenden Schotterschichte noch  $k_f$ -Werte von  $2,7 \cdot 10^{-3}$ , doch ab 6 m Tiefe sinkt der  $k_f$ -Wert auf  $2 \cdot 10^{-4}$ . Die relativ starke und weitreichende Absenkung des Grundwasserspiegels während des Pumpversuches ist vielleicht weniger auf die Durchlässigkeitswerte als auf die Randlage des Grundwasserfeldes, die geringe Mächtigkeit des

Grundwassers und den beschränkten Nachschub zurückzuführen. Bei einer Schüttung von 18,5 l/s wurde mit einer Absenkung von 2,55 m bereits  $\frac{H}{2}$  erreicht und um den Brunnen nicht zu überlasten, wurde die Schüttung auf 17,8 l gedrosselt. Nach 213-stündiger Pumpzeit betrug die Absenkung 198,5 cm im Hauptrohr und 81,5 bzw. 75,4 cm in den nächstgelegenen Pegelrohren.

Die Verringerung der Absenkung nach Drosselung der Pumpleistung trat in erster Linie nach einer kurzen, durch einen Stromausfall bedingten Aufspiegelung auf. Die lange Zeitdauer des Pumpversuches wurde durch das nur zögernde Einspiegeln auf einen Stationärzustand während der drei Pumpstufen, die Drosselung und den Stromausfall bedingt. Die Schüttungsmessungen am Überfallwehr wurden durch täglich mindestens drei Gefäßmessungen à 1500 l ergänzt und sind daher recht genau. Zu erwähnen wäre noch, daß nach Ende des Pumpversuches ab 24.1. ein Farbeversuch mit dem Farbstoff Uranin durchgeführt wurde, welcher jedoch nach 1-wöchiger Beobachtungsdauer erfolglos eingestellt werden mußte.

Anschließend an diesen Pumpversuch wurde noch ein Pumpversuch am Brunnen der Gemeinde Ragnitz durch einen Auftrag der Gemeinde durchgeführt. Der unvollkommene Schachtbrunnen mit 2 m lichter Weite, 5 m Gesamttiefe und rund 2,5 m Wasserstand wurde über 3 Tage mit 6 und 7,3 l/s beansprucht. Diese Förderung enthält bereits einen Zuschlag von rund 0,9 l, welcher als der durchschnittliche Wasserverbrauch des Jahres 1972 berechnet wurde. Die Absenkung betrug im Brunnen nur 38 cm und in 2 je 100 m entfernten Hausbrunnen 4 cm. Auf Grund der von seiten der Gemeinde zur Verfügung gestellten Daten konnte von W. WESSIAK unter Voraussetzung einer

ausreichenden Gesamtmächtigkeit eine annähernd selbe Ergiebigkeit wie sie für B XI anzunehmen ist, berechnet werden. Dies würde bedeuten, daß bei einer vielleicht etwas optimistischen Einschätzung der Grundwasserergiebigkeit und einen entsprechenden Ausbau mit einer maximalen Entnahme aus diesem Grundwasserteilfeld von etwa 40 l/s gerechnet werden könnte.

#### d) Chemisch-bakteriologische Untersuchungen:

Noch ist die Steiermark in der glücklichen Lage, Wasserreserven in Trinkwasserqualität zu besitzen. Daher ist, wenn die Quantität einmal festgestellt wurde, die Frage nach der Qualität für die Eignung eines Hoffungsgebietes von ausschlaggebender Bedeutung. Wie bereits im geologischen Teil erwähnt, sind die relativ wenig zersetzten, kalkhaltigen Schotter des Grundwasserleiters eine gute, natürliche Voraussetzung für ein wohlschmeckendes, eisenarmes Wasser. Deutliche Unterschiede ergeben sich jedoch aus der verschiedenen Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Überdeckung im Bereich der Aue und der Terrassen.

Chemisch-bakteriologische Untersuchungen zur Feststellung der Wasserqualität wurden in den Jahren 1968/69 vom Labor der Fachabteilung IIIa, L. ZWITTNIG, und in den folgenden Jahren (1969/70/71/72/73) vom Labor der Fachabteilung Ia, H. ERTL, durchgeführt. Die Untersuchungen wurden nach Abteufen der Bohrungen, vor und nach jedem Pumpversuch und während verschiedener Jahreszeiten bzw. Grundwasserstände vorgenommen. Zur Ergänzung der Untersuchungen wurden auch an verschiedenen Pegelrohren Proben entnommen. Soweit es nicht ohnedies im Rahmen der Pumpversuche geschah, erfolgte das Klarpumpen der Bohrungen vor Probenentnahme durch eine Oberwasserpumpe des Referates, für Pegelrohre wurde eine geeignete Pumpe der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen zu Hilfe genommen. Auf

die Ergebnisse braucht unter Hinweis auf den zusammenfassenden Bericht von H.ERTL nicht näher eingegangen werden.

e) Bodenkundliche Untersuchungen:

Maßgeblich für die Qualität des Grundwassers, aber auch für den Wasserhaushalt eines Grundwasserfeldes sind die Qualität bzw. Durchlässigkeit der deckenden Bodenschichten. Diesem, bei Beurteilung von Schutzgebieten und Regenerationsvermögen leider viel zu wenig berücksichtigten Faktor wurde in den bodenkundlichen Arbeiten von Dr. M. EISENHUT Rechnung getragen.

Nach Durchführung der Pumpversuche an den Bohrungen B IV und B VI wurde zunächst deren unmittelbares Einzugsgebiet für eine bodenkundliche Detailkartierung in Auftrag gegeben. Die Ergebnisse dieser Kartierung wurden als "Detail A" und "Detail B" mit textlichen Erläuterungen in den Beitrag von Dr. M. EISENHUT übernommen.

Die bodenkundliche Gesamtkarte des Untersuchungsraumes mit textlichen Erläuterungen beruht auf den Ergebnissen der inzwischen erfolgten und im Band Nr. 20 der Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung veröffentlichten Gesamtkartierung des Leibnitzer-Feldes. Als wesentliches Ergebnis kann die Abgrenzung der Stiefingsedimente und der Hangschleppen im Bereiche der würmzeitlichen Terrasse gewertet werden. Diese mehrere Meter mächtigen Feinsedimente stellen nicht nur einen ausgezeichneten Schutz gegen Verunreinigungen von der Oberfläche her dar, sondern üben durch ihre stark hemmende Durchlässigkeit auch einen entsprechenden Einfluß auf die Regeneration des Grundwassers aus. Dies ist am besten im Vergleich von Grundwasserganglinien und Niederschlägen zu ersehen, aus denen hervorgeht,

daß diese betroffenen Teilgebiete auf normale Niederschläge überhaupt nicht und auf starke Niederschläge nur schwach und stark verzögert reagieren. Als wichtigstes Regenerationsgebiet der Terrassenfläche sind, abgesehen von seitlichen Zuflüssen, die von 20 bis 80 cm mächtigen Feinsedimenten überdeckten Restflächen der ursprünglichen Würmterrasse anzusehen.

Die relativ hohe Durchlässigkeit der Ausedimente und deren Beziehung zum Grundwasser sind aus den beschriebenen Bohrprofilen gut zu ersehen. Die Gesamtmächtigkeit der deckenden Bodenschichten ist, soweit sie mit den 1 - 1,5 m Tiefe erreichenden Sondierstangen der Bodenkartierung nicht bis zur Schotteroberkante erfaßt werden konnte, aus den Bohrprofilen zu ersehen.

#### f) Grundwasserbeobachtung:

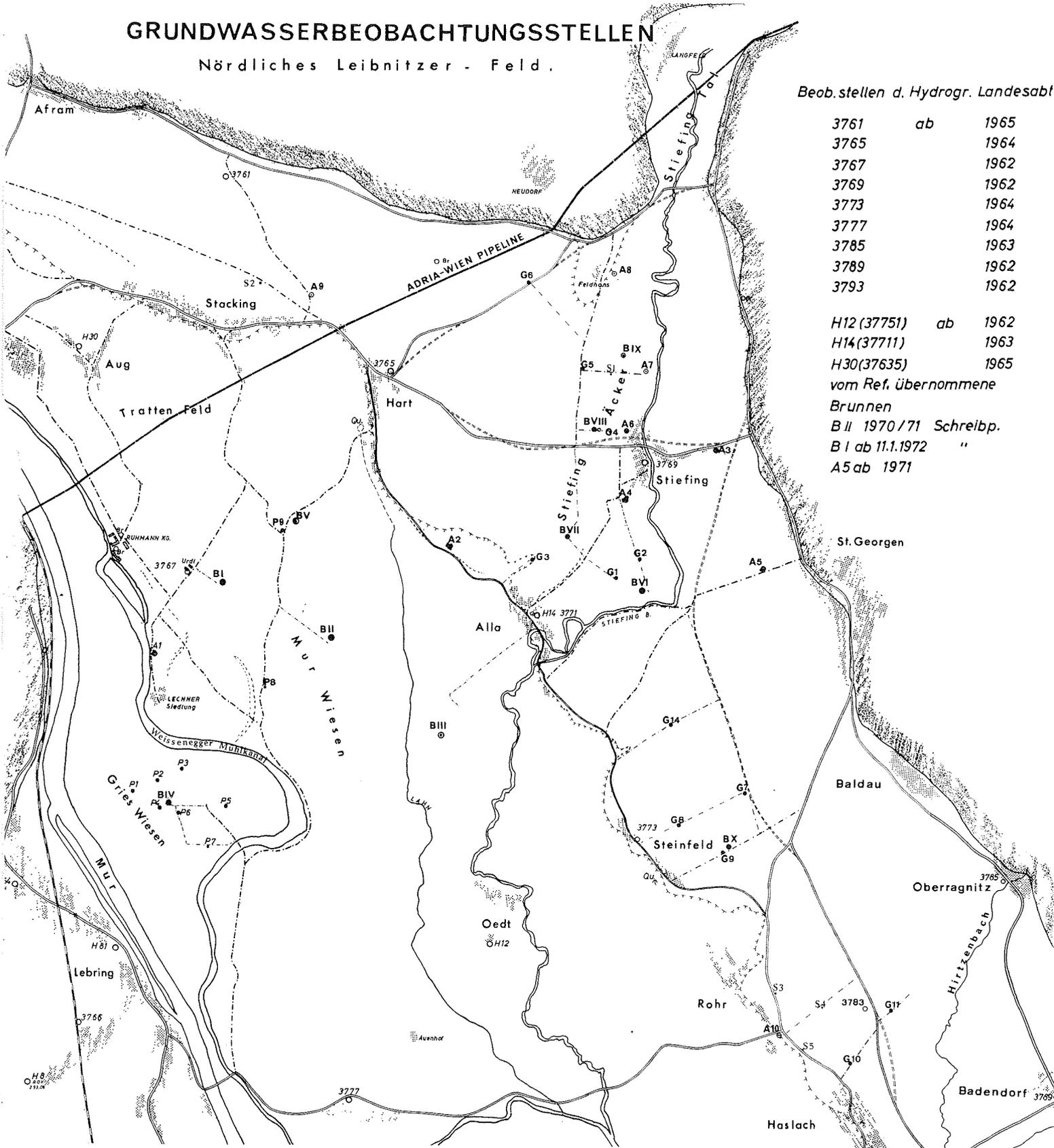
Die systematische Beobachtung des Grundwasserspiegels im nordöstlichen Leibnitzer-Feld durch das Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung erfolgt seit dem Jahre 1969, und zwar an sämtlichen Bohrungen und Pegelrohren jeweils seit dem Zeitpunkt ihrer Abteufung.

Insgesamt wurden 11 Bohrungen (Bezeichnung B) und 23 Pegelrohre (Bezeichnung P und G) zur Beobachtung herangezogen, doch wurde eine erhebliche Anzahl durch landwirtschaftliche Geräte umgeföhrt oder ging auf ungeklärte Weise verloren. Die Pegel auf der Grieswiese wurden, da mit den Besitzern eine 2-jährige Beobachtungszeit vereinbart worden war, wieder gezogen; verbleiben sollte Bohrung IV, welche jedoch durch einen Caterpillar umgeföhrt wurde. Somit beläuft sich die Zahl der verbliebenen und dauernd beobachteten Bohrungen und Pegel auf derzeit 17. Die Kontrolle an

# GRUNDWASSERBEOBACHTUNGSSTELLEN

Nördliches Leibnitzer - Feld.

Beob.stellen d. Hydrogr. Landesabt.



- 3761 ab 1965
- 3765 1964
- 3767 1962
- 3769 1962
- 3773 1964
- 3777 1964
- 3785 1963
- 3789 1962
- 3793 1962

- H12 (37751) ab 1962
- H14 (37711) 1963
- H30 (37635) 1965
- vom Ref. übernommene Brunnen
- B II 1970/71 Schreibp.
- B I ab 11.1.1972 "
- A5 ab 1971

Bohrungen		Sondierungen des Referates		Hausbrunnen	
B I	16.1.69 —	P 1	6.12.68 — 30.10.70	G 3	22.8.70 —
B II	16.1.69 —	P 2	— — — 31.12.70	G 4	1.7.70 — 4.12.70
B III	16.1.69 — 9.6.72	P 3	— — — 10.12.70	G 5	30.1.70 —
B IV	10.12.68 — 4.4.72	P 4	— — — 17. 9. 70	G 6	1.2.70 —
B V	24.2.69 — 23.12.70	P 5	10.12.68 — 31.12.70	G 7	8.8.70 —
B VI	16.1.69 (Schreibp.)	P 6	6.12.68 — 31.12.70	G 8	8.8.70 —
B VII	31.12.70 —	P 7	10.12.68 — 31.12.70	G 9	21.8.70 —
B VIII	25.11.70 —	P 8	16.1.69 — 28.7.71	G 10	21.8.70 —
B IX	10.9.70 —	P 9	16.1.69 —	G 11	11.8.70 —
B X	19.11.70 —			G 12	16.8.70 — 18.12.70
B XI	24.9.70 —	G 1	13.4.69 — 31.12.70	G 13	21.8.70 — 5.11.70
		G 2	13.4.69 — 3.12.70	G 14	13.12.70 —
				A 1	6.12.68 — 30.12.71
				A 2	6.12.68 —
				A 3	18.12.68 —
				A 4	24.2.69 —
				A 5	11.3.69 —
				A 6	21.8.70 — 12.4.72
				A 7	21.8.70 — 21.12.70
				A 10	21.8.70 —



diesen Meßstellen erfolgt wöchentlich einmal mittels Lichtlotetes.

Ergänzend zu diesen "ungestörten" Meßstellen wurden noch 5 Hausbrunnen (Bezeichnung A) mit Schwimmer und Maßband so eingerichtet, daß der jeweilige Wasserstand in Brunnendeckelhöhe ablesbar ist. Die wöchentlich zweimalige Beobachtung dieser Brunnen wurde freundlicherweise von den Besitzern übernommen, die Daten werden an das Referat eingesandt. An einem ohne Maßband eingerichteten Brunnen (A 10) wird die Kontrolle wöchentlich mittels Lichtlotetes durchgeführt.

Sechs weitere Hausbrunnen (A 6, A 7, A 8, A 9, A 11, A 12), welche ebenfalls für Beobachtungszwecke eingemessen sind, wurden nur kurzfristig oder fallweise wie bei Pumpversuchen Grundwasserhoch- bzw. -tiefstände oder besondere Grundwassersituationen beobachtet. Im Raume des nordöstlichen Leibnitzer-Feldes standen dem Referate mit freundlicher Erlaubnis zur Einsichtnahme auch die Daten von 13 Hausbrunnen des allgemeinen Grundwasserbeobachtungsnetzes der hydrographischen Landesabteilung zur Verfügung. Diese Beruhen ebenfalls auf wöchentlich 2-maliger Messung durch örtliche Beobachter. Diese Daten sind zwar, da sie größtenteils von seiten der hydrographischen Landesabteilung noch keiner Überprüfung unterzogen sind, ohne Gewähr, doch dürften einzelne, noch nicht ausgeschiedene Fehlmessungen bei Mittelwertbildungen, ohne ausschlaggebende Bedeutung sein.

Eine, die Grundwasserspiegelschwankungen automatisch aufzeichnende Pegelschreibstation wurde Jänner 1970 über Bohrung VI eingerichtet, wo sie noch besteht. Ebenfalls eine Pegelschreibstation wurde von der hydrographischen Landes-

abteilung im Jahre 1970 über B II errichtet, von wo sie 1972 wegen mangelnder Zufahrtsmöglichkeit und für das Gesamtfeld untypischer Verhältnisse auf B I überstellt wurde. Im Jahre 1971 wurde auch der beim Feuerwehrdepot von St. Georgen a.d. Stiefing gelegene Brunnen A 5 in das Netz der hydrographischen Landesabteilung übernommen.

Sämtliche Meßstellen wurden auf ein mit dem der hydrographischen Landesabteilung bzw. staatlichen Fixpunkten zusammenhängendes Höhennetz eingemessen. Die Lage der Meßstellen und der Zeitraum der Beobachtungsdauer sind aus dem Lageplan ersichtlich.

Die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung des Referates wurden beginnend mit 1969 schriftlich wie auch graphisch festgehalten. In einer tabellarischen Zusammenstellung sind die Abstichmaße und die jeweiligen Grundwasserbewegungen verzeichnet, die graphische Darstellung erfolgte in Form von Jahresganglinien. Da die Veröffentlichung dieses Datenmaterials wegen des zu großen Umfanges nicht möglich ist, werden nur einige typische Jahresganglinien gegenübergestellt.

Ab dem Jahre 1972 wurde in Stiefing bei St. Georgen ein Regenschreiber eingerichtet, so daß auch ein Vergleich der Ganglinien mit der Niederschlagsverteilung möglich ist. Das aus der Grundwasserbeobachtung ermittelte Datenmaterial ergibt mannigfache Möglichkeiten zur Auswertung. Obwohl die maximal mit 4 Jahren (1969 bis 1973), teils jedoch nur mit 2 Jahren (1970 bis 1973) beschränkte Beobachtungszeit, für die Bildung charakteristischer Mittelwerte keinesfalls als ausreichend angesehen werden kann, soll im anschließenden Beitrag eine kurze Darstellung der wichtigsten Ergebnisse versucht werden.

Anschrift des Verfassers:  
Dr. Ernst Fabiani, Regierungsbaurat  
Referat fürasserwirtschaftliche  
Rahmenplanung  
Graz, Landhausgasse 7

- 135 -

DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM NORDÖSTLICHEN  
LEIBNITZER-FELD

von

E. Fabiani.



Im folgenden sollte auf die Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung eingegangen werden. Da planliche Darstellungen gegenüber rein textlichen Erläuterungen eine ungleich raschere und instruktivere Informationsmöglichkeit bieten, wurde versucht, die wesentlichen Ergebnisse graphisch darzustellen. Die Texte können sich daher auf eine Art Legende zu den zugehörigen Plänen beschränken.

Die Aussagen, welche aus Grundwasserbeobachtungen gemacht werden können, sind vielfältig. So kann bei Kenntnis des Untergrundreliefs auf die Grundwassermächtigkeit, aus den Linien auf die Fließrichtung des Grundwassers und sein Gefälle, aus den Schwankungen und den Ganglinien auf den Grundwasserhaushalt, die Beeinflußbarkeit durch Niederschläge und Oberflächenwässer, bzw. auf die Schutzwirkung der Deckschichten und die Regeneration des Grundwassers rückgeschlossen werden.

Auf den Nachteil, daß der für die Grundwasserbeobachtung zur Verfügung stehende Zeitraum für echte Mittelwertbildungen zu kurz war, wurde bereits hingewiesen. Eine 4-jährige Mittelwertbildung war nur bei den Bohrungen B I, B II, B VI bzw. beim Pegel P 9 und dem Hausbrunnen A 2 möglich. Die Mittelwerte der 1970 niedergebrachten Bohrungen beinhalten die extremen Jahre 1971 und 1972, weshalb sie nicht als kennzeichnend angesehen werden können. Wohl aber können im Vergleich mit langjährigen Beobachtungen der Hydrographischen Landesabteilung der Minimalwert des Jahres 1971 wie auch der Maximalwert des Jahres 1972 als Extremwerten nahekommend angesehen werden.

Sämtliche Kartenbeilagen wurden im Maßstab 1 : 10.000 auf Katastergrundlage entworfen und photographisch auf einen Maßstab von 1 : 25.000 verkleinert, wodurch bei der Ausarbeitung eine ausreichende Genauigkeit möglich war.

## I) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers

Zu den grundlegendsten Erfordernissen für die wasserwirtschaftliche Beurteilung und Erschließung eines Hoffnungsgebietes gehören die Kenntnisse über die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, und zwar sowohl bei normalen Verhältnissen (Mittelwert) als auch bei extremen Verhältnissen, insbesondere bei Grundwassertiefstand.

Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers ergibt sich aus der Differenz zwischen dem jeweiligen Grundwasserstand und dem undurchlässigen Untergrund. Gesicherte Aussagen können daher analog zur Reliefkarte des Untergrundes nur dort gemacht werden, wo Bohrungen und Sondierungen diesen erreichen. Dies ist, ohne die zu Beobachtungszwecken nicht heranziehbaren RAG-Bohrungen im Raume des 20 km<sup>2</sup> umfassenden Untersuchungsgebietes, immerhin an 32, einschließlich unverrohrter Sondierungen an 38 Punkten der Fall. Gewisse Ergänzungen sind auch durch die Ergebnisse der seismischen Untersuchungen möglich.

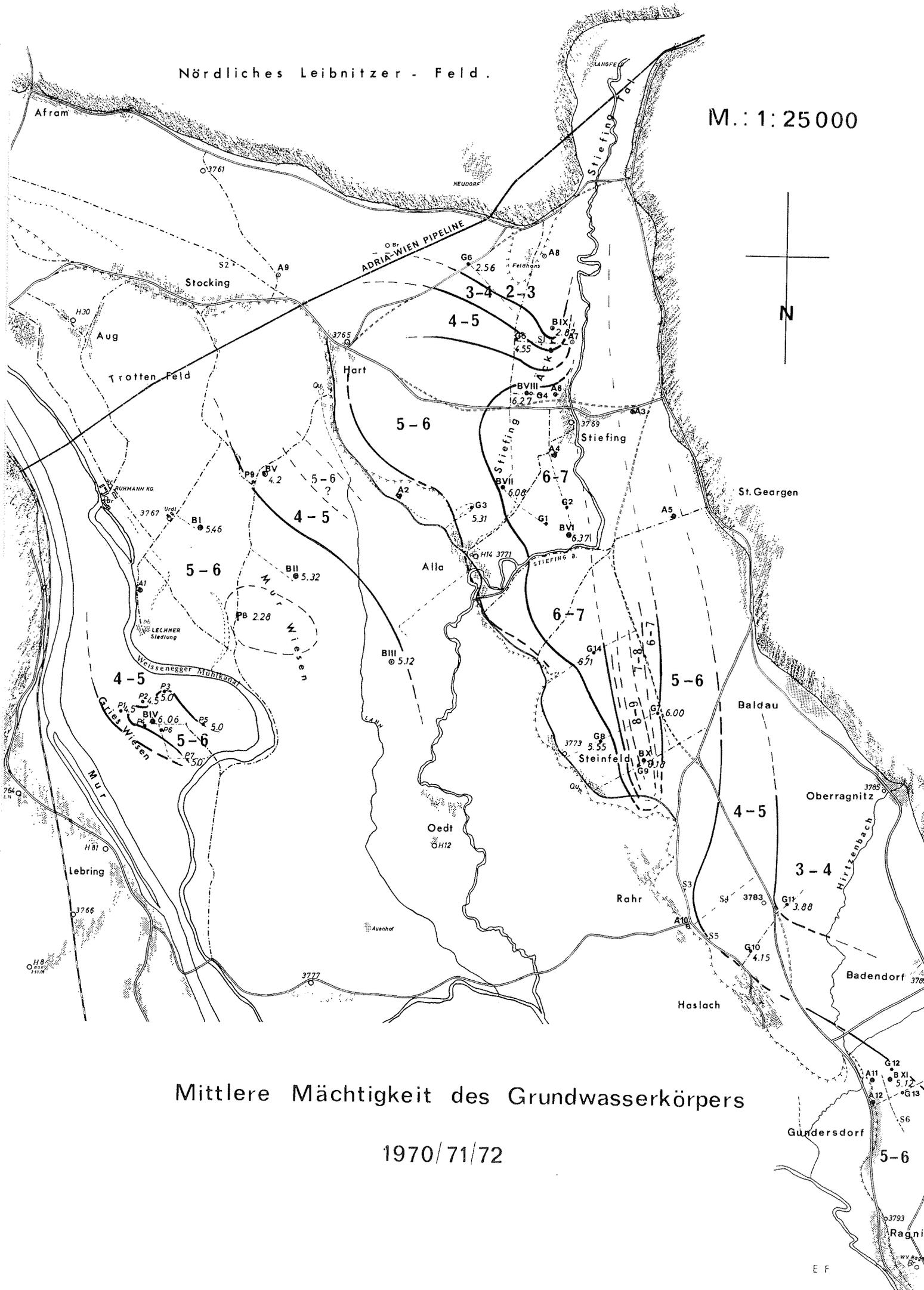
### a) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bei mittlerem Grundwasserstand:

Die zum Entwurf der Karte herangezogenen Werte beruhen größtenteils auf den Mittelwerten der Jahre 1970, 1971, 1972 mit den oben angeführten Vorbehalten. Die absoluten Werte sind jeweils beim Beobachtungspunkt ersichtlich, die Linien gleicher Mächtigkeit beruhen auf Interpolation. Hinsichtlich der Grundwassermächtigkeit ist folgende zonale Gliederung zu erkennen.

1. Als Zone maximaler Grundwassermächtigkeit hebt sich deutlich die Tiefenrinne der Stiefing mit einer nachgewiesenen mittleren Grundwassermächtigkeit von 6 bis 8 m hervor. Die eigentliche Tiefenrinne wurde wahr-

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1:25000



Mittlere Mächtigkeit des Grundwasserkörpers

1970/71/72



scheinlich nur durch B X erreicht, während ihre durch Bohrungen der Fachabteilung IIb und der RAG angedeutete Fortsetzung nach Norden mangels weiterer Aufschlüsse nicht durchgehend lokalisiert werden konnte und durch zu große Stiefingnähe für eine Grundwassererschließung auch nicht in Frage kommen dürfte.

An die zentrale Tiefenrinne schließt sich eine südlich der Ortschaft Stiefing bis zu 1 km breit entwickelte flache Einmuldung mit mittleren Grundwassermächtigkeiten von 6 bis 7 m an, nördlich Stiefing wird die Tiefenrinne durch einen rißeiszeitlichen Terrassensockel jedoch stark eingeengt. Diese, der Tiefenrinne zugehörige Zone, wird durch die Bohrungen B VIII, VII, VI und die Sondierungen G 4, G 14 und G 7 belegt.

2. Noch als ausreichend zu wertende Grundwassermächtigkeiten von 5 bis 6 m werden beiderseits der Tiefenrinne östlich der Linie Hart-Alla-Steinfeld (G 3) und zwischen St. Georgen und Rohr erreicht. Im Bereiche der Terrasse wird diese Mächtigkeit nochmals östlich von Gundersdorf erreicht (B XI).

Im Bereiche der Aue wurden mittlere Grundwassermächtigkeiten von 5 bis 6 m im Bereiche der Tiefenrinne zwischen Mur und Mühlkanal (B IV) und der mittleren Murwiesen (B I, B II, B III) erbohrt.

3. Als Zonen geringer Grundwassermächtigkeit (unter 5 m) sind die hangnahen Bereiche der Terrasse und vor allem das Gebiet zwischen Rohr, Haslach und Oberragnitz anzusprechen (G 10, G 11). Ebenfalls geringe Grundwassermächtigkeiten treten in den östlichen Teilen der Murwiesen (B V) auf, wobei auf Grund der RAG-Bohrungen zu vermutende lokale Tiefenrinnen in diesem Bereich nicht nachzuweisen waren.

Eine Zone geringerer Grundwassermächtigkeit scheint auch westlich der Linie B I, B III vorzuliegen (P 8), Mächtigkeiten von 3 bis 5 m liegen auch außerhalb der Tiefenrinne im Bereich der Grieswiesen vor.

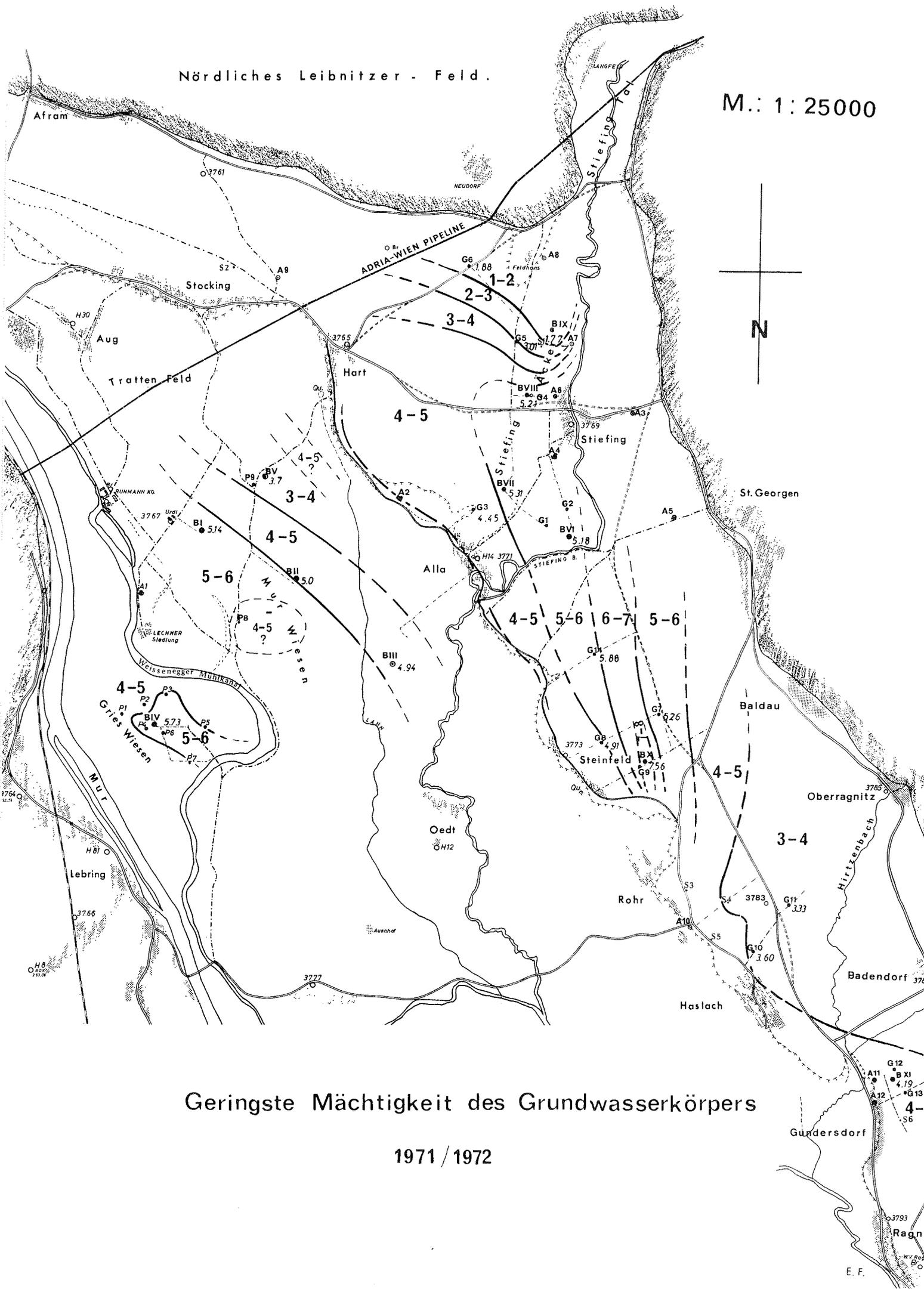
b) Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers bei Grundwasser-  
tiefstand:

Für den Grenzwert der Belastung eines Grundwasserfeldes ist der minimale Grundwasserstand maßgebend. Dieser wurde nahezu bei allen Brunnen am 22.11.1971 erreicht und dürfte, wie bereits erwähnt, einem langjährigen Extremstand entsprechen.

Ein Vergleich zeigt, daß die Differenz zu den mittleren Mächtigkeitswerten in den zentralen Bereichen der Terrasse mit rund 1 m am größten ist und gegen den Terrassenabfall hin auf 50 cm bis 70 cm abnimmt, ein Wert, der auch für das Gebiet zwischen Haslach und Oberragnitz gilt. Als am stabilsten erweist sich die Aue, wo die Differenz teils nur 20 cm bis 30 cm beträgt, was auf Vorflutnähe, geringe Neigungsverhältnisse, Rückstauphänomene durch Stiefingsedimente, rasche Regeneration und den Begleitgrundwasserstrom der Mar zurückzuführen ist. Gelegentliche Entleerungen bzw. Räumungen von Mühlgang (April 1971) und Lahn (März 1973) zeigen, daß die Höhenlage des Grundwasserspiegels bis zu einer 500 m östlich des Mühlkanals laufenden Linie durch die Mar (Stauwerk Lebring) und den Mühlkanal bestimmt wird, während die Beobachtungsbrunnen östlich der Linie B V - B II bis A 2 eine starke Abhängigkeit von der "Lahn" aufweisen. Eine zonale Gliederung nach Grundwassermächtigkeiten verschiebt sich zugunsten der Aue, indem sowohl um B I als auch B IV über 5 m Mächtigkeit erreicht werden, was nur im Bereich der zentralen Tiefenrinne der Terrasse überschritten wird.

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1:25000



Geringste Mächtigkeit des Grundwasserkörpers

1971 / 1972



## II. Die Überdeckung des Grundwassers bei verschiedenen Grundwasserständen

Die zur Darstellung gebrachte Überdeckung des Grundwassers bezieht sich auf die jeweilige Gesamtmächtigkeit der über dem Grundwasser liegenden Bodenschichten ohne Rücksicht auf ihre Zusammensetzung auf Qualität. Diesbezügliche Hinweise sind aus den bodenkundlichen Karten zu entnehmen. Für den Entwurf der Karten stand mit 40 beobachteten Punkten ein relativ dichtes Netz zur Verfügung.

### a) Die Überdeckung bei hohem Grundwasserstand:

Von den drei dargestellten Grundwasserspiegellagen ist sicherlich die des Maximalstandes für die Beurteilung der Schutzwirkung durch die Überdeckung die maßgeblichste. Allerdings muß betont werden, daß ein extremer Hochstand, wie am 19.7.1972 auftrat, ein höchst selten auftretendes Phänomen ist und die Hochstände "normaler" Jahre im Bereiche der Terrasse um etwa 2 m, im Bereiche der Aue hingegen nur geringfügig tiefer liegen.

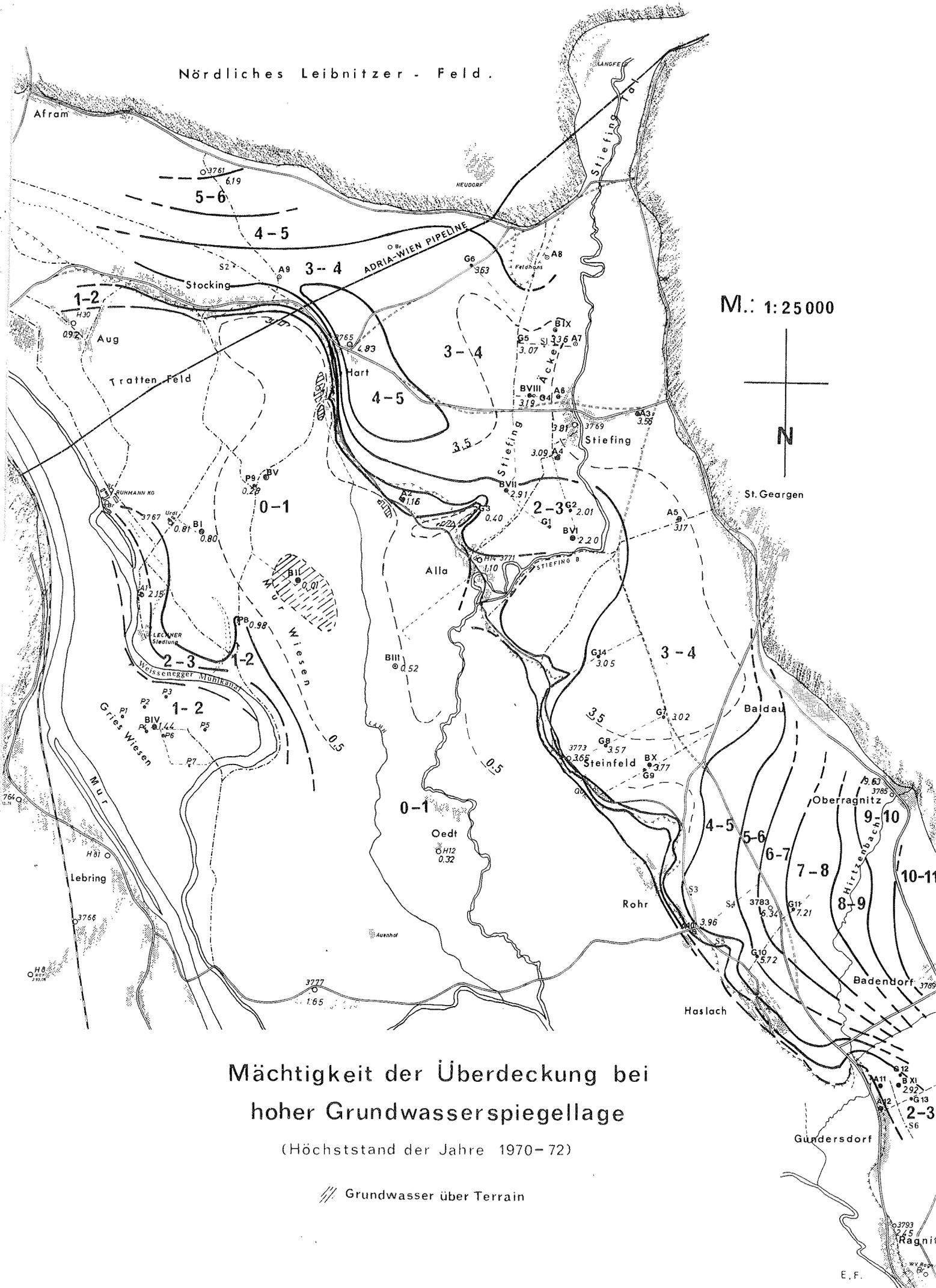
1. Als Bereich geringster Grundwasserüberdeckung erscheint die gesamte Aue, wobei die jedoch zwischen den Schwemmfächern der Mur und Stiefing bzw. dem Terrassenabfall gelegenen Depressionen als Zonen geringster Grundwasserüberdeckung deutlich hervortreten. So kann frei aufspiegelndes Grundwasser häufig im Bereiche einer durch Stiefingsedimente und einer Verflachung im Untergrund bedingten Rückstauzone um Bohrung II und am Außenrand des Schwemmfächers bzw. am Terrassenfuß zwischen Stocking und Alla beobachtet werden. In diesen Bereichen steht bei hohem Grundwasserstand, meistens nach Schneeschmelze, in Depressionen frei aufspiegelndes Grundwasser bis zu 30 cm über Terrain. Um B II

kann häufig ein deutliches Abfließen entlang von Akkerfurchen gegen die Lahn hin beobachtet werden. Seit der Ausräumung der Lahn, einem ausschließlich vom Grundwasser gespeisten, stark wasserführenden Entwässerungsgerinne im Frühjahr 1973, konnte eine Besserung der Verhältnisse festgestellt werden.

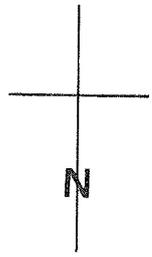
Jedoch auch außerhalb der Depressionen, im Bereiche des Schwemmfächers der Aue, übersteigt die Mächtigkeit der Überdeckung, abgesehen vom Dammbereich des Mühlganges erst gegen die Schwemmfächerspitze im Nordwesten der Grieswiese, wo unter Einfluß der durch Wehranlagen regulierbaren Vorfluter eine große Stabilität der Grundwasserverhältnisse herrscht.

2. Im Bereiche der Terrasse fällt während des Höchststandes eine Zone relativ geringer Überdeckung (2 bis 3 m) im stiefingnahen Bereich (B VII, B VI, A 2, H 14) auf, wobei bereits darauf hingewiesen wurde, daß im Bereich der Terrasse "normale" Hochstände bis zu 2 m unter diesen Werten liegen. Dies gilt auch für die Hauptfläche der Terrasse, wo mit 3 bis 4 m Überdeckung ein außergewöhnlich niedriger Wert erreicht wurde. Immerhin zeigt sich, daß bei extremen Hochständen tiefer als 2 m eingedrungene Verunreinigungen bereits in den Schwankungsbereich des Grundwassers fallen können.
3. Als Zone maximaler Überdeckung (4 bis 11 m) erweist sich der Schwemmfächer des Hirtzenbaches zwischen Haslach und Oberragnitz, wo sich die Mächtigkeit und Dichtigkeit der Überdeckung auch hinsichtlich eines geringen Schwankungsbereiches des Grundwassers auswirkt. Leider ist die Zone auch mit einer Zone geringer Grundwassermächtigkeit identisch.

Nördliches Leibnitzer - Feld.



M.: 1:25 000



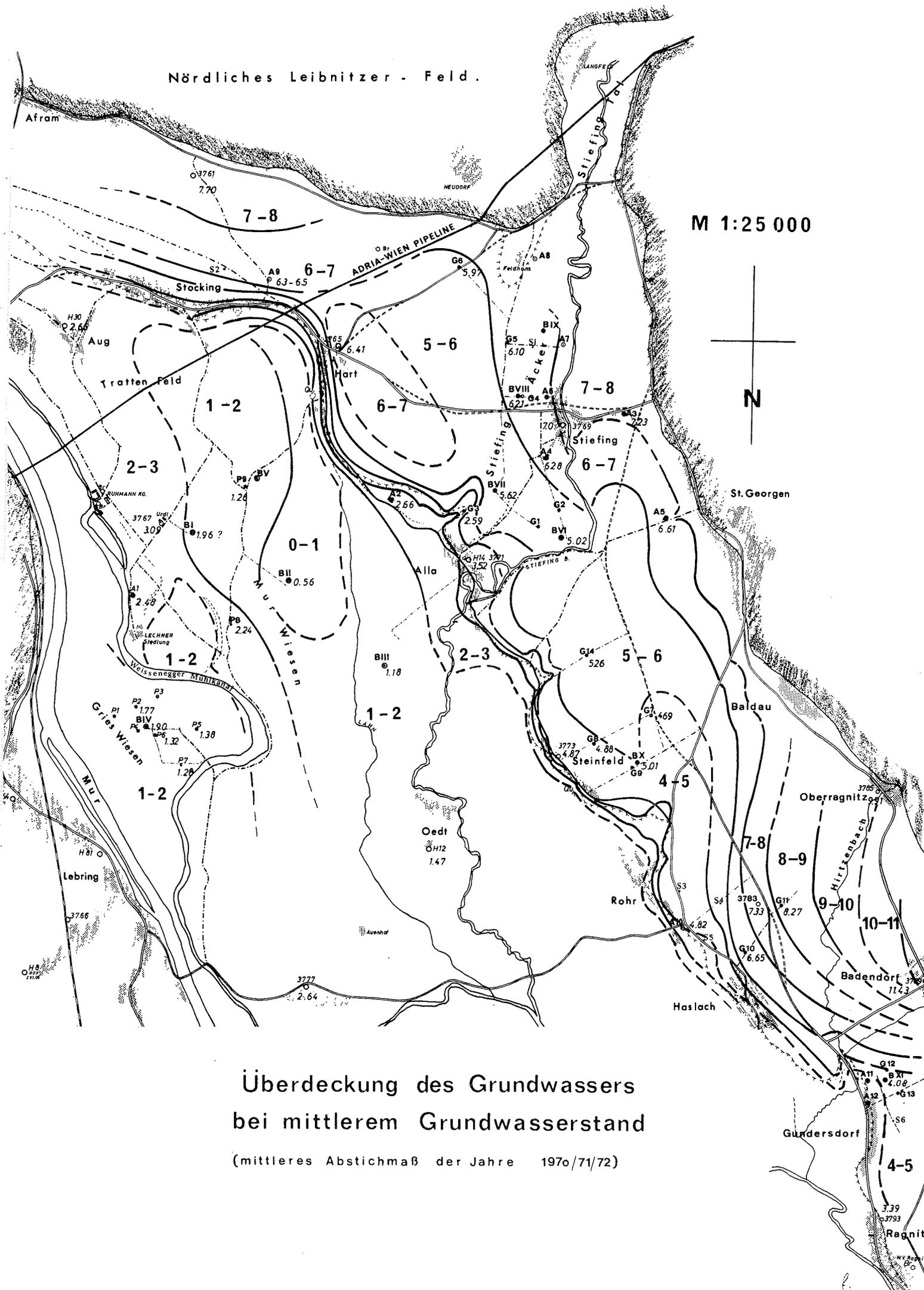
Mächtigkeit der Überdeckung bei hoher Grundwasserspiegellage

(Höchststand der Jahre 1970-72)

/// Grundwasser über Terrain



Nördliches Leibnitzer - Feld.



Überdeckung des Grundwassers  
bei mittlerem Grundwasserstand  
(mittleres Abstichmaß der Jahre 1970/71/72)







- b) Bei mittleren Grundwasserständen zeigen sich bereits deutlich die günstigeren Verhältnisse im Bereiche der Terrasse gegenüber der Aue.

Während im Bereiche der Aue die Überdeckung des Grundwassers in den Depressionen noch unter 1 m liegt und erst gegen die Schwemmfächerspitzte, also gegen Nordwesten hin, 2 m übersteigt, beträgt sie im Bereich der Terrasse überall mehr als 4 m.

Hiebei zeigt sich bereits deutlich, bedingt durch den Schwemmfächer der Stiefing, eine Abnahme der Überdeckung von 6 bis 8 m im Norden um die Ortschaft Stiefing, auf 4 bis 6 m im Süden bei Steinfeld. Zonen maximaler Überdeckung sind wiederum die Schwemmfächer bei Afram (6 bis 8 m) und bei Haslach-Oberragnitz (6 bis 11 m), während östlich Gundersdorf analog zur Hauptflur die Überdeckung 4 bis 5 m erreicht. Eine Zone stärkerer Überdeckung (6 bis 7 m) im Gebiete östlich von Hart kann durch die Lage zwischen den Grundwasserströmen der Mur und der Stiefing und durch die drainagierende Wirkung der Lahn erklärt werden.

- c) Bei Grundwassertiefstand verschieben sich die Werte um rund 0,5 bis 1 m, wobei das Ausmaß der Überdeckung im Norden jeweils stärker zunimmt als gegen Süden und die geringste Änderung der Verhältnisse im Bereiche des Schwemmfächers des Hirtzenbaches eintritt.

### III. Grundwasserschichtpläne:

Aus Grundwasserschichtplänen können die jeweiligen Gefällswerte des Grundwasserspiegels und die Fließrichtung des Grundwassers ermittelt werden. Das Gefälle ergibt sich aus dem Abstand der Isohypsen, die Fließrichtung kann zumindest für die oberflächennahen Grundwasserbereiche als normal zu diesen Isohypsen angenommen werden und ist demnach aus den Schichtplänen zu ersehen. Für die zwei extremen und den mittleren Grundwasserstand konnten 38 Beobachtungspunkte herangezogen werden, für die Grundwassersituation am 21.8.1970 standen sogar 52 Beobachtungspunkte zur Verfügung. Die Situation während extremer Verhältnisse bei einzelnen Bohrpunkten findet in den Gutachten von W. WESSIAK eine Beschreibung, weshalb hier nur auf die allgemeine Situation eingegangen zu werden braucht.

#### a) Zur Fließrichtung des Grundwassers:

1. Im Bereiche der Terrasse um die Ortschaft Stiefing fällt bei Grundwasserhöchststand eine starke Beeinflussung durch die Stiefing auf, während vom Murr- und Mühlgang keine weiter in das Grundwasserfeld reichende Beeinflussung feststellbar ist. Das Grundwasser strömt in einem Winkel von rund  $40^{\circ}$  von der Stiefing ab, während es bei normalen Verhältnissen annähernd normal und bei Tiefstand in einem Winkel von  $120^{\circ}$  zum Lauf der Stiefing fließt. Der maximale Drehungswinkel der Grundwasserströmungsrichtung beträgt somit in diesem Bereiche rund  $80^{\circ}$ .

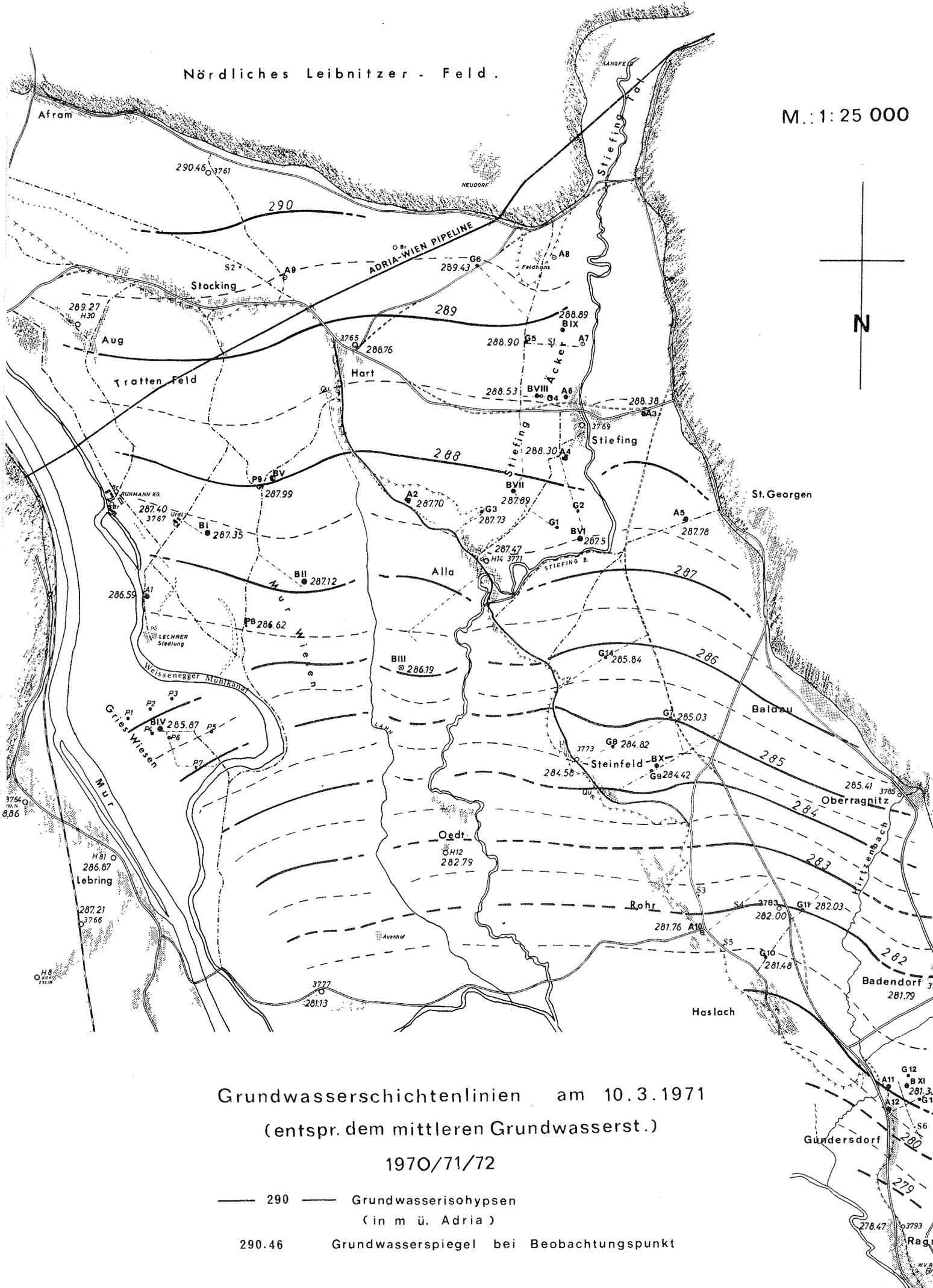
Gerade im Bereiche der Terrasse wird jedoch eine extreme Situation wie am 19.7.1972 höchst selten auftreten, während - wie auch aus den Ganglinien hervor-





Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1:25 000



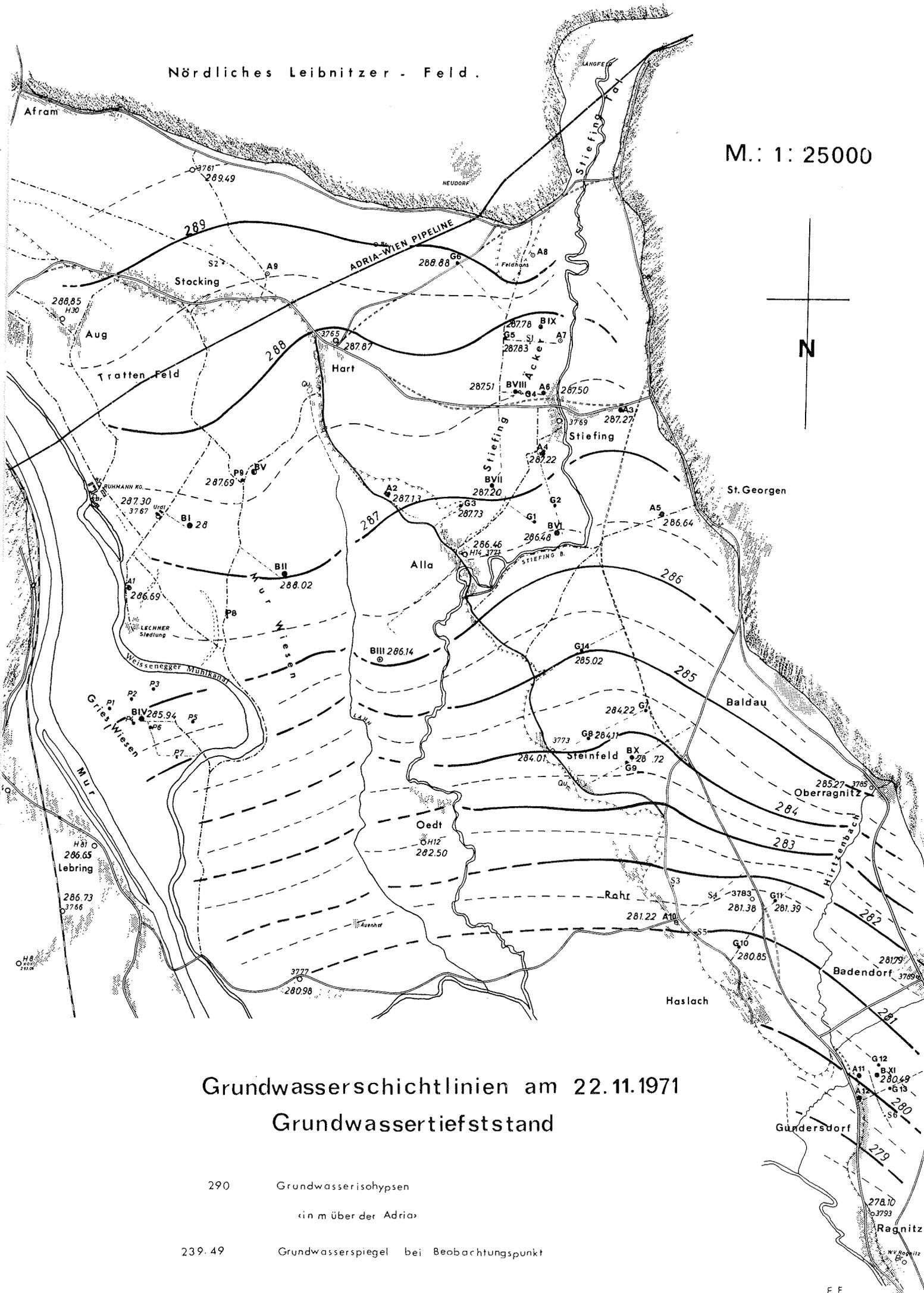
Grundwasserschichtenlinien am 10.3.1971  
 (entspr. dem mittleren Grundwasserst.)  
 1970/71/72

— 290 — Grundwasserisohypsen  
 (in m ü. Adria)  
 290.46 Grundwasserspiegel bei Beobachtungspunkt



Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1: 25000



Grundwasserschichtlinien am 22.11.1971

Grundwassertiefststand

290 Grundwasserisohypsen

(in m über der Adria)

239.49

Grundwasserspiegel bei Beobachtungspunkt



geht - keine wesentliche Beeinflussung von seiten des Stiefingbaches festzustellen ist. Viel häufiger ist hingegen die am 21.7.1970 dargestellte Situation.

2. Das deutlich erkennbare Einströmen des Begleitgrundwasserstromes der Mur bei Alla kann hingegen bei auf das Einzugsgebiet der Mur konzentrierten Niederschlägen, bzw. Hochwässern, wie es bei Schneeschmelze und Nordwestwetterlagen der Fall sein kann, wesentlich markanter sein, als es bei der dargestellten Situation der Fall ist. Dies bedeutet, daß dann eine stärkere Drehung der Grundwasseranströmrichtung gegen Osten hin erfolgt. Die mögliche lokale Beeinflussung durch das aus den Karstgebieten zuströmende Grundwasser ist mangels ausreichender Beobachtungspunkte im nordwestlichen Teilfeld nicht feststellbar.
3. Im Bereiche der Grieswiese, wie auch in den mühlgangnahen Bereichen bleibt unter Einfluß des Stauwerkes von Lebring mit einer sehr starken Abdichtung des Flußbettes in der Stauzone und des ebenfalls durch Wehranlagen einen sehr gleichmäßigen Wasserstand aufweisenden Mühlkanals die Grundwasserströmungsrichtungen sehr stabil.
4. Im Gebiete von Hart ist eine Ausbuchtung der Grundwasserschichtlinien festzustellen. Einerseits liegt dieses Gebiet zwischen den Begleitgrundwasserströmen der Mur und des Stiefingbaches, andererseits kann auch die drainagierende Wirkung der Lahn für ein Zuströmen in diesem Bereich verantwortlich gemacht werden.

5. Die breit entwickelten Auflächen der südlichen Murwiesen und um Öd weisen für differenziertere Aussagen zu wenig Beobachtungspunkte auf, weshalb die Isohypsen nicht mehr voll durchgezogen wurden. Da die Beeinflussung durch Stiefing und Lahn infolge der mächtigen und überaus dichten Stiefingsedimente eher als gering anzunehmen sind, ist mit einem relativ ungestörten Nordsüdströmen des Grundwassers in diesen Bereiche zu rechnen.
6. Der zentrale Teil der Terrasse östlich Steinfeld liegt zwischen den Begleitgrundwasserströmen der Mur und der Stiefing und den Zuflüssen von den östlichen Hängen mit wechselnder Beeinflussung. Während bei Grundwasserhochstand durch die allgemeine Anhebung Differenzierungen auf Grund des Untergrundreliefs weitgehend wegfallen und eine, vor allem vom "Stiefinggrundwasser" getragene Nordsüdsichtung dominiert, werden bei mittleren Grundwasserständen bereits die Zuflüsse von den Hängen her deutlich, welche bei Tiefstand  $\frac{2}{3}$  des Feldes einnehmen. Fällt bereits bei mittleren Grundwasserständen eine leichte Ausbuchtung der Schichtlinien um B X auf, so erscheint bei Tiefstand der Verlauf der vermuteten Tiefenrinne nachgezeichnet. Ein verstärktes Abfließen in diesem Bereich, besonders bei Tiefständen, stellt einen wasserwirtschaftlich sicher beachtenswerten Aspekt dar.
7. Die hangnahen Bereiche zwischen St. Georgen und Ober-ragnitz zeigen ein deutliches Abströmen des Grundwassers von den umrahmenden Hängen her. Der beeinflusste Bereich wächst von wenigen 100 m bei Grundwasserhöchststand auf rund 750 m Breite bei Grundwassermittelstand und rund 1 km Breite bei Grundwasser-

tiefstand an. Der Drehwinkel steigt von 5 bis 10° gegenüber der Hauptstromrichtung des Feldes bei Hochstand, auf 30 bis 40° bei Mittelstand und 40 bis 50° bei Tiefstand und schwankt somit um 50°. Wie bereits im geologischen Teil betont, muß dieses deutliche Anströmen von den Hängen her nicht mit einem entsprechend hohen Wasserdargebot zusammenhängen, sondern ist eher durch den Anstieg des Untergrundreliefs und die dadurch bedingten Gefällsverhältnisse zu erklären. Für diese Erklärung spricht auch der Umstand, daß bei Anhebung des Grundwasserspiegels bei Höchststand die Gefällsverhältnisse weitgehend ausgeglichen erscheinen.

8. Im Raume Gundersdorf ist die Beeinflussung durch die Grundwasserströme der Mur und der Stiefing weitgehend zu Ende. Sämtliche Schichtpläne zeigen ein deutliches, bei Hochstand extrem steiles Einströmen des Grundwassers von Nordosten her. Starke, 1 bis 2 m über der Aue gelegene Grundwasserquellen bei Ragnitz, weisen darauf hin, daß das Grundwasser des östlich dieser Quellen gelegenen Brunnengebietes mit dem Grundwasser der Auzone an seiner Oberfläche nicht mehr zusammenhängt.

b) Das Gefälle des Grundwassers ist örtlich für jede Situation aus der Höhendifferenz - Entfernung normal zum Gefälle - ermittelbar, weshalb auf örtliche Beschreibungen verzichtet werden kann. Generell fällt jedoch der deutliche Gefällsunterschied zwischen den nördlichen und südlichen Teilen des Grundwasserfeldes auf. Die Grenze dieser Bereiche liegt etwa in der Linie B III - B X.

Das Gefälle des Grundwasserspiegels beträgt, ausgedrückt in ‰ bei

	tieferem	mittlerem u. hohem	Grundwasserstand
nördliche Aue	1,0-1,1	1,4-1,5	1,3-2,0
nördliche Terrasse	1,1-1,5	1,2-1,7	2,5-2,8
südliche Aue	2,9-3,5	2,8-3,2	3,3-4,0
südliche Terrasse	2,0-2,5	2,5-3,0	3,6
Hangzonen	4,8	4,3	-

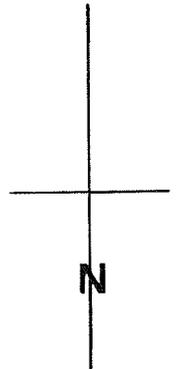
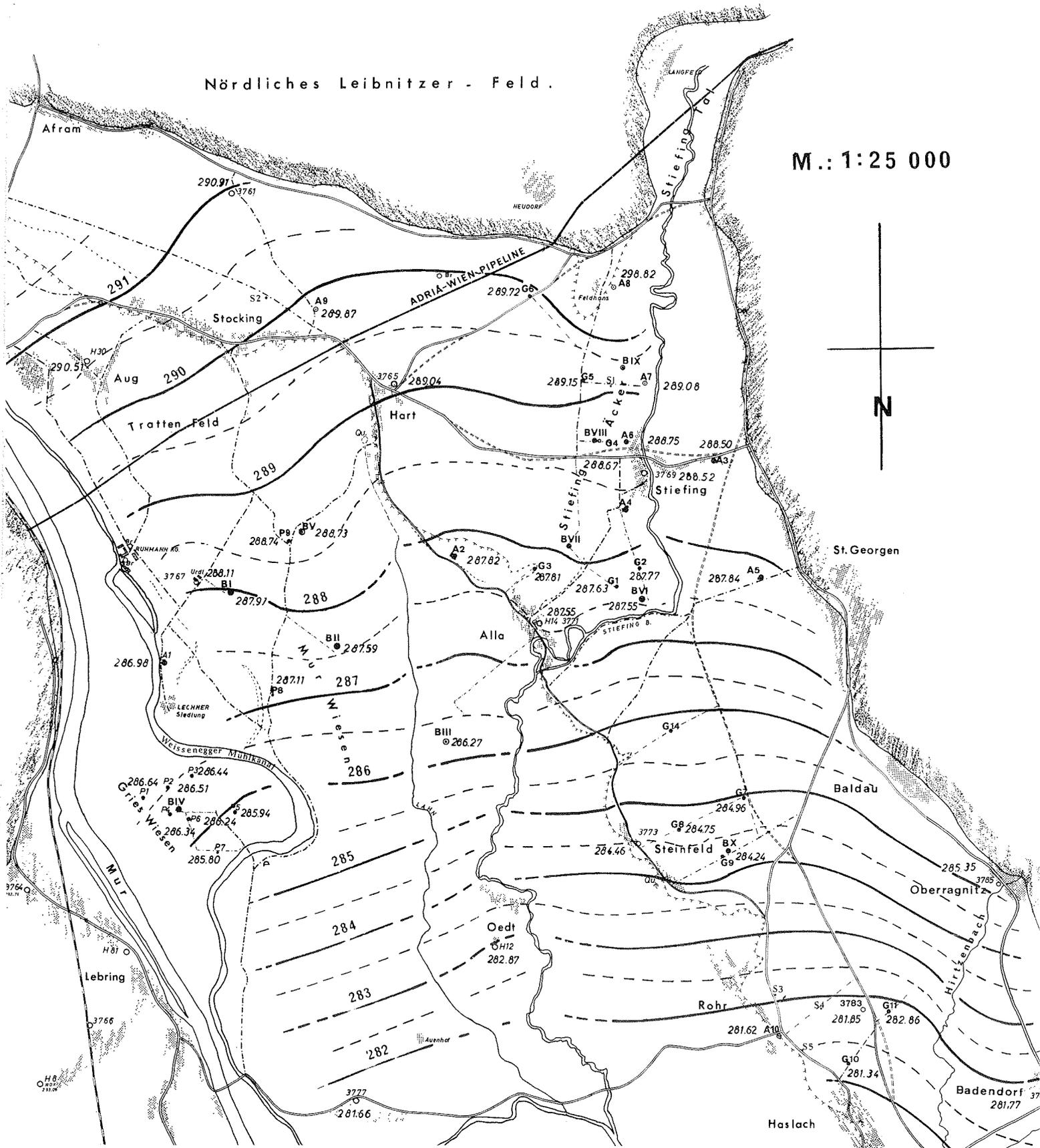
Der deutliche Unterschied kann durch die im Norden wesentlich höheren Durchlässigkeitswerte erklärt werden, welche eben ein geringeres Gefälle erfordern, weiters durch Rückstauerscheinungen durch den Schwemmfächer der Stiefing, der mit bis zu 4 m mächtigen Sedimenten im Bereiche der Aue bis in das Grundwasser reicht und nicht zuletzt durch eine Verflachung des Untergrundreliefs im Bereiche der Aue zwischen B II und B III auf 1,3 ‰.

Das mit 4 bis 5 ‰ relativ steile Gefälle des Grundwassers in den hangnahen Zonen erklärt sich aus den geologischen Gegebenheiten (ansteigendes Untergrundrelief und gegen die Hänge hin abnehmende Durchlässigkeitswerte durch eingeschwemmte Feinsedimente).

- c) Der Grundwasserspiegelstand vom 21.8.1970 wurde aus zwei Gründen dargestellt. Einerseits ist mit 52 beobachteten Punkten eine für dieses Feld optimale Wiedergabe der Situation möglich, andererseits entspricht der Grundwasserstand einer häufig auftretenden Situation, indem der Grundwasserspiegel in Bereiche der Aue infolge von Niederschlägen angehoben wurde und durch Murhochwasser ein verstärktes Einströmen stattfindet (starke Nieder-

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1:25 000



**Grundwasserspiegel am 21.8.1970**

Zeitpunkt des dichtesten Beob. netzes

Grundwasser auf Niederterrasse etw. unter 3j. Mittel  
in Austufe etw. über 3j. Mittel



schläge am 8.8. und 9.8.1970; darauffolgend Murhochwasser; am 21.8. bereits leichter Rückgang des Grundwasserspegels). Das Grundwasser im Bereiche der Terrasse hat hingegen auf diese Niederschläge nicht reagiert und bleibt gleich.

#### IV. Zahl der jährlichen Grundwasserspiegelschwankungen

Die Zahl der Schwankungen des Grundwasserspiegels im Verhältnis zum Niederschlag wie auch zu der Wasserführung von Vorflutern gibt einen wesentlichen Aufschluß über die Beeinflußbarkeit des Grundwassers durch diese Faktoren bzw. über die Versickerungsfähigkeit im Bereiche der Deckschichten. Zur Darstellung gelangten Schwankungen über 2 cm, soweit sie eine Änderung der vorherrschenden Grundwasserbewegung bedeuten. Verlangsamungen und Beschleunigungen innerhalb einer Tendenz wurden also nicht berücksichtigt. Von den 40 zur Auswertung zur Verfügung stehenden Stationen wurden, soweit möglich, 3-jährige Mittel (1970/71/72) herangezogen, fehlende Werte wurden interpoliert. Ein Vergleich mit dem in der Ortschaft Stiefing stationierten Regenmesser ist ab Juni 1971 möglich, die Wasserführung der Mur ist auf Blatt 4 der Ganglinien zu ersehen. Über die Wasserführung der Stiefing gibt es keine Aufzeichnungen.

Eine gewisse Vergleichsmöglichkeit zwischen der Intensität der Niederschläge und deren Auswirkung auf die Bewegungen des Grundwasserspiegels bietet nachfolgende Aufstellung:

Zahl der Tage mit mehr als	1. Juni - 31. Dez. 1971	Januar- Dez. 1972	1. Januar- 31. Aug. 1973	2-jähr. Mittel
1 mm Nieder- schlag	53	130	57	106
10 mm "	10	32	20	23
20 mm "	6	10	5	8
30 mm "	1	6	3	3-4
40 mm "	-	4	2	2





Maßgeblicher als die einzelnen Tagessummen ist jedoch die Verteilung der Niederschläge sowie deren Art (z.B. Dauerregen, Starkregen), da davon weitgehend die effektive Versickerungsrate abhängig ist. Tageswerte sind aus den Ganglinienblättern und den zugehörigen Tabellen zu entnehmen.

Die Darstellung der Gebiete mit gleicher mittlerer Zahl der jährlichen Grundwasserspiegelschwankungen läßt den Unterschied zwischen dem Bereich der Terrasse und der Aue besonders deutlich hervortreten, doch lassen sich auch innerhalb dieser Gebiete Differenzierungen erkennen.

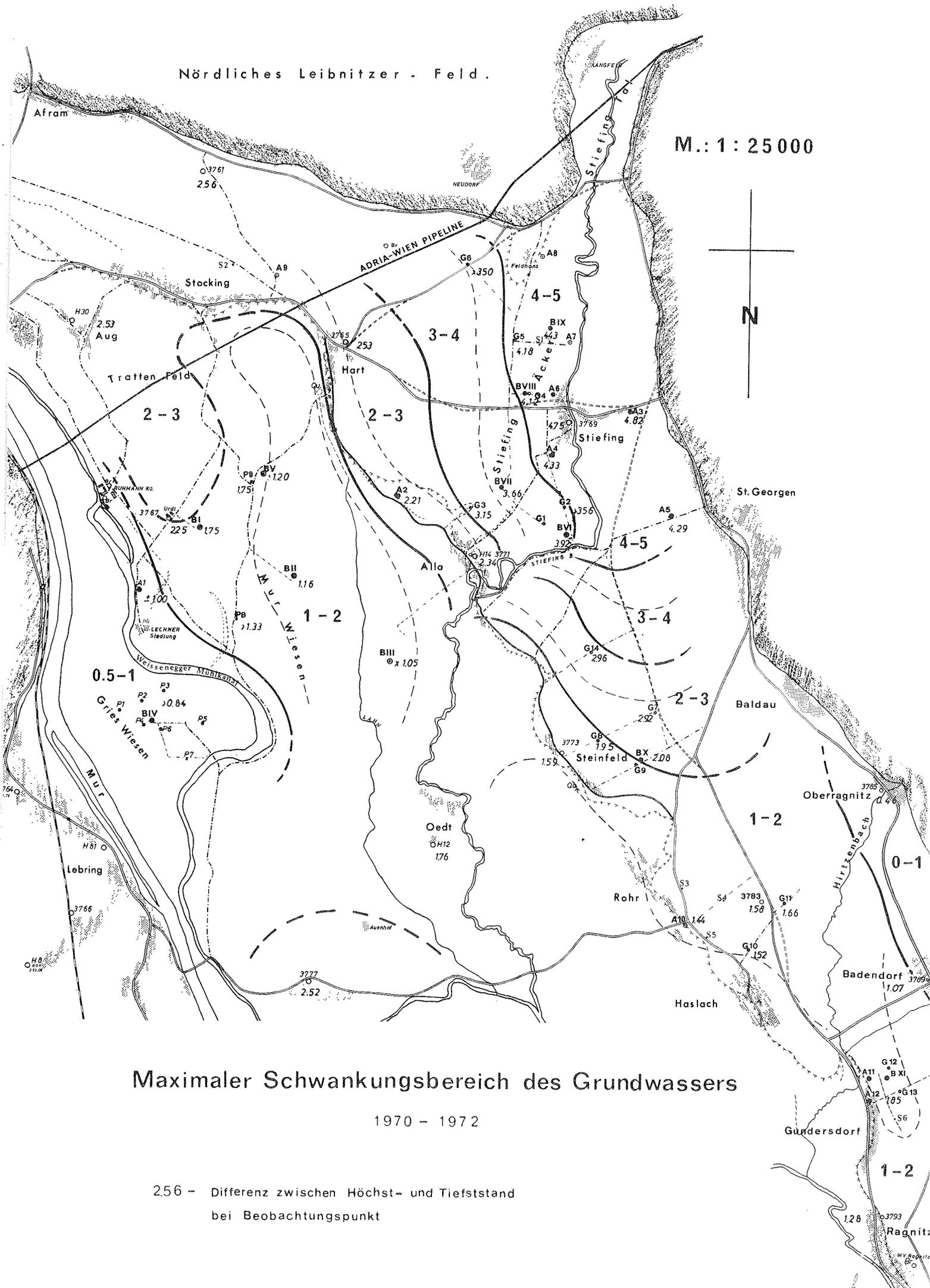
- 1.) Im Bereich der Niederterrasse hebt sich die Zone der Lehmbedeckung durch den Schwemmfächer der Stiefing deutlich durch eine überaus geringe Schwankungszahl (2,5 - 5) hervor. Eine ebenso geringe Zahl von Schwankungen ist nur im Bereiche der mächtigen Schwemmfächerüberdeckung des Hirtzenbaches anzutreffen. In diesem Bereich gelangen nur wenig, intensive Niederschläge zur wirksamen Versickerung. Etwas höher (5 - 7,5) liegt die Schwankungszahl in den stiefingnahen Bereichen, wo, wie bei der Beschreibung der Ganglinien noch näher ausgeführt wird, nur größere Hochwasserereignisse zu einer direkten Beeinflussung des Grundwasserspiegels führen. Ebenso steigt die Zahl der Schwankungen südlich des Stiefingknies, wo die dichte Lehmdecke allmählich auskeilt und bereits der Einfluß des Begleitgrundwasserstromes der Mur deutlich wird. Gegen die umgrenzenden Hänge im Osten des Grundwasserfeldes steigt

innerhalb einer 200 bis 300 m breiten Zone die Zahl der Schwankungen auf 7,5 bis zu 15 an. Diese durch Hangwässer zum Teil auch durch versickernde Oberflächenwässer hervorgerufenen Schwankungen sind gering und nur von kurzer Dauer.

- 2.) Die Aue weist hinsichtlich der Schwankungshäufigkeit ein völlig anderes Bild auf. Infolge der nur geringmächtigen und oft nur minderwertigen Überdeckung reagiert hier das Grundwasser bereits auf relativ geringfügige Niederschläge, oft schon auf weniger als 10 mm Niederschlag. Das Maximum wird im Bereich der Depressionen um B II (Schwankungszahl 15 - 22 pro Jahr) und bei Brunnen in Nähe des Mühlganges (A 1, 25 Schwankungen pro Jahr) erreicht. Mit zunehmender Überdeckung nimmt die Zahl der Schwankungen im Bereich des Trattenfeldes bei Aug wieder auf unter 10 ab. Eine deutliche Übergangszone zwischen Aue und Terrasse (7,5 bis 10 Schwankungen pro Jahr) hebt sich entlang des Terrassenabfalles ab.

Nördliches Leibnitzer - Feld.

M.: 1 : 25 000



Maximaler Schwankungsbereich des Grundwassers

1970 - 1972

2.56 - Differenz zwischen Höchst- und Tiefstand  
bei Beobachtungspunkt







#### V) Der Schwankungsbereich des Grundwassers

Zur Darstellung gelangten der maximale wie auch der mittlere Schwankungsbereich innerhalb des Beobachtungszeitraumes. Während der maximale Schwankungsbereich mit Extremwerten von 4 bis 5 m deutlich durch den Einfluß der Stiefing geprägt wird, lassen die Mittelwerte wesentlich besser eine zonale Gliederung erkennen.

Die höchsten Werte werden im Norden, an der Ausmündung des Stiefingtales, erreicht. Im Bereiche dieser Engstelle kommt es bei starkem Grundwasserandrang zu einer Überhöhung des Grundwasserspiegels, welcher sich wellenförmig und zusehends verflachend gegen Süden ausbreitet. Dazu kommt, daß im Norden der Terrasse infolge der abdichtenden Lehmbedeckung während eines Großteiles des Jahres ein Absinken des Grundwasserspiegels und nur bei starken Niederschlägen eine besonders intensive Auffüllung erfolgt.

Der zu beobachtenden Abnahme des Schwankungsbereiches von Norden gegen Süden und gegen die stabilisierend wirkende Aue im Südwesten hin steht nur der Raum von Oberragnitz entgegen, wo infolge einer außergewöhnlich mächtigen und dichten Überdeckung des Grundwassers eine extrem geringe Einwirkung von Niederschlagswässern auf den Grundwasserspiegel deutlich wird.

## VI. Die Ganglinien

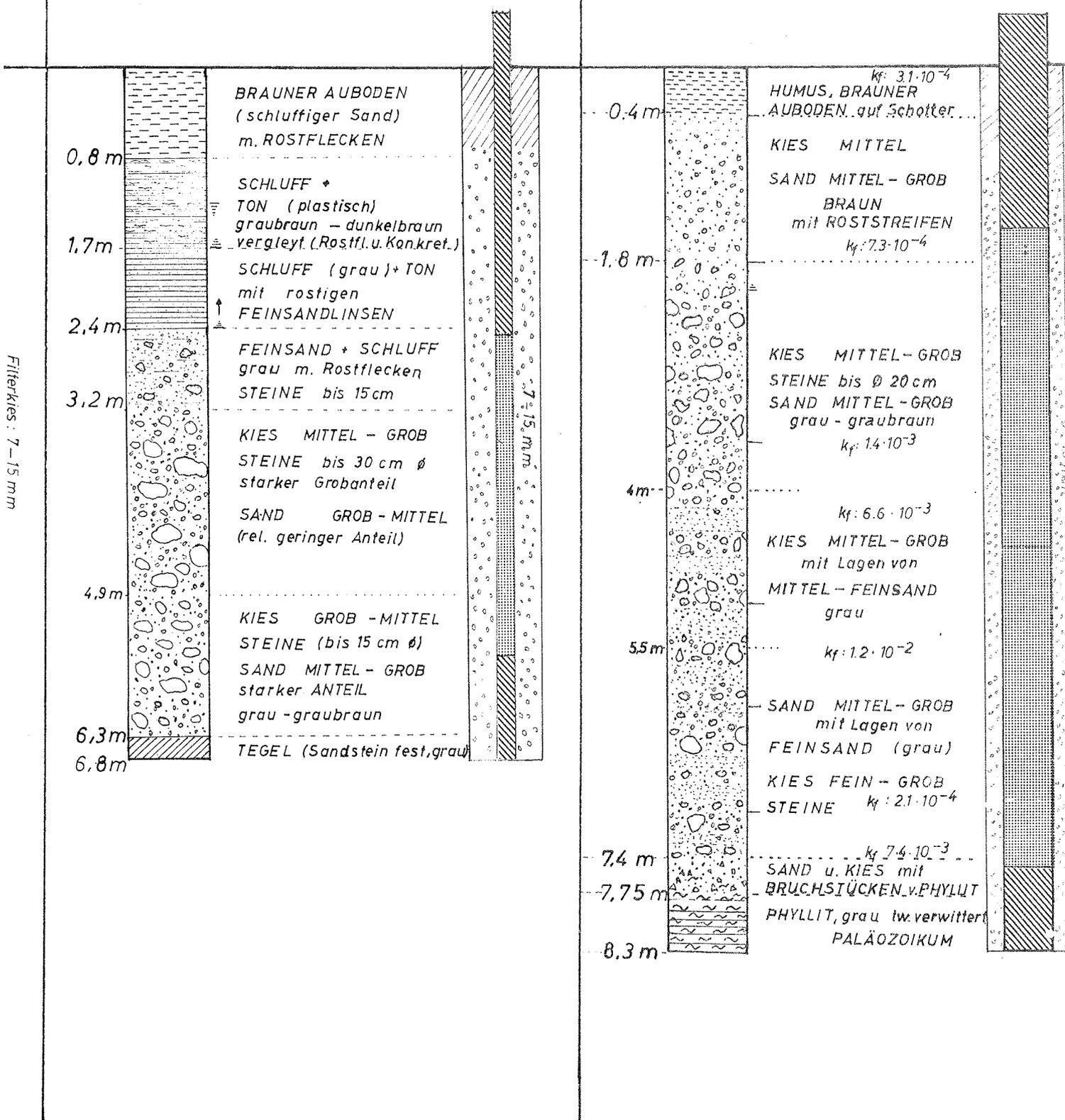
Ein genaues Bild der Schwankungen des Grundwasserspiegels und deren Intensität geben die Ganglinien einzelner Beobachtungspunkte wieder, wie die Ganglinien der Grundwasserbewegung überhaupt das vielleicht instruktivste Bild über die Grundwasserverhältnisse eines Raumes zu geben vermögen. Neben den Niederschlägen und der Ganglinie der Mur wurden ergänzend noch die absoluten Zahlenwerte mit Untergliederungen für ausgewählte Zeiträume (Tab. 1 und 2) wiedergegeben, da gerade dadurch die im folgenden versuchte Gliederung des Grundwasserfeldes deutlich wird. Es wurde versucht, hinsichtlich der Reihung und Auswahl der Ganglinien einzelne Gruppen von Beobachtungspunkten wenigstens durch Beispiele zu charakterisieren.

### 1.) Von den Hängen her beeinflusste Brunnen

A 3, A 5, G 6, 37 85, 37 61

Die in dieser Gruppe zusammengefaßten Brunnen liegen im Bereich von Schlepphängen mit einer mächtigen Lehmüberdeckung über grundwasserführenden Schottern, wobei eine nur geringe Versickerung von Niederschlägen erfolgt, wohl aber von den Hängen her wie auch durch versickernde Oberflächenwässer (Seitengräben) eine relativ starke und rasche Beeinflussung des Grundwasserspiegels stattfindet. Diese Beeinflussung des Grundwasserfeldes durch Alimentation von den umgrenzenden Hangpartien her, äußert sich in erster Linie in der Häufigkeit der Grundwasserspiegelschwankungen. So erreichen diese hangnahen Bereiche gegenüber den hangfernen Bereichen der Terrasse eine bis mehr als 3-fache Schwankungszahl (s.d.).

	<b>BOHRUNG III SW Alla</b>	<b>BOHRUNG IV Grieswiesen</b>
k	Grst. Nr.: 82 KG.: Hart Besitzer: Raggam	Grst. Nr.: 560 KG. Stocking Bes.: Bachernege
n	Terrain: 287,51 ROK.: 288,14 Basis: 281,2 m	Terrain: 287,97 ROK.: 288,31 Basis: 280,22
-5.9	Grundwasser in: 0.5 - 1.59m u.T. Mächtigg.: 4.94 - 5.8 m	Grundwasser: 1.44 - 2.3m u.T. Mächtigg.: 5.7 - 6.3
	im Mittel: 1.18m 5.14m	im Mittel: 1.9m 5.85m



Die Amplitude der Schwankungen wird durch seitliche Zutritte nur bei kleinen Schwankungen bestimmt; währenddessen die Spitzen der größeren Schwankungen von den Schwankungen des Hauptfeldes her bestimmt werden. So beträgt die mittlere Amplitude bei den Brunnen A 3 und A 5 über 2,5 m, im Bereiche Haslach, Oberragnitz im Zusammenhang mit der Abnahme der Amplitude des Gesamtfeldes und einer mächtigen Lehmüberdeckung um nur mehr 80 cm bis 1 m.

Die Beobachtungsstelle G 6, wie auch der Brunnen Nr. 3761 weisen eine relativ geringe Zahl von Schwankungen auf, die Amplitude ist nur geringfügig höher als die des Gesamtfeldes. Wie aus den Ganglinien der Beobachtungsstelle G 6 zu ersehen ist, sind die Spitzen der Schwankungen weitaus weniger ausgeprägt als bei A 3.

Aus den Tabellen 1 und 2 ist zu ersehen, daß der Brunnen auf Niederschläge wesentlich schneller, in der Spitze jedoch weniger ausgeprägt als etwa die von der Stiefing her beeinflussten Brunnen reagiert. Als Beispiel sei auf die Niederschläge vom 16. bis 18.7.1972 (Tab. 1) und vom 19. bis 21.6.1973 hingewiesen (Tab. 2). Wie aus den Ganglinien erkennbar ist, stieg der Grundwasserspiegel bei G 6 damals bereits an, während er bei den Brunnen B IX bis B VII noch im Fallen begriffen war. Ein weiteres Beispiel ist der 9.10.1973, als der Grundwasserspiegel bei G 6 bereits fiel, während er bei den Brunnen B IX, G 5, B VIII und B VII noch weiter anstieg.

## 2.) Von der Stiefing her beeinflusste Brunnen

B IX, A 6, A 7, 3769, A 4, B VI

Die Stiefing fließt auf einer 2,5 bis 3,5 m mächtigen,

schwer durchlässigen Feinsedimentdecke und ist in diese durchschnittlich 2 - 3 m tief eingeschnitten. Überschwemmungen durch die Stiefing sind nur lokal begrenzt im Bereich der Ortschaft Stiefing beobachtet worden. Die Auswirkung der Stiefing auf die nahegelegenen Brunnen ist sehr gering und nur größere Hochwasserereignisse wirken sich auch in Form von Grundwasserwellen auf die umliegenden Brunnen aus.

Dementsprechend gering ist auch die Zahl der jährlichen Schwankungen, die bei Normaljahren, wie etwa die Ganglinien der Jahre 1970/71 überhaupt nur durch eine starke Anhebung des Grundwasserspiegels im Frühjahr und eine folgende nur durch starke Niederschläge während des Sommer-Herbst-Halbjahres unterbrochene Absenkung des Grundwasserspiegels charakterisiert sind.

Die Beeinflussungsmöglichkeit durch die Stiefing zeigt sich bei den nahegelegenen Brunnen der Umgebung durch eine etwas höhere Zahl von Schwankungen, welche infolge der mächtigen Lehmüberdeckung im Norden meist nur nach besonders starken Niederschlägen deutlich werden, wobei die von der Stiefing ausgehende Welle durchaus nicht nur von eingesickerten Bachwässern her verursacht sein muß.

Hinsichtlich der auffallend großen Amplitude der Schwankungen am Ausgang des Stiefingtales sind sicherlich auch die hydraulischen Gegebenheiten, wie sie durch die Verengung des Talquerschnittes entstehen, zu berücksichtigen, während südlich B IX, dem Ende der unterirdischen Schwelle zwischen Mur- und Stiefingtal, mit der von dort an gegebenen Ausbreitungsmöglichkeit des Grundwasserstromes eine allmähliche Ausflachung und damit eine Abnahme der Amplituden und eine Anpassung an den Grundwasserstrom des Mur-

tales erfolgen wird.

Die von der Stiefing ausgehende Welle ist deutlich aus Tab. 1, 14.7.1972 -- 28.7.1972, wie auch am 20.8.1972 erkennbar, wo die Spitze den Brunnen B IX bereits mehrere Tage vor B VIII passierte. Am 19.11.1972, also bereits einen Tag nach starken Niederschlägen, weist B IX als einziger Brunnen bereits eine steigende Tendenz auf.

Dasselbe Bild ergibt sich vom 24. bis 28.6.1973. Bei A 4 ist durch die zweimalige Messung pro Woche eine stärkere Beeinflussung vorgetäuscht. Sie liegt tatsächlich jedoch nur etwas über der von B VI. B VI wird nur selten von der Stiefing ausgehenden Grundwasserwellen beeinflusst wie zum Beispiel am 15.7.1973 und wird daher zu den nur wenig beeinflussten Brunnen gezählt.

### 3.) Von der Stiefing her nur gering beeinflusste Brunnen

G 5, B VIII, B VI, B VII.

Diese Brunnen liegen bereits in einem Abstand von 150 bis 400 m von der Stiefing. Von der Stiefing ausgehende Grundwasserwellen erreichen diese Brunnen noch nach starken Niederschlägen bzw. Hochwässern. Die durchschnittliche Zahl von 2,5 bis 5 Schwankungen des Grundwasserspiegels pro Jahr zeigt, daß nur mehr langdauernde starke Niederschläge mit Summen von mehr als 50 mm bzw. dadurch verursachte Hochwässer eine Anhebung des Grundwasserspiegels hervorzurufen vermögen. Die Beeinflussung durch die Stiefing nach starken Niederschlägen ist aus den Tabellen 1 und 2 zu ersehen. G 5 wird nur mehr schwach von der Stiefing her und eher durch die von G 6 ausgehenden Grundwasserwellen beeinflusst. B VIII zeigt mehrmals deutlich den Durchgang von Grundwasserwellen (14.7.1972, 19.7.1972),

welche 3 bis 4 Tage zuvor bei B IX zu verzeichnen waren. (Tab. 2/ 28.6., 25.7., 9.10.1973, Fortpflanzungsgeschwindigkeit ca. 100 bis 130 m/Tag).

Bei B VI ist durch die automatische Schreibpegelanlage eine genaue Verfolgung der Grundwasserbewegung möglich. Wie B VIII reagiert der Brunnen nur nach extrem starken Niederschlägen und dann allerdings durch die größere Nähe der Stiefing etwas rascher. Starke Anstiege wurden, außer nach Schneeschmelze, nur nach einer Niederschlags-summe von mehr als 60 mm/Woche bzw. entsprechenden Starkregen beobachtet. Die Reaktionszeit des Grundwassers liegt je nach Durchfeuchtung der oberen Bodenschichten und der Art der Niederschläge zwischen 1 und 3 Tagen.

Am 5.7.1972 (Tab. 1) reagiert der Brunnen z.B. vor B VIII, auf die Niederschläge vom 30.7. bis 4.8.1972 reagierte er hingegen überhaupt nicht, auf die vom 16. bis 20.8.1972 und vom 18.11.1972 (Tab. 1) nur im geringen Ausmaß. Am 24.9.1973 setzt der abrupte Anstieg des Grundwassers genau 60 Stunden nach dem Einsetzen einer drei Tage dauernden Niederschlagsperiode ein. Die Anhebung des Grundwasserspiegels ist bereits geringer als bei den nördlich gelegenen Brunnen.

B VII liegt bereits gut 400 m von der Stiefing entfernt. Dieser Brunnen liegt zwar noch im Einflußbereich der Stiefing, wird jedoch mit entsprechend zeitlicher Verzögerung von dort ausgehenden Grundwasserwellen erfaßt. Der Verlauf der Ganglinien ist mit denen von B VI weitgehend identisch, nur daß die Anstiege eben durch die zeitliche Verschiebung weniger steil verlaufen und die Spitzen einige Tage später folgen. Der Durchgang einer ausgeprägten Grundwasserwelle wird z.B. am 19.7. bis 4.8.1973 (Tab. 1) angezeigt.



Die nächstfolgende hat am 20.8.1972 den Brunnen noch nicht voll erreicht. Der Verzögerungseffekt um 3 - 4 Tage wird auch am 28.6.1973 (Tab. 2) deutlich. Aus Spalte 2 ist wie bei B VI auch die gegenüber dem nördlich gelegenen Brunnen verringerte Amplitude zu ersehen.

4.) Die Beobachtungsstellen zwischen Stiefingknie und Steinfeld

G 14, G 7, G 8, B X.

Diese Brunnengruppe läßt je nach Exposition des jeweiligen Beobachtungspunktes sowohl eine Beeinflussung von der Stiefing als auch von den Hängen und dem Murtal her erkennen. Die Ganglinien dieser Brunnengruppe heben sich durch einen wesentlich flacheren Verlauf, das heißt durch eine geringere Entwicklung der Amplituden gegenüber den nördlich gelegenen Brunnen ab. Auf Niederschläge reagieren diese Brunnen wesentlich rascher, die Spitzenwerte werden deutlich früher erreicht. Dafür kann nicht nur eine Beeinflussung von der Stiefing, den Hängen und insbesondere von in diesem Raume versickernden Seitengerinnen verantwortlich gemacht werden, sondern es findet in diesen Bereichen durch eine Abnahme der lehmigen Deckschichten des Stiefingschwemmfächers auch eine wesentlich raschere Versickerung der Niederschläge statt.

G 14 ist sichtlich noch von der Stiefing her beeinflusst, bzw. völlig dem Grundwasserstrom des Stiefingtales zugeordnet. Beispiele aus Tabelle 1 (14.7. bis 19.7.1972, 19.11.1972) und Tabelle 2 (15.7.1973) zeigen eine wesentlich raschere Reaktion nach Niederschlägen als bei nördlich gelegenen Brunnen.

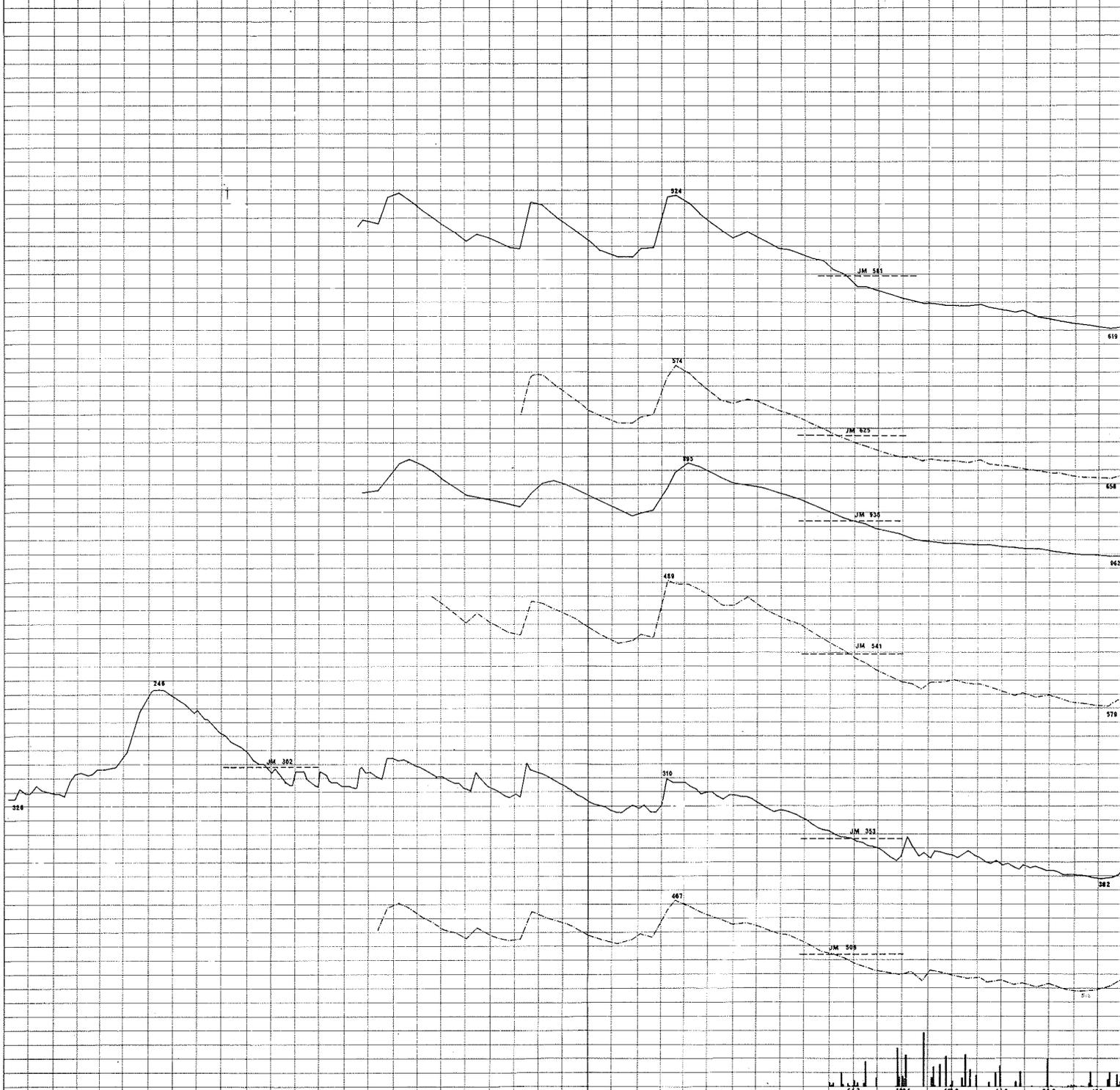
Dies ist einerseits auf eine von der Stiefing ausgehende Grundwasserwelle, andererseits jedoch auch auf ein rund 300 m nördlich von G 14 versickerndes Gerinne, welches das Abwasser von St. Georgen aufnimmt, zurückzuführen. Die Auswirkungen dieses Gerinnes sind deutlich in der Zeit vom 24.9. bis 19.10.1973 zu erkennen, als der Bach im Zuge eines Straßenbaues direkt in den Bereich von G 14 umgeleitet wurde und infolge starker Regenfälle gut 8 bis 10 l/s führte. Es sei an dieser Stelle betont, daß eine Belassung dieses Zustandes eine ernstliche hygienische Gefährdung des Grundwasserfeldes um B X bedeuten würde, da Auswirkungen dieser veränderten Versickerungsverhältnisse bis in diesen Bereich festzustellen waren. So ging der Schwankungsbereich, der normalerweise nur selten mehr als die Hälfte gegenüber den nördlich gelegenen Brunnen beträgt, weit über die Amplitude jener hinaus.

G 7 weist noch wesentlich stärkere Amplituden der Ganglinien als G 8 und B X auf. Hier scheint noch eine Beeinflussung durch Hangwasser vorzuliegen, doch dürfte der Brunnen auch noch vom Grundwasserstrom der Stiefing direkt erreicht werden. Tabelle 1 zeigt zum Beispiel am 14.7., 4.8. und 19.11.1972, bzw. Tabelle 2 am 15.7.1973, daß der Brunnen stärker reagierte als G 14. Will man nicht voraussetzen, daß an all diesen Tagen die Grundwasserwelle G 14 bereits durchlaufen hatte, ist hier in Zusammenhang mit im Bereich des Sportplatzes von St. Georgen a.d. Stiefing auftretenden Hangdruckwässern und versickernden Seitengerinnen auch mit einer Beeinflussung von dieser Seite her zu rechnen.

Jänner    Februar    März    April    Mai    Juni    Juli    August    September    Oktober    November    Dezember    Jänner    Februar    März    April    Mai    Juni    Juli    August    September    Oktober    November

1970

1971



G 8 und B X können, wenn auch bereits stark abgeschwächt, noch dem Typ des Stiefinggrundwassers zugerechnet werden. Im Gegensatz zu den nördlich des Stiefingknies gelegenen Brunnen reagieren diese Brunnen auf Niederschläge zunächst relativ rasch, jedoch in einem geringeren Ausmaß. Der Durchgang von beim nördlich gelegenen Brunnen beobachteten Grundwasserwellen kann häufig nur stark abgeschwächt und in einem zeitlichen Abstand von rund 1 Woche festgestellt werden. Als Beispiele seien Tabelle 1 der 27.8.1972 und in Tabelle 2 der 4.7.1973 angeführt.

Wenngleich die Ganglinien noch eindeutig von der Stiefing her geprägt sind, entsteht der Eindruck, daß hier bereits eine nivellierende Beeinflussung vom Begleitgrundwasserstrom der Mur her besteht.

#### 5.) Der Schwemmfächer des Hirtzenbaches

G 11, G 10 (3789)

Diese Beobachtungsstellen liegen im Bereich des Schwemmfächers des Hirtzenbaches, welcher durch seine mächtigen und abdichtenden Lehmschichten die Regeneration des Grundwassers von der Oberfläche her stark behindert. Dementsprechend gering sind auch die Zahl und das Ausmaß der Grundwasserspiegelschwankungen. Die Abnahme des Schwankungsbereiches entspricht der von Norden gegen Süden hin abnehmenden Tendenz, die Ganglinien entsprechen, abgesehen von einer weiteren Verflachung, denen von B X und G 8.

Die Verfolgung der Grundwasserwellen nach Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigten jedoch deutlich, daß G 10 von einem in diesem Bereich bereits vereinten Grundwasserstrom des Mur- und des Stiefingtales beeinflusst wird. G 10 reagiert

um einige Tage früher als G 11 (Tabelle 1, 14.7. bis 28.7.1972, 27.8.1972; Tabelle 2, 24.6.1973), während G 11 nur auf extrem starke Niederschläge und hinsichtlich des Durchganges der Spitzenwerte um 1 bis 2 Wochen verzögert reagiert. Beispiele: Tabelle 1, 14.7.1972, 3 bis 4 Tage nach Niederschlägen noch abnehmende Tendenz; 28.7. und 4.8., auf Grund der Niederschläge vom 16. bis 18.7. noch Zunahme; weitere Beispiele: am 27.8. und 19.11.1972; Tabelle 2, 24.6., Hauptniederschlag 19. bis 21.6.1973, Anstieg bis 4.7.1973; Niederschlag vom 6. bis 15.7. - steigende Tendenz bis 3.8.1973; Niederschlag vom 15. bis 28.9.1973 - Spitze ca. am 9.10.1973.

Diese starke Verschleppung der Spitzenwerte wird auch in den Ganglinien deutlich.

#### 6.) Das Grundwasserfeld östlich Gundersdorf (B XI)

B XI ist kennzeichnend für das Grundwasserfeld östlich Gundersdorf. Bereits die Ganglinie zeigt, daß die Grundwasserbewegung in diesem Teilfeld nicht von Norden her, also dem Bereich G 10, G 11 geprägt wird, da das Grundwasser in seinen Bewegungen nicht nur häufiger und stärker, sondern auch mehr als eine Woche früher als an diesen Beobachtungsstellen reagiert. Die starke Beeinflussung vom Hang her zeigt sich z.B. am 14.7.1972 in Tabelle 1, wo der Brunnen mit 54 mm am stärksten auf die Niederschläge reagierte, während am 19.7., dem Maximum aller Brunnen im Bereiche der Terrasse, die Welle bereits durchgelaufen ist. Dasselbe wiederholt sich am 4.8.1972, am 20.8. und am 19.11.1972 bzw. in Tabelle 2 am 24.6., 15. bis 20.7. und am 9.10.1973. Daß diese Beeinflussung kaum vom Grundwasserfeld der Aue aus erfolgen kann, zei-

gen einerseits die Grundwasserschichtlinien, andererseits die Werte des vorgelagerten Brunnens A 10. Es zeigt sich also, daß hier unter Beeinflussung durch Hangwässer und vermutlich auch versickernde Oberflächenwässer (Salla-bach, in rund 400 m Entfernung) eine wesentlich raschere Fortpflanzung der Grundwasserwellen als etwa im Bereiche stiefingnaher Brunnen erfolgt.

7.) Brunnen im Übergangsbereich zwischen Terrasse und Austufe

A 2, G 3, A 10.

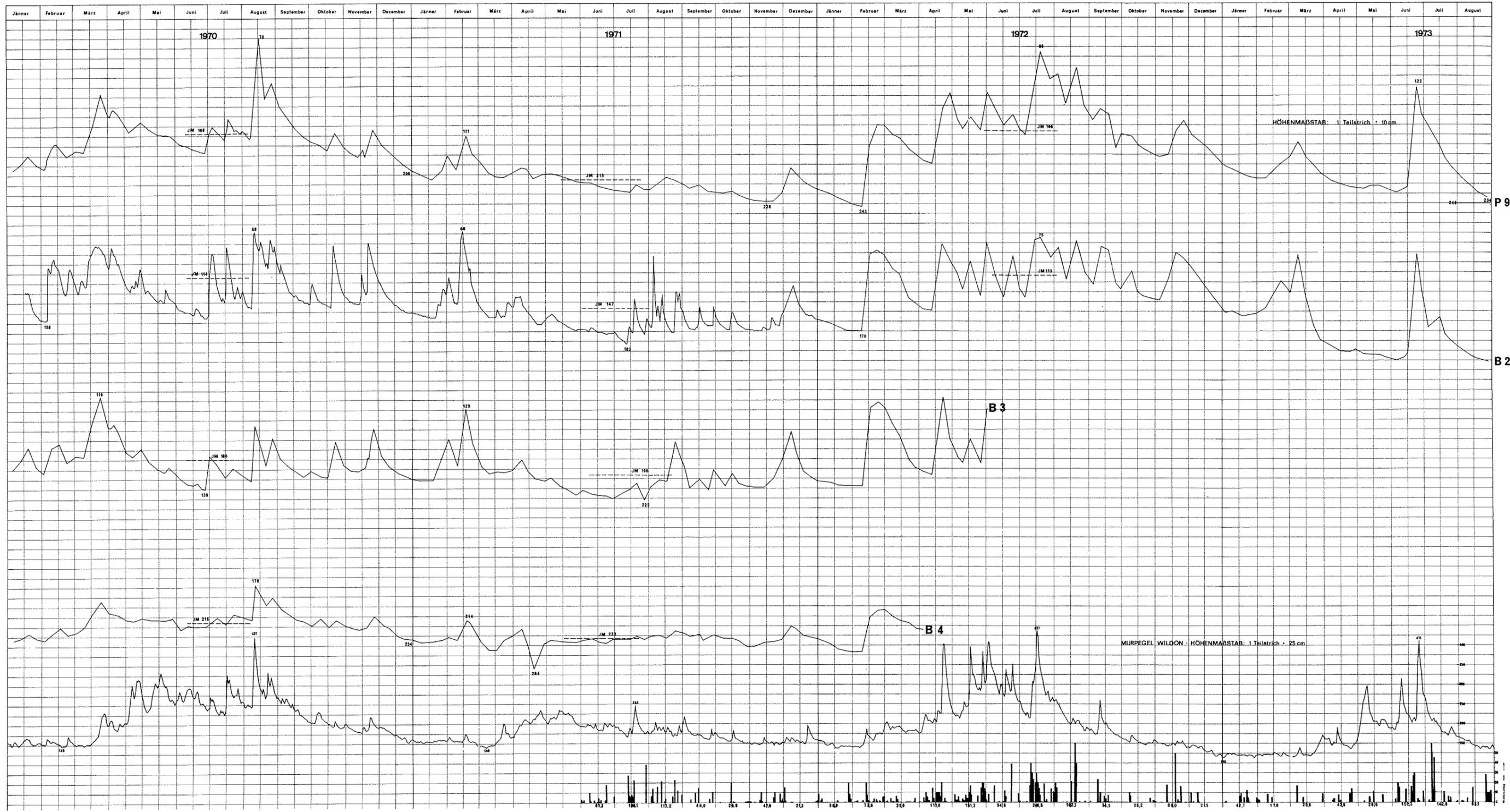
Diese am, bzw. nahe am Terrassenrand gelegenen Brunnen erscheinen sowohl vom Grundwasserstrom des Stiefing- als auch von dem des Murtales her beeinflusst. Kennzeichnend ist für diese Brunnen ein überaus geringer Schwankungsbereich, welcher durch die stabilisierende Wirkung des Grundwasserfeldes im Bereich der Austufe bewirkt wird. Die Mittelstellung zwischen Terrasse und Austufe wird durch die Zahl der Schwankungen (7,5 bis 10 Schwankungen pro Jahr) deutlich. Bei Grundwasserhochständen dominiert der Einfluß der Stiefing, was sich durch ausgeprägte Spitzen mit verzögertem Maximum ausdrückt. Bei Tiefstand hingegen dominiert der Grundwasserstrom des Murtales im Bereich der Aue, was sich z.B. in Tabelle 1 am 28.10., Spalte 2, ausdrückt, wo mit Ausnahme von B VII nur mehr diese Brunnen eine positive Gesamtbilanz aufweisen. Hinzuweisen ist noch auf die Mittelstellung von G 3 zwischen B VII und A 2, was sehr gut seiner etwas eingerückten Lage in einer, in die Terrasse eingreifenden Eindellung entspricht. Der Einfluß der "Lahn" auf diese Randzone wird durch die starke Absenkung des Grundwasserspiegels bei A 2 Ende März 1973 deutlich. (Ausbaggerung der "Lahn").

8.) Die Murwiesen (Austufe)

B I, B II, B III, P 9, P 8, 3767

Im Bereiche der Aue ergibt sich hinsichtlich der Ganglinien ein gegenüber der Terrasse völlig anderes Bild. Infolge der geringen Überdeckung reagiert das Grundwasser praktisch auf jeden über 20 mm hinausgehenden Niederschlag. Die Zahl der jährlichen Schwankungen liegt zwischen 10 und 20 und kann in niederschlagsreichen Jahren auch 20 übersteigen. Durch die regulierende Wirkung der Vorfluter bzw. des Entwässerungsgerinnes der Lahn bleibt der Schwankungsbereich mit 0,5 bis 1 m in sehr engen Grenzen.

P 9. Dieser Beobachtungspegel weist ähnliche Ganglinien wie B I auf, welcher infolge Übernahme durch die Hydrographische Landesabteilung und noch nicht bearbeiteter Jahresganglinien nicht zur Darstellung gelangen konnte. Infolge stärkerer Überdeckung und noch nicht voll wirksam werdender Rückstauerscheinungen reagieren diese Brunnen noch nicht so häufig und intensiv auf Niederschläge als B II. Die Spitzen sind nach starken Niederschlägen ausgeprägter bzw. nach geringfügigen Niederschlägen wesentlich flacher. Dies wird besonders beim Vergleich der Ganglinien der Jahre 1970 und 1971 deutlich. Hervorzuheben ist, daß B I noch ausgeglichener ist als P 9 und daß B I bereits in den Einflußbereich des Mühlganges fällt, was durch einen starken Rückgang des Grundwasserspiegels im April 1971, als der Mühlgang ausgebaggert wurde, deutlich wird, eine Erscheinung, die sich bei P 9 nicht mehr voll auswirkte.



B II ist im Bereich einer Depression und somit geringmächtigster Überdeckung gelegen. Maßgebliche Faktoren sind auch der Einflußbereich der Lahn, der Rückstau durch den Schwemmfächer der Stiefing und die Verflachung des Untergrundgefälles. Die Folge ist, daß das Grundwasser in diesem Bereich auf jeden, oft auch nur geringfügigen Niederschlag reagiert. Der Einfluß der Lahn wird durch das starke Absinken des Grundwasserspiegels Ende März 1973 deutlich (Ausbaggerung), während sich die Räumung des Mühlkanales April 1971 relativ schwach auswirkte.

Auf die Zusammenhänge hinsichtlich der Rückstauerscheinungen bzw. der Depression in diesem Bereich wurde bereits im geologisch-morphologischen Teil hingewiesen. Die genaue Aufzeichnung der Ganglinien im Jahre 1971 war durch die Auswertung von Schreibpegelblättern möglich. Zur Vergleichsmöglichkeit mit den Brunnen der Terrasse wurde dieser Brunnen auch in den Tabellen 1 und 2 ausgewertet. Die Zahl der Schwankungen erreicht in diesem Bereich ein Maximum (15 bis 20). Die Reaktion auf Niederschläge erfolgt unmittelbar. Zu bemerken ist, daß durch Murhochwasser verursachte Überschwemmungen bis in diesen Bereich beobachtet werden konnten.

B III reagiert in Folge einer dichteren und mächtigeren Überdeckung weniger rasch und oft auf Niederschläge, weist jedoch auch den typischen Ganglinienverlauf des seichtliegenden Grundwassers der Aue auf. Leider ist infolge Zerstörung des Brunnens nur eine Beobachtung bis Sommer 1972 möglich gewesen. Dasselbe gilt für P 8 und B IV.

P 8 ist am Rande einer Erosionsrinne 300 bis 400 m vom Mühlkanal entfernt. Die Ganglinien sind weitgehend mit denen von B I identisch, nur ist der Einfluß des Mühlkanals April 1971 noch stärker hervorgetreten.

9.) Unmittelbare Beeinflussung durch den Weissenegger Mühlkanal

A 1, ein unmittelbar am Mühlgangufer gelegener Brunnen, wird völlig vom Vorfluter bestimmt. Die Ganglinie verläuft in einer Ebene mit zahlreichen kleinen und kleinsten Schwankungen (bis über 25 pro Jahr). Die unmittelbare Beeinflussung durch den Mühlkanal dürfte sich auf eine nur schmale Zone entlang der Ufer beschränken. Eine nachteilige hygienische Beeinflussung war bei A 1 nicht feststellbar.

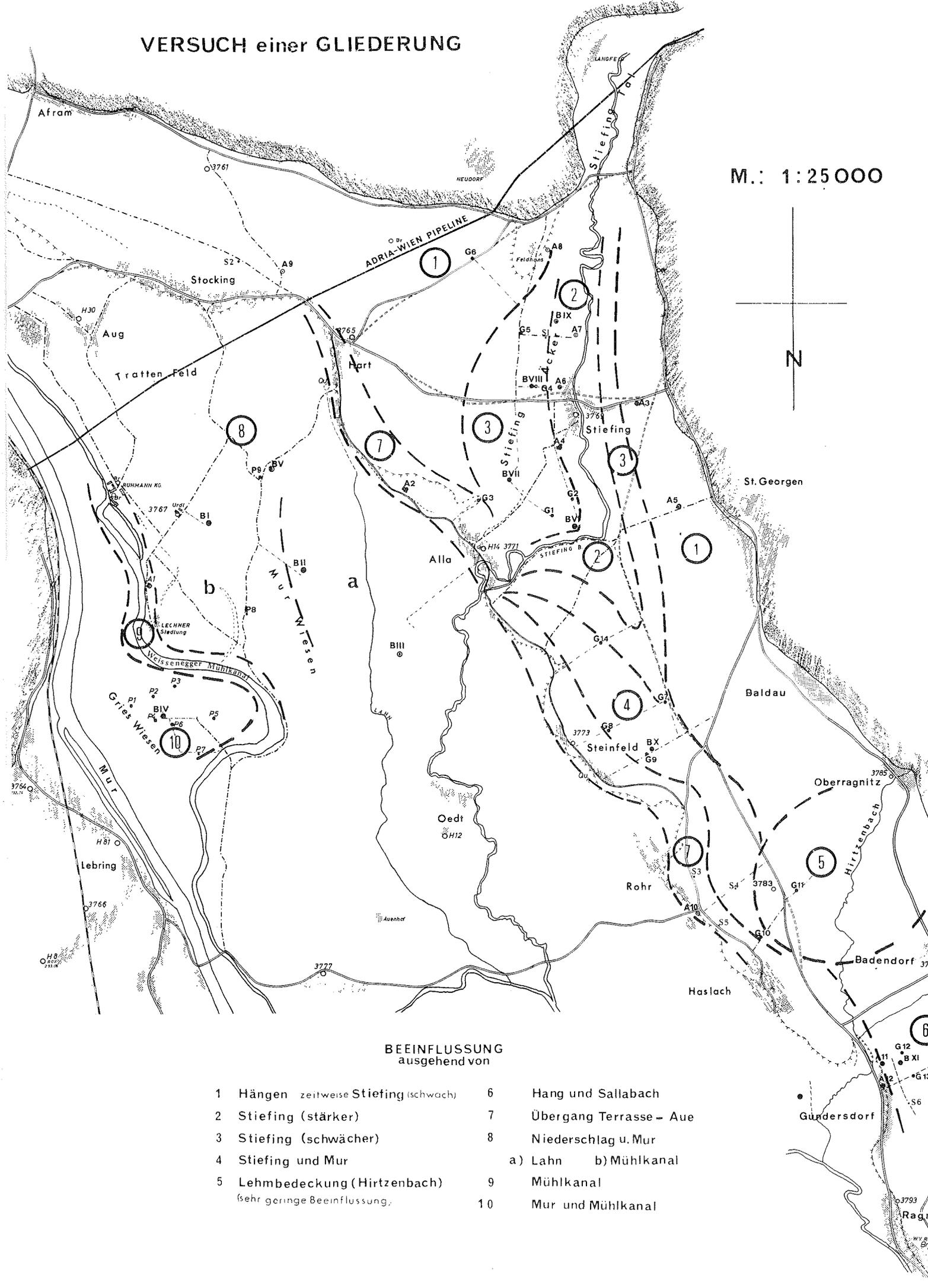
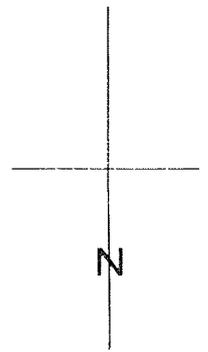
10.) Die Brunnen zwischen Mur und Mühlkanal (Grieswiesen)

B IV, P 1, P 2, P 3, P 4, P 5, P 6, P 7.

Diese Brunnen, bzw. Beobachtungspegel weichen in ihrer Ganglinie stark von denen der Murwiesen ab, indem sie zwar durchaus rasch und häufig auf Niederschläge und Hochwässer reagieren, jedoch infolge Stützung durch die doch recht regelmäßige Wasserführung der Mur (Stauwerk Lebring) und des Weissenegger Mühlkanals einen sehr gleichmäßigen Verlauf ohne größere Schwankungen aufweisen. Die Stützung des Grundwasserspiegels durch die Vorfluter wird durch das rasche Absinken des gesamten Grundwasserspiegels in diesem Raume April 1971 (Mühlkanalräumung) deutlich. Eine Analyse der Beobachtungsdaten zeigt bei P 1 und abgeschwächt auch bei P 4 und teilweise bei B IV ein etwas rascheres und stärkeres Ansteigen des Grundwasserspiegels, was mit der festgestellten Anströmrichtung von der Mur her völlig

# VERSUCH einer GLIEDERUNG

M.: 1:25 000



## BEEINFLUSSUNG ausgehend von

- |                                       |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 Hängen zeitweise Stiefing (schwach) | 6 Hang und Sallabach      |
| 2 Stiefing (stärker)                  | 7 Übergang Terrasse – Aue |
| 3 Stiefing (schwächer)                | 8 Niederschlag u. Mur     |
| 4 Stiefing und Mur                    | 9 Mühlkanal               |
| 5 Lehmbedeckung (Hirtzenbach)         | 10 Mur und Mühlkanal      |
| (sehr geringe Beeinflussung)          |                           |
- a) Lahn b) Mühlkanal

6  
G-12  
B-XI  
G-13  
S-6  
3793  
Ragn



TABELLE 1

Die Bewegungen des Grundwasserspiegels während des Hochstandes 1972

Datum	5.7.	14.7.	19.7.	28.7.	4.8.	11.8.	20.8.	27.8.	4.9.	11.9.
Tage		9	5	9	7	7	9	7	8	7
Grundwasserbewegung	1	2	1	2	1	2	3	1	2	2
Tendenz d. Bewegung	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
G 6	6,38	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
B 9	6,86	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
G 5	6,17	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B 8	6,34	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
B 6	5,69	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
B 7	6,01	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
G 14	5,71	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
G 7	5,17	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
G 8	5,39	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
B 10	5,71	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
G 11	8,89	-0,5 <sup>x</sup>	-0,05	61	60,5	12,2	67,5	3	70,5	0,4
G 10	7,22	2,5	0,2	56,5	59	11,3	57	2	63	0,9
B 11	4,87	54	6	23 <sup>x</sup>	77	4,6	63	14	72	1,3
A 2	2,84	23	2,5	99	122	19,8	99	23	93	-0,9
G 3	2,91	19,5	2,3	166,5	186	33,3	128	58	124	-0,6
A 10	4,72	20	2,2	46	66	9,2	57	9	63	0,9
B 2	1,36	59	6,5	2	61	0,6	41	20	51	1,4
Niederschlag in mm		Tag 7 1,5 10 17,8 11 93,5 13	Tag 15 16 17 18	Tag 19 23 24 25	Tag 29 31 31,7 4,8	Tag 14,5 11,5 45	Tag 16 17 19 20	Tag 20 206,2	Tag 28 29	Tag 1,5 1,1 9 10
Wochen summe		112		93	23,8	71	0	0	126,2	0

1) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber der Verwoche  
 2) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Stand vom 5.7.1972  
 3) Bewegung des Grundwasserspiegels pro Tag seit der Verwoche

- Maximum der Bewegung innerhalb einer Tendenz  
 x Minimum



TABELLE 1 (Fortsetzung)

Die Bewegungen des Grundwasserspiegels während des Hochstandes 1972

Datum	18.9.		25.9.		30.9.		10.10.		15.10.		20.10.		28.10.		4.11.		12.11.		19.11.						
Tage	7	7	7	7	5	3	10	5	5	5	5	5	8	7	8	7	8	8	7						
Grundwasserbewegung	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1						
Tendenz d. Bewegung	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	+	+					
G 6	19	84	2,6	17	67	2,4	13	54	2,6	21	33	2,1	11	22	2,5	9	13	14	1,7	12	24	1,4	1,5		
B 9	20,5	88,5	2,9	17	71,5	2,4	15	56,5	3	22,5	34	2,25	14	20	2,8	12	18	15	1,8	15	3	1,7	1,4	+1	
G 5	21	87,5	3	16,5	71	2,3	14,5	56,5	2,9	22	34,5	2,2	12,5	22	2,5	9	13	14	1,7	15	16	2,1	2,1	2	
B 8	19	87	2,7	17	70	2,4	13	57	2,6	22,5	34,5	2,25	10,5	24	2,1	15	15	14	1,7	12	13	1,7	1,7	4,5	
B 6	19	80	2,7	14	56	2	10,5	45,5	2,2	17,5	28	1,75	10	18	2	8	10	11	1,4	13	14	1,8	1,8	3	
B 7	17,5	73	2,5	13	80	1,8	12	48	2,4	18,5	20,5	1,85	8,5	21	1,7	14	14	13	1,4	10	9	1,4	1,4	3	
G 14	15	58	2,1	14	44	2	9,5	34,5	1,9	16,5	18	1,65	8	10	1,6	4	14	9	1,1	15	14	1,3	1,3	+4	
G 7	14,5	50,5	2	11,5	39	1,6	9,5	30,5	1,9	13	16,5	1,3	7	9,5	1,4	4,5	11	9,5	1,2	7	7	1,1	1,1	+5	
G 8	13,5	43,5	1,9	9	34,5	1,3	8,5	26	1,7	12	14	1,2	4	10	0,8	5	5	7	0,8	6	8	1,2	0,85	+3	
B 10	12,5	44,5	1,8	8,5	36	1,1	8,0	28	1,6	13	15	1,3	5	10	1	5	5	6	0,7	6	8	1	1	+3	
G 11	14	43,5	2	11	38,5	1,5	7	31,5	1,4	14	17,5	1,4	7	10,5	1,4	4,5	10,5	8	0,7	7	7	1,3	1,3	2,5	
G 10	9 <sup>x</sup>	45	1,3	8 <sup>x</sup>	37	1,1	7	30	1,4	13	17	1,3	5	12	1	7	7	6 <sup>x</sup>	0,7	7	8	1	1	1	
B 11	8 <sup>x</sup>	44	1,1	8 <sup>x</sup>	36	1,1	6,5 <sup>x</sup>	29,5	1,3	11 <sup>x</sup>	18,5	1,1	8,5	10	1,7	5	5	9	0,7	7	7	1	1	+6	
A 2	12	62	1,7	14	48	2	8,5	39,5	1,7	9,5 <sup>x</sup>	30	0,95	9	21	8	16	9,5	+6,5	1,2	7	7	1,1	1,1	+2 <sup>x</sup>	
G 3	16	69	2,3	12	57	1,7	11 <sup>x</sup>	46	2,2	17 <sup>x</sup>	27	1,7	8	21	1,6	14	11,5	+2,5	1,4	8,5	6	1,2	1,2	+1,5	
A 10	9 <sup>x</sup>	43	1,3	7 <sup>x</sup>	36	1,0	6	30	1,2	11 <sup>x</sup>	19	1,1	5	14	1	9	7	+2	0,8	5,0 <sup>x</sup>	3	0,7	0,7	15,5	
B 2	4 <sup>x</sup>	48	0,55	32,5	15,5	4,6	6,5	9	1,3	+18,5	27,5	+1,8	21	6,5	4,2	2	0,9	0,02	2	2	2	0,3	0,3	0,5	
Wochensumme																									
Niederschlag in mm	15 ) 17 ) 18 )	12,5		0	0	0	0	0	0	8 ) 9 )	17,2		-	-	28	4,3									6-11
Wochensumme		20,2		0	0	0	0	0	0	17,9			0	0	4,3										18
																									18,11
																									50

- 1) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber der Vorwoche
- 2) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Stand vom 5.7.1972
- 3) Bewegung des Grundwasserspiegels pro Tag seit der Vorwoche

- Maximum  
x Minimum  
der Bewegung innerhalb einer Tendenz

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities related to the business.

2. It then goes on to describe the various methods used to collect and analyze data, including surveys, interviews, and focus groups.

3. The next section covers the process of identifying and defining the research objectives and the specific questions to be addressed.

4. This is followed by a discussion of the selection of the appropriate research design and the development of a detailed research plan.

5. The final part of the document provides a comprehensive overview of the data analysis techniques used to interpret the results of the study.

6. The document concludes with a summary of the key findings and a discussion of the implications for future research and practice.

7. The overall goal of this document is to provide a clear and concise guide to the research process, from the initial planning stages to the final analysis and reporting.

8. It is intended to be a valuable resource for anyone involved in conducting research, whether in a business, academic, or social science context.

9. The document is structured to be easy to read and understand, with clear headings and sub-headings to guide the reader through the various sections.

10. It is hoped that this document will provide a solid foundation for understanding the research process and the importance of each step in the process.

11. The document is a comprehensive guide to the research process, covering all the key stages from planning to analysis and reporting.

12. It is a valuable resource for anyone involved in conducting research, providing a clear and concise overview of the process.

13. The document is structured to be easy to read and understand, with clear headings and sub-headings to guide the reader through the various sections.

14. It is hoped that this document will provide a solid foundation for understanding the research process and the importance of each step in the process.

15. The document is a comprehensive guide to the research process, covering all the key stages from planning to analysis and reporting.

16. It is a valuable resource for anyone involved in conducting research, providing a clear and concise overview of the process.

TABELLE II

Grundwasserbewegung Sommer/Herbst 1973

Datum	25.5.	5.6.	12.6.	15.6.	24.6.	28.6.	4.7.	15.7.	20.7.	25.7.								
Tage		11	7	3	9	4	6	8	5	5								
Grundwasserbewegung	1	3	1	2	3	1	2	3	1	2								
Tendenz d. Bewegung	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+								
G 6	7,36	8	4	12	0,57	2	14	0,66	5	7,36								
B 9	8,06	7,5	4,5	12	0,64	2	14	0,66	1,5	12								
G 5	7,32	6,5	5,5	12	0,8	2	14	0,66	-1	12								
B 8	7,43	7	5	12	0,7	1,5	13,5	0,5	-1,5	15								
B 6	5,65	10	3	13	0,4	1,5	14,5	0,5	0,5	14								
B 7	7,0	8	4,5	13	0,64	1,5	14,5	0,5	0,5	14								
G 14	6,44	7	2	9	0,3	2	11	0,66	7	4								
G 7	5,81	5	4	9	0,51	0	9	0	5	4								
G 8	5,94	5	3	8	0,43	1	9	0,33	6	3								
B 10	6,24	5	3	8	0,43	0,5	8,5	0,16	6,5	2								
G 11	9,30	4,5 <sup>x</sup>	3,5	8	0,5	0	8	0	-2 <sup>x</sup>	10								
G 10	7,60	-	-	-	-	(7,68)	8	-	1	7								
B 11	5,34	8,5	1,5	10	0,2	2,5	12,5	0,8	9,5 <sup>x</sup>	3								
A 2	3,76	6	1	7	0,14	+1 <sup>x</sup>	6	+0,3	20 <sup>x</sup>	+14								
G 3	3,86	6,5	3,5	10	0,5	2	12	0,66	7,5	4,5								
A 10	5,05	5	0	5	0	0,5	5,5	0,16	10	+5,5								
B 2	1,965	3,5	0,3	0,5	0,4	+4	+3,5	+1,6	101	+104,5								
Niederschlag in mm		Tag 4 3,7	Tag 6/7 6,7	mm 35	Tag 13/15 13/15	mm 14	Tag 18 18	mm 16 16	Tag 25 25	mm 1,3	Tag 29 29	mm 11,9 11,9	Tag 6-15 6-15	mm 116 116	Tag 18 18	mm 10	Tag 22 22	mm 5,4 5,4
Wochensumme		3,7		35	14	86,4	1,3	14,1	10	12,4								

- 1) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber der Vorwoche
  - 2) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Stand vom 25.5.1973
  - 3) Bewegung des Grundwasserspiegels pro Tag seit der Vorwoche
- Maximum der Bewegung innerhalb einer Tendenz  
x Minimum

### CHAPTER 10: THE HISTORY OF THE UNITED STATES

The history of the United States is a complex and multifaceted story that spans centuries. It begins with the arrival of European explorers in the late 15th century, who discovered the continent and laid the foundation for the nation's future. The early years were marked by conflict and struggle as the colonies fought for independence from British rule. The American Revolution (1775-1783) was a pivotal moment in the nation's history, leading to the signing of the Declaration of Independence and the establishment of the United States as a sovereign nation.

The 18th century was a period of rapid growth and expansion. The population increased significantly, and the economy diversified beyond agriculture. The American Revolution (1775-1783) was a pivotal moment in the nation's history, leading to the signing of the Declaration of Independence and the establishment of the United States as a sovereign nation. The 19th century was a period of rapid growth and expansion. The population increased significantly, and the economy diversified beyond agriculture. The American Revolution (1775-1783) was a pivotal moment in the nation's history, leading to the signing of the Declaration of Independence and the establishment of the United States as a sovereign nation.

The 19th century was a period of rapid growth and expansion. The population increased significantly, and the economy diversified beyond agriculture. The American Revolution (1775-1783) was a pivotal moment in the nation's history, leading to the signing of the Declaration of Independence and the establishment of the United States as a sovereign nation. The 20th century was a period of rapid growth and expansion. The population increased significantly, and the economy diversified beyond agriculture. The American Revolution (1775-1783) was a pivotal moment in the nation's history, leading to the signing of the Declaration of Independence and the establishment of the United States as a sovereign nation.

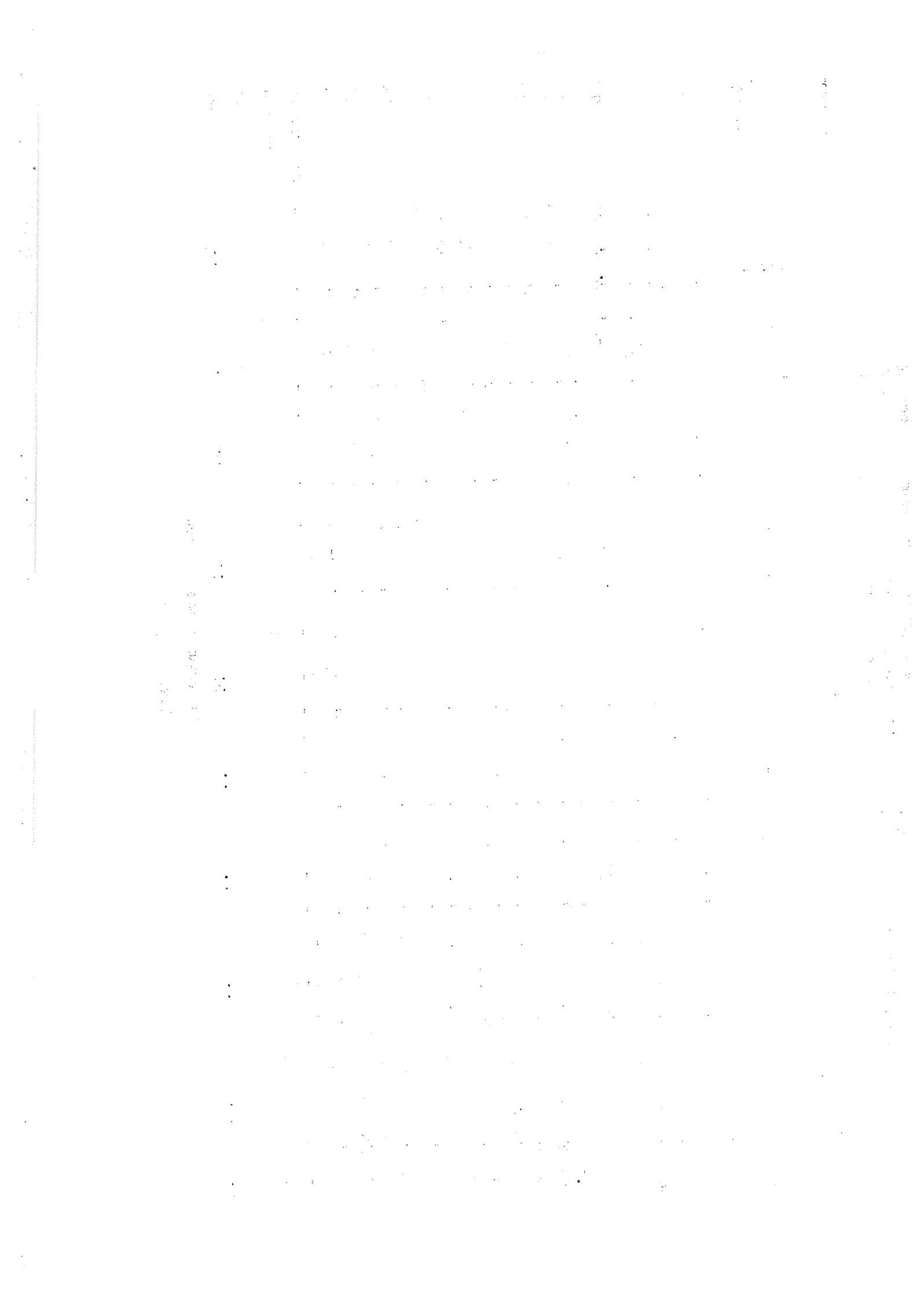
CHAPTER 10: THE HISTORY OF THE UNITED STATES

TABELLE II (Fortsetzung)

Grundwasserbewegung Sommer/Herbst 1973

Datum	3.8.			13.8.			17.8.			21.8.			2.9.			9.9.			17.9.			24.9.			1.10.			9.10.					
Tage	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Grundwasserbewegung	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Tendenz d. Bewegung	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
6.6	10	16	1,1	9	7	0,9	7	4	0,7	9	-5	0,9	9	2,5	7,5	0,3	4,5	12	0,6	7	19	0,8	5	14	0,7	120	106	17,1	12				
8.9	5	26	0,5	8	18	0,8	3	15	0,7	10	5	1,0	5	4	0,6	7	6	1	0,5	4,5	10,5	0,5	-0,5	11	100	109	14,3	+11					
6.5	4	23	0,4	7	16	0,7	3,5	12,5	0,8	9,5	3	0,9	10	0	0,5	5,5	5,5	0,8	0,8	6,5	12	0,8	-3 <sup>x</sup>	15	97	82	14	+13 <sup>x</sup>					
8.8	5	25	0,5	8	17	0,8	3	14	0,7	9,5	4,5	0,9	4	0	0,7	4	4	0,5	0,5	3	7	0,3	-4,5	11,5	79,5	68	11,3	+24 <sup>x</sup>					
8.6	10	33	1,1	7	26	0,7	7	19	1,7	11	8	1,1	8	2	1	4	2	0,5	0,5	7	9	1,4	0	9	135	126	19,3	8					
8.7	7,5	29,5	0,8	10,5	19	1	4	15	1	10	5	1,0	10	1	0,6	4	3	0,5	0,5	5,5	8,5	0,7	-1,5	10	104	94	15	+7					
6.14	13	34	1,4	13	21	1,3	2	19	0,5	10	9	1,0	4	2 <sup>x</sup>	0,5	4	4	0,5	0,5	3	3	0,6	16	12,5	178,5	191	25,5	53					
6.7	7	41	0,6	19	23	1,9	3	19	0,7	10	9	1,0	1	8	0,16	6,5	+1,5	0,9	0,9	4,5	3	0,7	9	+6	161	157	23	34					
6.8	11	30	1,2	14	16	2,3	1 <sup>x</sup>	15	0,2	9	6	0,9	6	1	0,16	6	1	0,8	0,8	4,5	5,5	0,7	7,5	+2	124,5	126,5	17,8	15					
8.10	11,5	29	1,3	11	18	1,1	3	15	0,7	9	6	0,9	9	+5	0,16	5	0	0,7	0,7	4	4	0,5	6	+2	129	131	18,4	18					
6.11	+1 <sup>x</sup>	16	+0,1	4	12	0,4	2	10	0,5	5,5	4,5	0,5	2,5	+2	0,4	2,5	0,5	0,3	0,3	3,5	4	0,5	-1	5	73	68	10,4	+17					
6.10	0	12	0	3,5 <sup>x</sup>	8,5	3,5	1,5	7	0,4	5	2	0,5	5	+1	0,16	3	2	0,4	0,4	4	6	0,5	3	3	69 <sup>x</sup>	66	10	+7					
B.11	2,5	0,5	0,3	3,5 <sup>x</sup>	-3	3,5	1 <sup>x</sup>	-4	0,2	5	-9	0,5	1	10	0,16	5	15	0,7	0,7	2,5 <sup>x</sup>	17,5	0,3	8,5	9	50	81	13	3					
A.2	8	20	0,9	8,5	11,5	0,8	2,5	9	0,6	5	4	0,5	2	+2	0,3	3	1	0,4	0,4	2,5 <sup>x</sup>	3,5	0,3	13,5	+10	69 <sup>x</sup>	79	10	7					
6.3	9,5	28,5	1,0	11,5	17	1,1	4	13	1,0	9	4	0,9	2	+2	0,3	4	2	0,5	0,5	4	6	0,5	1,5	4,5	100	95,5	17,1	0,5					
A.10	4	14	0,4	6	8	0,6	1	7	0,2	3,5 <sup>x</sup>	3,5	0,3	4	+4	+0,08	5,5	1,5	0,8	0,8	3,5	5	0,4	12	+7	79	86	11,2	8					
B.2	8	8,5	0,9	7,5	1	0,7	2,5	-1,5	0,6	3	-4,5	0,3	3	+3	+1,2	6	3	0,8	0,8	2,5	5,5	0,3	10,3	+97,5	17,7	104,5	15	63					
Niederschlag in mm	Tag 29	mm 0,6	Tag 4	mm 1,2	Tag 30	mm 1,2	Tag 8	mm 4	Tag 13	mm 2,1	Tag 4	mm 1,2	Tag 15,8	Tag 25	mm 25	Tag 2	mm 28	Tag 27/31	mm 31,5	Tag 31,5	mm 31,5	Tag 0	mm 0	Tag 10	mm 23	Tag 22	mm 76	Tag 24	mm 76	Tag 25	mm 26	Tag 28	mm 28
Wochensumme	3,9			21			0			28			31,5			0			23			76			114			0					

1) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber der Vorwoche  
 2) Bewegung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Stand vom 28.5.1973  
 3) Bewegung des Grundwasserspiegels pro Tag seit der Vorwoche  
 - Maximum  
 x Minimum  
 der Bewegung innerhalb einer Tendenz



übereinstimmt. Überflutungen durch Lochwässer könnten während des Beobachtungszeitraumes in diesem Bereich nicht festgestellt werden.

### VII. Abfluß und Regeneration

Versuche, den jährlichen Abfluß bzw. Zuwachs an Grundwasser für dieses relativ kleine Gebiet nach der Methode von O. Burre<sup>1)</sup> zu berechnen, erwiesen sich nicht als zielführend. Die Gründe liegen in mengenmäßig nicht kontrollierbaren Zuflüssen aus dem Stiefingtal, den Karstgebieten von Afram-Sukdull und dem vereinten Mur- und Kainachtal bei Wildon, wie auch in den extrem starken Niederschlägen des Jahres 1972. Tendiert das hier anzuwendende Einzelverfahren ohnedies eher zu höheren Werten, werden die sich durch die extrem starken Niederschläge des Jahres 1972 ergebenden Versickerungswerte untypisch und durch die Zuflüsse aus den Fremdgebieten auch mengenmäßig nicht erfaßbar. Der Jahreszuwachs im Jahre 1972 betrug im Bereich der Terrasse ca. 320 bis 330 mm. Hinsichtlich detaillierter Zuwachs- und Abflußwerte zeigt sich eine starke Abhängigkeit von der jeweiligen Intensität und Art der Niederschläge, der jeweiligen Höhe und dem Gefälle des Grundwasserspiegels in den  $k_f$ -Werten. Vor allem läßt sich ein starker Zustrom aus dem Stiefingtal in Verbindung mit versickernden Oberflächenwässern und Niederschlagswässern beweisen.

Zu diesem Zweck wurden in den Tabellen 1 und 2 in der Spalte 3 der tägliche Anstieg bzw. das tägliche Absinken des Grundwasserspiegels zwischen den wöchentlichen Messungen berechnet. Im Extremfall (19.7.1972) betrug

- 1) Otto Burre: "Untersuchungen über die Berechnung der dem Grundwasser von den Niederschlägen zugehenden Wassermengen aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels", Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung, Heft 30, Wiesbaden 1960.

der Anstieg des Grundwasserspiegels bei den an der Ausmündung des Stiefingtales gelegenen Brunnen (B IX bis B VI) 2250 mm, was bei einem Porenvolumen von 20 bis 25 % einen Zuwachs von 450 bis 560 mm zuzüglich etwa 50 bis 70 mm aus dem täglichen, infolge der Anhebung des Grundwasserspiegels sehr stark vermehrten Abfluß aus dem Grundwasserfeld bzw. eine Summe von 500 mm 620 mm ergibt. Die Summe der verursachenden Niederschläge betrug 205 mm. Demnach müssen, in Anbetracht der schwer durchlässigen Deckschichten, mehr als 75 % der Regeneration aus nicht mit der unmittelbaren Versickerung der Niederschlagswässer zusammenhängenden Quellen, also dem Stiefingtal, der Stiefing selbst und den Hangbereichen bezogen worden sein. Im gleichen Zeitraum betrug der Anstieg bei B X 1000 mm, dies entspricht zuzüglich eines Abflusses von 40 - 50 mm pro Tag einer Wassersäule von 240 bis 295 mm. Diese starke Diskrepanz zwischen Niederschlag und Zuwachs kann als Beweis für starke Zuflüsse aus dem Stiefingtal gewertet werden.

Zu bemerken ist, daß bei so kurzfristigen Beobachtungen der Regeneration des Grundwassers labormäßig ermittelte Porenvolumenwerte,  $k_f$ -Werte und Versickerungswerte nicht mit der jeweiligen Wasseraufnahmefähigkeit übereinstimmen müssen, da, wie ebenfalls den Tabellen entnommen werden kann, das Versickern von Niederschlägen mit nachfolgender Anhebung des Grundwasserspiegels in sehr hohem Maße von einer durch vorausgegangene Niederschläge erfolgten Durchtränkung des Bodens abhängig sein kann. So kann auf sehr starke, jedoch kurzfristige Niederschläge nach Trockenzeiten überhaupt keine Reaktion erfolgen, während nach vorausgegangener Durchfeuchtung - der Zeitraum kann infolge der bindigen Deckschichten

oft beträchtlich lang sein -- auch bei wesentlich geringeren Niederschlägen eine Regeneration des Grundwassers erfolgen. Diese, des öfteren zu beobachtende Tatsache, trifft auf das Gebiet der Aue jedoch kaum zu.

Aufschlußreich ist eine Verfolgung der durchschnittlichen Tageswerte des Abflusses über das Gebiet der Terrasse. Es zeigt sich, daß einerseits eine starke Abhängigkeit von der jeweiligen Höhe des Grundwasserspiegels mit dem damit zusammenhängenden hydraulischen Druck besteht, andererseits auch unter gleichen Bedingungen örtliche Differenzierungen im Zusammenhang mit den  $k_f$ -Werten zu erkennen sind. Umgekehrt sind für den jeweiligen Talquerschnitt Rückschlüsse auf den Gebiets- $k_f$ -Wert möglich. Die nachfolgenden Zusammenstellungen, welche möglichst ungestörte Verhältnisse nach niederschlagsarmen Wochen darstellen, zeigen ein deutliches Gefälle der Abflußwerte von Norden gegen Süden, bzw. eine Abhängigkeit von der Höhenlage des Grundwasserspiegels, welche sich für die einzelnen Gebiete als Kurve darstellen läßt. Wie aus vorangegangenen Ausführungen zu entnehmen ist, besteht eine gute Übereinstimmung mit der Abnahme der  $k_f$ -Werte von Norden gegen Süden. Eine nicht zu unterschätzende Beeinflussung dürfte jedoch auch durch das Zusammentreffen mit dem Grundwasserstrom der Mur entstehen. Weiters ist aus dieser Zusammenstellung auch die bis zu 100 % stärkere Anhebung des Grundwasserspiegels von Juli 1972 und in der Folge das verstärkte Abfließen des Grundwassers an der Ausmündung des Stiefingtales zu ersehen.

4. 9. 1972

Beobachtungsstelle	Wasserspiegel gegenüber 5.7.1972 in mm	Tagesmittel des Abflusses in mm	Abfluß in l/m <sup>2</sup> /Tag bei Porenvolumen 20 %
G 6, B IX, B VIII, G 5 +	130 bis 140	42 bis 57	8.4 bis 11.4
B VI, B VIII	110 " 115	39 " 51	7.8 " 10.2
G 7, G 8, B X	75 " 90	25 " 34	5 " 6.8
G 10, G 11	65 " 70	14 " 17	2.8 " 3.4

30. 9. 1972

G 6, B IX, B VIII, G 5 +	54 bis 57	26 bis 30	5.2 bis 6,0
B VII, B VI	45 " 48	22 " 24	4.4 " 4.8
G 7, G 8, B X	26 " 30	16 " 19	3.2 " 3.8
G 10, G 11	30 " 31	14	2.8

28.10. 1972

G 6, B IX, B VIII, G 5 -	1 bis - 3	17 bis 18	3.4 bis 3.6
B VII, B VI	- 1 " + 1	14 " 16	2.8 " 3.2
G 7, G 8, B X	- 1 " - 5	7 " 12	1.4 " 2.4
G 10, G 11	- 1 " -3.5	7 " 10	1.4 " 2.0

9. 9. 1973

bezogen auf 5.7.1972

G 6, B IX, B VIII, G 5 -	110 bis -126	5.7 bis 10	1.1 bis 2,0
B VI, B VII	- 98 " -102	5.7	1.1
G 7, G 8, B X	- 53 " - 63	7 " 9	1.4 " 1.8
G 10, G 11	- 40 " - 42	3.5 " 4.3	0.7 " 0.8

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß absolute Versickerungswerte aus dem Zuwachs nicht ermittelbar sind, jedoch ein deutliches Zuströmen aus dem Stiefingtal nachgewiesen werden konnte. Das Maximum der Regeneration aus dem Niederschlagswasser liegt zweifellos im Bereich der Aue, während im Bereich der Terrasse nur außerhalb des Stiefingschwemmfächers, bzw. der zeitlichen Schwemmfächer und Hangschleppen mit höheren Versickerungsraten zu rechnen ist. Hinsichtlich der Abflußwerte ist eine deutliche Abnahme vom Mündungsgebiet des Stiefingtales in das Murtal gegen Süden hin festzustellen. Da die Re-

generation das vom Stiefingtal ausgehenden Grundwasserstromes infolge einer abdichtenden Lehmdecke nur nach starken und andauernden Niederschlägen bzw. bei Schneeschmelze erfolgt, ist hier zusammen mit den hohen Abflußwerten ein Jahresgang des Grundwasserspiegels mit nur wenigen, jedoch starken Spiegelschwankungen charakteristisch.

### VIII. Fragen des Grundwasserschutzes

Das beste Grundwasservorkommen ist in Frage gestellt, wenn der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen nicht gewährleistet werden kann. Es ist daher neben den beschriebenen naturräumlichen Gegebenheiten auch auf mögliche Beeinträchtigungen durch die Tätigkeit des Menschen Rücksicht zu nehmen. Möglichkeiten einer Beeinträchtigung bestehen vor allem in Siedlungen mit Abwasser, Öllagerungen, Müll- und anderen Verunreinigungen, durch den Abbau von Schotter und nicht zuletzt durch die landwirtschaftliche Nutzung.

In der geologischen Übersichtskarte des nördlichen Leibnitzerfeldes (Seite 29) wurde versucht, mit entsprechenden Eintragungen einen groben Überblick über die Situation zu geben. Es zeigt sich, daß Siedlungen fast ausschließlich auf die Ränder der Niederterrasse und zwar auf den Terrassenabfall (Stocking, Hart, Alla, Steinfeld, Haslach, Gundersdorf) wie auch auf den Bereich der begrenzenden Hänge (Afram, Neudorf, St. Georgen, Baldau, Oberragnitz, Badendorf) beschränkt sind. Nur die Ortschaft Stiefing ist inmitten des Grundwassersfeldes gelegen.

Die Abwasserfrage ist noch in keiner dieser Ortschaften befriedigend gelöst. Im Hinblick auf den Schutz der Grundwasservorkommen ist eine Lösung der Abwasserfrage bei den Ortschaften St. Georgen und Badendorf vordringlich, da die dort anfallenden Abwässer in den Grundwasserhoffnungsgebieten versickern.

Öllagerungen und Tankstellen sind der ländlichen Struktur des Raumes entsprechend, nur in sehr geringer Zahl vorhanden (St. Georgen: 2 Tankstellen, 1 Maistrockenanlage, 3 private Öllagerungen; Hart: 1 Maistrockenanlage, 3 private - 1 gewerbliche Öllagerungen; Ragnitz: 3 Tankstellen, 1 private - 3 gewerbliche Öllagerungen). Allerdings wird der nördliche Teil des Grundwasserfeldes von der Adria-Wien-Pipeline gequert.

Müllagerungen größeren Ausmaßes konnten bisher vom Bereich der Terrasse ferngehalten werden. Zwei private Aasplätze bestehen im Bereich der Grieswiesen (bei P 5) und der Murwiesen (bei B II).

Schottergruben sind infolge der mächtigen Lehmüberdeckung auf Randzonen beschränkt. Die aufgelassenen Schottergruben weisen allgemein einen guten Sanierungszustand auf.

Wurde das nordöstliche Leibnitzer-Feld bisher nur von den Landesstraßen 140 und 84 gequert, wird durch den Bau der Umfahrung von St. Georgen (Landesstraße 140 in Fortsetzung der Landesstraße 144 vom Norden) nun auch das Grundwasservorkommen um B X im Nordosten angeschnitten.

Der überwiegende Teil der vor allem im Bereiche der Terrasse gelegenen Grundwasserhoffnungsgebiete ist somit

frei von Siedlungen, Öllagerungen, Müllagerungen, Schottergruben und anderen Beeinträchtigungen und wird ausschließlich landwirtschaftlich genutzt. Daß trotz der hochwertigen Überdeckung durch intensive Düngung Beeinträchtigungen des Grundwassers möglich sind, konnte vor allem bei B VI festgestellt werden, doch sind diese durch entsprechende Maßnahmen bewältigbar. Bei der Festlegung von Schutzgebieten wird auch auf die in der Ortschaft Stiefing festgestellten Einleitungen von Silo-Abwässern in das Grundwasser zu achten sein.

#### IX. Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen einer 3- bis 4-jährigen Grundwasserbeobachtung konnten in Zusammenhang mit Bohrerergebnissen Aussagen über die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, dessen Überdeckung, Gefälle und Fließrichtung bei verschiedenen Grundwasserständen, sowie über seine Schwankungen, die Regeneration und den Abfluß, erarbeitet werden. Auf Grund typischer Merkmale der Grundwasserbewegung wurde eine Gliederung des Grundwasserfeldes versucht. Großer Wert wurde auf die planliche Darstellung von Ergebnissen gelegt. Mit der Aue zwischen Wildon und Öd und der Niederterrasse zwischen Stocking - St. Georgen und Ragnitz liegen zwei unterschiedliche Grundwassergebiete vor.

- a) Die Aue ist charakterisiert durch einen mit 0 bis 2 m Überdeckung überaus seicht liegenden, 3 bis 6 m mächtigen Grundwasserkörper. Die mangelnde Überdeckung führt zu einer leichten Beeinflußbarkeit durch Niederschläge und in der Folge zu zahlreichen bis nahe an die Oberfläche reichenden Schwankungen.

Dementsprechend groß ist die Verunreinigungsgefahr. Der Grundwasserhaushalt ist durch die regulierende Wirkung der Vorfluter (Lahn, Mühlkanal, Mur) sehr ausgeglichen, der Schwankungsbereich ist gering. In der Beeinflussung dominieren der Begleitgrundwasserstrom der Mur und eine hochwirksame Regeneration durch Niederschläge.

- b) Im Bereich der Terrasse konnten relativ günstige Grundwasserverhältnisse festgestellt werden. Für diese sind folgende Merkmale kennzeichnend:
1. Durch das Fehlen eines unterirdischen Terrassensockels und das Vorhandensein einer Tiefenrinne im Bereiche der Stiefing bzw. deren Fortsetzung werden durchaus nutzbare Grundwassermächtigkeiten von 6 bis 8 m erreicht. Bei Wahrung eines Sicherheitsabstandes der Stiefing konnte der Bereich der Tiefenrinne als optimales Gewinnungsgebiet erkannt werden.
  2. Eine 4 bis 10 m mächtige Überdeckung des Grundwassers bietet vor allem durch lehmige, schwer durchlässige Deckschichten im Bereiche von Schwemmfächern der Stiefing und der Seitenbäche (Hirtzenbach) einen guten Schutz.
  3. Eine Auffüllung des ausmündenden Stiefingtales bzw. der Tiefenrinne mit gut durchlässigen Murtalschottern wirkt sich auf die Wasserqualität wie auch auf die Wassergewinnungsmöglichkeiten günstig aus. Von Norden nach Süden ist eine Abnahme der Durchlässigkeit des grundwasserführenden Schotters feststellbar.

4. Infolge der schwer durchlässigen Deckschichten ist die Regeneration aus den Niederschlägen stark gehemmt. Da nur sehr ergiebige Niederschläge für die Regeneration wirksam werden, ist die Grundwasserbewegung durch sehr wenige, jedoch starke Schwankungen gekennzeichnet. Diese Erscheinungen sind am Ausgang des Stiefingtales am stärksten und schwächen sich gegen Süden mit der Ausbreitungsmöglichkeit des Grundwasserstromes und einer zunehmenden Beeinflussung durch den Begleitgrundwasserstrom der Mur ab.
5. Der Bereich der Terrasse wird weitgehend von einem, vom Stiefingtal ausgehenden Grundwasserstrom bestimmt. Nach starken Niederschlägen bzw. nach Schneeschmelzen konnte ein starker Zustrom aus diesem Bereich nachgewiesen werden. Ab der Ortschaft Steinfeld ist zunehmend eine Beeinflussung durch den Begleitgrundwasserstrom des Murtales feststellbar. Nicht zu unterschätzen ist der seitliche Zustrom aus den Hangbereichen, der vor allem im östlich Gundersdorf gelegenen Teilfeld (B XI) dominiert.
6. Durch die mächtige Lehmbedeckung im Bereiche der Stiefing ist die Beeinflussung durch diesen Bachlauf relativ gering.
7. Günstige Voraussetzungen für den Schutz des Grundwassers sind auch durch geringe Verbauung, das Fehlen von Schottergruben in zentralen Bereichen und die überwiegend landwirtschaftliche Nutzung dieses Hoffnungsgebietes gegeben.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Fabiani, Regierungsbaurat  
Referat für Wasserwirtschaftliche  
Rahmenplanung  
Graz, Landhausgasse 7



DIE BÖDEN DES  
NORDÖSTLICHEN LEIBNITZER-FELDES

von

M. Eisenhut.



## 1. Allgemeiner Überblick

Der Raum östlich der Mur zwischen Wildon und Ragnitz umfaßt zwei Landschaftsräume: die Aue (Holozän) und die Niederterrasse (Würm).

Die Aue erfährt durch die Sedimentationsverhältnisse eine Gliederung in drei Faziesbereiche: die rezente Aue der Mur, die subrezente Aue der Mur und den Einflußbereich der Stiefing.

Die rezente Aue wurde westlich Alla (Gries-Wiesen) durch eine Detailkartierung (Detail A) erfaßt. Charakteristisch für diesen Teilbereich der Aue ist die Jugendlichkeit des sandigen Schwemmaterials und die Unreife der daraus entstandenen Bodenbildungen (graue Auböden). Das Grundwasser steht relativ hoch, so daß es die Böden zeitweilig mehr oder minder stark beeinflusst.

Südlich Lebring fließt die Mur seit der Regulierung (um die Mitte des vorigen Jahrhunderts) in einem neuen Flußbett am Rande ihrer einstigen Aue. Als Folge davon liegt die - vom Sediment und der Bodenbildung her bestimmbare - rezente Aue heute abseits vom Fluß. Dieser Teil der Aue fällt durch sein nunmehriges Kleinrelief auf und ist von zahlreichen Rinnen (verlandeten Flußschlingen) durchzogen, in denen das Grundwasser bei Hochständen stellenweise zutage tritt.

Die subrezente Aue liegt meist  $1/2$  - 1 m über der rezenten; meist ist sie durch eine deutlich wahrnehmbare Stufe von dieser abgesetzt. Sie unterscheidet sich von der rezenten Aue durch die ruhigere Oberfläche und die reiferen Böden. Zu Überschwemmungen kommt es nur bei Katastrophen-

hochwässern. Das Grundwasser liegt i.a. so tief, daß es die Böden nur mehr im Untergrund beeinflusst, lediglich gegen den Terrassenrand und den Schwemmfächer der Stiefing hin ist durch starken seitlichen Wasserzug (Quell- druck) eine Vernässung der Böden feststellbar.

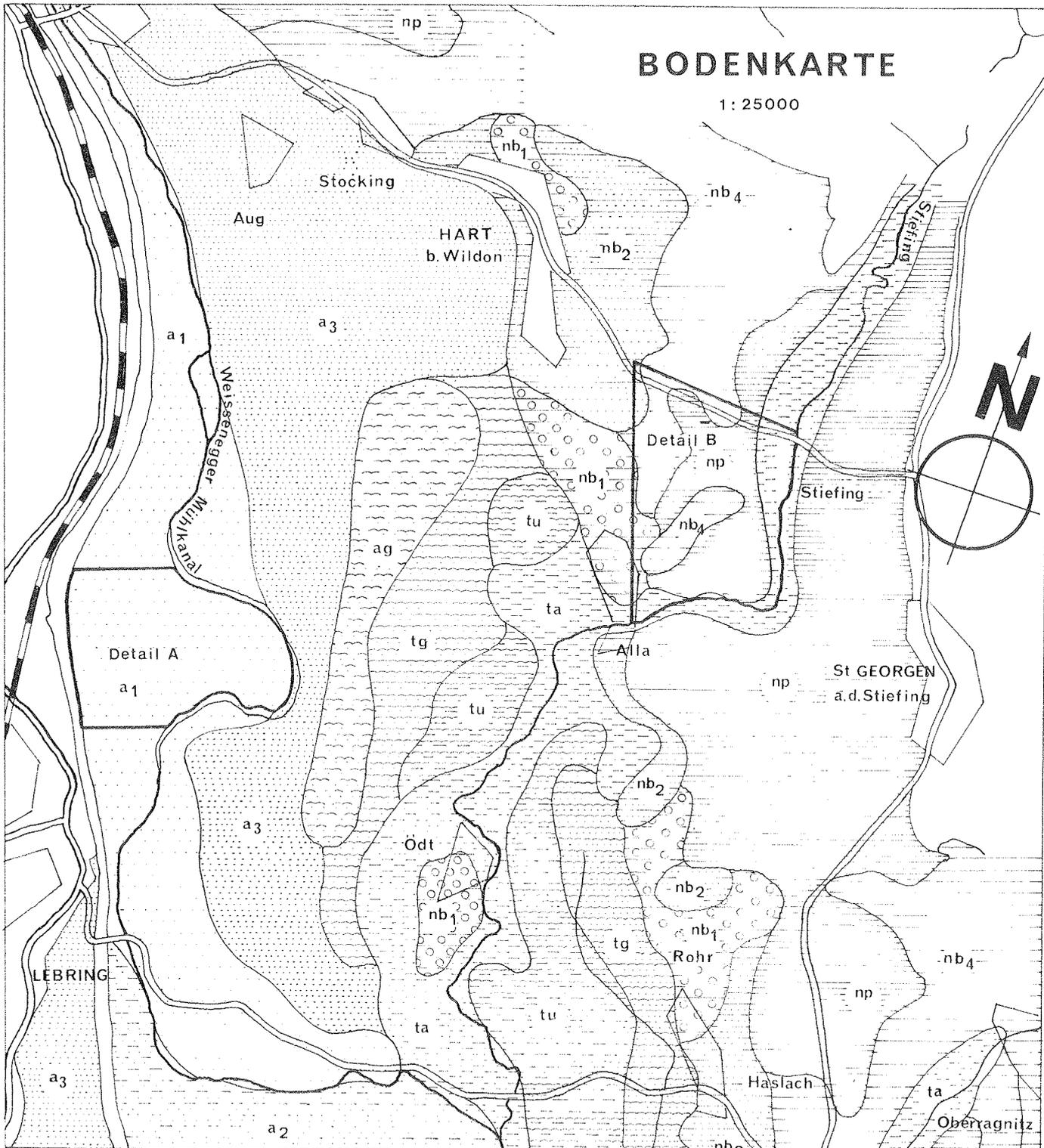
Aufgebaut wird die subrezente Aue von einem lehmig-sandi- gen Schwemmaterial, das dem Schotterkörper in einer Mäch- tigkeit von meist mehr als einem Meter auflagert. Zur Charakterisierung der wenig vom Grundwasser beeinflussten Flächen dient ein Brauner Auboden (a 3) aus lehmig-san- digem Schwemmaterial; er ist von hoher Wasserdurchlässig- keit und geringer Speicherkraft und stellt einen optima- len Grünlandstandort dar, da er ganzjährig mit Grundwasser gut versorgt ist.

In den Randbereichen dominiert unter starkem Wasserein- fluß ein Augley (ag) aus sandig- bis lehmig-schluffigem Schwemmaterial, dem durch die anhaltende Wasserbeeinflus- sung deutliche Gleymerkmale (Oxydations- und Reduktions- flecken) aufgeprägt sind. Die Durchlässigkeit ist mäßig, ebenso die Wasserhaltekraft. Die Wasserverhältnisse sind feucht bis naß, in engem örtlichem Wechsel.

Der Einflußbereich (Sedimentationsbereich) der Stiefing reicht von der Ausmündung des Gerinnes auf die Aue bis etwa zu dessen Mündung in den Mühlgang und bildet die Fortsetzung der Stiefingaue. Es treten zwei charakteri- stische Böden auf, abhängig von Sedimenten und Wasserein- fluß. Entlang des Gerinnes ist ein flacher Damm entwickelt, bedingt durch die Sedimentation bei Überschwemmungen. Auf dem lehmig-schluffigen Schwemmaterial ist ein vergleyter Brauner Auboden (ta) entwickelt, der gut durchlässig ist und mäßig speichert. Die Wasserverhältnisse sind mäßig

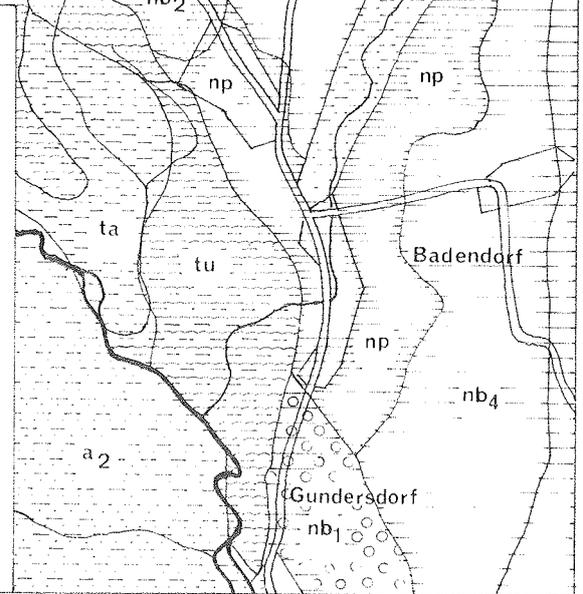
# BODENKARTE

1:25000



## Legende

	np	Pseudogleye		a2	vergleyter Grauer Auboden
	nb <sub>4</sub>	tiefgründige Braunerde		a3	Brauner Auboden
	nb <sub>2</sub>	mittel-tiefgründige Braunerde		ag	Gleyboden
	nb <sub>1</sub>	seichtgründige Braunerde		tg	Gleyboden
	a1	verbraunter Grauer Auboden		tu	trockenfallener Gleyboden
				ta	Brauner Auboden





feucht, die Eignung für eine Wiesennutzung ist sehr gut.

Gegen die Niederterrasse und die Muraue schließt an den Flußdamm der Stiefing eine Muldenzone an, die mit einem schluffig- bis tonig-lehmigen Aulehm erfüllt ist. Hier ist ein Gleyboden (tg, tu) entstanden. Infolge der trägen Wasserbewegung in dem bindigen, dicht gelagerten Sediment kommt es bei stärkerem Wasserangebot zu langanhaltender Überstauung des Bodens. Der Boden zeigt deutliche Gleymerkmale, bedingt durch die dauernd wirkende, stagnierende Nässe.

Die Niederterrasse ist durch eine Detailkartierung im Raume Alla-Stiefing (Detail B) intensiv erfaßt. Sie besteht aus einem mächtigen Schotterkörper, der von der Mur geschüttet wurde und von einer mehr oder minder mächtigen Feinsedimentdecke überzogen ist. Am Außenrand der Terrasse besteht diese Decke aus lehmig-sandigen Sedimenten, die von der Mur sedimentiert wurden und zwischen 30 und 80 cm mächtig sind.

Wesentlich größere Verbreitung hat das schluffig-lehmige Sediment, das vor allem von der Stiefing, aber auch von den vielen kleinen Bächlein auf die Niederterrasse geschüttet wurde. Im Nahbereich der Stiefing sind die Schotter wieder ausgeräumt, so daß hier die Mächtigkeit der Lehmdecke mehrere Meter erreichen kann. Im allgemeinen erreicht jedoch die Auflage nur eine Mächtigkeit von 1 - 2 Metern. Da das schluffreiche Sediment zur Dichtlagerung neigt, so daß das Versickern des Niederschlagswassers gehemmt wird, kommt es stellenweise zur Ausprägung tagwasservergleyter Böden.

Die Niederterrasse wird im Osten durch das steil ansteigende tertiäre Hügelland oder durch altquartäre Terrassen begrenzt. Am Fuße dieses Steilhanges liegt ein, einige hundert Meter breiter, flacher Schlepphanh, der aus Solifluktionmaterial (Kolluvium) besteht. Darauf ist eine tiefhumose, schwach vergleyte Braunerde mittlerer Bodenschwere entwickelt.

Am Übergang vom Schlepphanh zur Niederterrasse treten stellenweise Quellen aus, die zu lokaler Vernässung (Gleye) führen.

Die Stiefing ist beim Austritt aus dem Hügelland auf das Niveau der Niederterrasse eingestellt (heutige Talsohle) und schneidet sich ganz allmählich in diese ein. Sie fließt auf ihren älteren (wahrscheinlich würmzeitlichen) Lehmen, nur unmittelbar am Gerinne selbst sind in einem schmalen Streifen jüngere, lehmig-sandige Sedimente anzutreffen. Den Übergang zur Aue der Mur vollzieht die Stiefing auf einem Schwemmfächer, auf dem sie die Stufe, die der Terrassenrand bildet, überwindet.

## 2. Detailkartierung im Bereich der Grieswiesen (Bohrung IV)

### a) Die Aue der Mur:

Sie wird von Schottern mit einer unruhigen, von Rinnen und Rücken durchzogenen Oberfläche aufgebaut; darüber liegt eine relativ geringmächtige, nivellierende Decke aus schluffig-sandigem Schwemmaterial. Die an sich ebene Aue wird durch mehrere Rinnen (ehemalige, heute verlandete Flußschlingen) zergliedert.

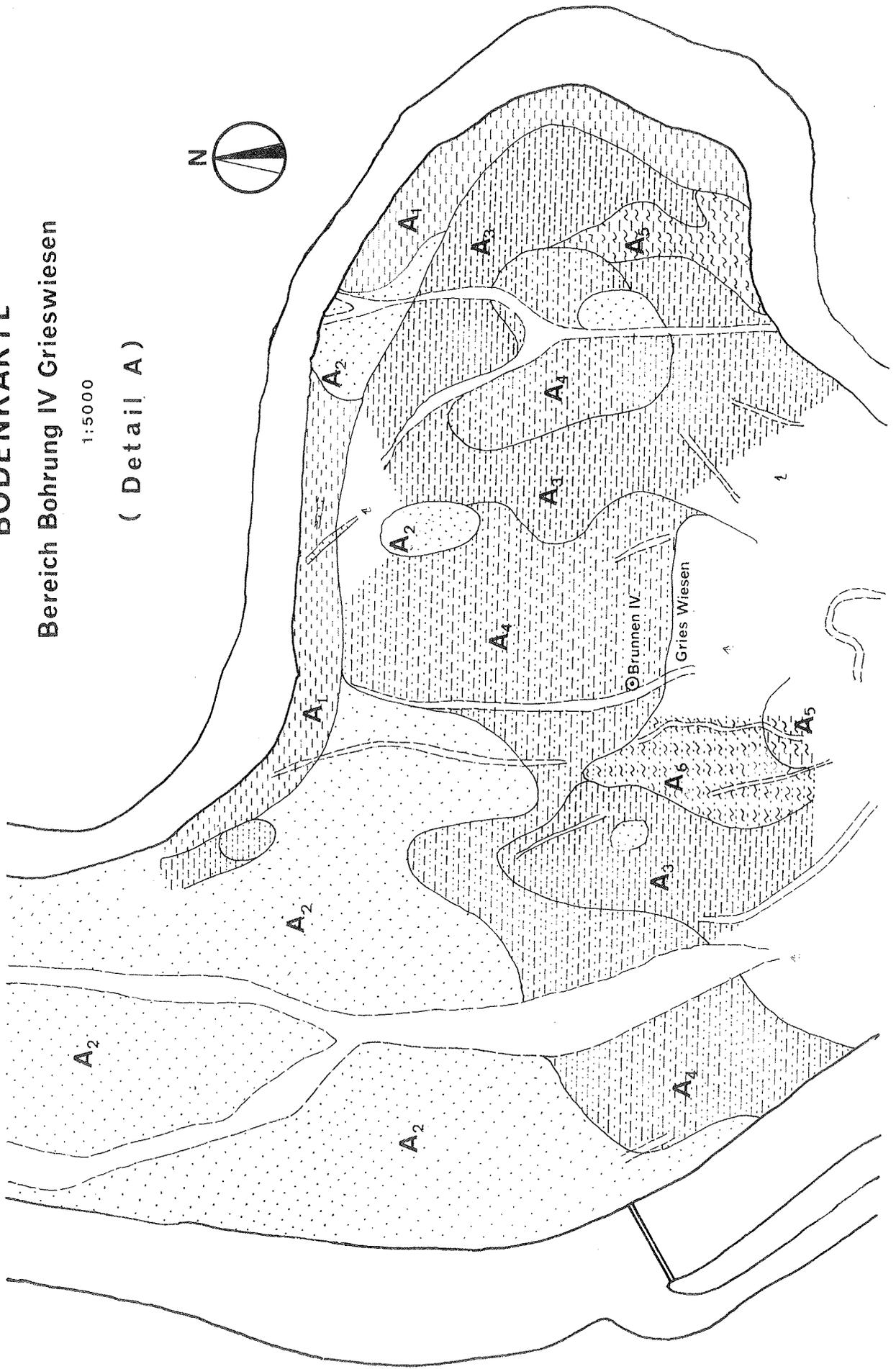
Die Unreife der Bodenentwicklung, der schichtige Aufbau der Böden (Wechsel von Sand, Schluffbändern und begrabenen Humushorizonten), sowie der Kalkgehalt der Sedimente weist auf die Jugend der Anlandungen, aber auch auf

# BODENKARTE

Bereich Bohrung IV Grieswiesen

1:5000

( Detail A )





Legende für die Bodenkarte St. Georgen a.d.Stiefing

Aue der Mur:

Symbol	Bodentyp	Bodenart	Gründigkeit	Durchlässigkeit	Speicherkraft	Sonstige Angaben
A1	verbraunter Grauer Auboden	zS	tief	sehr hoch	sehr gering	Grundwasser reicht im Jahresablauf nur selten höher als 100 cm
A2	Grauer Auboden	zS	seicht	-"-	-"-	Grundwasser beeinflusst den Boden nur bei besonderen Hochständen
A3	verbraunter Grauer Auboden	zS	tief	-"-	sehr gering	Grundwasser reicht zeitweilig bis in den Unterboden
A4	-"-	zS	mittel	-"-	-"-	-"-
A5	vergleyter Auboden	zS	tief	-"-	-"-	Grundwasser reicht häufiger in den Unterboden, zeitweilig in den Oberboden
A6	-"-	zS	mittel	-"-	-"-	-"-
	Rinnen, verlandet, Totarme	zS	meist seicht	-"-	sehr gering	Grundwasser stellenweise offen, sonst meist in den Oberboden reichend



wechselhafte Sedimentationsbedingungen hin. Der Kalkgehalt deutet auch auf regelmäßig wiederkehrende Überschwemmungen hin, denn die starke Auswaschung in den sehr leichten Böden würde ohne ständige Nachlieferung eine rasche Entkalkung bewirken.

Alle hier angetroffenen Auböden haben die sehr leichte Bodenart, die Unreife der Boden- und Humusentwicklung (Moder-Humus infolge des Fehlens eines Ton-Humus-Komplexes), die sehr hohe Durchlässigkeit, wie auch die geringe Wasserkapazität und Kapillarität gemeinsam.

Die Grundwasserverhältnisse: wenngleich das Grundwasser auf der gesamten Fläche relativ hoch steht, sind doch, wie man aus der Prägung der Böden ersehen kann, die Verhältnisse nicht völlig einheitlich. Im Nordteil des untersuchten Bereiches sind die Böden erst ab etwa 100 cm undeutlich vergleyt, daraus muß geschlossen werden, daß das Grundwasser hier meist unter 100 cm liegt, der Boden also nur selten kurzzeitig unter Grundwassereinfluß gerät. Der Grundwasserstrom des Aufeldes taucht vermutlich unter dem hier nach O ausschwingenden Mühlkanal hindurch, dies scheint der Grund dafür, daß das Grundwasser in diesem Teil etwas tiefer liegt, als im südlicheren.

Im größten Teil des untersuchten Bereiches zeigt der Unterboden eine undeutliche, der Untergrund eine deutliche Vergleyung. Das Grundwasser muß daher im Jahresablauf wenigstens zeitweilig in den Unterboden heraufreichen.

Im zentralen Teil, um die vorspringende Waldzunge, sind stark grundwasserbeeinflusste Auböden anzutreffen. Dies bedeutet einen zeitweiligen Wassereinfluß bis in die Krume, der Unterboden wird relativ häufig beeinflusst.

Die Ursache für die stärkere Grundwasserbeeinflussung in diesem Bereich dürfte auf eine leichte Depression zurückzuführen sein.

b) Die Böden:

- A1 verbraunter Grauer Auboden, verbreitet entlang des Mühlkanals,  
aufgebaut aus schluffig-sandigem, kalkhaltigem Schwemmaterial, sehr hohe Durchlässigkeit, sehr geringe Speicherkraft, Wasserverhältnisse: wechselfeucht, überwiegend trocken.
- A2 Grauer Auboden, charakterisiert durch den hochtretenden Schotter, seichtgründig, sehr hohe Durchlässigkeit, sehr geringes Speichervermögen, wechselfeucht mit Überwiegen der trockenen Phase (Hitzeriegel).
- A3 verbraunter Grauer Auboden, mäßig vergleyt, aufgebaut aus kalkhaltigen, schluffig-sandigen Feinsedimenten, sehr hohe Durchlässigkeit, geringe Wasserkapazität; Wasserverhältnisse: zur Trockenheit neigend, da das Grundwasser nur zeitweilig pflanzenverfügbar ist.
- A4 verbraunter Grauer Auboden auf Schotter (ab 60/80 cm), sonst wie A3.
- A5 vergleyter Auboden, deutliche Vergleyung, aufgebaut aus kalkhaltigen, sandigen bis schluffigen Sedimenten; Wasserverhältnisse: mäßig feucht durch Grundwasser, das meist pflanzenverfügbar ist.
- A6 vergleyter Auboden auf Schotter (ab 60/80 cm), sonst wie A5.

3. Detailkartierung im Bereiche der Bohrung VI  
(Stiefing).

a) Die Niederterrasse im Bereich der Stiefing:

Der zweite, untersuchte Bereich liegt auf der Niederterrasse der Mur, jedoch fast zur Gänze im Sedimentationsbereich der Stiefing.

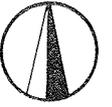
# BODENKARTE

## Bereich Bohrung VI Stiefing

1:5000

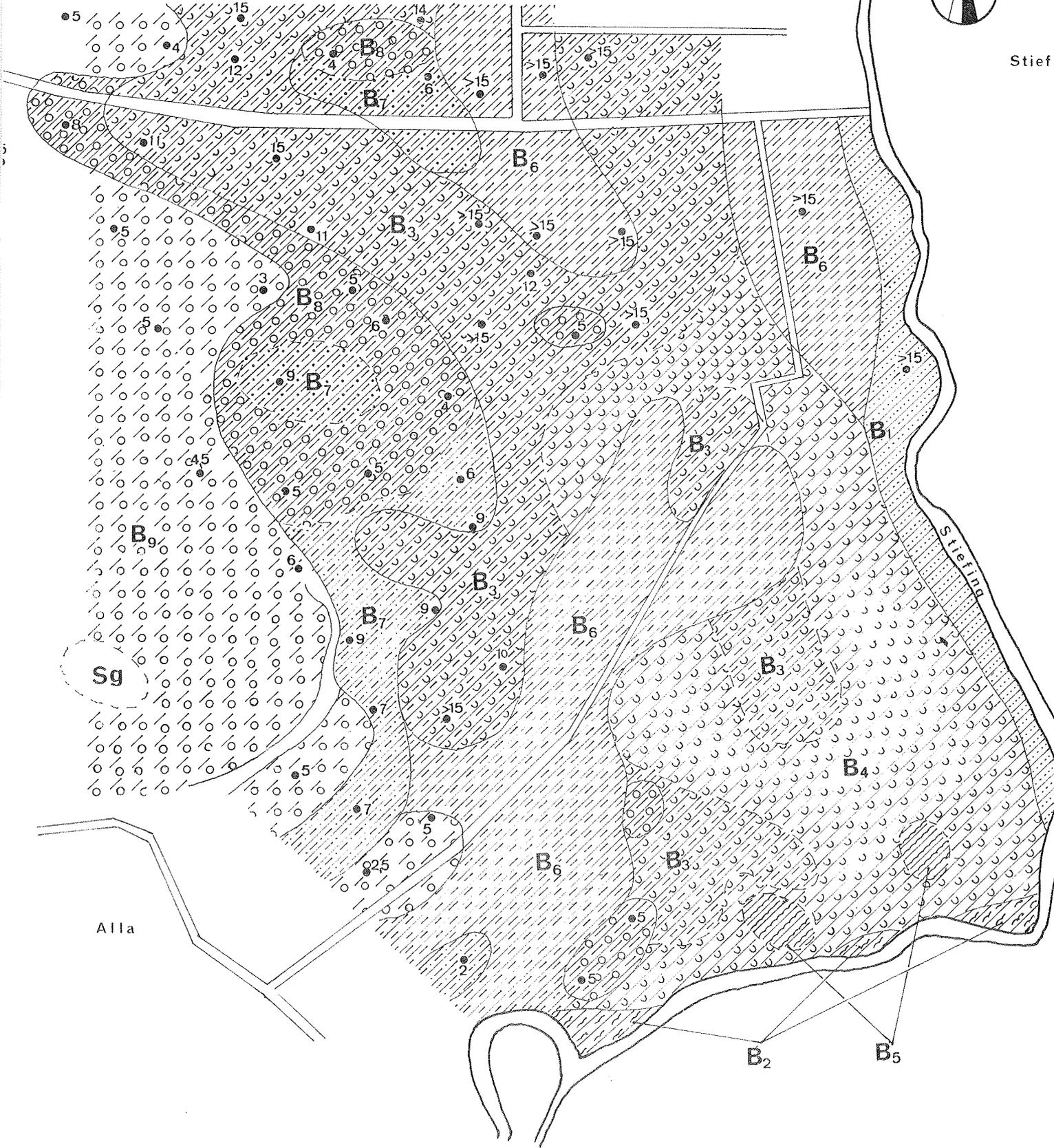
Detail B

N



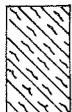
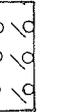
Stiefing

Stiefingacker





Ablagerungsbereich der Stiefing (auf die Niederterrasse der Mur):

	Symbol	Bodentyp	Bodenart	Gründigkeit	Durchlässigkeit	Speicherkraft	Sonstige Angaben
B1		Braunerde	IS IZ	tief	hoch/ mäßig	mäßig	Schichtprofil, junge Anlandung der Stiefing ü.älterer, keine Auedynamik
B2		vergleyte Braunerde	IZ zL	-"-	mäßig	hoch	Grundwassereinfluß von der Stiefing her nicht ausgeschlossen (Rückstaubereich)
B3		schwach Tagwasservergl. Braunerde	zL	-"-	gering	sehr hoch	ab 70/80 cm dicht gelagert, daher Tagwasserstau im Untergrund
B4		Tgw.-vergl. Braunerde	zL IV	-"-	gering s. "	-"-	ab 40/60 cm dicht gelagert, daher deutl. Tagwasserstau im Unterboden
B5		Pseudogley	zL IV	-"-	sehr gering	-"-	dicht gelagert ab 20/30 cm, daher Tagwasserstau bis in den Oberboden
B6		Braunerde	IZ	-"-	mäßig	hoch	gut strukturiert, durchlüftet und belebt bis in den Unterboden
B7		-"-	sL L	mittel	-"-	-"-	Schotteroberkante zwischen 70/100 cm schwankend
B8		-"-	sL	seicht	-"-	mittel	Schotteroberkante zwischen 40 - 50 cm schwankend
B9		-"-	IS	-"-	hoch	gering	Schotteroberkante meist unter 50 cm



Die Stiefing ist bei ihrem Austritt aus dem Hügelland auf das Niveau der Niederterrasse eingestellt und hat einen flachen Schwemmfächer aus lehmig-schluffigen bis lehmigen Sedimenten auf diese vorgebaut. Südlich des Ortes Stiefing wendet sich das Gerinne mit scharfem Knick gegen Südwest und schneidet sich soweit ein, daß es südlich der Alla-Mühle das Niveau einer höheren Austufe der Mur erreicht.

Im Bereich der Stiefing sind die Niederterrassenschotter ausgeräumt, randlich des Schwemmfächers treten sie herauf; im nicht von der Stiefing beeinflussten Bereich sind sie von einem lehmig-sandigen Feinsediment (Ablagerung der Mur) überlagert.

Das Grundwasser liegt in diesem Untersuchungsgebiet so tief, daß es für den Wasserhaushalt der Böden keine Bedeutung hat. Im Rückstaubereich der Alla-Mühle in kleinen Bachschlingen ist ein Wassereinfluß vom Gerinne her nicht auszuschließen (Bodenform B2, siehe Bodenkarte). Dagegen ist, bedingt durch die Schwere und den Schluffreichtum der Stiefingsedimente, ein großer Teil der Böden im Untergrund verdichtet und somit tagwasservergleyt.

#### b) Die Böden:

- B1 Braunerde, schmaler Streifen entlang der Stiefing (flacher Flußdamm), Schichtprofil (junges, leichtes Schwemmmaterial auf 70/80 cm, über mittelschwerem bis schwerem Aulehm), kein Grundwassereinfluß, Wasserverhältnisse: zur Trockenheit neigend, hohe Durchlässigkeit bis 70/80 cm, geringe Speicherung.
- B2 vergleyte Braunerde, kleinflächig, in Bachschlingen, Rückstaubereich der Alla-Mühle, mittelschwer, mäßige Durchlässigkeit, hohe Kapillarität und Wasserkapazität. Unterboden schwach, Untergrund deutlich vergleyt; Wasserverhältnisse: mäßig feucht.

- B3 schwach tagwasservergleyte Braunerde, tiefgründig, weitverbreitet auf schwerem Stiefingsediment; durch Dichtlagerung ab 70/80 cm kommt es zu einem mäßigen Tagwasserstau bis 40/60 cm. Ausgegliche Wasserverhältnisse, hohes Speichervermögen, geringe, ab 70/80 cm sehr geringe Durchlässigkeit.
- B4 tagwasservergleyte Braunerde, tiefgründig, auf schwerem Stiefingsediment; durch Dichtlagerung ab 50/60 cm kommt es zu einem Tagwasserstau im Unterboden; geringe Durchlässigkeit bis 50/60 cm, darunter dicht; Wasserverhältnisse: mäßig wechselfeucht.
- B5 Pseudogley, in kleinen flachen Mulden, auf schwerem Stiefingsediment, ab 40/50 cm dicht gelagert und undurchlässig, dadurch zeitweiliger Tagwasserstau bis in die Krume; Wasserverhältnisse: wechselfeucht.
- B6 Lockerbraunerde aus mittelschwerem Stiefingsediment, tiefgründig; reife, tiefhumose Bodenbildung, mäßige Durchlässigkeit, hohes Speichervermögen; ausgeglichene Wasserverhältnisse.
- B7 Lockerbraunerde aus meist schwerem Stiefingsediment über Schotter ab 70/100 cm; reife Bodenbildung, gute Strukturierung und Durchlüftung, geringe Durchlässigkeit bis 70/100 cm, hohes Speichervermögen; ausgeglichene Wasserverhältnisse.
- B8 Lockerbraunerde aus mittelschwerem bis schwerem Stiefingsediment über Schotter ab 40/70 cm (Oberboden meist mittelschwer, Unterboden schwer), geringer Grobstoffgehalt (Kies und Schotter), Schotteroberkante mit ausgeprägtem Kleinrelief; mäßige Durchlässigkeit, mäßiges Speichervermögen; Wasserverhältnisse: zur Trockenheit neigend.
- B9 Lockerbraunerde aus leichtem, grobstoffreichem Mursediment über Schotter ab 20/50 cm; Schotteroberkante mit ausgeprägtem Kleinrelief, hohe Durchlässigkeit, geringes Speichervermögen; Wasserverhältnisse: trocken.

Anschrift des Verfassers:

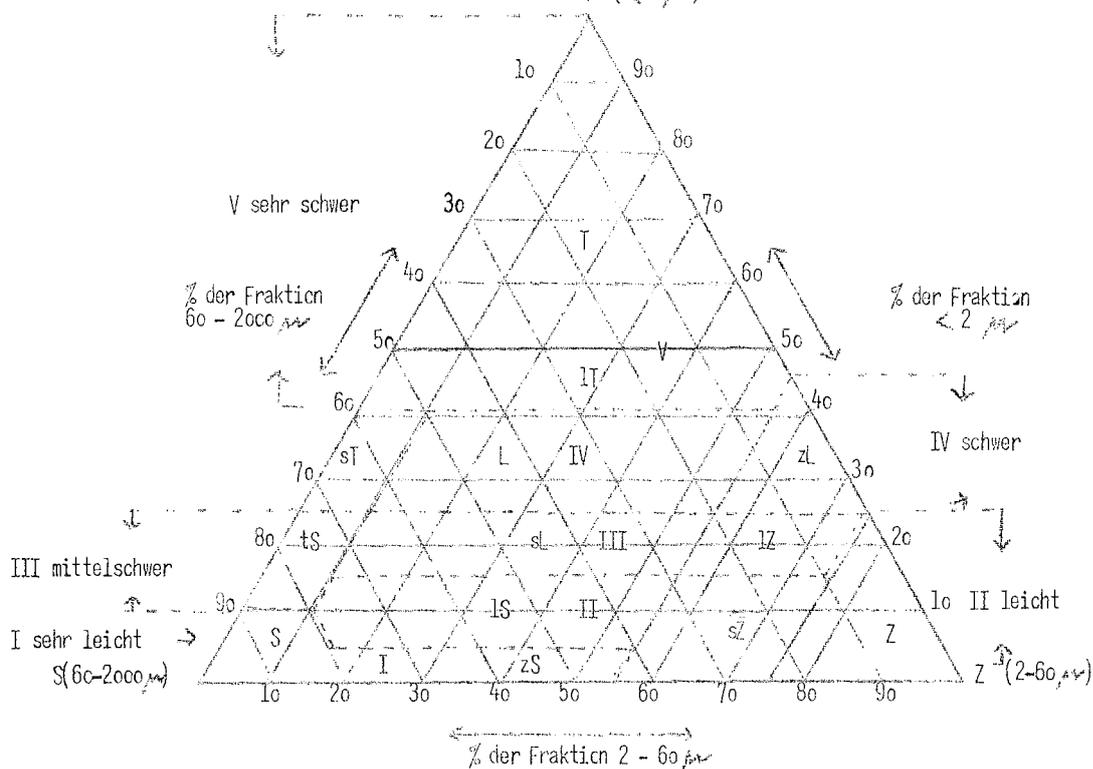
Dr. Maximilian Eisenhut  
Bundesanstalt für Bodenkartierung  
und Bodenwirtschaft  
Luthergasse 4, 8010 Graz

A n a l y s e n e r g e b n i s s e

Bo- den- form	Ho- ri- zont	Entnah- metiefe in cm	Gewichts-% d. Feinerde			Bo- den- art	Gehalt an org. Subst. Gew. %	Kalk nach Scheib- ler G. %	pH in nKCl
			2000 - 60 $\mu$	60 - 2 $\mu$	2 $\mu$				
A4	Ah	10	45	50	5	zS	4,2	2,2	7,1
"	Cvg	40	49	48	3	zS	1,0	4,6	7,3
"	Ah	15	47	48	5	zS	4,0	2,8	7,0
"	BvCv	50	62	36	2	zS	1,0	2,5	7,1
"	Go	70	60	37	3	zS	0,7	3,2	7,3
B6	Ah	15	27	58	15	lZ	2,4	-	5,1
"	Bv	70	21	56	23	lZ	1,0	-	4,4
B4	Ah	10	18	64	18	lZ	2,4	-	5,6
"	BvSz	40	14	55	31	zL	1,1	-	4,6
"	Sk	70	2	54	44	lT	1,0	-	4,7
B8	Ah	10	25	54	21	sL	3,2	-	5,4
"	Bv	50	22	51	27	L	1,6	-	4,8



Legende Bl. 2  
 Fraktions - Dreieck  
 (verwendet von der Bundes-  $\Gamma$  ( $< 2\mu$ ) anstatt der Bodenkartierung



Erläuterungen:

Gründigkeit: tiefgründig ... tiefer als 100 cm  
 mittelgründig.. 100 - 40/50 cm  
 seichtgründig.. unter 40/50 cm

Oberboden: 0 - 25/30 cm (i.A. Humusschichte) .... OBo

Unterboden: 25/30 - 70 cm .... UBo

Untergrund: tiefer als 70 cm .... UGru

Abkürzungen:

- |             |                                 |                     |                  |
|-------------|---------------------------------|---------------------|------------------|
| Gruwa. .... | Grundwasser                     |                     |                  |
| Tgw. ....   | Tagwasser (Niederschlagswasser) |                     |                  |
| vergl. .... | vergleyt (wasserbeeinflusst)    |                     |                  |
| tgw.vergl.. | tagwasservergleyt               |                     |                  |
| Br.         | Braunerde                       |                     |                  |
| Gr.Auboden  | Grauer Auboden                  |                     |                  |
| verl.       | verlandet                       |                     |                  |
| S .....     | Sand                            | lZ ....             | lehmiger Schluff |
| zS .....    | <b>schluffiger Sand</b>         | s <sup>l</sup> .... | sandiger Ton     |
| sZ .....    | <b>sandiger Schluff</b>         | L ....              | Lehm             |
| lS .....    | lehmiger Sand                   | zL ....             | schluffiger Lehm |
| Z .....     | Schluff                         | lT ....             | lehmiger Ton     |
| tS .....    | toniger Sand                    | T ....              | Ton              |
| sL .....    | sandiger Lehm                   |                     |                  |



- 235 -

REFRAKTIONSSEISMISCHE MESSUNGEN  
IM STIEFINGTAL BEI WILDON

von

F. W e b e r .



## DAS UNTERSUCHUNGSPROGRAMM

Im Rahmen der Erforschung der steirischen Grundwasservorkommen wurde von der Landesbaudirektion, Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, unter der Leitung von Herrn Regierungsoberbaurat Dipl.-Ing. Dr. L. Bernhart, im Jahre 1968 eine detaillierte Untersuchung des nördlichen Leibnitzer Feldes in die Wege geleitet. Neben geologischen und hydrologischen Untersuchungen, für die auch Bohrungen abgeteuft werden sollten, waren auch geophysikalische Messungen vorgesehen. Hierbei war zunächst die Frage zu klären, ob geoelektrische Tiefensondierungen oder refraktionsseismische Messungen ausgeführt werden sollten. Für die Geoelektrik sprachen der rasche Meßfortschritt und die im Vergleich zur Seismik geringeren Kosten. Es war jedoch von Erfahrungen in Gebieten mit analogem geologischem Bau sowie von Vorversuchen her bekannt, daß mit der Geoelektrik zwar die Quartärmächtigkeit über einem aus Paläozoikum oder Kalk bestehenden Untergrund ermittelt werden kann, daß jedoch eine Abgrenzung des Tegels vom grundwasserführenden Schotter bei den zu erwartenden Mächtigkeitsverhältnissen unmöglich war. Es fiel daher die Entscheidung zugunsten der Refraktionsseismik, wofür auch die guten Erfahrungen im Raum Gralla sprachen, wo mit diesem Verfahren ein flaches Tertiärrelief erfaßt werden konnte. Es wurden nun im April/Mai 1968 vom Institut für Erdölgeologie und Angewandte Geophysik der Montanistischen Hochschule Leoben (F. WEBER, H. JANSCHKE, H. MAURITSCH) im Raum westlich St. Georgen/Stiefing refraktionsseismische Messungen ausgeführt, die das Relief des präquartären Untergrundes klären und als Grundlage für die Festlegung der geplanten Untersuchungsbohrungen dienen sollten. Zur

Überprüfung der seismischen Tiefenangaben standen zunächst nur einige Schußbohrungen der Rohölgewinnungs-AG. zur Verfügung, deren genaue Lage jedoch im Gelände nicht mehr zu ermitteln war. Wie sich später herausstellte, sind auch die Schottermächtigkeiten dieser Spülbohrungen, bei denen nicht gekernt wurde, wahrscheinlich um einige Meter zu hoch (Nachfall?). Im Zuge der weiteren Erforschung des Grundwasserfeldes wurden nach Durchführung der seismischen Messungen zahlreiche Untersuchungsbohrungen und Grundwassersonden, bei denen das Quartär durchteuft wurde, niedergebracht. Ein Teil derselben liegt nahe den seismischen Linien, so daß der Einbau der geologischen Informationen in die Geophysik eine Reinterpretation der refraktionsseismischen Messungen erforderlich machte.

#### DURCHFÜHRUNG DER MESSUNGEN

Das Meßprogramm wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. E. FABIANI ausgearbeitet, der auch seitens des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung die geologische Betreuung innehatte. Insgesamt wurden 37 Schußbohrungen abgeteuft, die auf zwei längeren E-W-Profilen und einem kürzeren NE-SW-Profil aufgeteilt waren. Das Profil 1 beginnt etwa 500 m W St. Georgen, es zieht annähernd in westlicher Richtung zum Murkanal hin und umfaßt die Schußpunkte SP 1 - 17. Beim SP 8 wurde scharf nach SW abgelenkt, um die Terrasse möglichst senkrecht zu schneiden; vom SP 9 an verläuft die Linie dann wieder in der alten Richtung. Das Profil 2 umfaßt die Schußpunkte SP 18 - 35 und beginnt etwa 200 m W der von St. Georgen nach S führenden Straße. Die letzte Aufstellung weist bei SP 34 einen scharfen Knick nach SW auf, da die Fortsetzung in der ursprünglichen Richtung wegen des breiten Kanals Schwierigkeiten

bereitet hätte. Das kurze Profil 3 umfaßt die Schußpunkte SP 33, 36 und 37 und schließt an die reflexionsseismische Linie der Rohölgewinnungs-AG. an, bei der in Abständen von 250 m Schußbohrungen niedergebracht worden waren.

Der Abstand zwischen den Schußpunkten betrug stets 180 m, wobei entsprechend der 12-kanäligen seismischen Apparatur 12 Geophone verwendet wurden. Der Abstand zwischen den Geophonen 1 - 4 betrug 5 m, zwischen den Geophonen 4 - 12 je 20 m (vom Schußpunkt aus gerechnet). Der Energiedurchgang war in der Regel sehr gut und es waren nur geringe Sprengladungen von 0,12 - 0,25 kg pro Schuß erforderlich.

#### AUSWERTUNG

Die abgelesenen Laufzeiten wurden auf ein Bezugsniveau reduziert, das meist horizontal liegt und nur bei größeren Geländeunterschieden geneigt ist. Das Bezugsniveau liegt in dem auf der Niederterrasse gelegenen Abschnitt der Linie 1 in Sh. 292 m ü.A., sinkt zwischen SP 7 - 9 auf 288 m Sh. ab, steigt zwischen SP 12 - 13 auf 289 m Sh. an, welcher Wert bis zum westlichen Profilende beibehalten wird. Auf der Linie 2 liegt das Bezugsniveau im Osten in Sh. 288 m, sinkt bei SP 23 auf Sh. 286 m ab, um nach abermaligem geländebedingtem Anstieg und Abfall im Westabschnitt in Sh. 288 m einen horizontalen Verlauf zu zeigen. Als Korrekturgeschwindigkeit wurde auf Grund der Ergebnisse von Verwitterungsschießen ein konstanter Wert von 400 m/sec für alle Aufstellungen gewählt.

Wenn man aus den geologischen Daten des Meßgebietes ein Geschwindigkeitsmodell des Untergrundes ableitet, so er-

gibt sich grundsätzlich ein seismischer 3-Schichtfall, wobei die Geschwindigkeiten von oben nach unten zunehmen. An der Oberfläche befindet sich eine aus Lockergesteinen bestehende Verwitterungsschichte ( $V_1$ -Horizont), die oftmals zweigeteilt ist. Der obere, stets geringmächtige Teil besteht aus Humus, Aulehm, Sand und weist extrem niedrige Geschwindigkeiten von 250 - 500 m/sec auf. Dieser Abschnitt fällt bei der Korrektur auf das Bezugsniveau meist weg und es ist dann nur der aus trockenen Schottern und Sanden bestehende untere Teil der Verwitterungsschichte von Belang, der meist Geschwindigkeitswerte von 700 - 800 m/sec zeigt. Diese Verwitterungsschichte liegt dem darunterliegenden  $V_2$ -Horizont flach und ohne größeres Relief auf und fällt generell gleichsinnig mit dem Gelände ein. Der  $V_2$ -Horizont entspricht dem aus Schottern, Kiesen und Sanden zusammengesetzten Grundwasserkörper und ist durch Geschwindigkeiten von 1500 - 1800 m/sec gekennzeichnet.

Der  $V_3$ -Horizont entspricht dem präquartären Untergrund und aus den Geschwindigkeiten kann auf die lithologische Zusammensetzung desselben geschlossen werden. Der tortone Tegel weist Geschwindigkeiten von 2000 - 2300 m/sec auf, wobei die Variation vermutlich auf einen wechselnden Sand- bzw. Sandsteinanteil zurückzuführen ist. Der Lithothamnienkalk dürfte geschwindigkeitsmäßig stärker streuen (2500 - 3000 m/sec), was auf den Umstand zurückzuführen ist, daß in diesem Schichtglied neben dichten Nulliporenkalcken auch weichere Kalksandsteine auftreten. Ein sicherer Nachweis liegt überdies bis jetzt nur von den beiden RAG-Bohrungen F 302 und F 303 vor. Das Paläozoikum, bei dem in den Bohrungen stets Phyllite angetroffen wurden, entspricht dem Geschwindigkeitsbereich von 3000 - 3800 m/sec.

Das beschriebene theoretische Modell eines 3-Schichtfalls kommt jedoch im Meßgebiet nicht immer zur Ausbildung, wobei in den Laufzeitkurven entweder der  $V_1$ - oder der  $V_2$ -Ast unterdrückt ist bzw. gänzlich fehlt. Die Ursache liegt in den wechselnden, jedoch stets relativ geringen Mächtigkeiten dieser beiden Schichten und dem ungünstigen Verhältnis von Geophonabstand zu Schichtmächtigkeit. Denn bei einem Geophonabstand von 5 m (bei den schußpunktnächsten Geophonen) sind die Laufzeitkurvenäste des  $V_1$ - bzw.  $V_2$ -Horizonts meist nur durch 2 Punkte belegt und bei einer bestimmten geringen Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht tritt diese trotz ausreichenden Geschwindigkeitskontrastes im Einklang mit der Theorie in der Laufzeitkurve nicht mehr auf.

Man ist daher bei der Auswertung gezwungen, meist mit einem Durchschnittswert für das Teufenintervall zwischen Bezugsniveau und Quartärbasis zu rechnen. Dieser auf den Profilen angegebene Rechenwert entspricht also nicht mehr den Schichtgeschwindigkeiten des  $V_1$ - und  $V_2$ -Horizontes, sondern hängt vom jeweiligen Anteil des betreffenden Horizontes an der Quartärmächtigkeit ab. Auf der Niederterrasse und in den Gebieten der Austufe mit größerer Quartärmächtigkeit und relativ tiefem Grundwasserstand dominiert ein Wert von 700 - 800 m/sec, wobei sich gute Übereinstimmung mit der erbohrten Tegel- bzw. Phyllitoberkante ergab. In denjenigen Abschnitten der Austufe dagegen, wo die Quartärmächtigkeit gering ist und der Grundwasserspiegel knapp unter der Oberfläche liegt, wurden wesentlich höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten (1000 - 1500 m/sec) ermittelt.

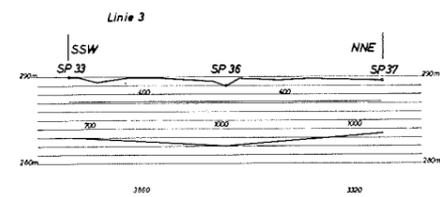
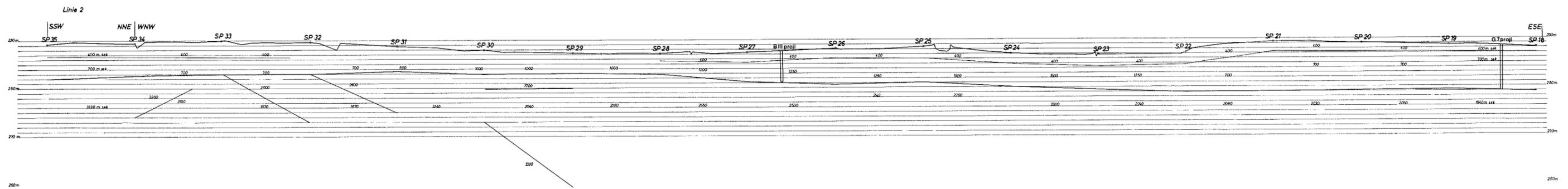
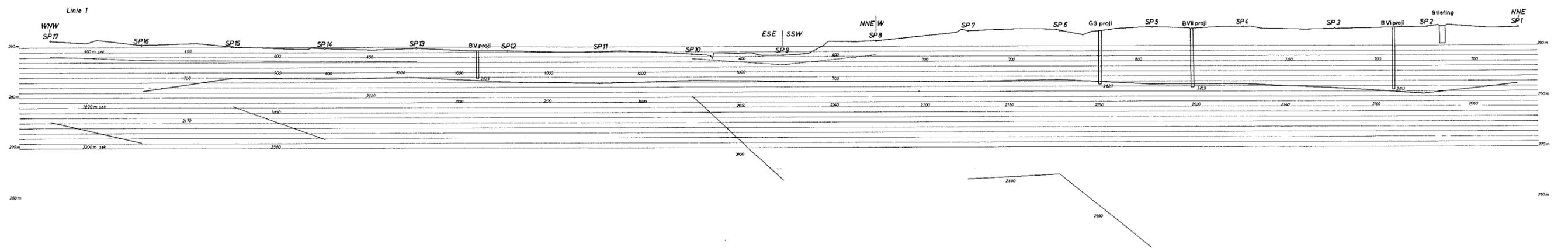
Die Auswertung erfolgte durch rechnerische Rückführung des 3-Schicht- auf den 2-Schichtfall, wobei sich diese

Eliminierung des  $V_1$ -Horizontes vielfach zwanglos bei der Korrektur auf das Bezugsniveau ergab. Die Tiefenberechnung erfolgte nach der Methode der Interceptzeit und es ist daher die Tiefengenauigkeit weitgehend davon beeinflusst, wie exakt der Schnittpunkt des Laufzeitastes der konsolidierten Schicht erfaßt werden kann. In einigen Fällen wurden Unterschiede in den Endzeiten der Aufstellungen bis 10 m/sec beobachtet, deren Ursache in jedem Fall nicht genau angegeben werden kann.

#### ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Auswertung sind in drei Profilen, einem Tiefenlinienplan und einer Isogeschwindigkeitskarte des präquartären Untergrundes dargestellt. Auf der Linie 1 weist der Abschnitt SP 1 - 8 eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Quartärs (Rechenwert) von 700 m/sec, gelegentlich auch 800 m/sec auf, wobei die Scheingeschwindigkeiten der  $V_2$ -Äste zwischen 620 - 820 m streuen. Diese bei der Berechnung verwendeten Durchschnittsgeschwindigkeiten ergeben eine gute Übereinstimmung mit den erbohrten Schottermächtigkeiten, wie der Vergleich mit den Bohrungen B VII und G 3 zeigt. Bei SP 5 wurde in ca. 44 m Tiefe ein Refraktor mit einer Geschwindigkeit von 2850 - 2880 m/sec festgestellt, der gegen W zunächst mittelsteil ansteigt, im Abschnitt SP 6 - 7 aber nahezu söhlig liegt. Es dürfte sich hierbei um eine härtere Lage (Sandstein?) innerhalb des Tegels handeln.

Der Übergang von der Niederterrasse zur Austufe ist auch mit einem Geschwindigkeitswechsel des  $V_2$ -Horizontes verbunden, für den im Abschnitt SP 9 - 13 ein konstanter Wert von 1000 m/sec eingesetzt wurde, dessen Gültigkeit auch



MABSTAB

LÄNGSPROFILE DURCH  
SEISMISCHE SCHUBLINIEN

durch die Bohrung B V verifiziert wurde. Deutliche, durch mehrere Laufzeitpunkte belegte  $V_2$ -Äste sind nur sporadisch vorhanden, wobei Scheingeschwindigkeiten von 1200 - 1600 m/sec sich ergaben. Bei der Aufstellung SP 9 - 10 trat unter dem  $V_3$ -Horizont mit  $V = 2650$  m/sec ein Element mit einer Geschwindigkeit von 3100 m/sec auf, dessen scheinbares Einfallen steil nach ESE gerichtet war. Diese Verhältnisse könnten in der Weise interpretiert werden, daß hier das Paläozoikum - überlagert von Lithothamnienkalk - auftaucht, oder daß hier eine markante Faziesgrenze verläuft (massiger Lithothamnienkalk gegen Sandstein bzw. Tegel). Lithothamnienkalk wurde bei der RAG-Bohrung F 302, die unweit SP 11 gelegen ist, angetroffen.

Es scheint jedoch der Kalk gegen W rasch auszuweichen oder von Tegel überlagert zu werden, da bei der Aufstellung SP 11 - 12 bereits wieder die normale, für Tegel sprechende  $V_3$ -Geschwindigkeit von 2170 m/sec, festgestellt wurde.

Komplikationen, die mangels eines Tiefenaufschlusses noch nicht völlig geklärt sind, ergaben sich im Westabschnitt der Linie. Bei den Aufstellungen SP 14 - 15 und SP 16 - 17 tritt ein flach nach WNW ansteigender Refraktor mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von mindestens 1800 m/sec auf. Die Geschwindigkeit wäre zwar noch durchaus innerhalb des grundwasserführenden Quartärs, auf Grund der Tiefenlage dürfte es sich aber um einen intratertiären Refraktor handeln.

Die auf der Niederterrasse gelegenen Aufstellungen SP 18 - 22 zeigen die selben Quartärgeschwindigkeiten wie auf dem entsprechenden Teil der Linie 1. Die Scheinge-

schwindigkeiten der  $V_2$ -Liste schwanken zwischen 640 - 830 m; daß jedoch der Rechenwert von 700 m/sec den wahren  $V_2$ -Geschwindigkeiten sehr nahekommt, zeigt die gute Übereinstimmung der Quartärmächtigkeiten bei der Bohrung G 7. Beim Übergang zur Austufe wurden im Quartär wiederum höhere Quartärgeschwindigkeiten von 1250 - 1500 m/sec ermittelt, im Abschnitt SP 27 - 30 ca. 1000 m/sec und sodann im Westteil des Profils eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 700 - 800 m/sec.

Der westliche Abschnitt der Linie zeigt von SP 29 an im präquartären Untergrund ein vom bisherigen abweichendes Bild, das jedoch Aufschluß über das Verhältnis des Paläozoikums zum überlagernden Torton gibt. Es treten nämlich in verschiedenen Tiefenlagen Refraktoren hoher Geschwindigkeit (3240 - 3570 m/sec) auf, die stets mittelsteil gegen WNW ansteigen, so daß sie bei SP 32 und 33 direkt vom Quartär überlagert werden. Ansonsten liegen darüber Schichten mit einer Geschwindigkeit von ca. 2000 m/sec (SP 29 - 30, 32 - 33) bzw. 2600 m/sec (SP 31 - 32). Bei SP 34 liegt ein Refraktor mit  $V = 2200$  m/sec, der gegen ESE hin auskeilt, da bei SP 33 direkt unter dem Quartär ein  $V_3$ -Horizont mit einer Geschwindigkeit von 3150 m/sec ansteht.

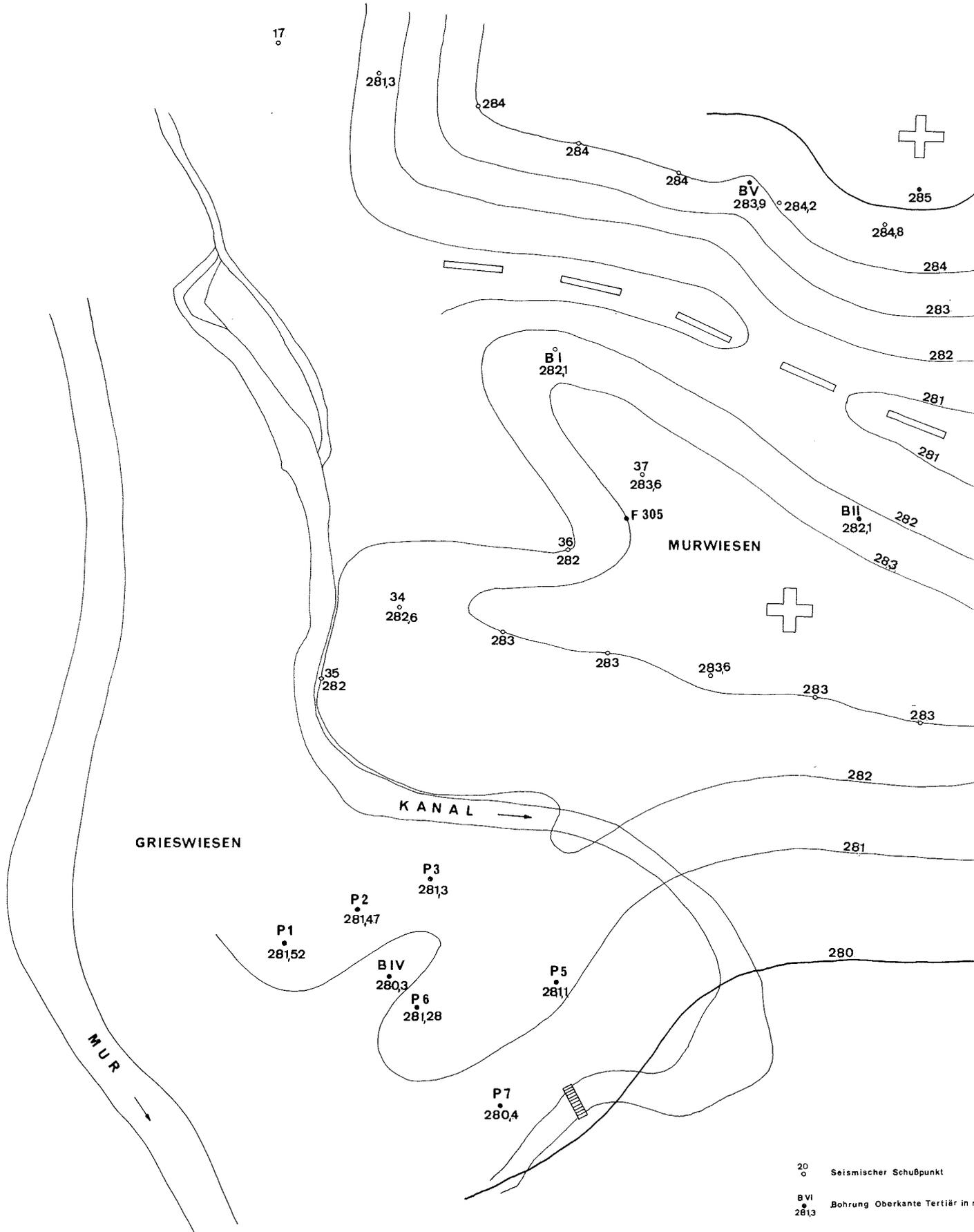
Die lithologische Identifizierung dieser Horizonte bereitet keine Schwierigkeiten; der Refraktor mit hoher Geschwindigkeit von mehr als 3000 m/sec entspricht den Phylliten, die weiter südlich im Bereich der Bohrungen P 1 und P 7 stets erbohrt wurden. Der Refraktor mit  $V = 2000$  m/sec ist sicher als Tegel anzusprechen, während der Horizont mit  $V = 2600$  m/sec Lithothamnienkalk sein könnte. Restlose Klarheit darüber, wie aber die Lagerungsverhältnisse geologisch zu interpretieren sind, ist jedoch

# Refraktionsseismik W

Strukturkarte des V<sub>3</sub> Horizontes

(Oberkante Tertiär bzw. Paläozoikum)

Maßstab 0 50 100 200 300 400 500m



aus den bisherigen seismischen Daten allein nicht zu erlangen. Zwei Versionen sind möglich:

- 1) Es liegen verschiedene geringmächtige Schichtglieder des Torton (Lithothamnienkalk, Tegel) transgressiv über einem Paläozoikumrelief, das stärkere Höhenunterschiede (ca. 10 m) aufweist.
- 2) Das Torton wäre an Brüchen im paläozoischen Untergrund eingesenkt, durch die z.B. im Abschnitt SP 30 - 31 eine horstartige Aufragung entstünde.

Linie 3 zeigt unter einer ca. 2 m mächtigen Verwitterungsschichte einen  $V_2$ -Horizont, dessen Geschwindigkeiten nach NE deutlich zunehmen. Wie die hohen Geschwindigkeiten zeigen, besteht der Untergrund auf der ganzen Linie aus Paläozoikum.

Wenn auch zwischen den seismisch ermittelten und den erbohrten Quartärmächtigkeiten gewisse Teufenunterschiede bestehen, so sind diese von einer Größenordnung, daß eine Kombination der beiden Daten bei der Konstruktion eines Tiefenlinienplanes des präquartären Untergrundes gerechtfertigt erscheint.

Die Strukturkarte des präquartären Untergrundes zeigt ganz deutlich, daß dieser nur ein geringes Relief aufweist. Wichtigstes und für die Hydrologie interessantes Strukturelement bilden zwei Rinnen, die sich im S des Meßgebietes zu einer einzigen Mulde vereinigen. Die eine Rinne beginnt etwa S vom SP 14 und zieht in ESE-Richtung dahin, wobei sie eine Breite (bezogen auf die 280 m - Isohypse) von 150 - 500 m erreicht.

Die Muldenachse muß mindestens bei ca. 278 m Sh. liegen, da sie bei der Bohrung B II in 278,7 m noch nicht erreicht wurde. Die andere, weniger deutlich ausgeprägte Rinne, verläuft im E des Meßgebietes etwa in N-S-Richtung. Die Bohrung B VI mit einem Strukturwert von 281,3 m dürfte nahe der Muldenachse sich befinden. Nach der Version der Strukturkarte mündet diese Rinne ca. 0,5 km S der Bohrung B VI in die breitere, von WNW herziehende Mulde, wobei sich dann S der Linie 2 im Stiefingtal anscheinend eine breite, trogförmige Einmuldung ausbildet.

Weiters bildet der präquartäre Untergrund auch markante Rücken bzw. seitlich in das Grundwasserfeld hereinziehende Sporne. Ein solcher Rücken, in dem der Untergrund bis auf über 284 m ü.A. heraufreicht, ist im W-Teil der Linie 2 zu erkennen. Dieser besteht im Kern aus Phylliten und wird ummantelt von Lithothamnienkalk und Tegel. Der Abfall nach N zu der erwähnten Mulde erfolgt beträchtlich steiler als auf der Südflanke.

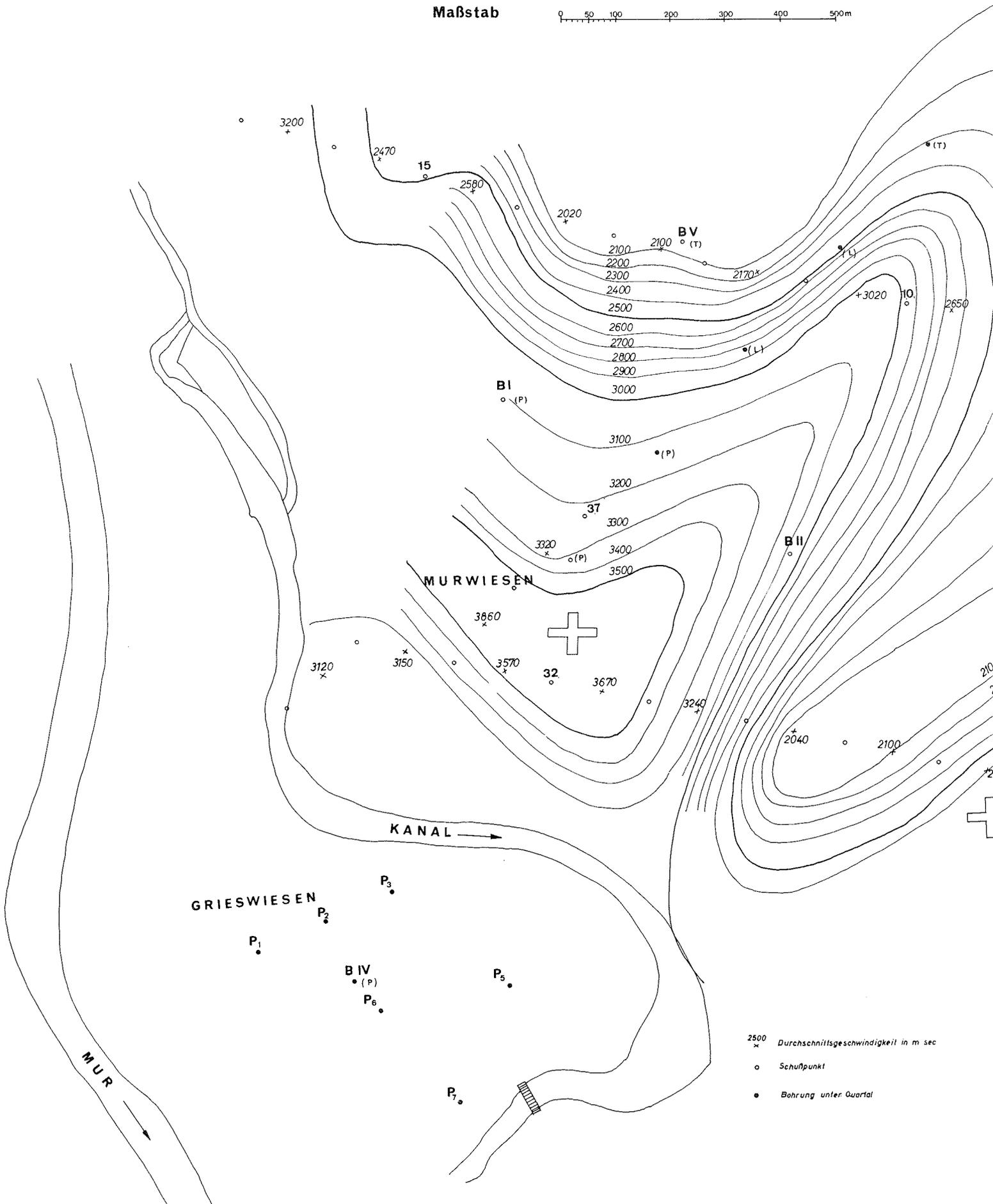
Nördlich der Linie 1 ist im Tegel ein breites Plateau angedeutet, das jedoch bereits außerhalb des Meßgebietes liegt. Weiters bestätigt sich am Ostende der Linien 1 und 2 der bereits von der Geologie her bekannte Anstieg des tortonen Untergrundes.

Die Isogeschwindigkeitskarte läßt innerhalb gewisser Grenzen Schlüsse über die Art des Untergrundes unter der Quartärbedeckung zu. Die Aussage wird unterstützt durch die Ergebnisse der Bohrungen, die in guter Übereinstimmung mit den Resultaten der Geschwindigkeitsanalyse stehen. Der Mittelpunkt zwischen 2 Schußpunkten ist da-

# Refraktionsseismik Wildon

Isogeschwindigkeitskarte des präquarternen Untergrundes

Maßstab



bei der Bezugspunkt für den betreffenden Geschwindigkeitswert. Der Interpretation liegt dabei die Annahme zugrunde, daß der Geschwindigkeitsbereich über 3000 m/sec den paläozoischen Phylliten zuzuordnen ist. Für den Lithothamnienkalk ist die Zuordnung schwieriger, da dieser nur bei zwei Schußpunkten (F 302, F 303) erbohrt wurde; im Untersuchungsgebiet dürfte der Geschwindigkeitsbereich von 2500 - 3000 m/sec für Lithothamnienkalk kennzeichnend sein und zwar die niedrigeren Werte für Kalksandstein. Die Geschwindigkeiten des Tegels liegen meist zwischen 1940 - 2300 m/sec. Geschwindigkeiten von 2300 - 2500 m/sec könnten stärker verfestigten Sandsteinlagen entsprechen.

Der Verlauf der 3000 m/sec Isolinie läßt also erkennen, daß der ganze Westteil des Untersuchungsgebietes von Paläozoikum aufgebaut wird. Dieses weist auch einen gegen SP 10 nach NE vorspringenden Sporn auf. Die geringmächtigen Reste von Tertiär im W der Linie 2 konnten bei Konstruktion der Karte nicht berücksichtigt werden, da über deren Verteilung noch zu wenig bekannt ist. Über die Ursachen der Geschwindigkeitsänderungen innerhalb des Paläozoikums, insbesondere darüber, ob diese auf Änderungen der Lithologie oder auf eine durch Faltung etc. verursachte Geschwindigkeitsanisotropie zurückzuführen sind, kann derzeit noch keine endgültige Aussage getroffen werden.

Im N und NE taucht der Paläozoikumssporn ziemlich gleichmäßig unter Lithothamnienkalk unter, der einen ca. 100 - 150 m breiten Streifen bildet. Auf Linie 2 scheint im Abschnitt SP 29 - 31 der Tegel direkt auf den Phylliten zu liegen. Es könnte dagegen die bei SP 27 auftretende, NE streichende Maximumzone, auf Lithothamnienkalk hinweisen. Allerdings steht damit das Ergebnis der Bohrung B III nicht gut im Einklang, bei der Tegel angetroffen

wurde, der ansonsten eine niedrigere Geschwindigkeit aufweist. Das Bohrprofil gibt auch festen Sandstein an, der allerdings im Geschwindigkeitsbereich von 2500 m/sec liegen könnte.

Eine markante Maximumzone mit Werten unter 2100 m/sec reicht unter NE-Streichen vom SP 29 bis etwa zur Bohrung G 3. Die Abnahme der Geschwindigkeiten gegen E und N zu -- also beckenwärts -- dürfte einer regionalen Tendenz entsprechen, wobei die Ursachen derzeit nur vermutet werden können (lithologische Änderungen etc.).

Anschrift des Verfassers:

Prof.Dr.F. WEBER  
Institut für Erdölgeologie  
und Angewandte Geophysik  
Montanistische Hochschule  
A-8700 Leoben (Österreich)

PUMPVERSUCHE AN DEN BOHRUNGEN IV UND VI

von

E. P. Nemecek.



Wenngleich die auf Einzelgutachten beruhenden Ergebnisse der an den Untersuchungsbohrungen des Referates durchgeführten Pumpversuche eine Bearbeitung und zusammenfassende Darstellung durch W. WESSIAK erfuhren, sollte auf die Veröffentlichung dieser Einzelgutachten, zumindest in gekürzter Form, nicht verzichtet werden, zumal Details und Berechnungsgrundlagen sicher von Interesse sind.

Die der Originalfassung der Gutachten von E.P.NEMECEK beigegebenen, meist im Maßstab von 1:1000 vorliegenden planlichen Darstellungen wurden von W. WESSIAK bearbeitet, in einen den drucktechnischen Erfordernissen angemessenen Maßstab gebracht und sind dort wiedergegeben. Den Gutachten von E.P.NEMECEK wurden die zeichnerisch zusammengefaßten Ergebnisse der Siebanalysen von B IV und B VI sowie jene der Bohrungen VII bis XI beigegeben. Die Ergebnisse der von E.P.NEMECEK durchgeführten  $k_f$ -Wertuntersuchungen einschließlich Kornverteilung und Porenvolumen scheinen bei den entsprechenden Bohrprofilen auf.

#### a) Pumpversuch Bohrung IV (Hydrologisches Gutachten)

Bei B IV steht bereits in der Tiefe von ca. 1.80 m unter Gelände das Grundwasser an, die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schichten beträgt 4 bis 5 m. Die wasserführende Schichte besteht aus Sanden und Kiesen, wobei Steine bis 20 cm Durchmesser keine Seltenheit darstellen. Für die spätere Grundwassergewinnung erscheint die Feststellung wesentlich, daß stellenweise Sandlinsen angefahren wurden, wobei nicht klar hervorgeht, ob es sich hier um Linsen größerer Ausdehnung handelt.

Bei der Niederbringung der Bohrung IV wurden 8 gestörte Bodenproben von jeweils ca. 60 kg an das Institut für Hydraulik, Landwirtschaftlichen Wasserbau und Siedlungswasserbau, zur Untersuchung der Durchlässigkeit gesandt.

Wie aus den Untersuchungsergebnissen ersichtlich ist, weist die obere Deckschicht bei B IV eine geringe Durchlässigkeit auf. Die Durchlässigkeiten betragen hier  $3 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  bis  $7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ . Die Schicht eignet sich sohin gut zur Abdeckung des Grundwassers.

In den grundwasserführenden Zonen nimmt die Durchlässigkeit von oben nach unten ständig zu. In einer Tiefe von 5 bis 6 m beträgt sie bereits  $1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  - ein ausgezeichneter Wert.

Weiter unterhalb wurde in einer Tiefe von 6 bis 7 m eine Feinsandlinse angefahren. Die Durchlässigkeit geht in dieser auf  $2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$  zurück, um jedoch weiter unten wieder auf  $7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  anzusteigen.

Mit Hilfe der im Labor bestimmten  $k_f$ -Werte und des Grundwassergefälles konnte eine erste, abschätzende Brunnenberechnung durchgeführt werden, wonach aus B IV während des Pumpversuches bei durchgehender Perforation eine Entnahme bis maximal 20 l/s als möglich erschien.

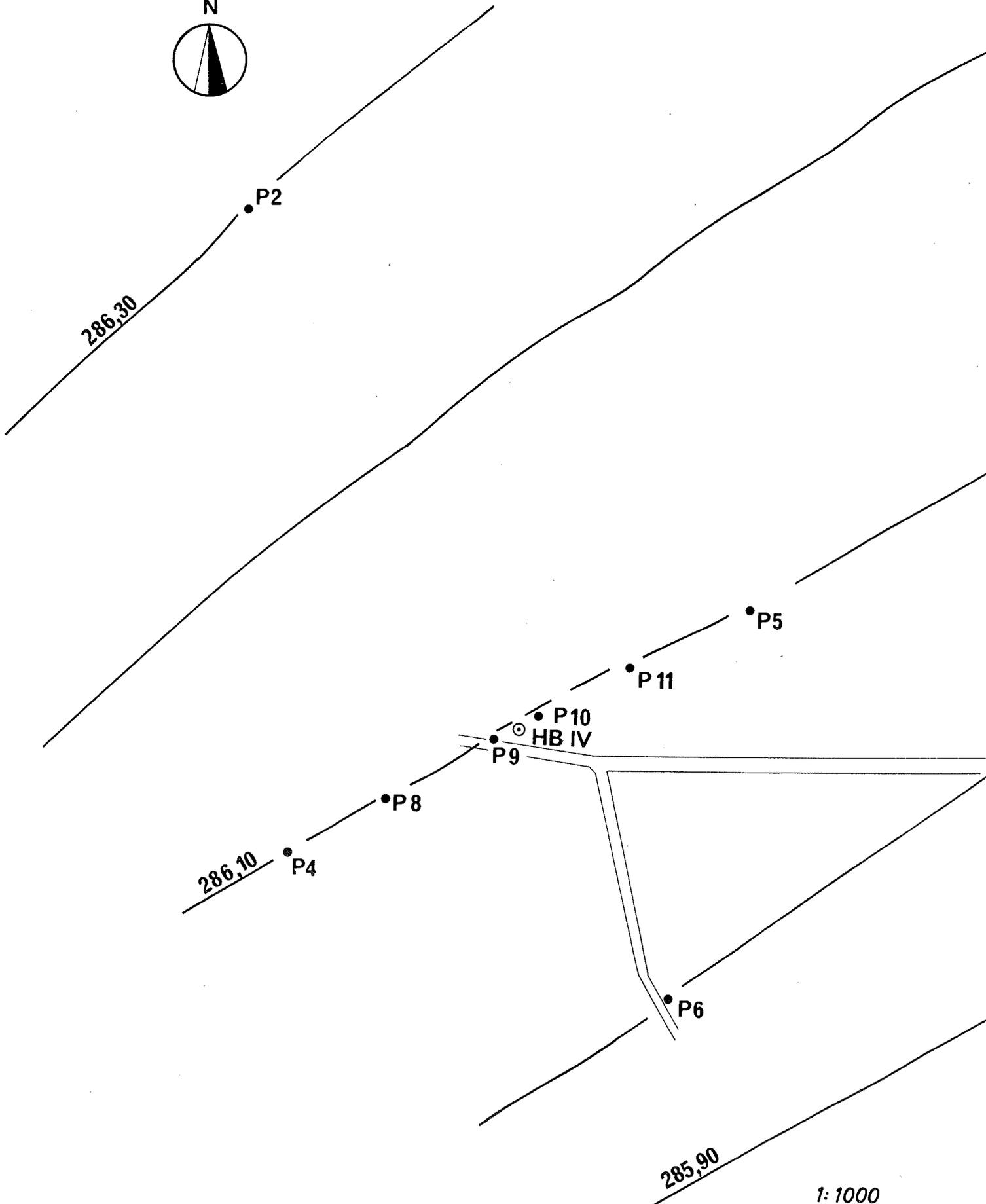
Nach - infolge von Pumpenausfällen - zwei vergeblichen Versuchen konnte am 20. Mai 1969 mit einem durchlaufenden Pumpversuch begonnen werden, wobei die Entnahme im jeweiligen Stationärzustand 5,5 l/s, 13,3 l/s und 19,2 l/s betragen.

Der Pumpversuch dauerte vom 20. bis zum 24. Mai 1969, wobei die einzelnen Pumpstufen jeweils ca. 24 Stunden bis zum Erreichen des Stationärzustandes beibehalten wurden.

# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN

VOM 20. 5. 1969 10<sup>h</sup>

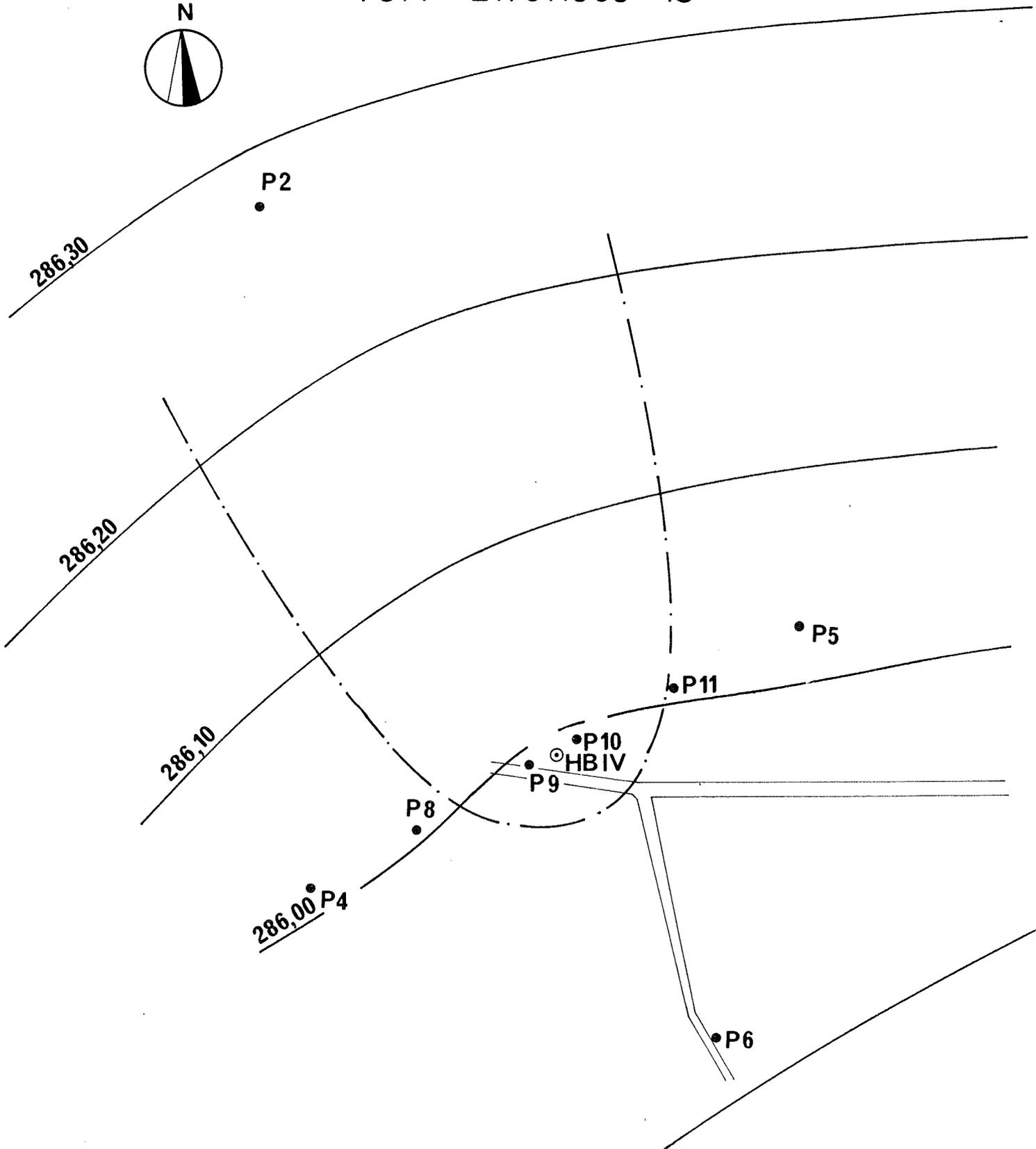
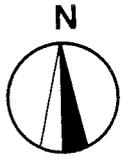
•P3



1:1000



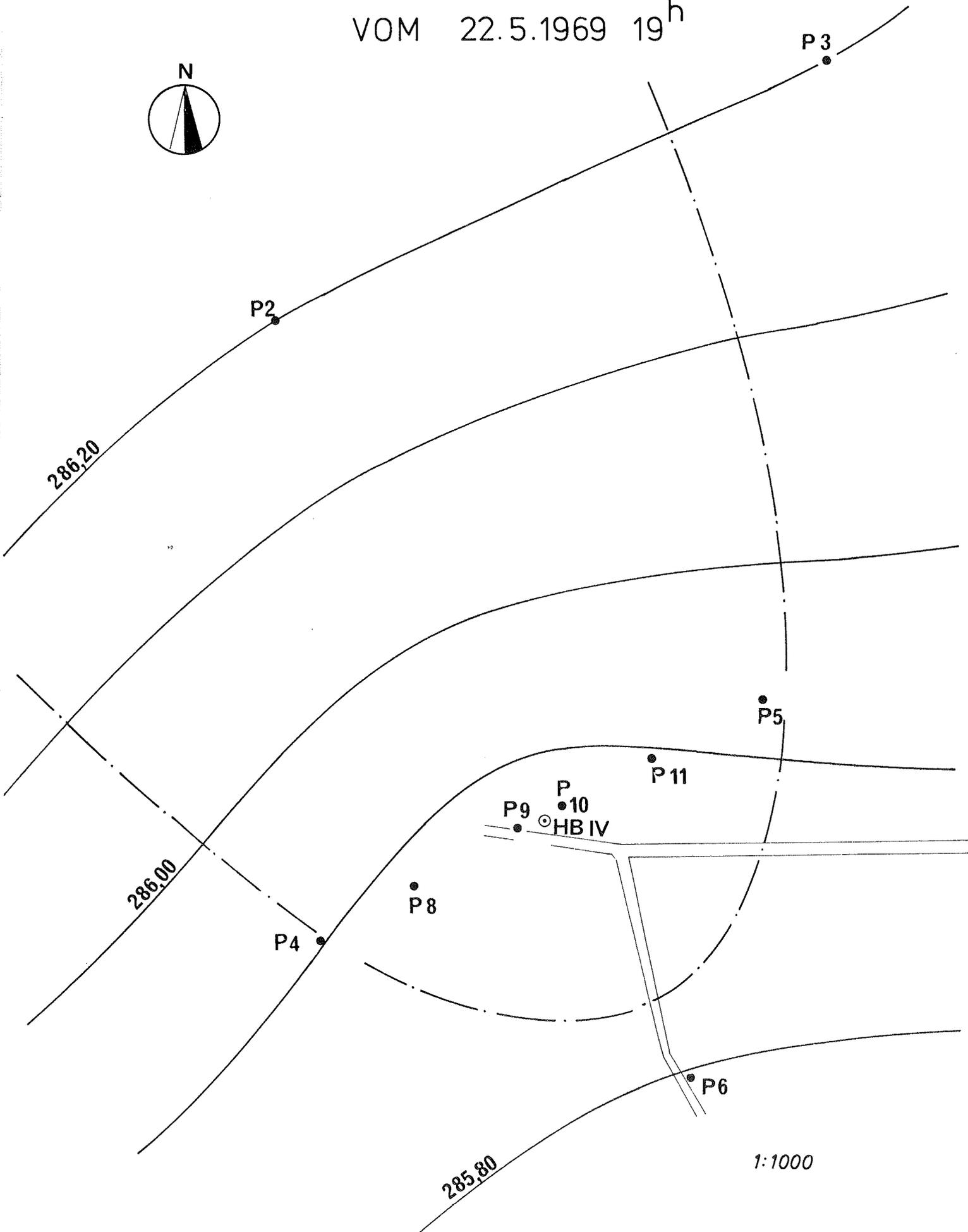
# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN VOM 21.5.1969 13<sup>h</sup>



1:1000



# GRUNDWASSER SCHICHTENPLAN VOM 22.5.1969 19<sup>h</sup>

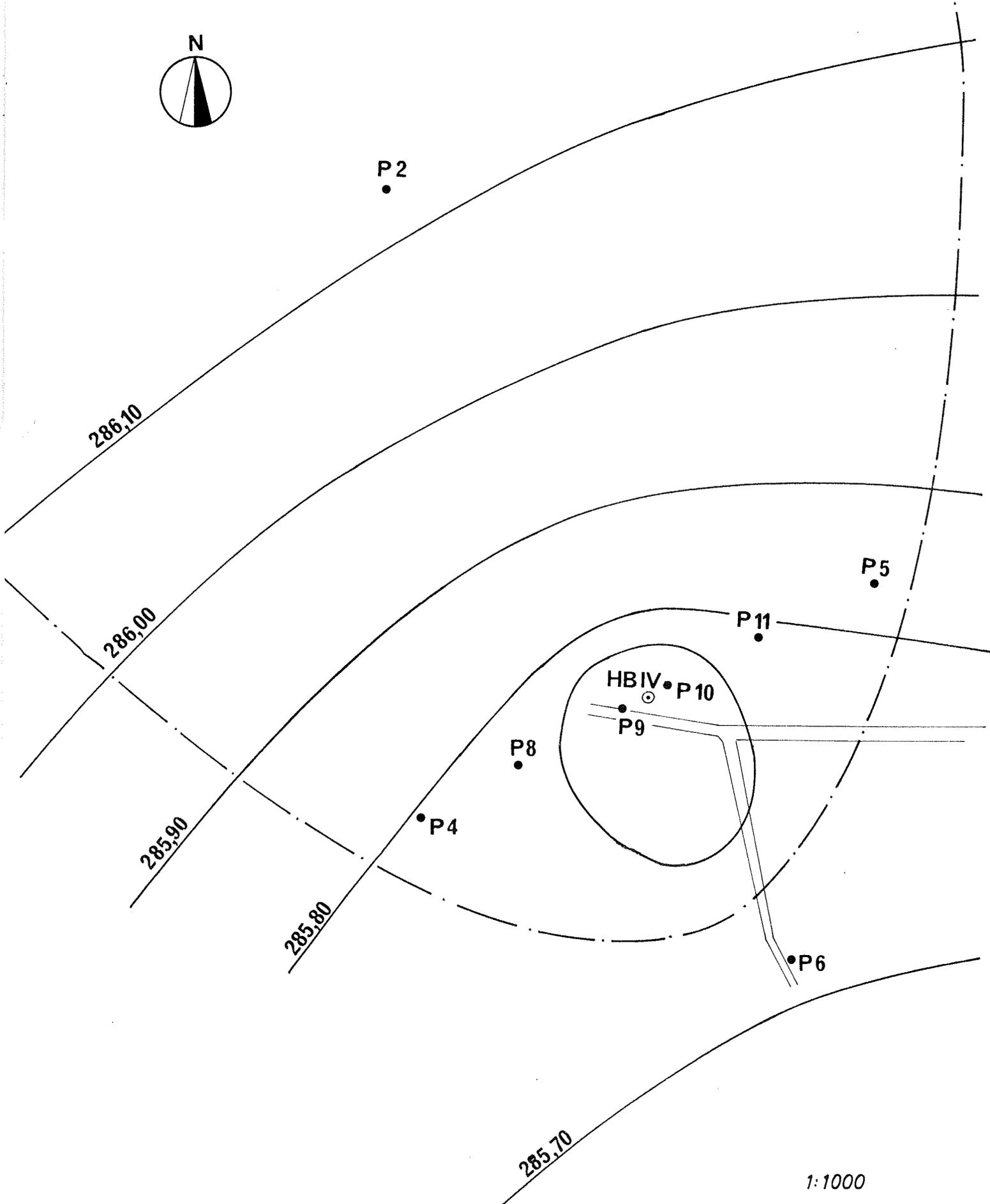


1:1000



# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN VOM 24.5.1969 10<sup>h</sup>

P3



1:1000



Das geringfügige Absinken knapp vor Abschluß des Versuches konnte als ein Absinken des gesamten Feldes erkannt werden. In der Ganglinie des Beobachtungspunktes P 2, einem Beobachtungspunkt, der ca. 150 m grundwasserstromaufwärts vom B IV liegt, merkt man noch die einzelnen Steigerungen in der Entnahme, doch im großen und ganzen zeigt sich nur mehr eine ziemlich gleichbleibend absinkende Tendenz. Stärker sind naturgemäß die Störungen durch die Steigerung der Pumpleistung in den Pegeln P 4, P 5, P 8, P 9, P 10 und P 11 zu erkennen.

Die Auswertung der Grundwasserruhepegel-Messungen zeigt, daß der Grundwasserstrom etwa von Nordwesten gegen Südosten zieht. Das Grundwasserspiegelgefälle beträgt hier im Mittel ca.  $J = 1,7 \%$ .

Obwohl das Beobachtungsnetz für die Auswertung eines Pumpversuches ausreichend ist, ist es doch zu weitmaschig, um einen Grundwasserschichtenplan herzustellen, aus dem man örtliche Störungen im Grundwasserträger erkennen kann. Im vorliegenden Stadium der Untersuchung erscheint dies auch nicht erforderlich.

Der Stationärzustand der 1. Stufe wurde bei einer Entnahme von 5 l/sec am 21.5., 14.00 Uhr, erreicht.

Eine geringfügige Auswölbung der Potentiallinien ist schon zu erkennen. Die Randstromlinie schließt eine relativ geringe Einzugsbreite ein. Diese Einzugsbreite läßt sich auch über das schon ermittelte Grundwasserspiegelgefälle, weiters über die im Labor gemessenen  $k_f$ -Werte und die aus den geologischen Profilen festzustellende Mächtigkeit mit ca.  $B = 70$  m berechnen. Überträgt man diese Einzugsbreite  $B = 70$  m in den Grundwasserschichtplan, so paßt die eingelegte Einzugsparabel gut hinein.

Bei der zweiten Pumpstufe wurde die Entnahme auf 13,3 l/s gesteigert. Am 22.5.1969, ca. um 19 Uhr, wurde der Stationärzustand erreicht. Im Grundwasserschichtplan ist eine stärkere Ausbuchtung der Grundwasserschichtenlinien deutlich zu erkennen. Eine überschlägige Berechnung der Einzugsbreite ergibt bei der Entnahme von 13,3 l/s ca.  $B = 180$  m. Die eingezeichnete Randstromlinie paßt auch hier wieder recht gut in die ermittelten Grundwasserschichtenlinien hinein.

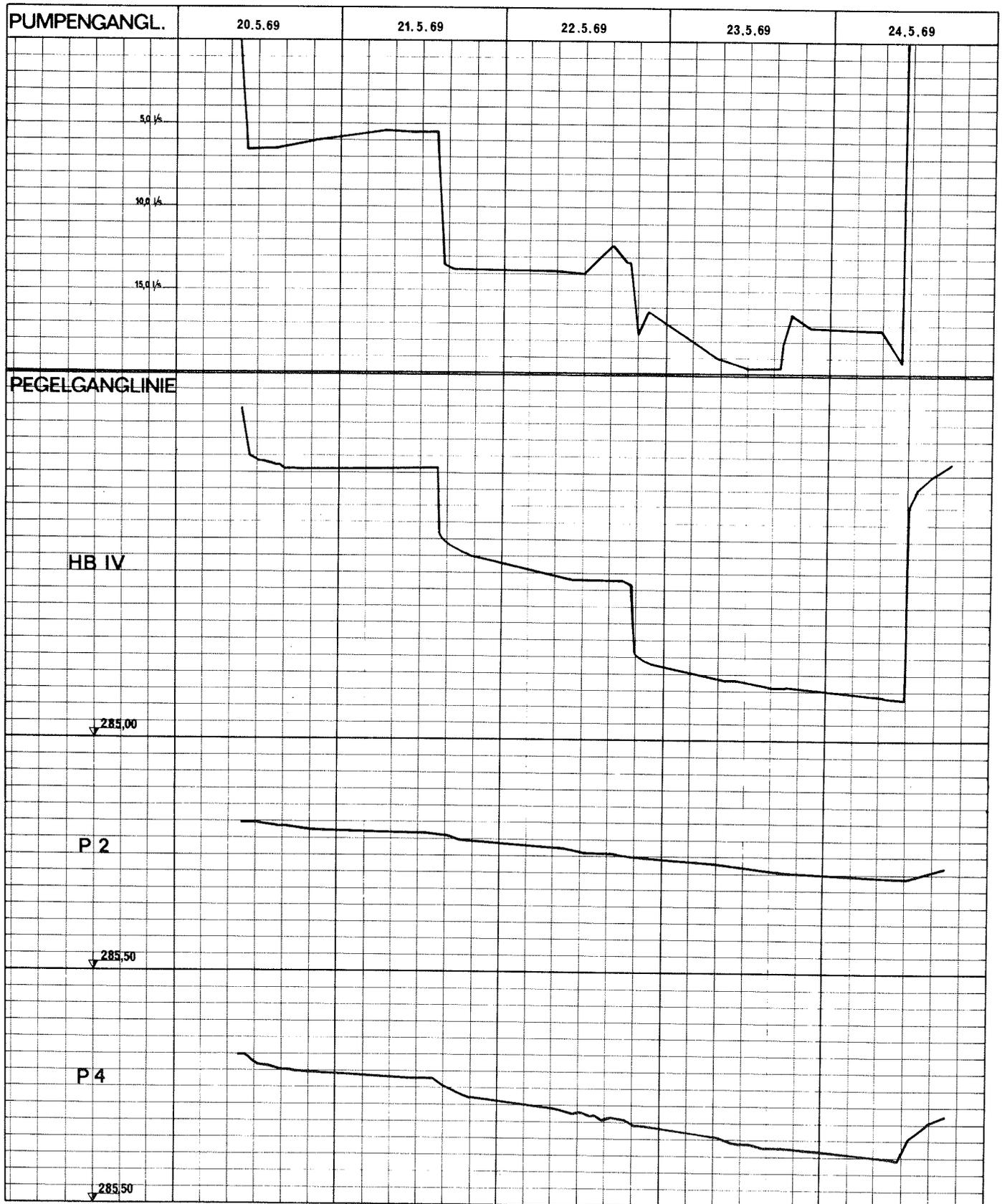
Durch Steigerung der Entnahme auf 19,2 l/s wurde die dritte Pumpstufe am 24.5.1969 um ca. 10 Uhr als stationär erkannt. Die Einzugsparabel weist ein  $B = 250$  m auf.

Für die einzelnen 3 Stufen wurden in der herkömmlichen Weise die Durchlässigkeiten berechnet und die Ergebnisse in nachstehender Tabelle zusammengefaßt.

	21.5.1969 $Q = 5,5$ l/s	22.5.1969 $Q = 13,3$ l/s	24.5.1969 $Q = 19,2$ l/s	$k_f$ ,mittel
$k_f$ , 8-9	$7,7 \times 10^{-3}$ m/s	$1,2 \times 10^{-2}$ m/s	$1,1 \times 10^{-2}$ m/s	$1,0 \times 10^{-2}$ m/s
$k_f$ , 8-4	$7,7 \times 10^{-3}$ m/s	$6,4 \times 10^{-3}$ m/s	$9,4 \times 10^{-3}$ m/s	$7,8 \times 10^{-3}$ m/s
$k_f$ , 10-11	$5,7 \times 10^{-3}$ m/s	$5,6 \times 10^{-3}$ m/s	$5,5 \times 10^{-3}$ m/s	$5,6 \times 10^{-3}$ m/s
$k_f$ , 11-5	$4,8 \times 10^{-3}$ m/s	$4,0 \times 10^{-3}$ m/s	$5,8 \times 10^{-3}$ m/s	$4,9 \times 10^{-3}$ m/s

Aus der linken Spalte der Tabelle kann abgelesen werden, welche Pegel für die Berechnung jeweils herangezogen wurden. So bedeutet z.B.  $k_f$ , 8-9: Berechnung des  $k_f$ -Wertes unter Verwendung der Spiegelmessung der Pegel P 8 und P 9.

# PUMPVERSUCH BOHRUNG IV GANGLINIEN







Maßstab: Eine Teileinheit entspricht: Höhe 10 cm ; Zeit 4 Stunden; Menge 1 l/s



In der zweiten Spalte sind die  $k_f$ -Werte eingetragen, die sich bei den Auswertungen der Spiegelmessungen und einer Entnahme von 5,5 l/s, in der dritten Spalte bei einer Entnahme von 13,3 l/s und in der vierten Spalte bei einer Entnahme von 19,2 l/s ergeben haben.

Es darf hier noch besonders herausgestellt werden, daß die im Laboratorium seinerzeit aus den zugesandten Bodenproben erhaltenen  $k_f$ -Werte mit jenen gut übereinstimmen, die durch den Pumpversuch im Feld gewonnen wurden. Eine Durchsicht der Untersuchungsberichte der seinerzeitigen Bodenprobenuntersuchungen zeigt, daß diese  $k_f$ -Werte ebenfalls zwischen den Grenzen  $1,4 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $1,2 \times 10^{-2} \text{ m/s}$  liegen.

Schlußfolgerungen: Wie die Untersuchungen ergeben haben, ist die Durchlässigkeit in diesem Raum relativ günstig. Man könnte sie mit einem Mittelwert von  $k_f \ 3,7 \times 10^{-3} \text{ m/s}$  angeben. Es wurde schon betont, daß die Grieswiese von der Mur im Westen und einem Mühlgang im Osten eingefast wird. Nimmt man zunächst einen Kontakt zwischen Oberflächengewässern und Grundwasser als gegeben an (das Gegenteil wäre erst noch nachzuweisen), so benötigt bei einer Entnahme von 20 l/s aus B IV das Wasser der Randstromlinie vom Mühlgang her nur 10 Tage bis zum Brunnen.

Bekanntlich ist diese Fließzeit zu gering, um den hygienischen Forderungen zu entsprechen. Eine Verschiebung der Entnahmestelle nach Süden wäre daher zu erwägen, wenn nicht geologische Überlegungen dagegen sprechen. Die Ergebnisse der Refraktionsseismik sind dem Gefertigten nicht bekannt. Gegen eine derartige Verschiebung könnten natürlich auch chemische Untersuchungen sprechen.

Bei einer Entnahme von 50 l/s würde die Einzugsbreite so groß sein, daß die Randstromlinie sowohl von der Mur wie auch vom Mühlgang her alimentiert würde. Man kann daher sicher sagen, daß aus diesem Gebiet eine Entnahme von mehr als 25 l/s kaum sinnvoll erscheint. Sollte eine Entnahme von ca. 25 l/s vorgesehen werden, dann wäre durch geeignete Untersuchungen noch zu klären, wie groß die tatsächliche Zuströmungsgeschwindigkeit vom Mühlgang bzw. von der Mur her ist.

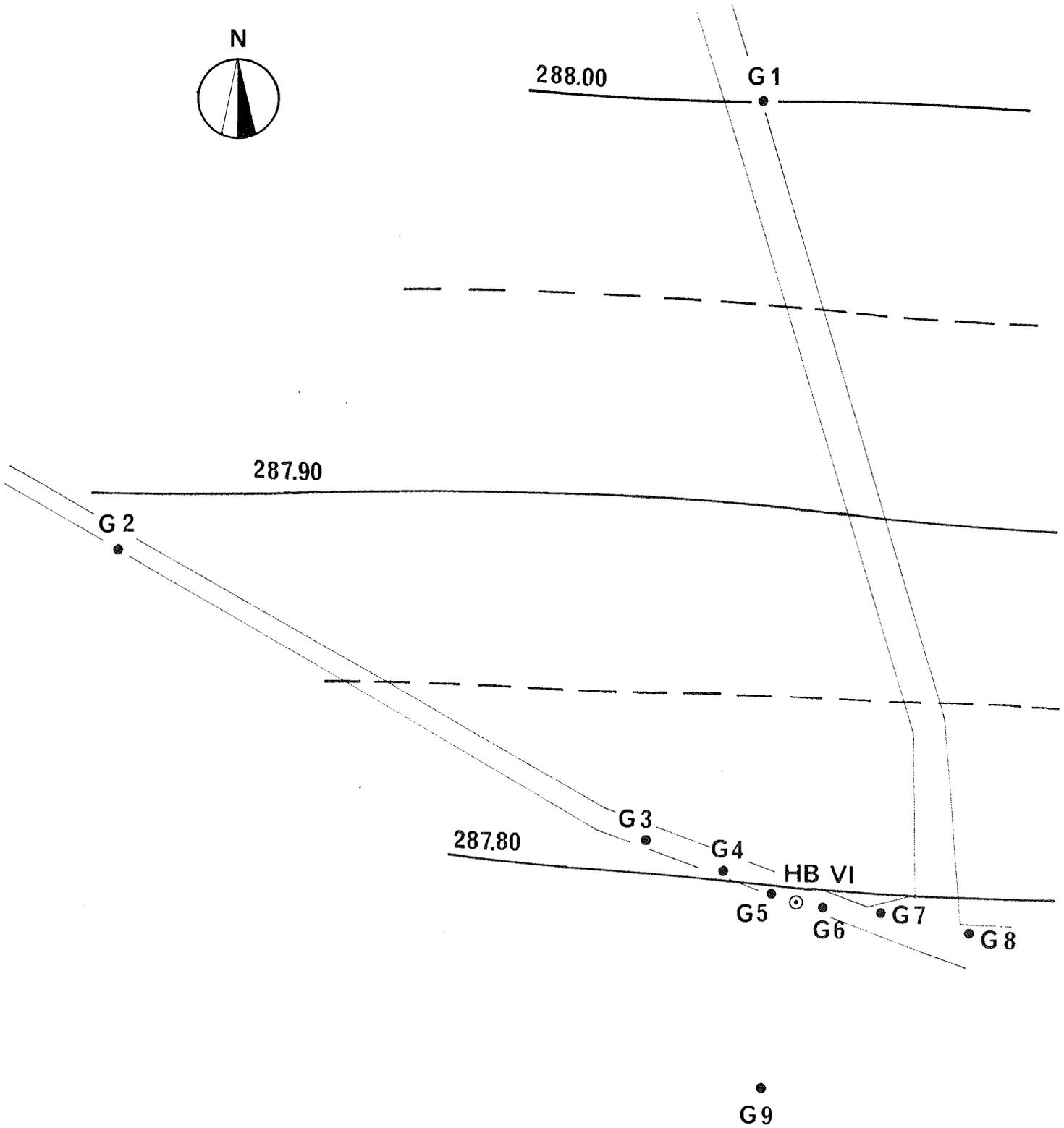
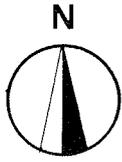
b) Pumpversuch Bohrung VI (Hydrologisches Gutachten)

Bei Bohrung VI wurde der Grundwasserspiegel erst bei 6 m unter Gelände angetroffen, so daß die Mächtigkeit der wasserführenden Schichte lediglich bei ca. 5 m liegt. Die Bodenzusammensetzung im Bereich der wasserführenden Schichte ist relativ gut. Im Februar 1969 wurden aus dieser Bohrung zwei Bodenproben an mein Institut zwecks Untersuchungen des  $k_f$ -Wertes eingesandt. Die erste Probe hatte man aus einer Tiefe von 6,90 bis 11,10 m unter Gelände entnommen, die zweite Bodenprobe bereits aus dem Liegenden, nämlich aus einer Tiefe zwischen 11,10 und 11,40 m. Die in der wasserführenden Schichte gelegenen Bodenprobe wies eine Durchlässigkeit von  $2,9 \times 10^{-2}$  m/s auf. Die Kornverteilungskurve - die ebenfalls bestimmt wurde - kann als ausgesprochen günstig für die Errichtung eines HFB angesehen werden.

In der undurchlässigen Schichte ergab sich eine Durchlässigkeit von  $8,3 \times 10^{-8}$  m/s.

Die bei unabgesenktem Grundwasserspiegel in 7 m beginnende Perforation liegt etwas zu tief. Dies hat zur Folge, daß sich bei einem Pumpversuch die Diskontinuitäts-

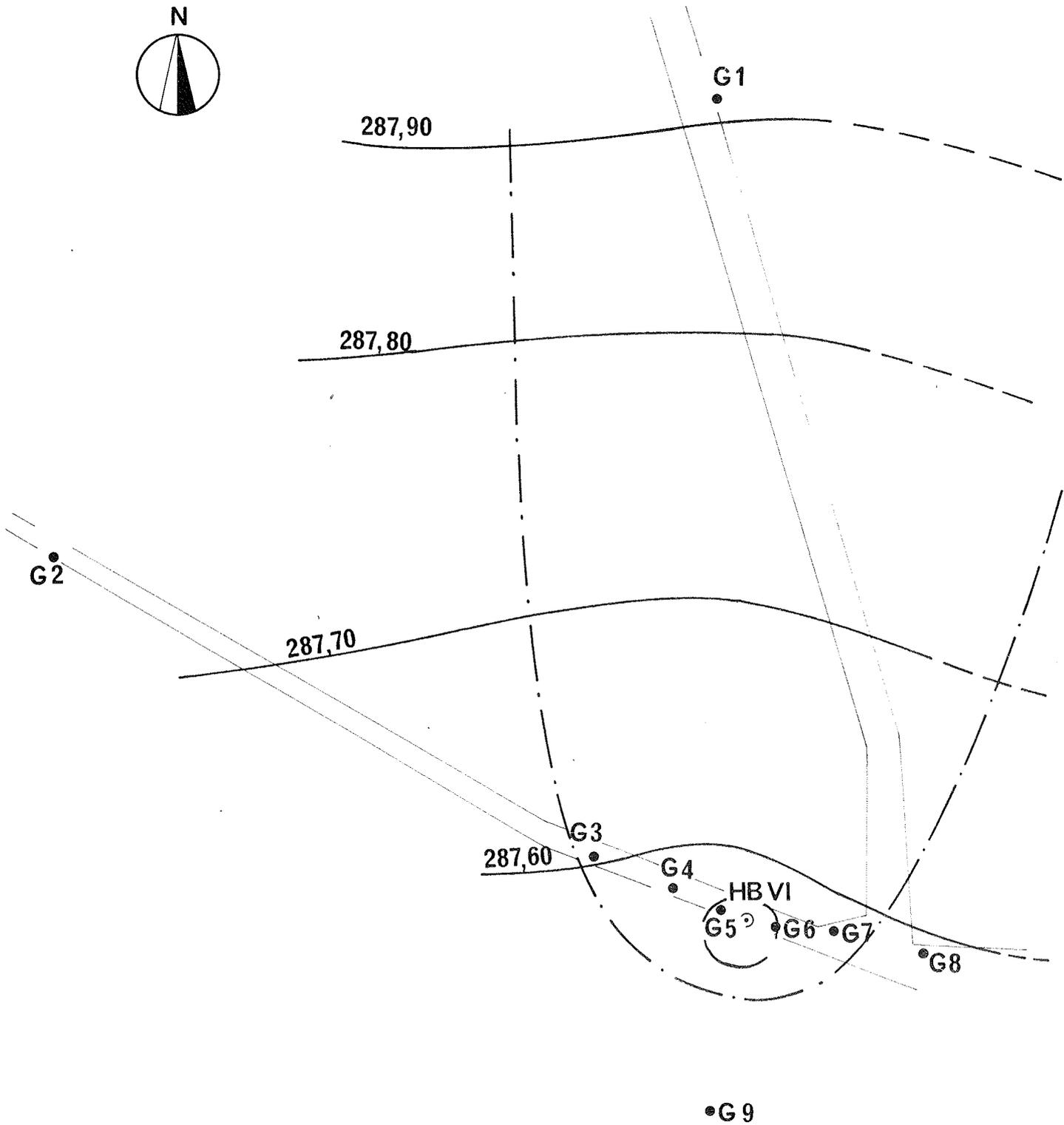
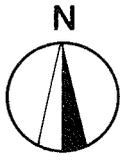
# GRUNDWASSER SCHICHTENPLAN VOM 27.5.1969 15<sup>h</sup>



1:1000



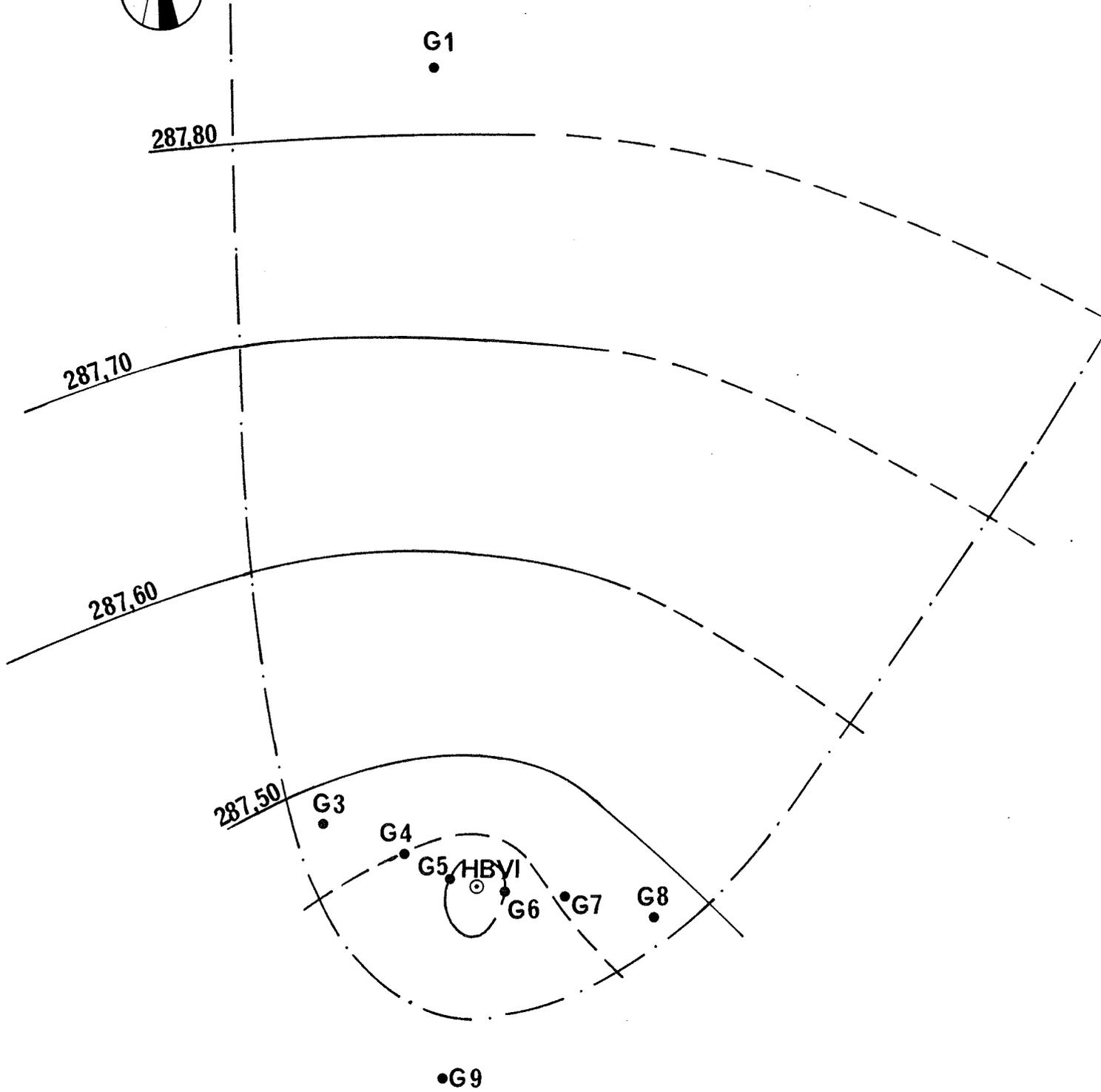
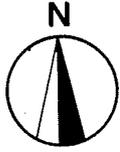
# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN VOM 29.5.1969 8<sup>h</sup>



1:1000



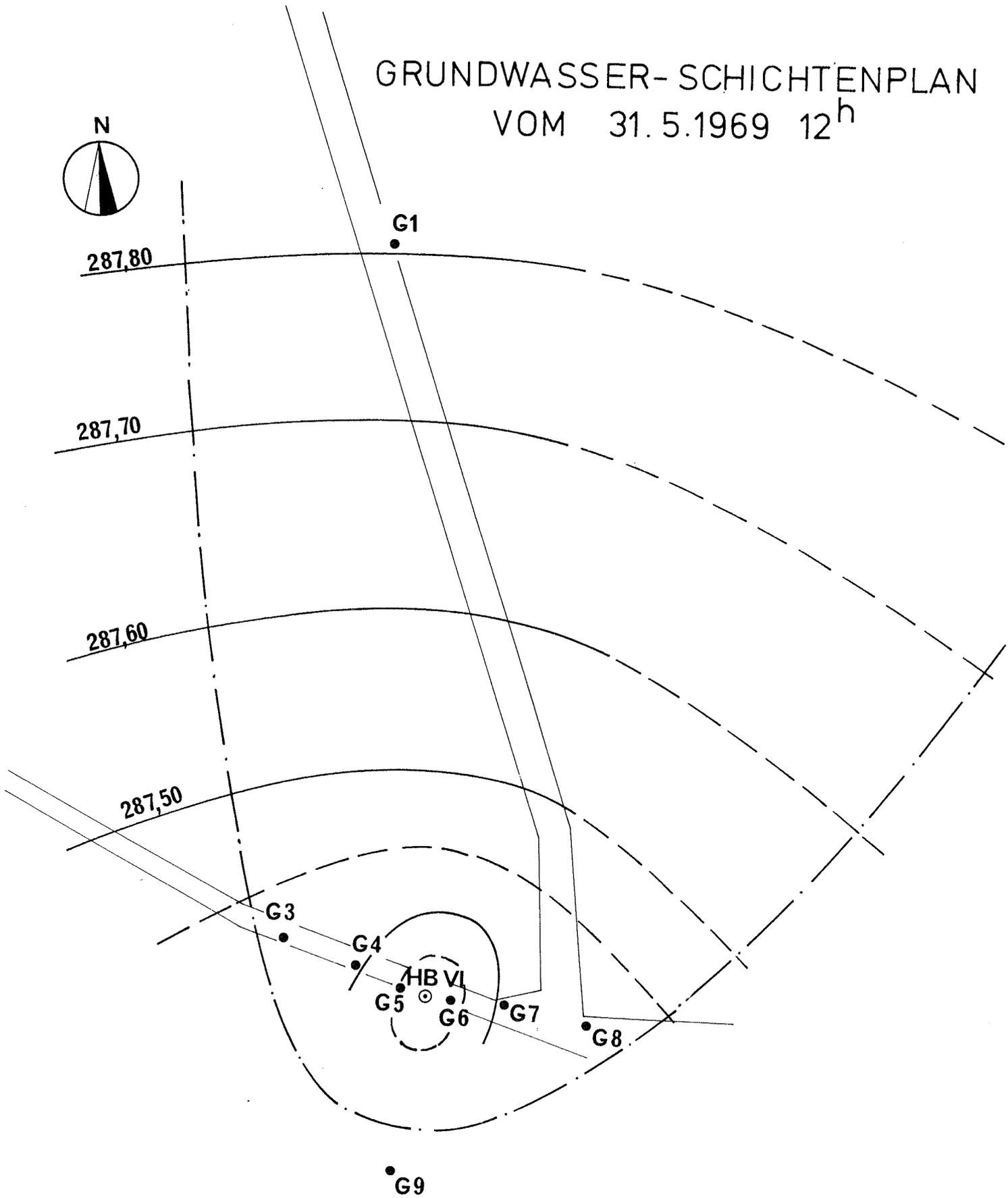
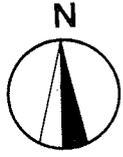
# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN VOM 30.5.1969 12<sup>h</sup>



1:1000



# GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN VOM 31.5.1969 12<sup>h</sup>



1 : 1000



fläche (oder auch Hangquelle genannt) im Brunnen nicht klar ausbilden kann. Der Einfluß dieses "Schönheitsfehlers" scheint auch bei kleinen Entnahmen gering, da selbst schon der erste Beobachtungspegel, der nur 5 m vom Hauptbrunnen entfernt ist, eindeutig dazu passende Ergebnisse lieferte.

Mit Hilfe der im Labor ermittelten  $k_f$ -Werte, dem Grundwasserspiegelgefälle im ungestörten Feld und der aus dem geologischen Profil ablesbaren Mächtigkeit wurde - ebenso wie bei B IV - eine Vorausberechnung hinsichtlich der maximalen Leistung beim Pumpversuch angestellt. Die Berechnung ergab eine maximale Entnahme von 25 l/s aus B VI.

Der Pumpversuch wurde in 3 Stufen (9,1 l/s, 14 l/s und 16 l/sec) durchgeführt, der Stationärzustand wurde bei allen Stufen erreicht. Der ungestörte Grundwasserstrom zieht ziemlich genau von Norden nach Süden. Das Grundwasserspiegelgefälle konnte daraus mit  $J = 1,4 \%$  bestimmt werden. Der Pumpversuch begann mit einer Entnahme von ca. 9 l/s. Bei dieser Entnahme konnte am 29. Mai 1969 etwa um 8 Uhr ein Stationärzustand festgestellt werden.

Es zeigte sich, daß sich bei ca. 9 l/s Entnahme  $B = 110$  m ergibt und mit diesem Wert die Randstromlinie mit den aufgewölbten Grundwasserschichtenlinien gut zusammenpaßt.

Die Einzugsbreite der Parabel ergibt sich hier mit ca.  $B = 160$  m. Die Randstromlinie und die Schichtenlinien passen auch hier gut zusammen.

Schon bei dieser mittleren Entnahme bemerkt man eine geringe Verschwenkung der Einzugsparabel nach Osten hin, eine Schwenkung, die darauf hinweist, daß von der Stiefing her eine stärkere Alimentation erfolgen dürfte. Noch deutlicher wird diese Verschwenkung bei einer Entnahme von 16 l/s.

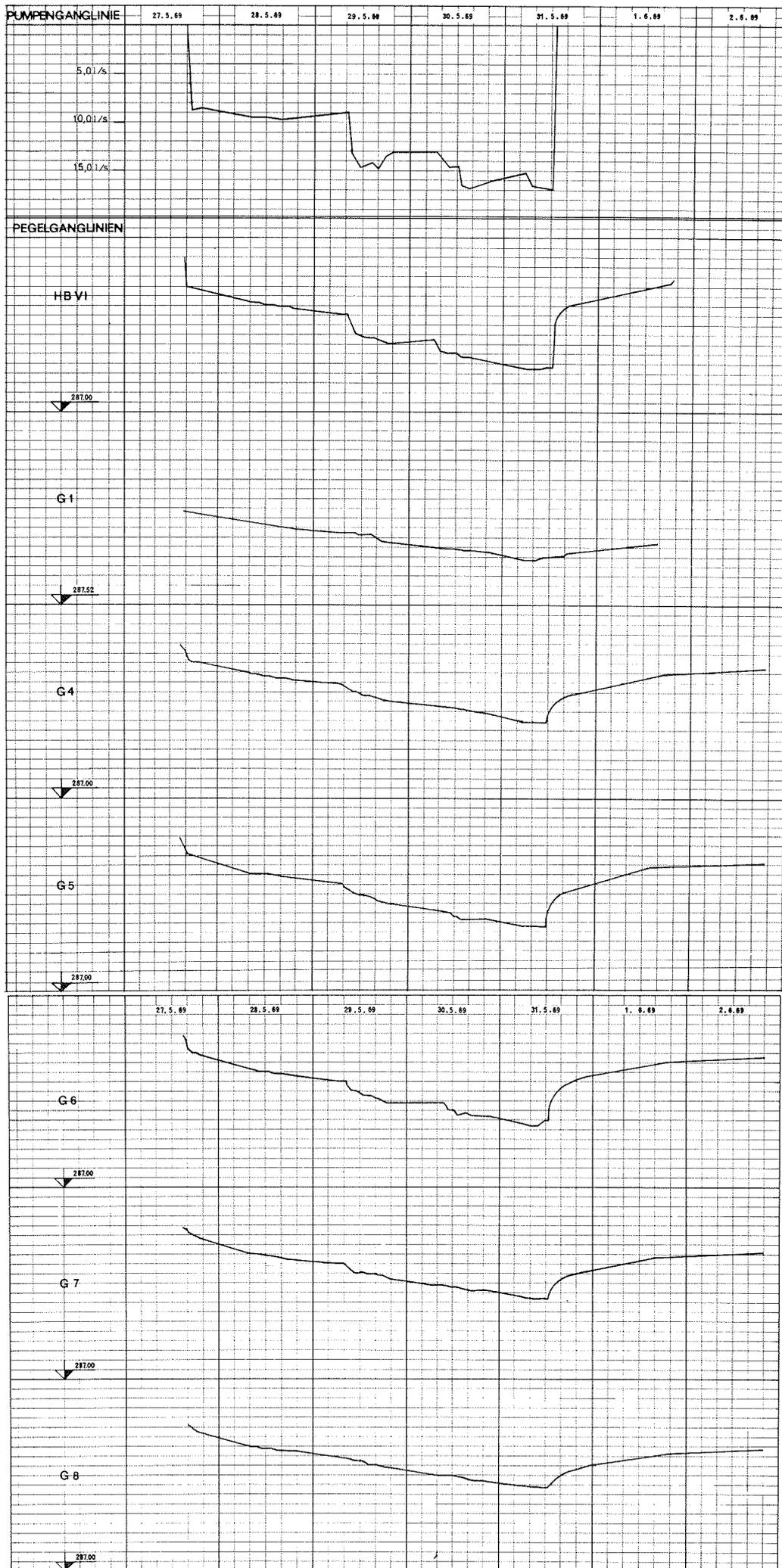
Bei einer Entnahme von 16 l/s wurde gegen Mittag der Stationärzustand erreicht. Die Einzugsbreite errechnete sich hier mit  $B = 180$  m.

Für diese drei erwähnten Pumpstufen wurde mit den üblichen Methoden die Auswertung durchgeführt und der  $k_f$ -Wert berechnet. Wie aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen ist, ist auch hier die Übereinstimmung sehr gut.

	29.5.1969 $Q = 9,1$ l/s	30.5.1969 $Q = 14,7$ l/s	31.5.1969 $Q = 16,0$ l/s	$k_{f,mittel}$
$k_{f,5-4}$	$1,2 \times 10^{-2}$ m/s	$2,5 \times 10^{-2}$ m/s	$1,4 \times 10^{-2}$ m/s	$1,7 \times 10^{-2}$ m/s
$k_{f,6-7}$	$4,6 \times 10^{-3}$ m/s	$4,7 \times 10^{-3}$ m/s	$5,7 \times 10^{-3}$ m/s	$5,0 \times 10^{-3}$ m/s
$k_{f,7-8}$	$1,0 \times 10^{-2}$ m/s	$8,0 \times 10^{-3}$ m/s	$6,4 \times 10^{-3}$ m/s	$8,1 \times 10^{-3}$ m/s

Bei der Auswertung zeigte sich, daß offensichtlich die vom Brunnen westlich gelegene Seite eine bessere Durchlässigkeit aufweist als dies von der östlichen Seite gesagt werden kann. Ein Vergleich mit den Ergebnissen der Untersuchungen im Labor zeigt, daß die damals gefundenen  $k_f$ -Werte in jener Größenordnung liegen, wie sie sich bei der Berechnung für den westlichen Teil ergeben haben.

# PUMPVERSUCH BOHRUNG VI GANGLINIEN



Maßstab: Eine Teileinheit entspricht: Höhe 10cm; Zeit 4 Stunden, Menge 1 l/s



Bezüglich der Berechnung darf noch erwähnt werden, daß die im Gelände nicht in einer Flucht liegenden Pegelpunkte nicht mit ihren im Feld gemessenen Werten in die Rechnung eingingen. Es wurden vielmehr die Pegel rechnerisch in eine Fluchtlinie gelegt und entsprechend dem Grundwasserspiegelgefälle die Meßwerte verbessert.

Schlußfolgerungen: Im Bereich des Stiefingknies ist - wie die Untersuchungen gezeigt haben - die Durchlässigkeit günstiger als bei der Grieswiese. Der  $k_f$ -Wert liegt hier im Mittel bei  $k_f = 1,0 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ . Günstig ist hier die große Überdeckung mit durchlüfteten Bodenschichten, die eine gute Abschirmung erwarten lassen. Trotz der geringen Mächtigkeit von 5 bis 6 m der grundwasserführenden Schichte wäre hier eine Entnahme von ca. 50 l/s denkbar. Vorausgesetzt natürlich, daß die gute Durchlässigkeit auch in dem noch nicht untersuchten Gebiet des Grundwasserkörpers vorhanden ist. Um ein wirksames Schutzgebiet abgrenzen zu können, müßte man den Brunnen etwas nach Westnordwest verschieben. Bei der derzeitigen Situierung des Brunnens wird von der Einzugsparabel faktisch der gesamte Stiefingbach erfaßt, und zwar sowohl vom östlichen Ast der Einzugsparabel, wie auch vom westlichen Ast, wobei noch die Scheitelung der Einzugsparabel das Bachknie im Süden erfaßt. Sieht man von der Scheitelung ab, so dürfte die Zuströmdauer von der Stiefing her ca. 2 Wochen betragen. Um die Zuströmzeit zu verlängern, sollte eine Verschiebung des Brunnens um etwa 200 m gegen Westnordwest vorgenommen werden. Die Zuströmzeit von der Stiefing bis zum Brunnen würde dann ca. 30 Tage betragen. Es wäre hier gerade im Hinblick auf die hohe Überdeckung zu untersuchen, inwieweit das einsickernde Stiefingwasser nicht schon eine gute Filterung erfährt,

bzw. ob der Stiefingbach mit dem Grundwasserkörper in direkter Verbindung steht. Auch dieses Hoffnungsgebiet sollte ein dichteres Pegelnetz erhalten. Hydrologische Kennwerte des gesamten Feldes wären zu erheben.

Zusammenfassend darf daher gesagt werden, daß die beiden untersuchten Gebiete für eine Grundwassergewinnung durchaus geeignet erscheinen. Die optimalen Entnahmen liegen in beiden Feldern nicht über 50 l/s, so daß kleinere Gemeinden damit versorgt werden könnten.

Im Bereich der Stiefing schiene ein stärkeres Abrücken vom Bach die Ausbildung einer größeren Einzugsparabel und damit einer größeren Entnahme zu ermöglichen, vorausgesetzt, daß die Mächtigkeit nach Westen hin nicht noch weiter abnimmt und die Durchlässigkeit in einem größeren Raum so günstig ist, wie im Umkreis des B VI festgestellt werden konnte.

Hinweis zu den Kornverteilungskurven:

Die Kornverteilungskurven S 289, 291 und 293 wurden zur Filterkiesbestimmung erstellt. Die Körnung des Filterkieses wurde für

B II mit 8 - 10 mm,

B VII von 5,9 bis 7,4 m mit 6 bis 8 mm,  
von 7,4 bis 8,0 m mit 8 bis 12 mm,

B X und

B VII mit 8 - 12 mm

berechnet.

Anschrift des Verfassers:

o.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn.

Ernst P. Nemecek

Technische Hochschule Graz

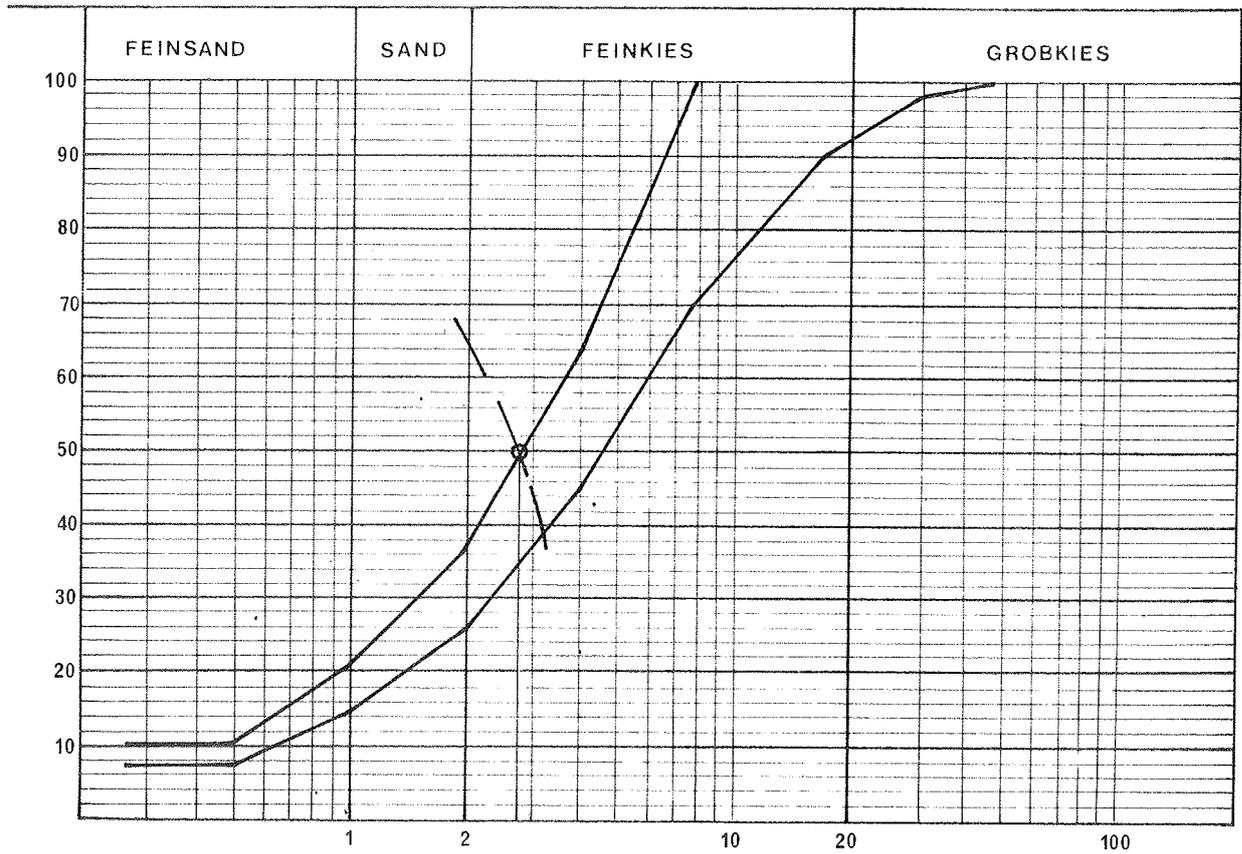
Rechbauerstraße 12

# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

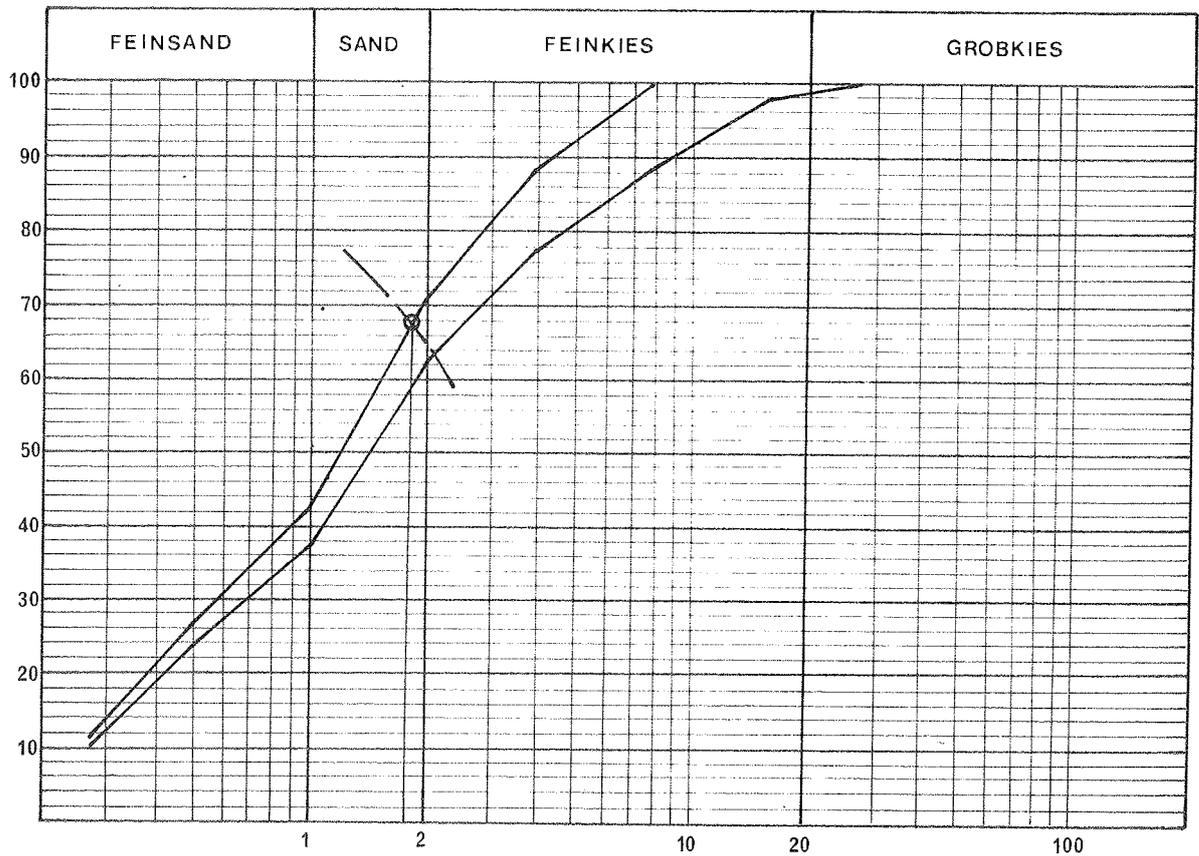
Bohrung: II

Probe: 4.6 - 6.0 m



Bohrung: VII

Probe: 5.9 - 7.4 m

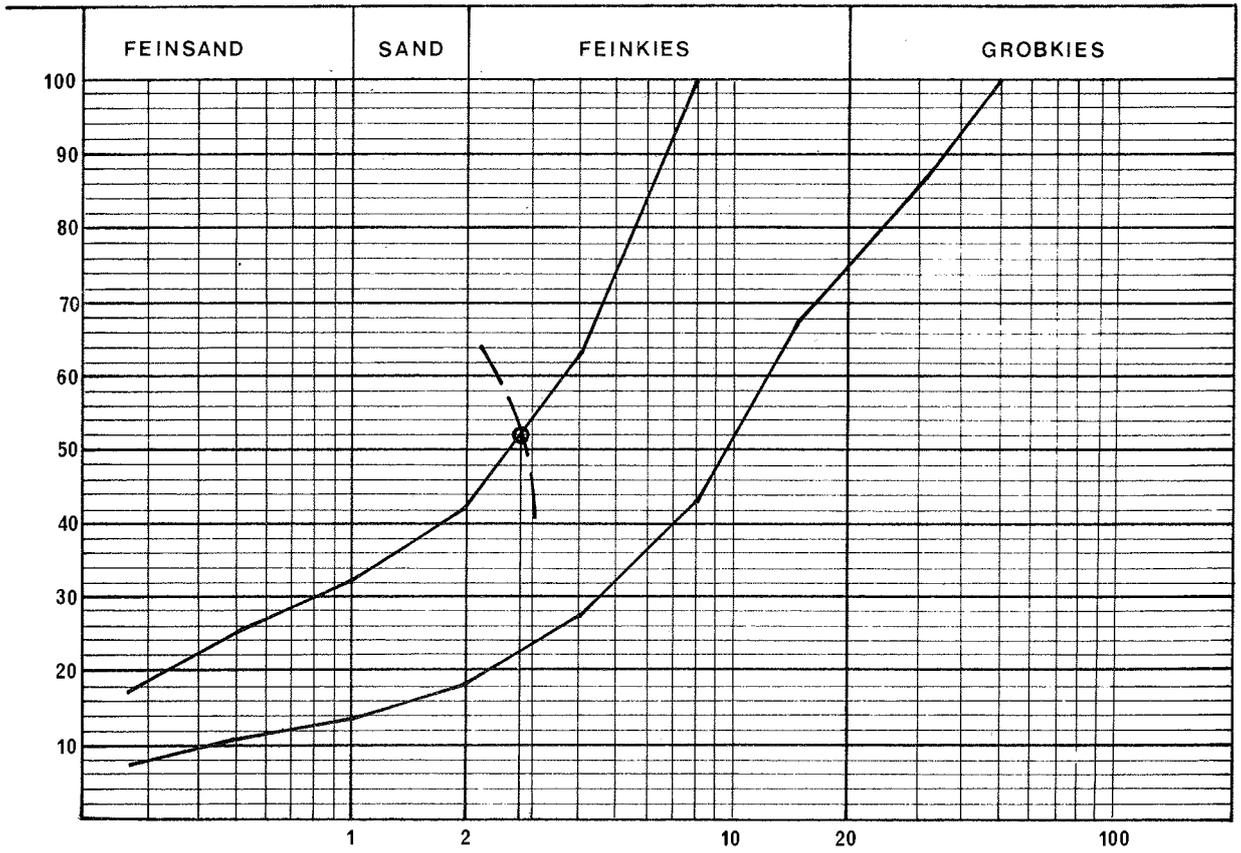


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts - %)

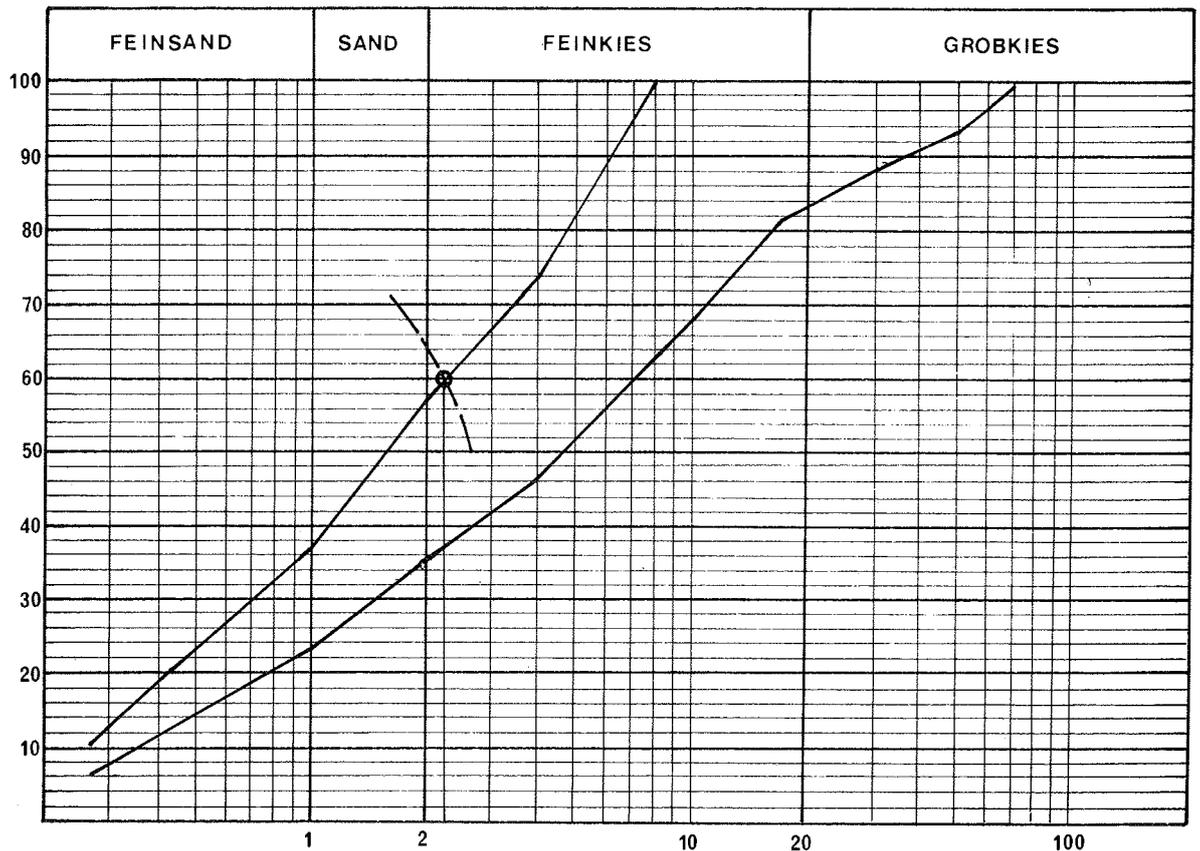
Bohrung: VII

Probe: 7.4-8.0m



Bohrung: X

Probe: 9.6 m

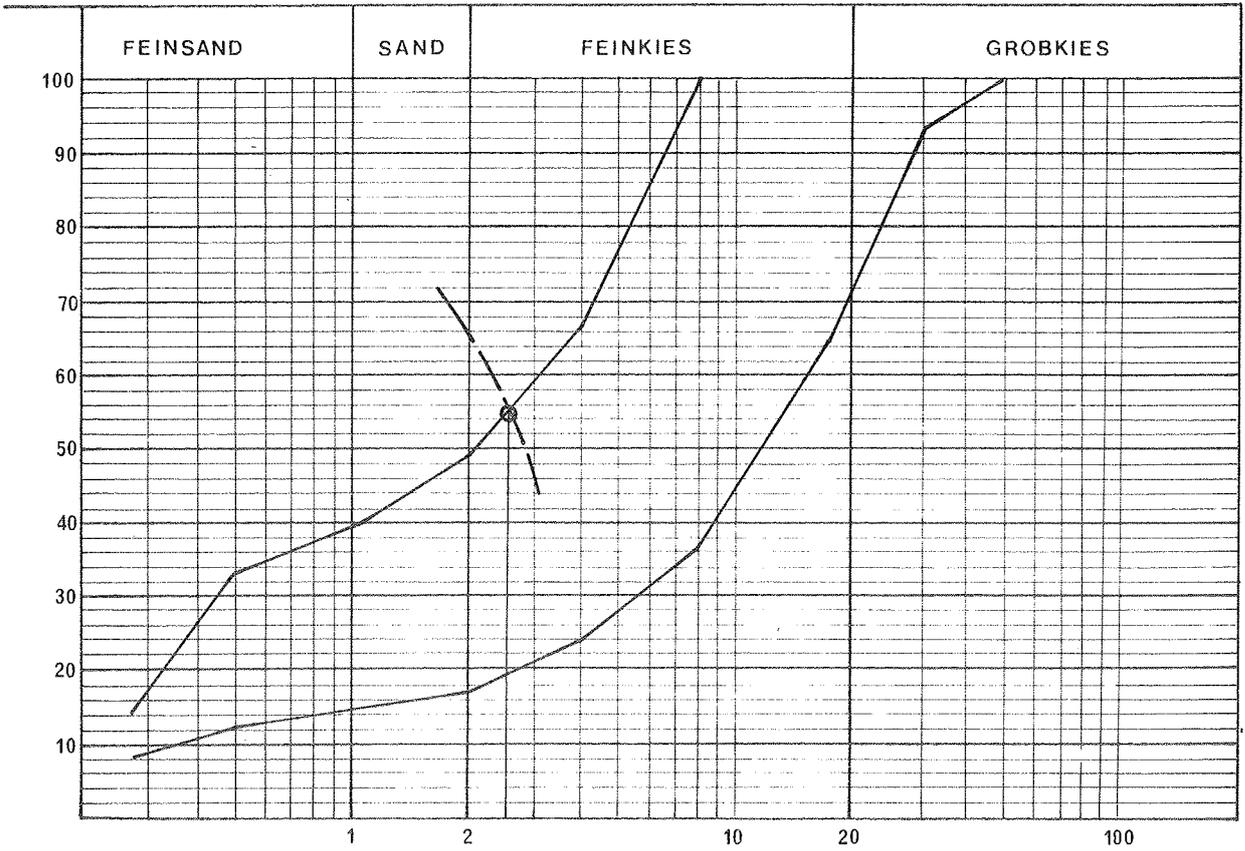


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

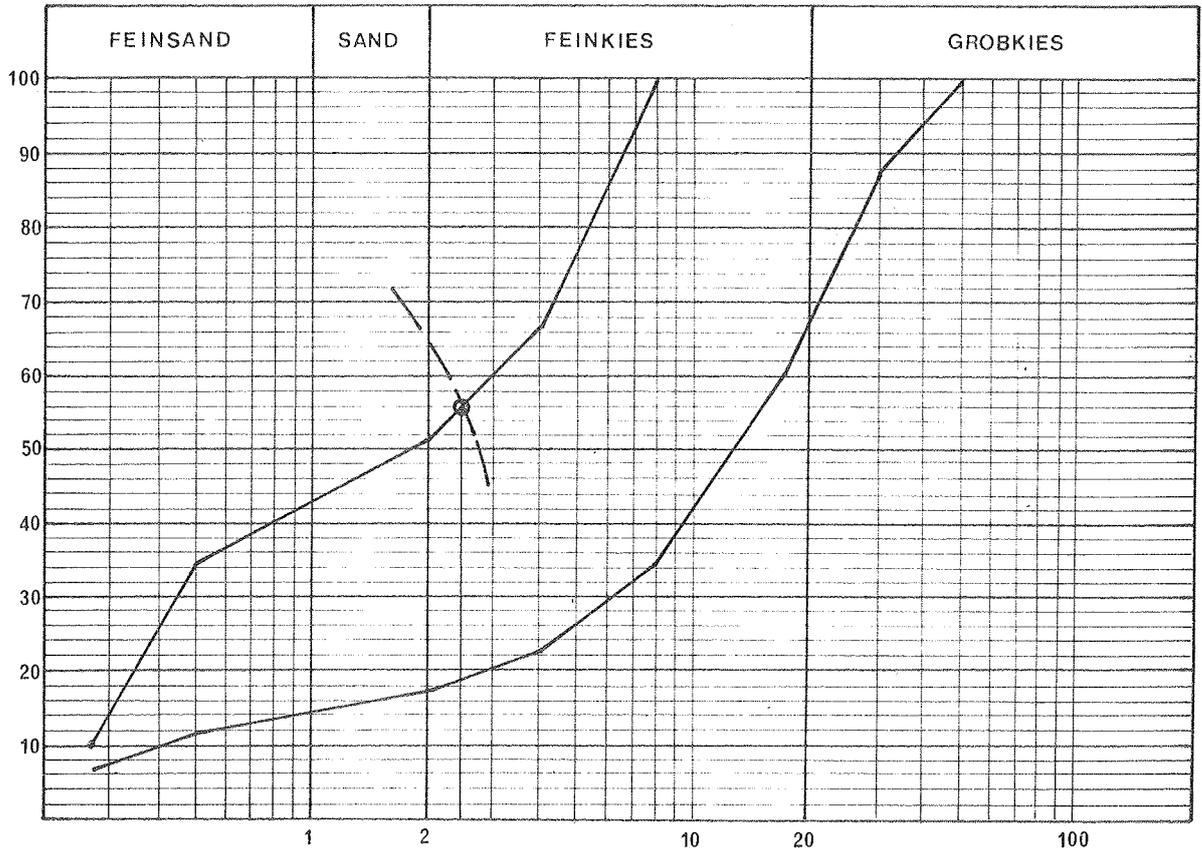
Bohrung: VIII

Probe: 8.8-10.8m



Bohrung: VIII

Probe: 11.5-12.5 m

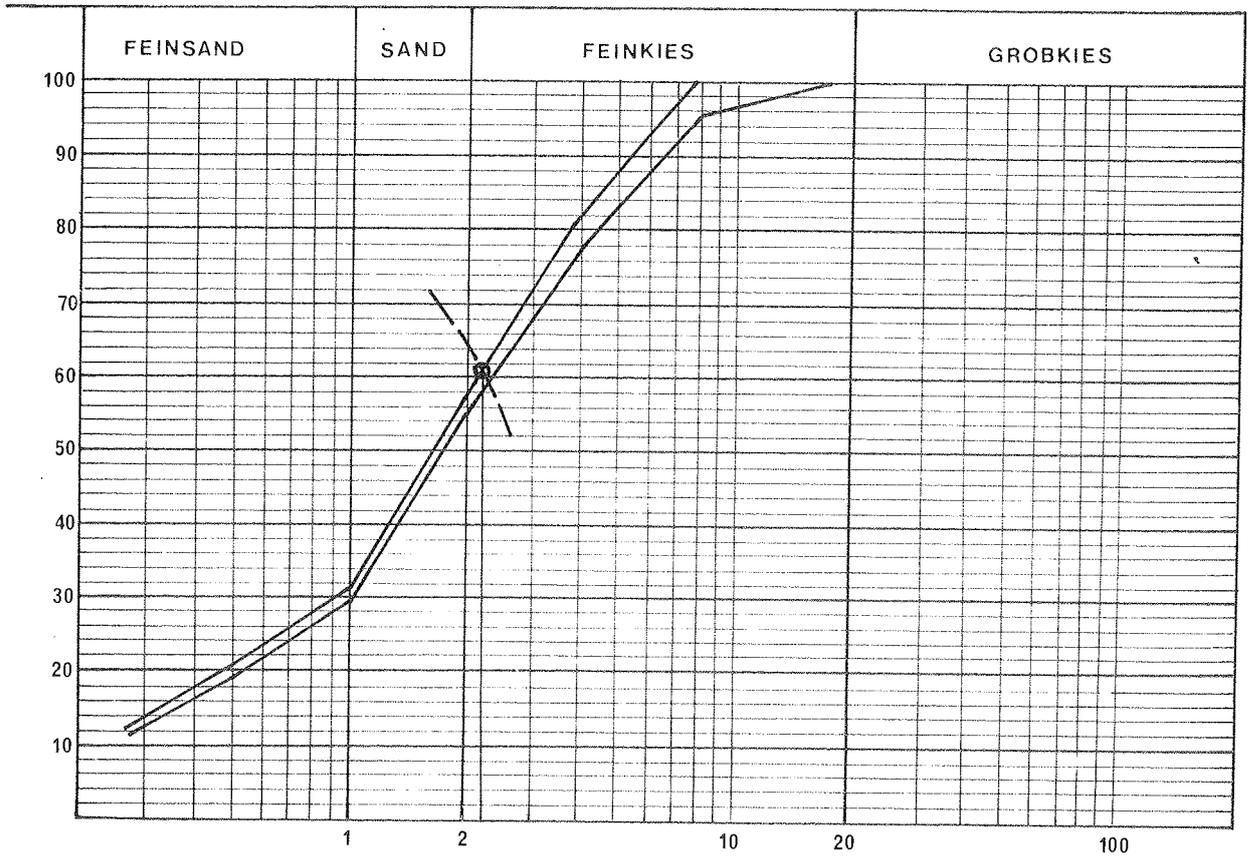


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

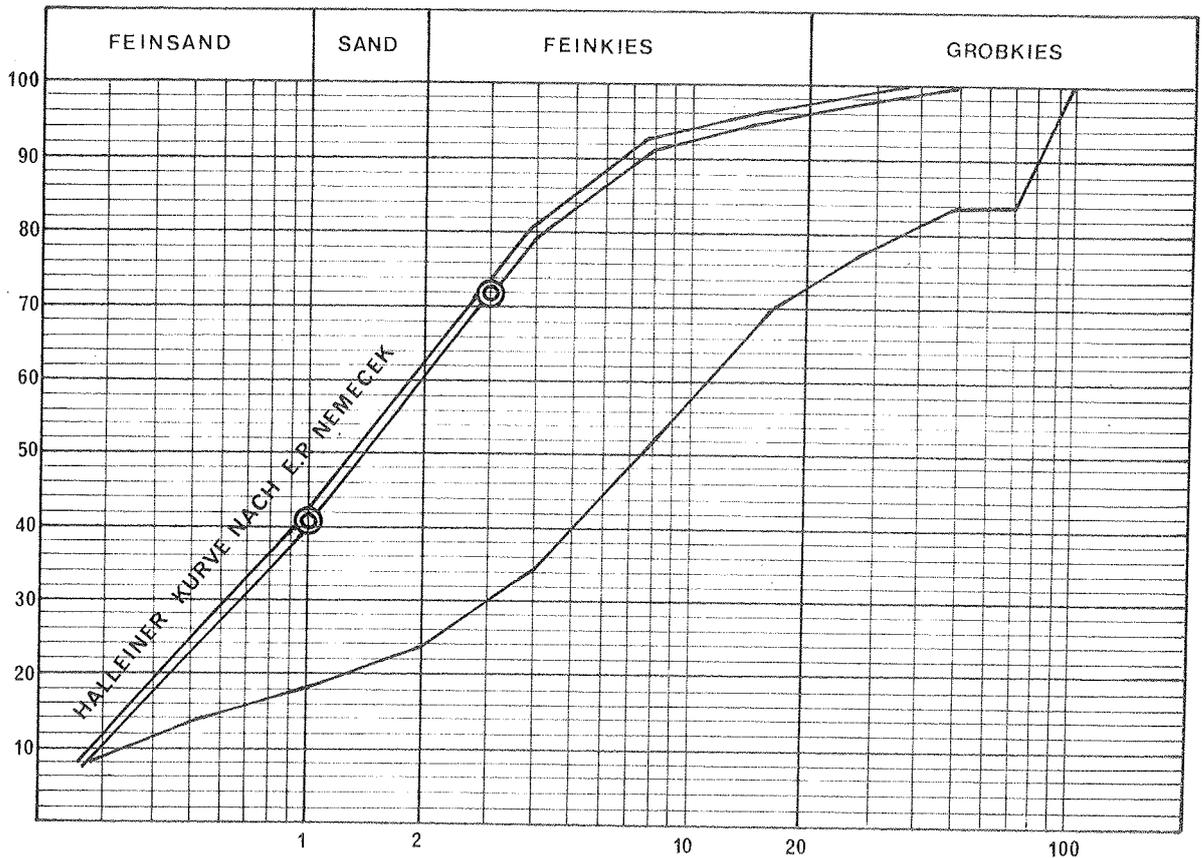
Bohrung: X

Probe: 13.5 - 14.7m



Bohrung: VII

Probe: 2.6 - 3.9 m

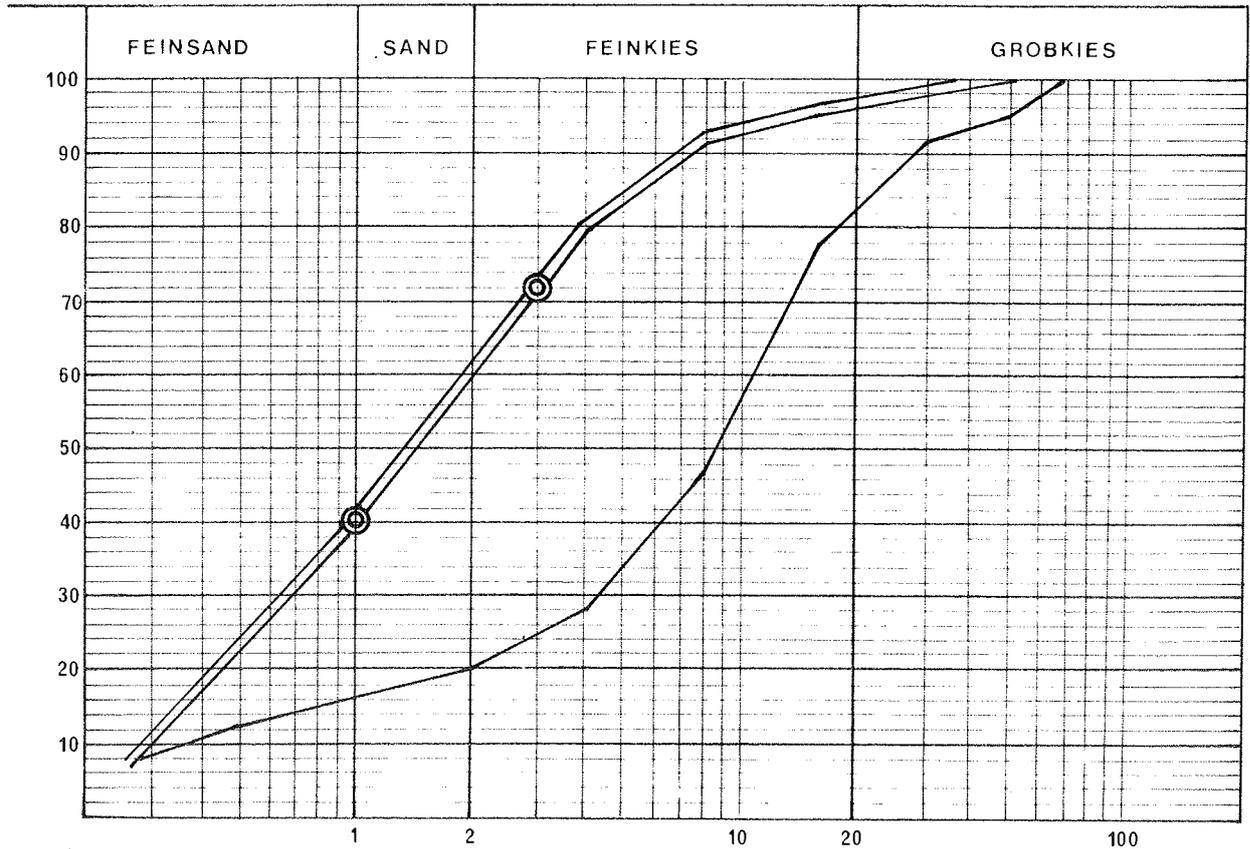


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

Bohrung: VII

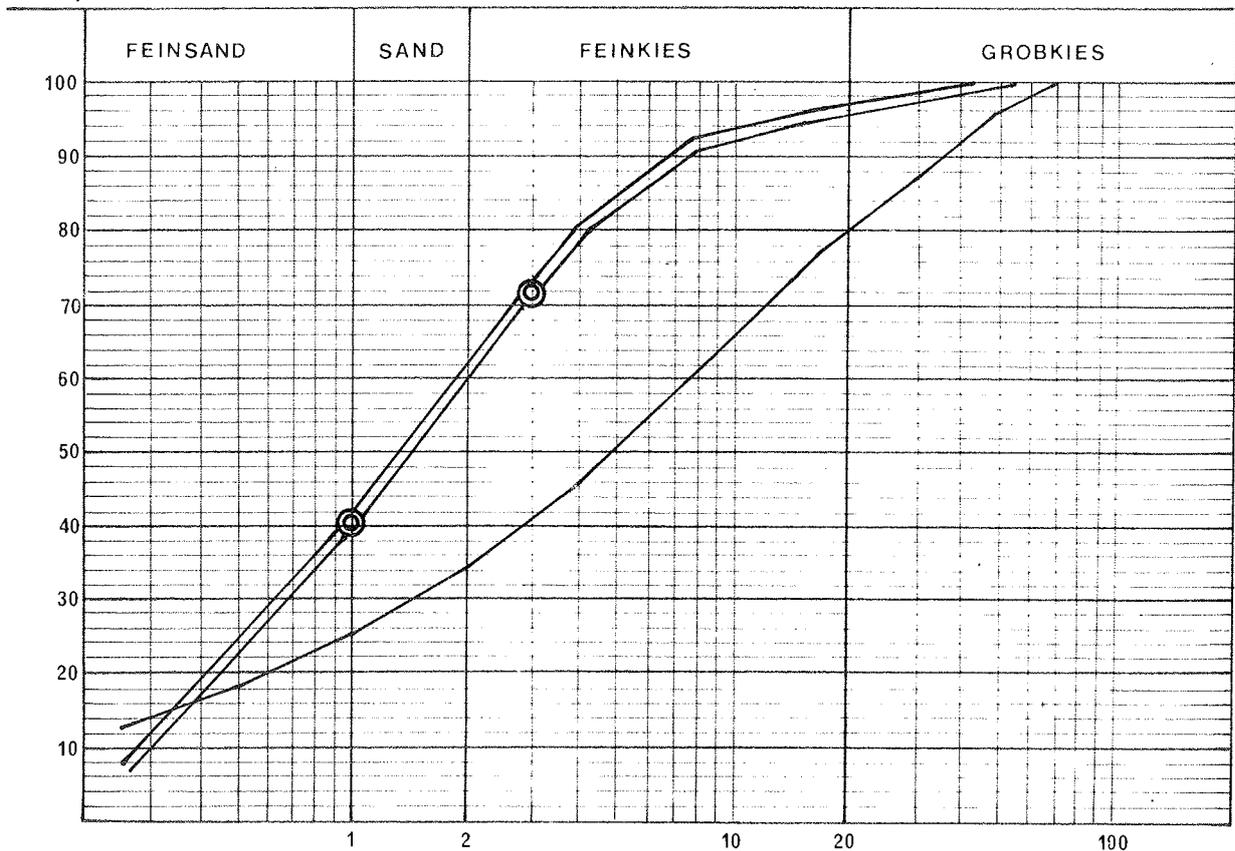
Probe: 39-4.3 m



Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

Bohrung: VII

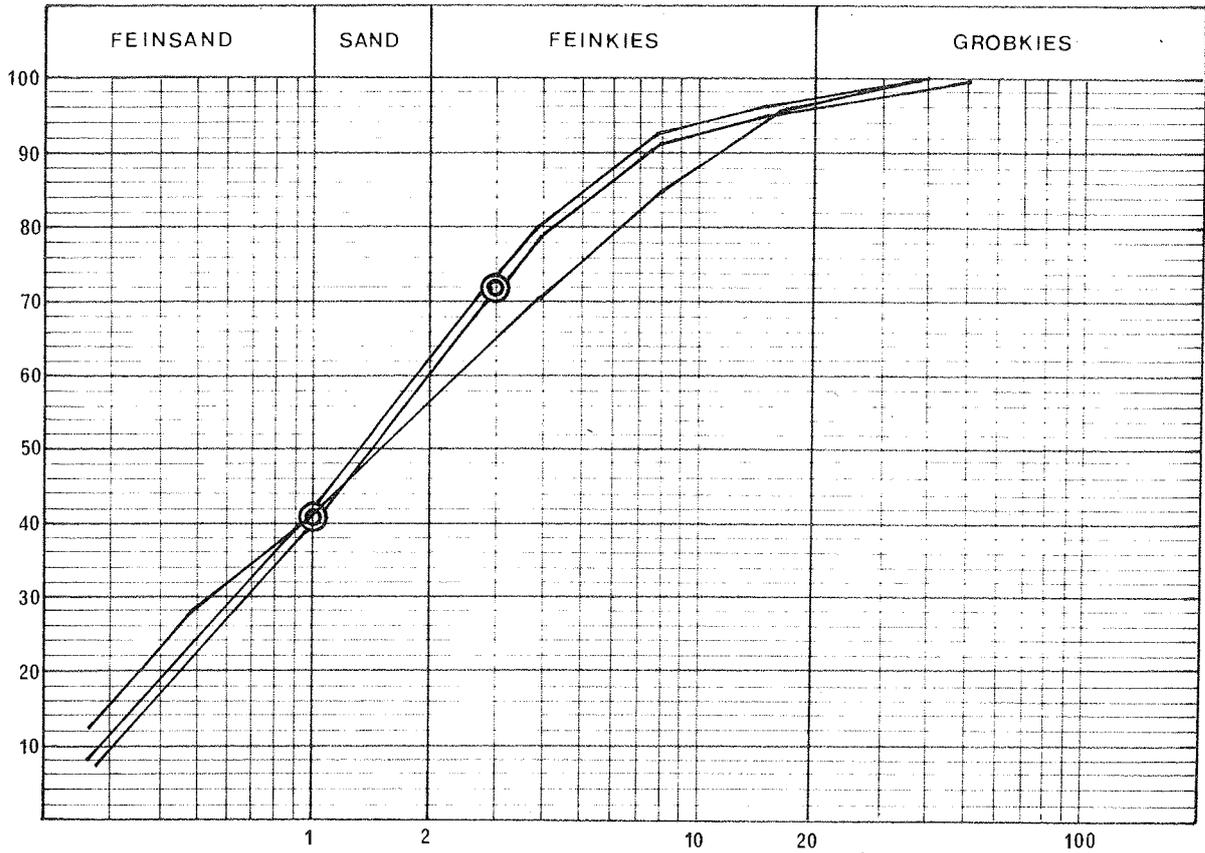
Probe: 4.3-5.9 m



# KORNVERTEILUNGSKURVE

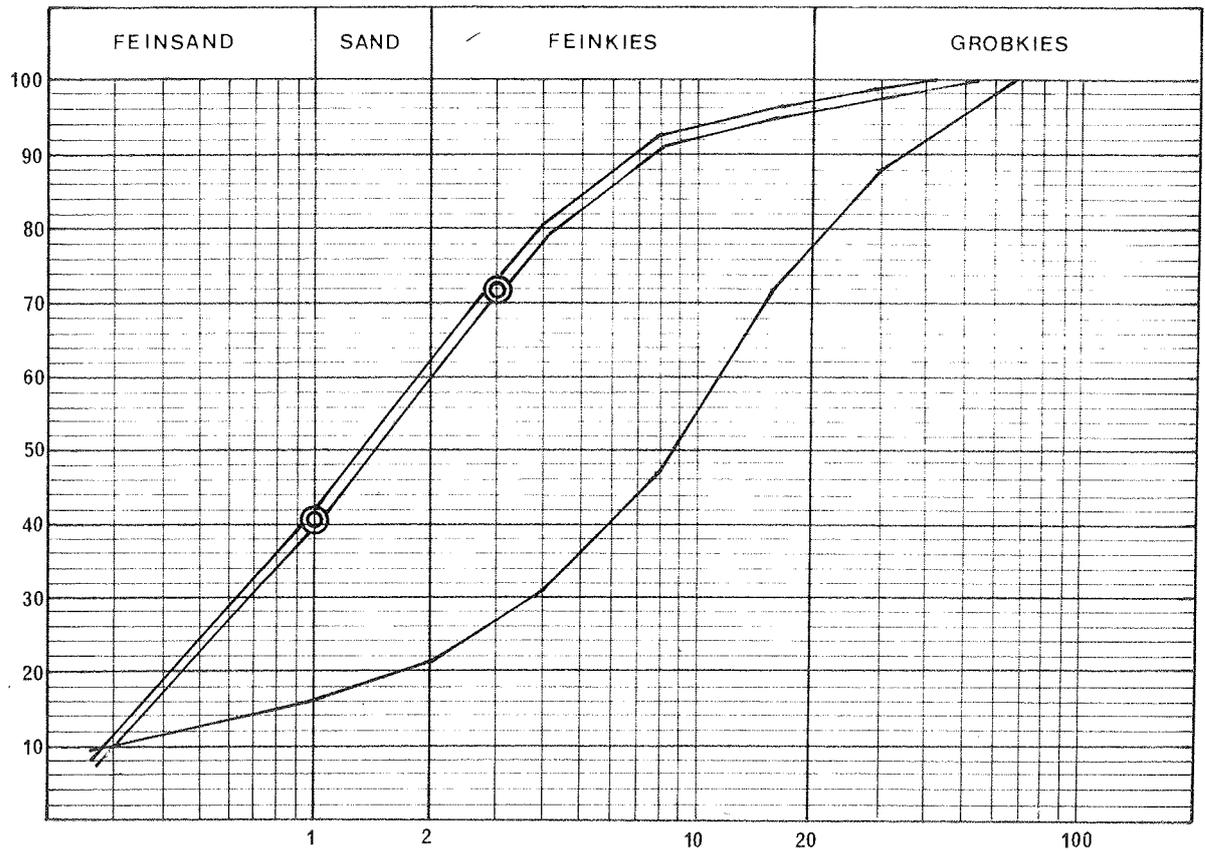
Bohrung: VII

Probe: 5.9-7.4 m



Bohrung: VII

Probe: 7.4-9.1 m

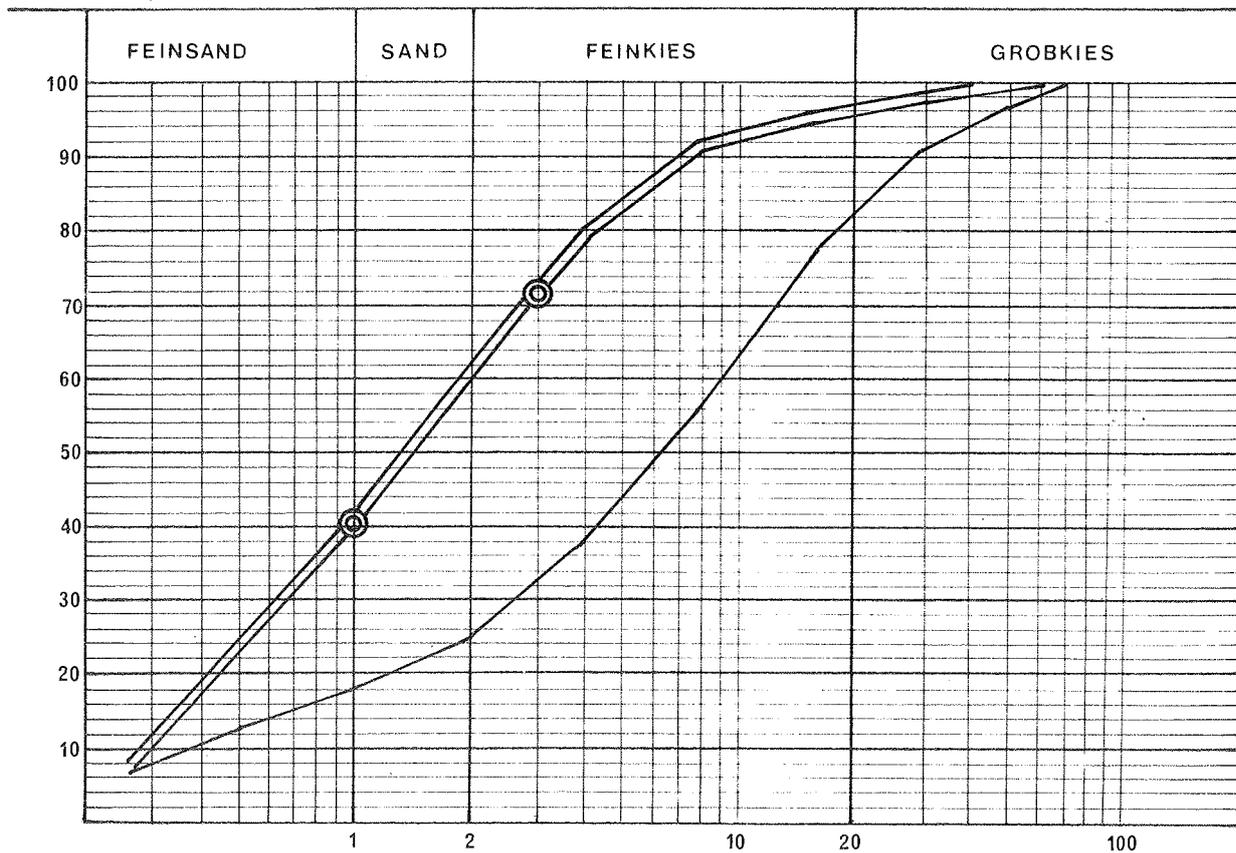


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

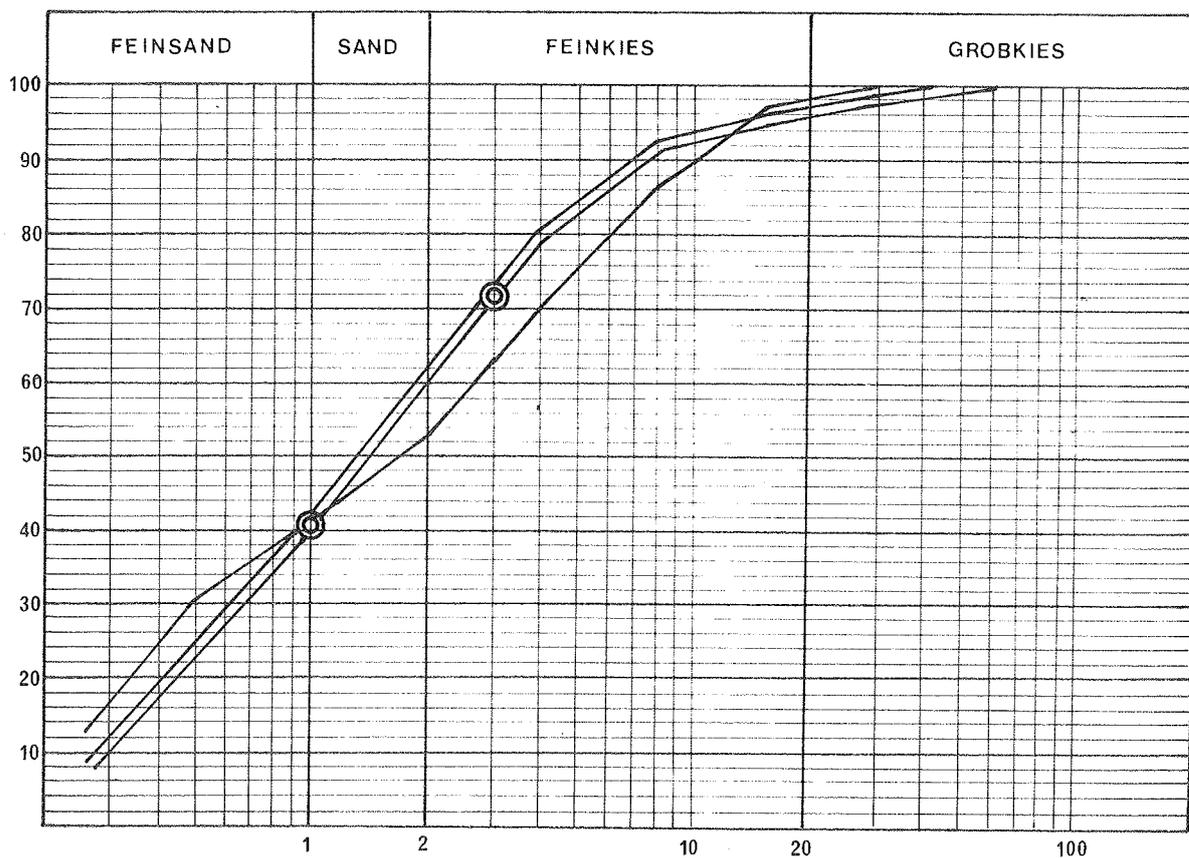
Bohrung: VII

Probe: 9.1-11.7m



Bohrung: VIII

Probe: 3.8-6.8m

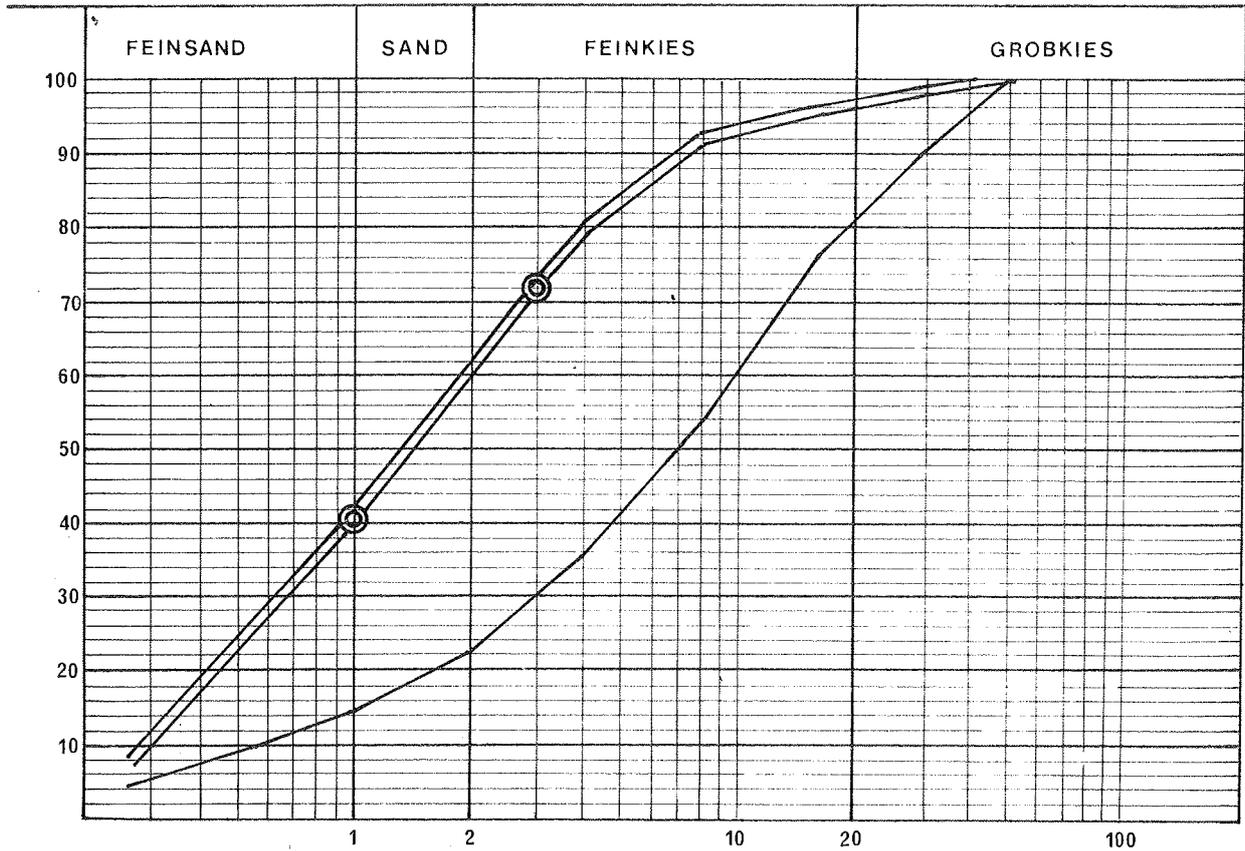


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

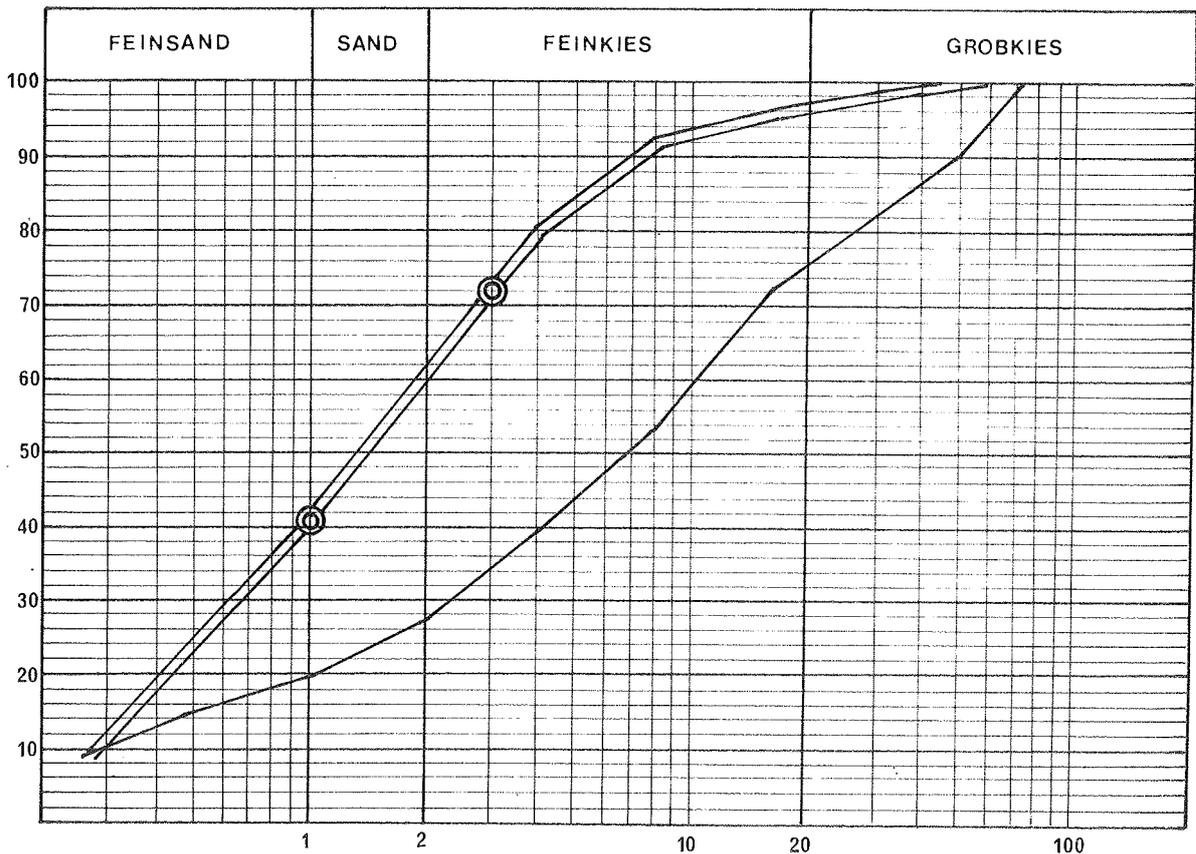
Bohrung: VIII

Probe: 6.8-8.8 m



Bohrung: VIII

Probe: 8.8-10.8 m

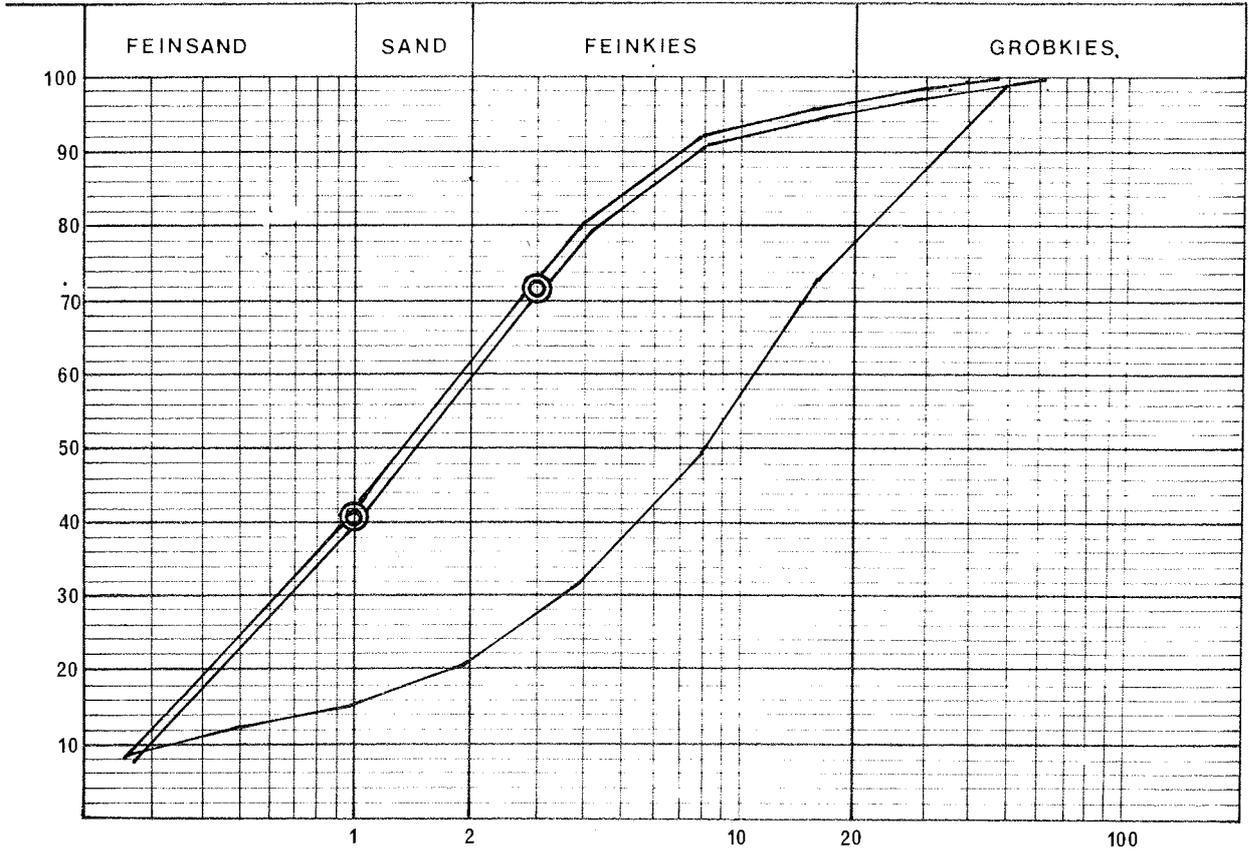


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

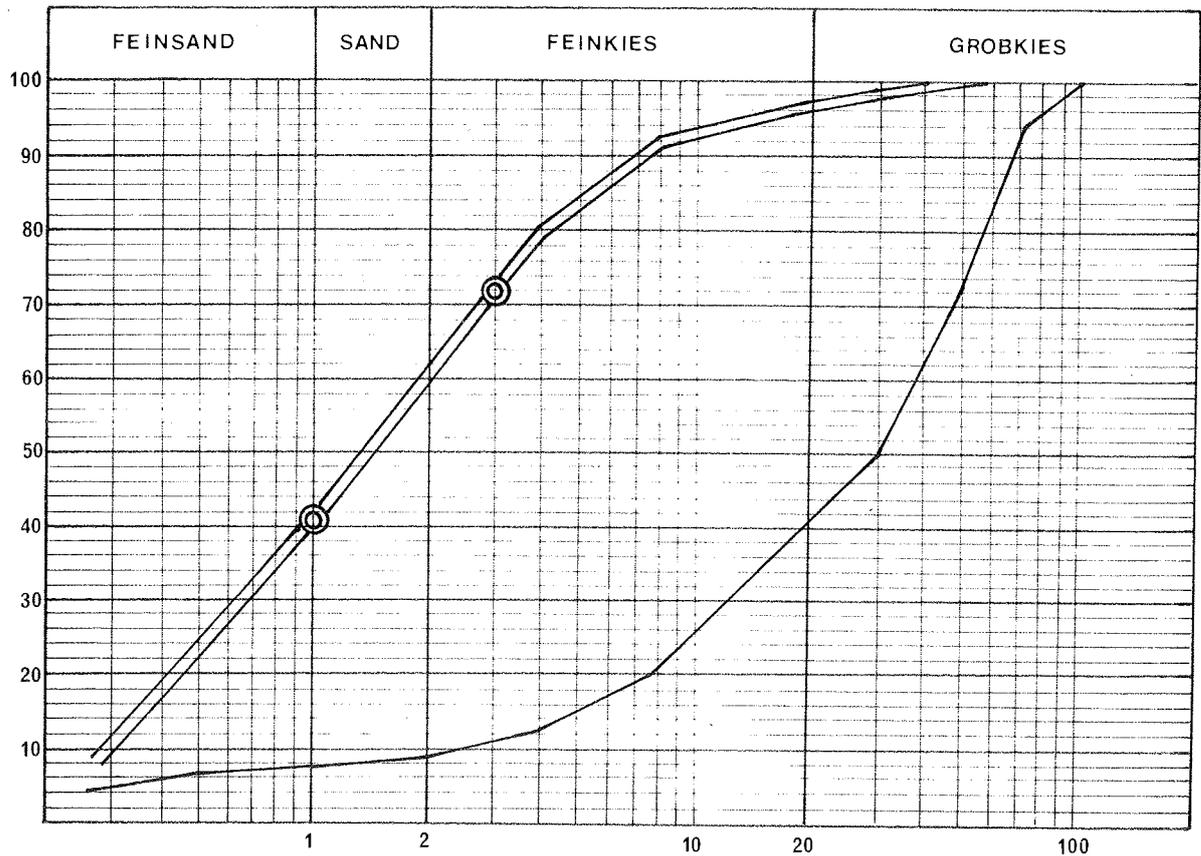
Bohrung: VIII

Probe: 10.8 – 11.5 m



Bohrung: VIII

Probe: 11.5 – 12.5 m

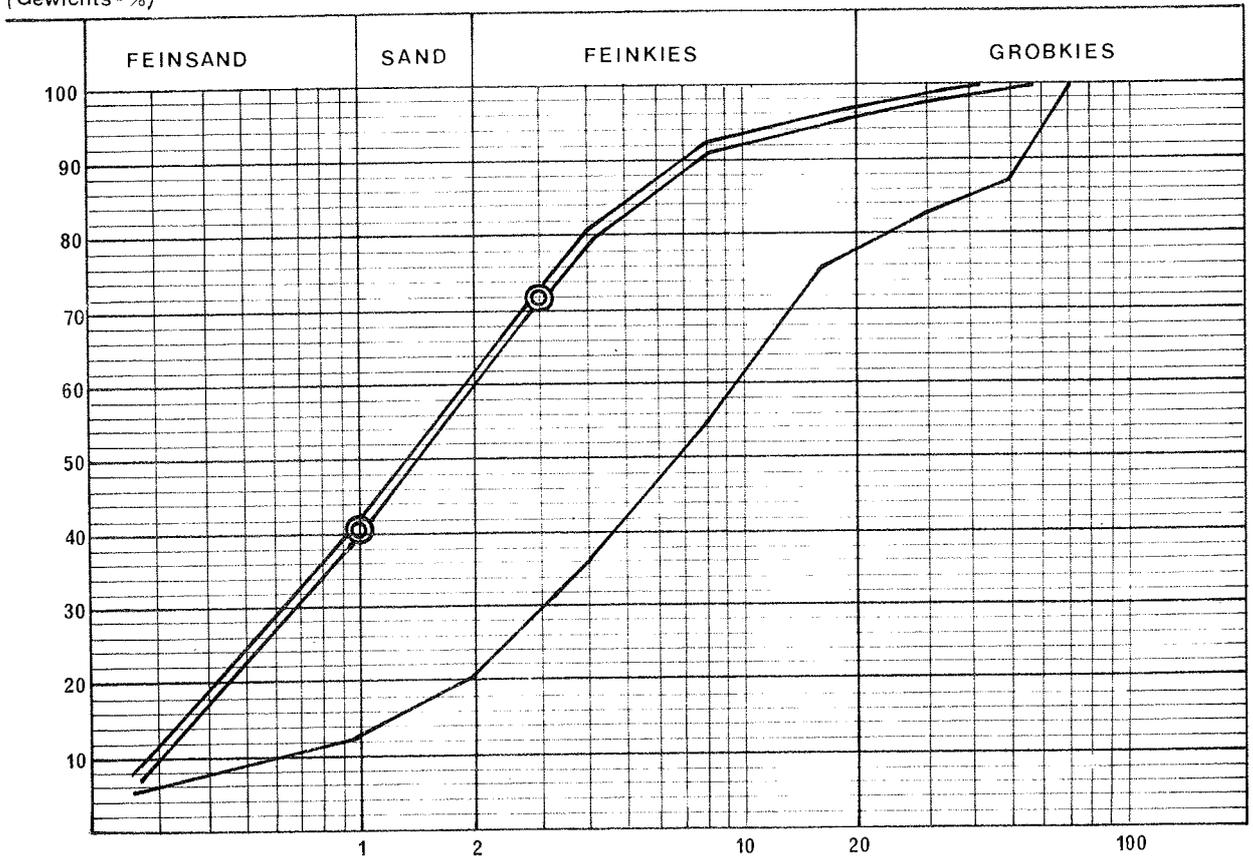


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

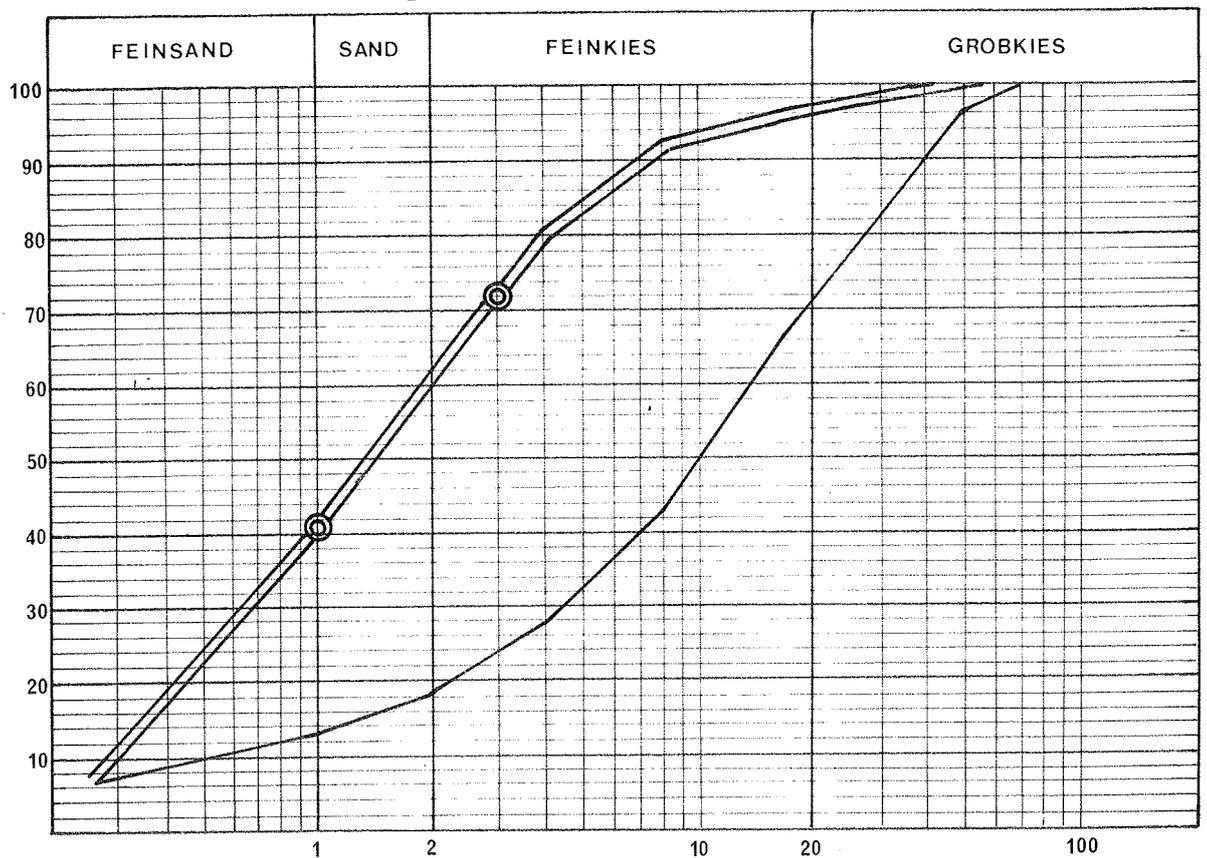
Bohrung: IX

Probe: 4.0-6.0m



Bohrung: IX

Probe: 6.0-8.0m

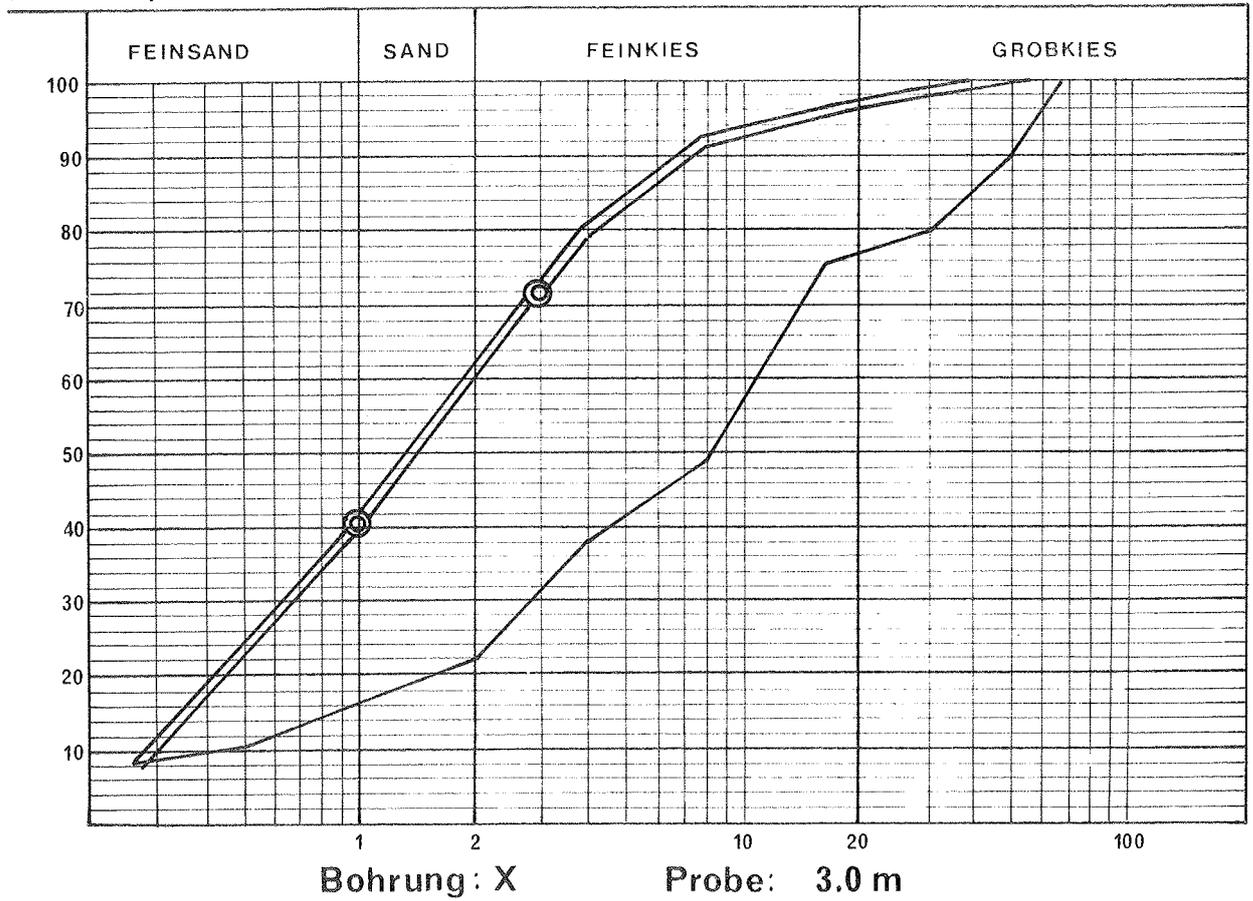


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

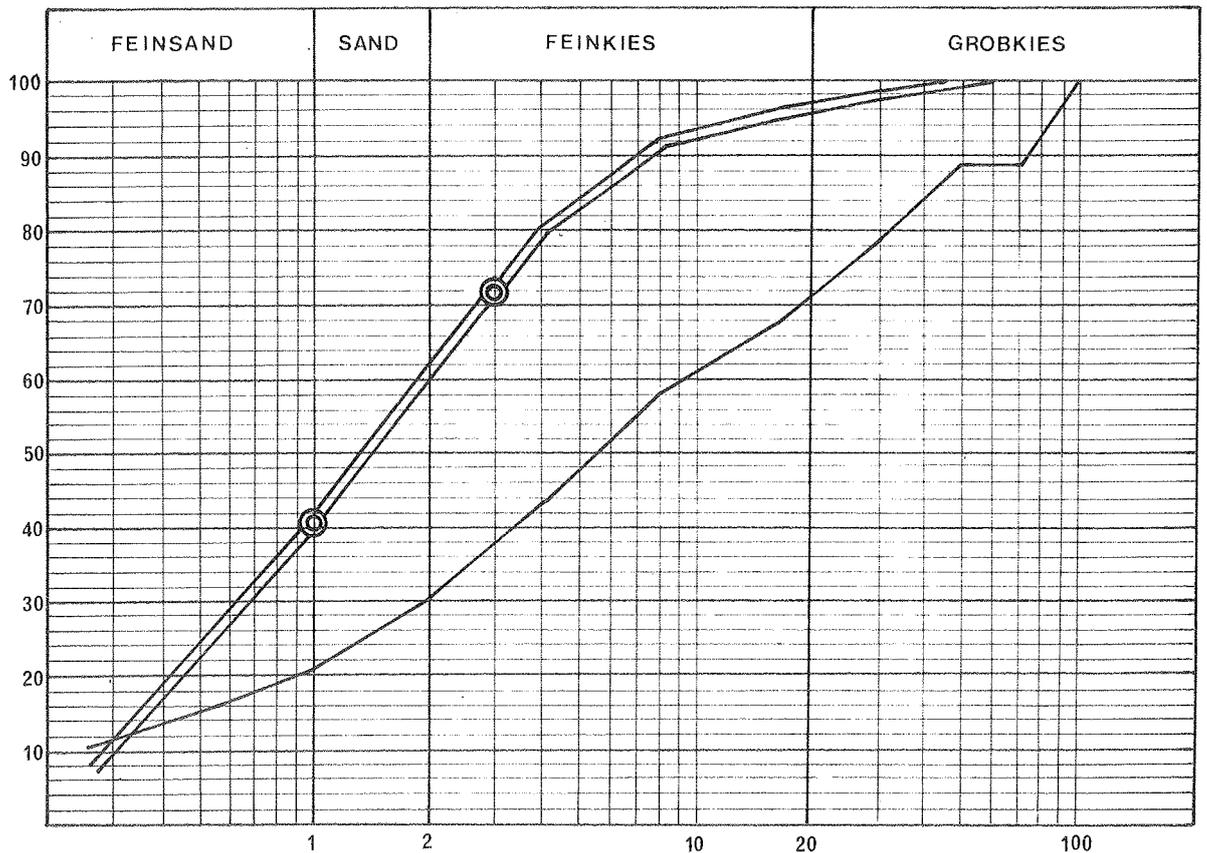
Bohrung: IX

Probe: 8.0-9.5 m



Bohrung: X

Probe: 3.0 m

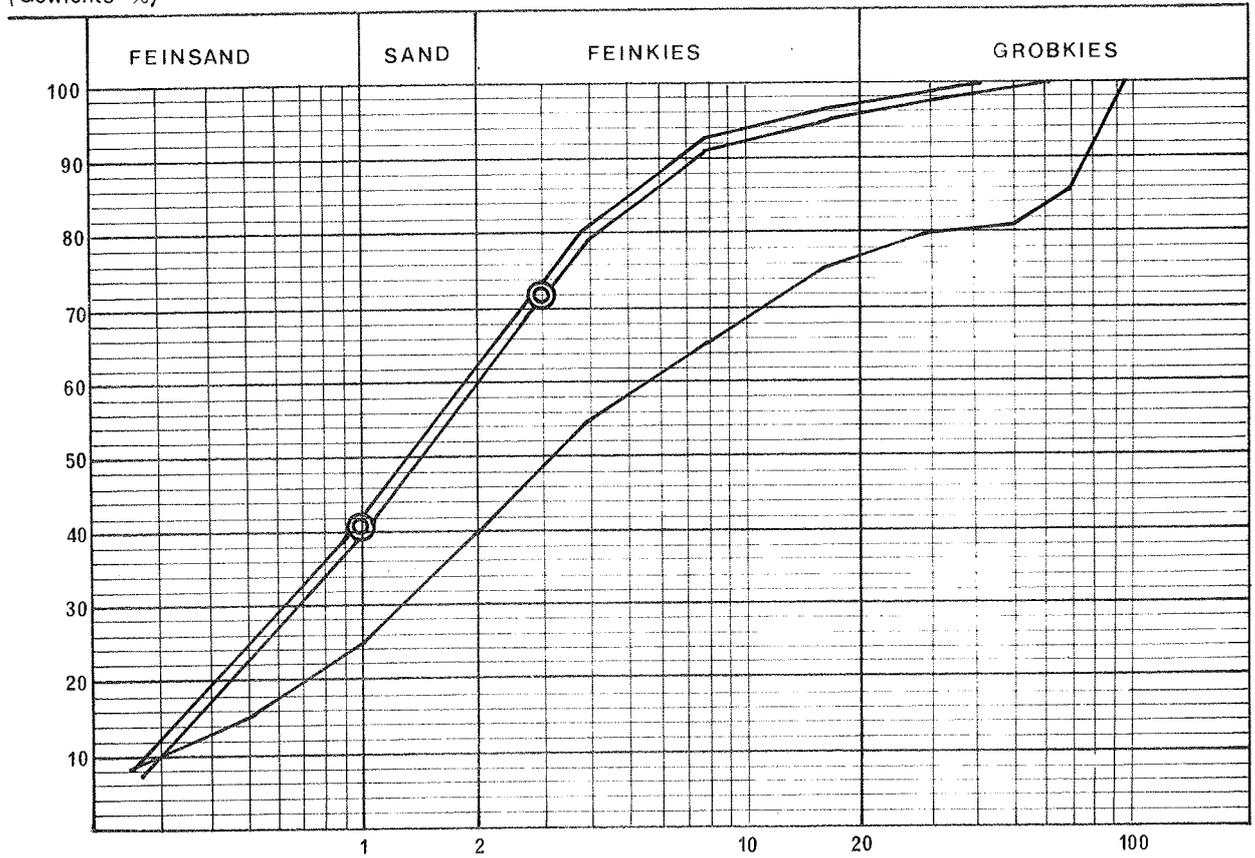


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts - %)

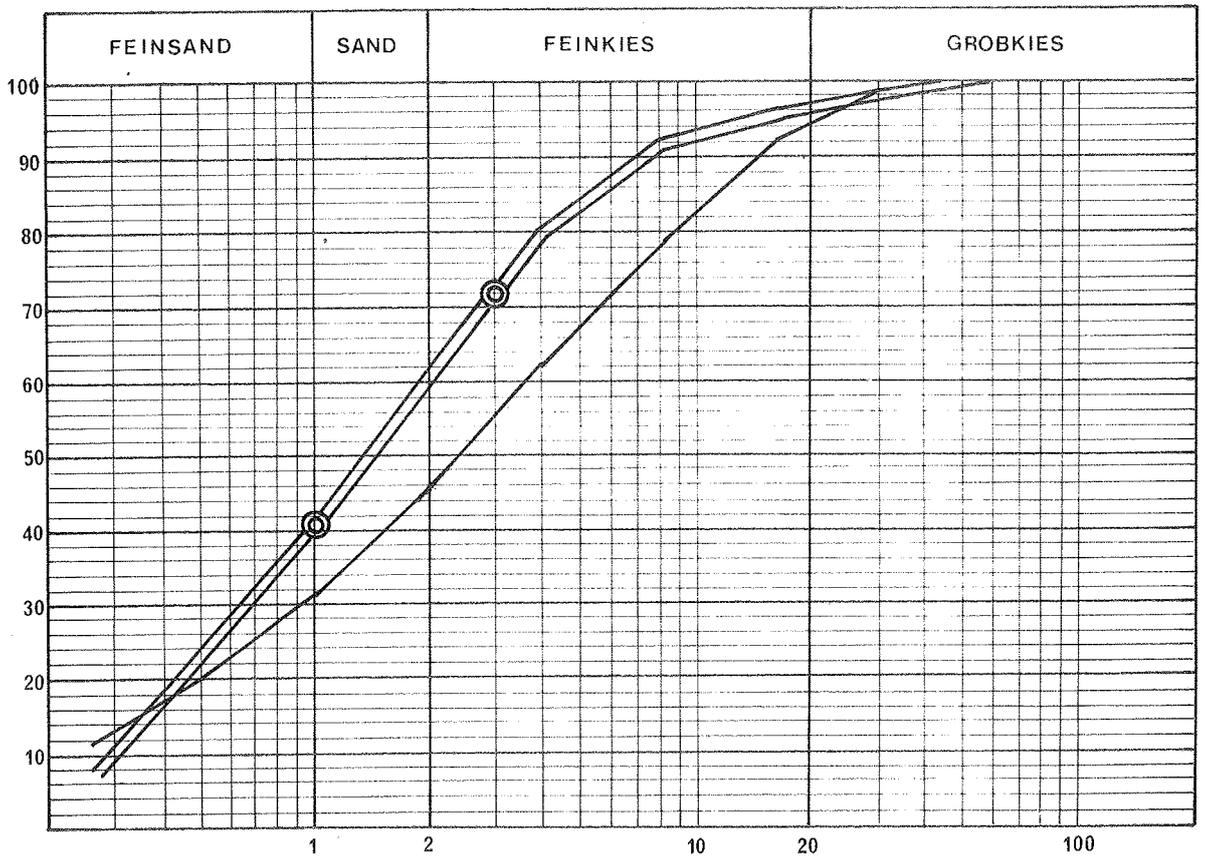
Bohrung: X

Probe: 4.0 m



Bohrung: X

Probe: 6.0 m

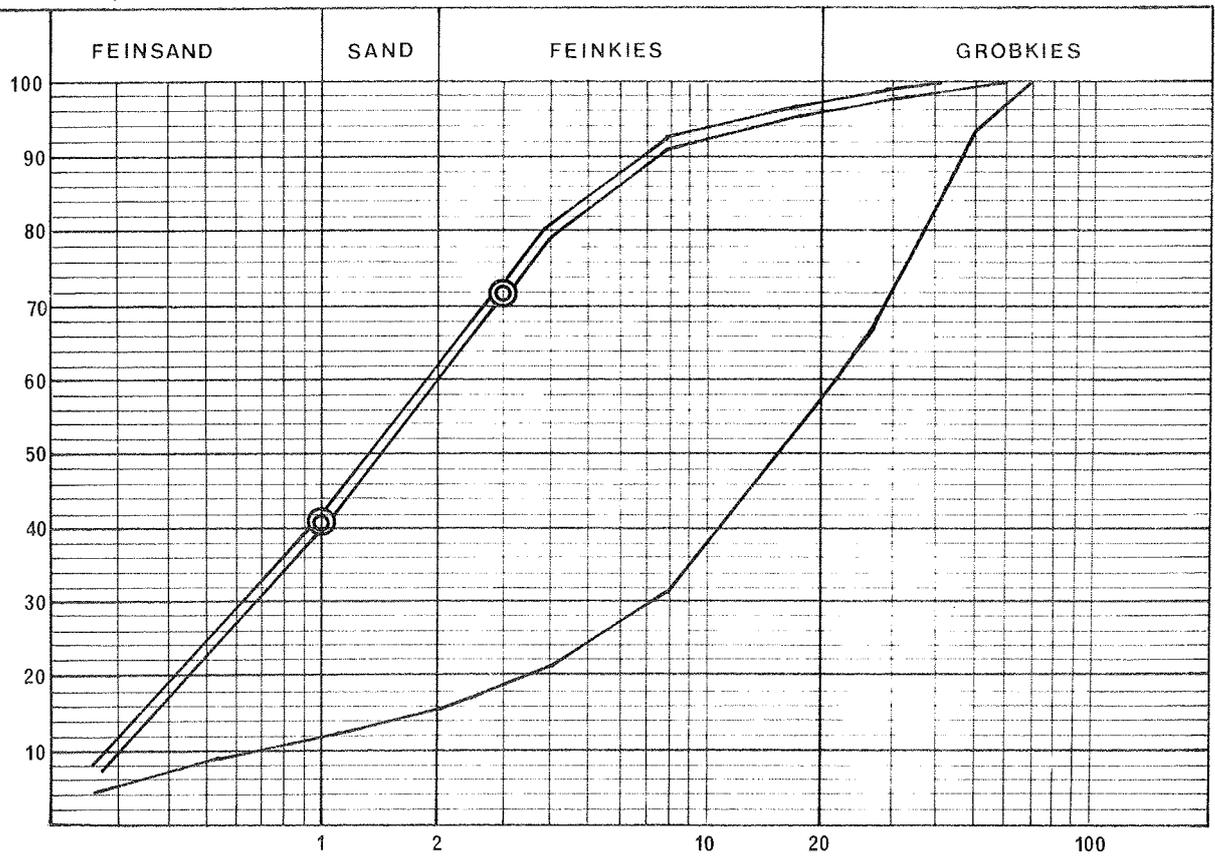


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

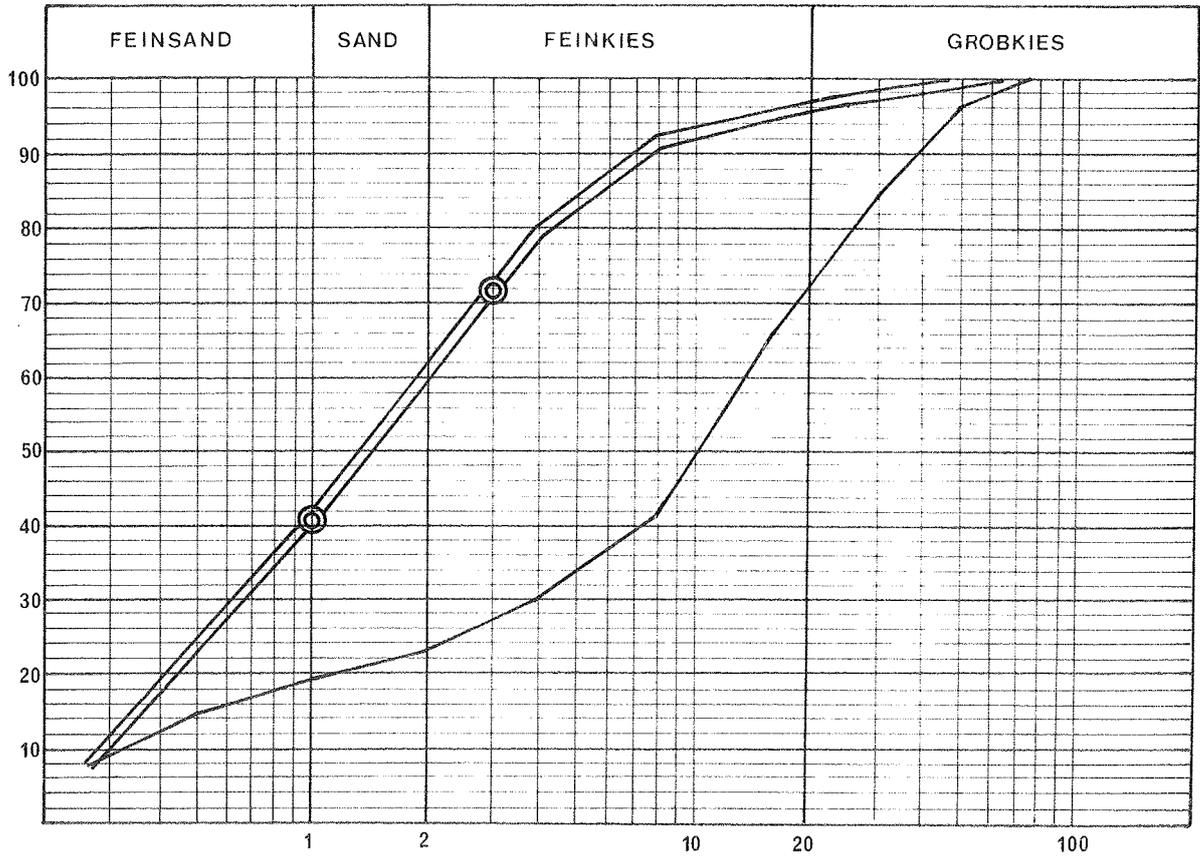
Bohrung: X

Probe: 8.0 m



Bohrung: X

Probe: 10.0 m

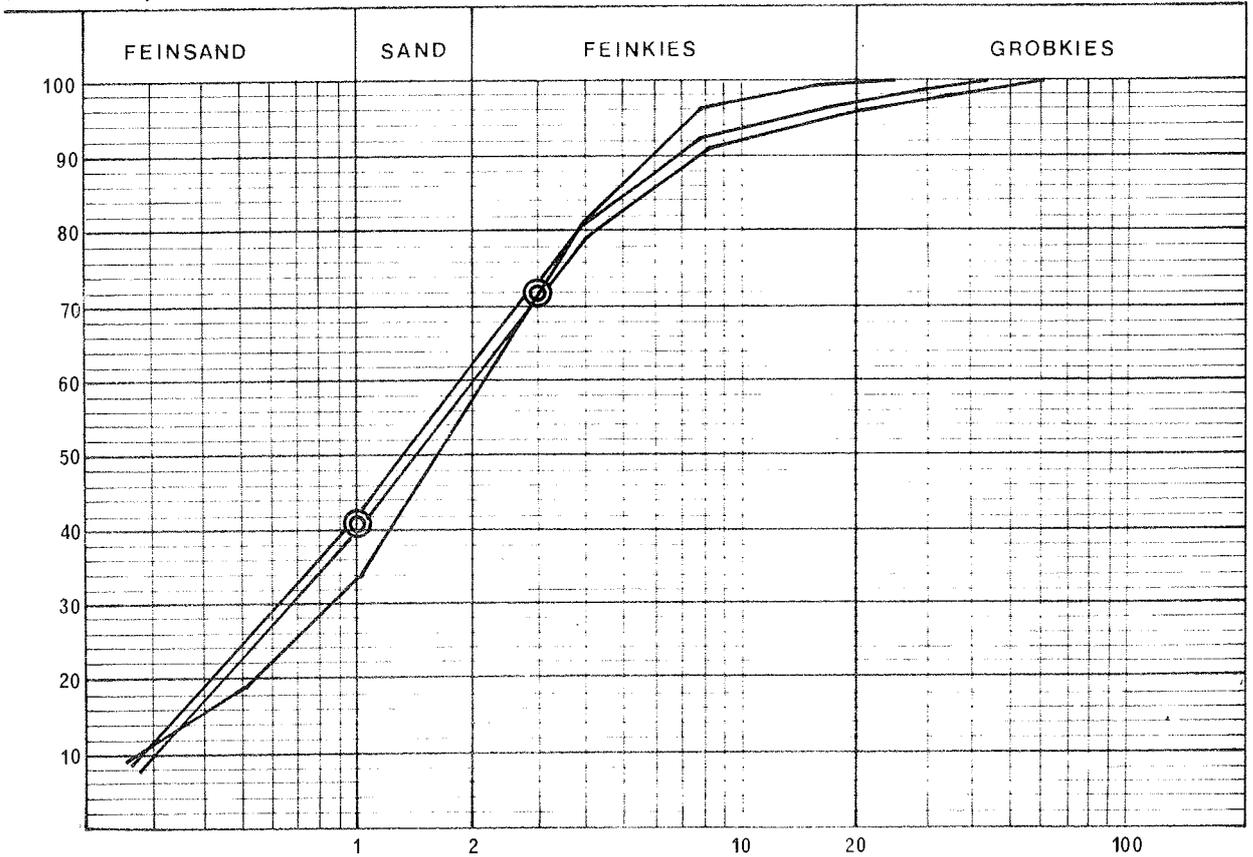


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts - %)

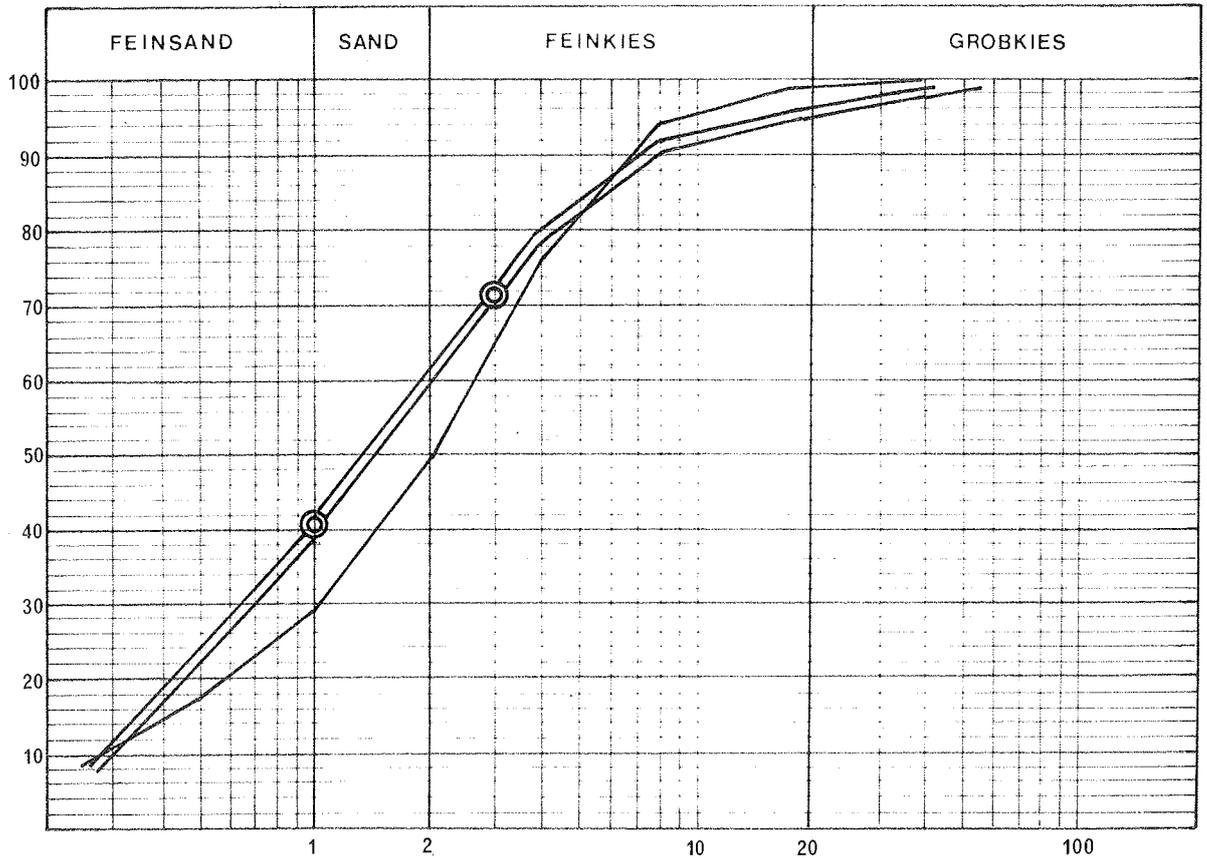
Bohrung: X

Probe: 11.2 - 13.2 m



Bohrung: X

Probe: 13.5 - 15.6 m

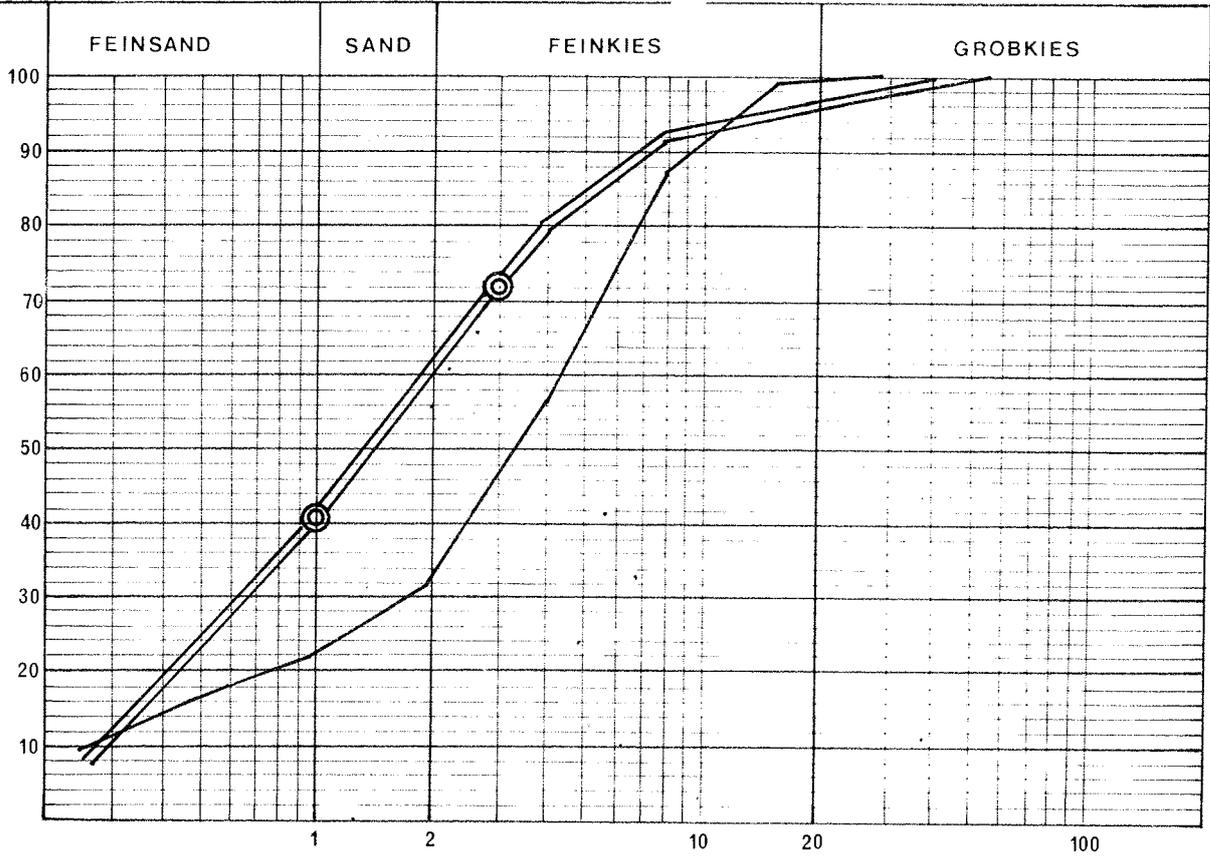


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

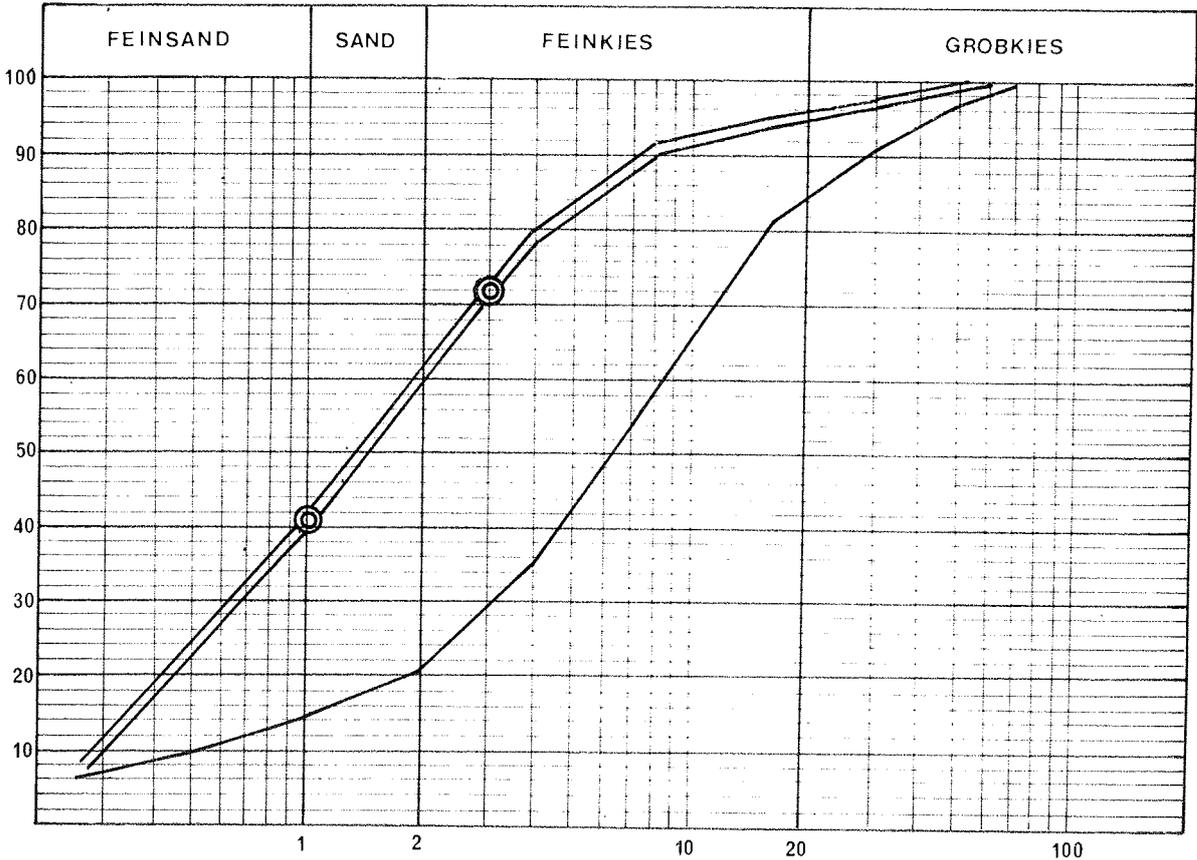
Bohrung : X

Probe: 15.6-17.2 m



Bohrung : II

Probe: 2.8-4.6 m

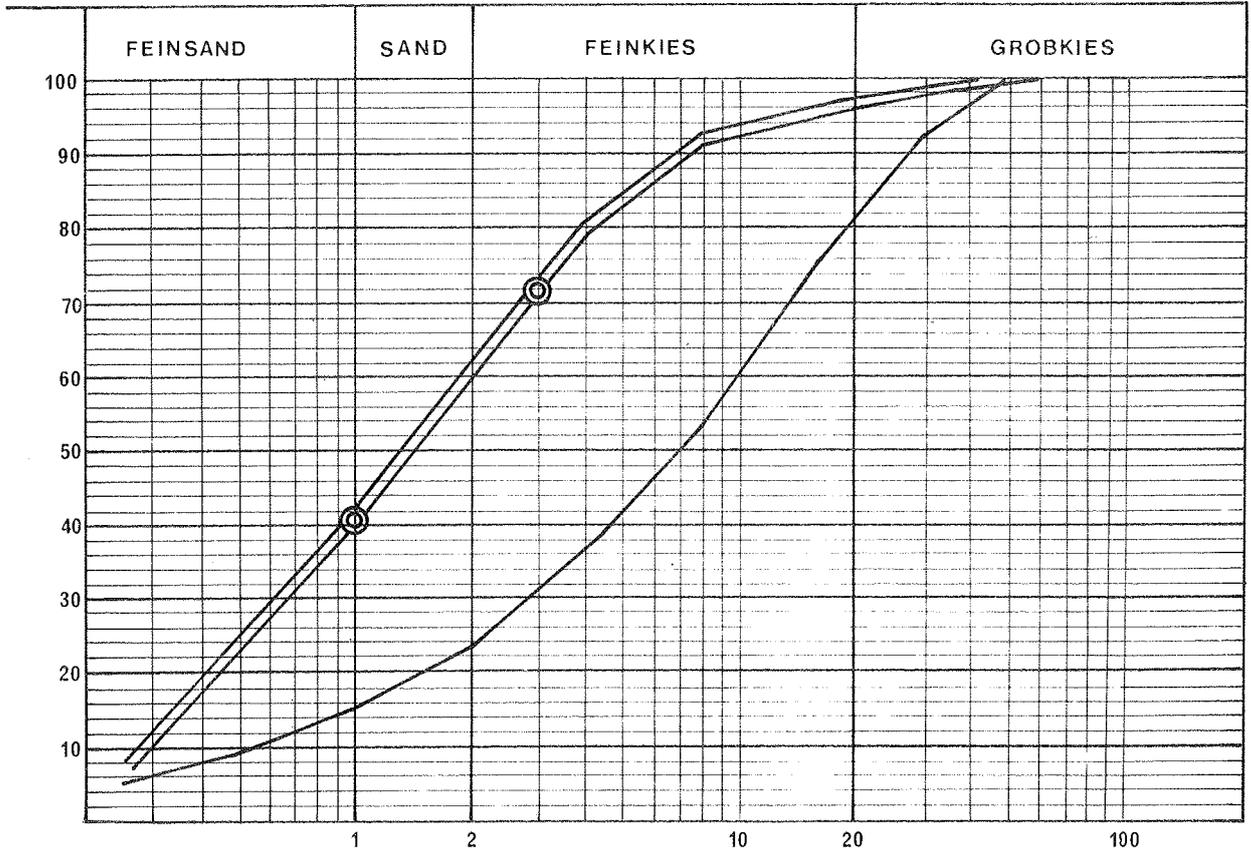


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts-%)

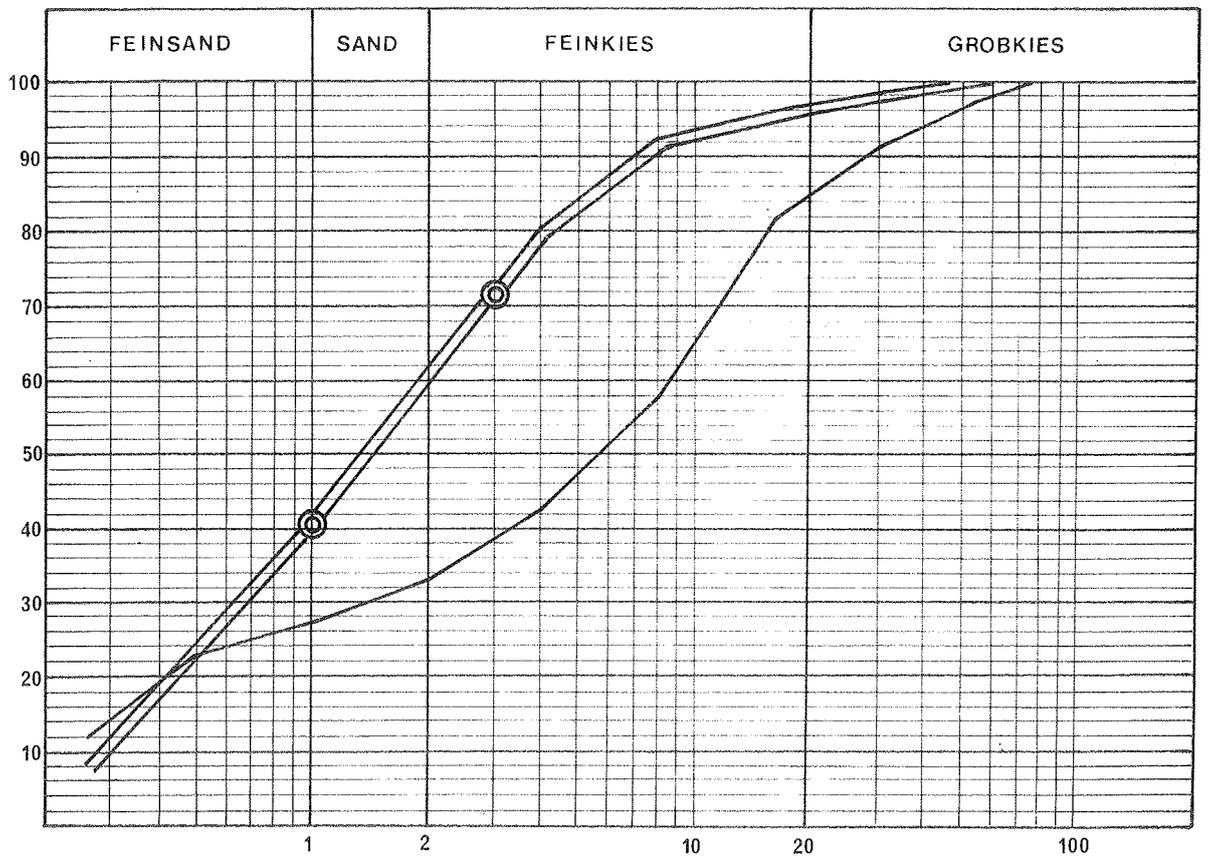
Bohrung: II

Probe: 4.6-6.0m



Bohrung: II

Probe: 6.0-8.0m

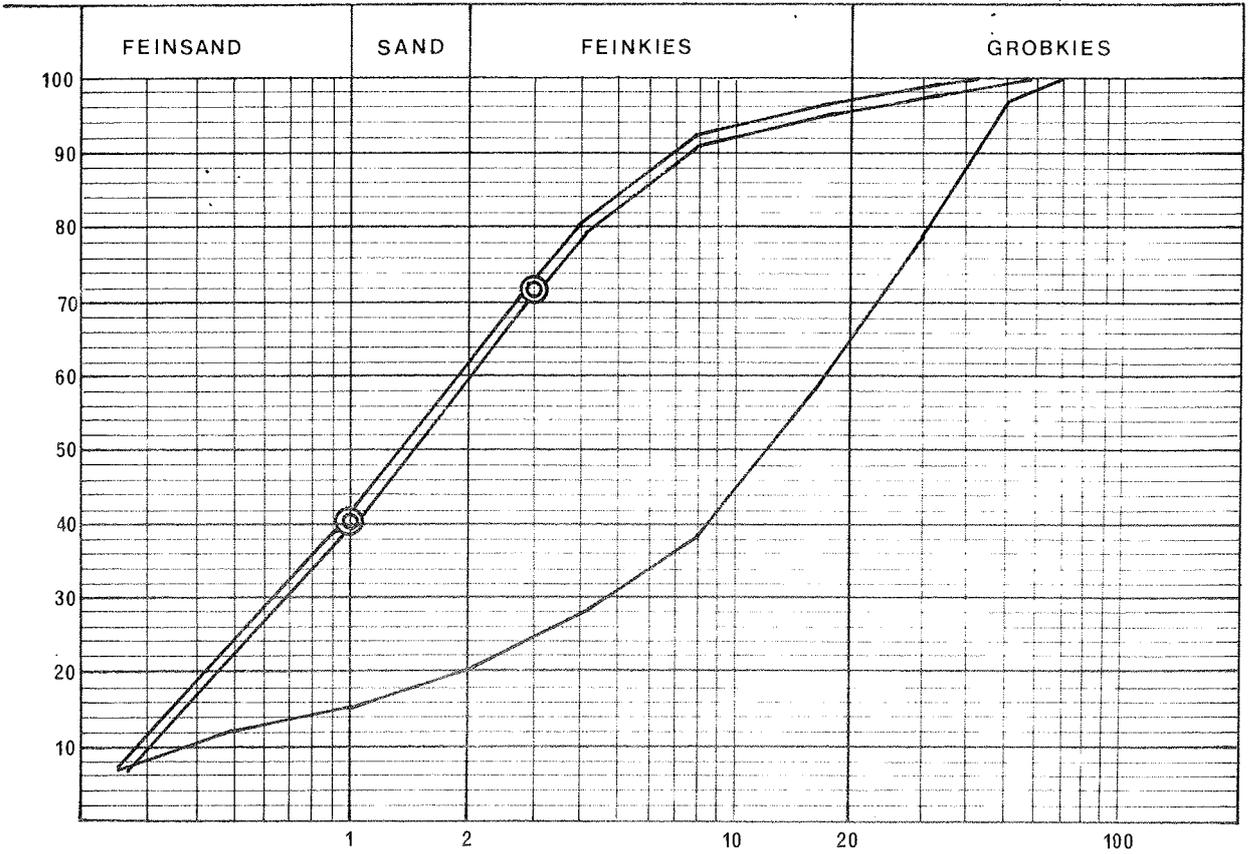


# KORNVERTEILUNGSKURVE

Siebdurchgang  
(Gewichts - %)

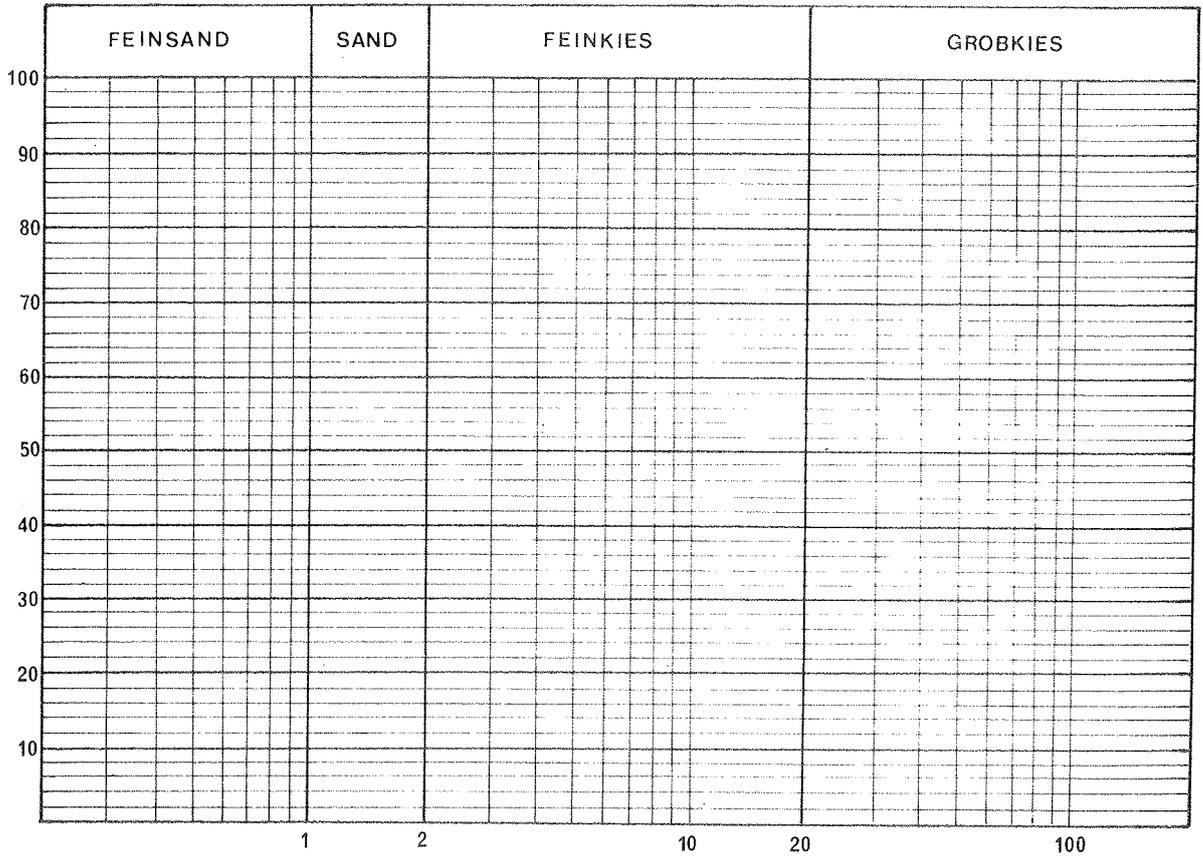
Bohrung: II

Probe: 8.0-9.2 m



Bohrung:

Probe:



- 323 -

PUMPVERSUCHE AN DEN BOHRUNGEN VIII UND X

von

Th. G l a n z .

Die von Dipl.-Ing. Th. GLANZ, Hydrographische Landesabteilung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, als amtliche Gutachten ausgefertigten Elaborate werden nur unwesentlich verkürzt wiedergegeben und beinhalten als amtliche Gutachten außer den wesentlichen Daten Berechnungsgrundlagen und Bemerkungen zu den Pumpversuchen. Dabei wurde als Berechnungsgrundlage jeweils ein "Einheitsbrunnen" in Form eines bis zum undurchlässigen Untergrund abgeteuften Schachtbrunnens mit 2 m Durchmesser angenommen. Die Ergiebigkeit wurde bezogen auf eine Absenkung von  $H/2$  und wurde sowohl für die beim Pumpversuch angetroffenen Grundwasserverhältnisse wie auch für einen Grundwassertiefstand berechnet.

Ergänzend zu den Ergebnissen werden aus den vom Referate erstellten Berechnungsgrundlagen die Ganglinien für die Dauer des Pumpversuches beigegeben. Weitere planliche Darstellungen zu diesen Pumpversuchen sind im zusammenfassenden Gutachten von W. WESSIAK enthalten.

#### a) Pumpversuch B VIII (Hydrologisches Gutachten)

Das Bohrprofil zeigt nach einer 3,8 m mächtigen, gut abdichtenden Lehmschichte mit einem  $k_f$ -Wert von  $3,4 \times 10^{-8}$  eine bis 6,8 m unter Gelände reichende lehmige Kies-schichte mit einem  $k_f$ -Wert von  $1,1 \times 10^{-7}$ . Es wäre daher möglich, daß das Grundwasser bei höheren Wasserständen leicht gespannt ist.

Die unterste Schicht (11,50 - 12,50) ist ein hervorragender Grundwasserleiter von außerordentlich hohem  $k_f$ -Wert. Er wurde in gestörter Probe zu  $2,9 \times 10^{-2}$  m/s ermittelt. Es dürfte der Einfluß dieser Schicht sein, daß der Pumpversuch einen mittleren  $k_f$ -Wert von  $1 \times 10^{-2}$  m/s ergab.

Die hier angetroffene Grundwasserkörperichtung könnte man geradezu als "natürlichen Tellerbrunnen" bezeichnen.

Die Daten des Pumpversuches an den unten genannten Stellen wurden für die Berechnung der Durchlässigkeit nach der Brunnenformel herangezogen:

St3 St2 St1 B VIII St4 St5 St6

Dabei wurde das geringe Grundwasserspiegelgefälle von nur 1,2 ‰ vernachlässigt.

Im Meßprofil wurden die G.W.-Spiegellagen für den Ruhespiegel  $\emptyset$  und die Pumpstufen I, II, III auf m.ü.A. umgerechnet und in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1

Stufe	St3	St2	St1	B VIII	St4	St5	St6
$\emptyset$	288,60	288,59	288,60	288,60	288,60	288,58	288,57
I	288,47	288,46	288,44	288,10	288,45	288,46	288,46
II	288,33	288,30	288,27	287,56	288,29	288,33	288,33
III	288,28	288,25	288,21	287,49	288,24	288,29	288,30
Undurchlässige Schicht:				283,00			

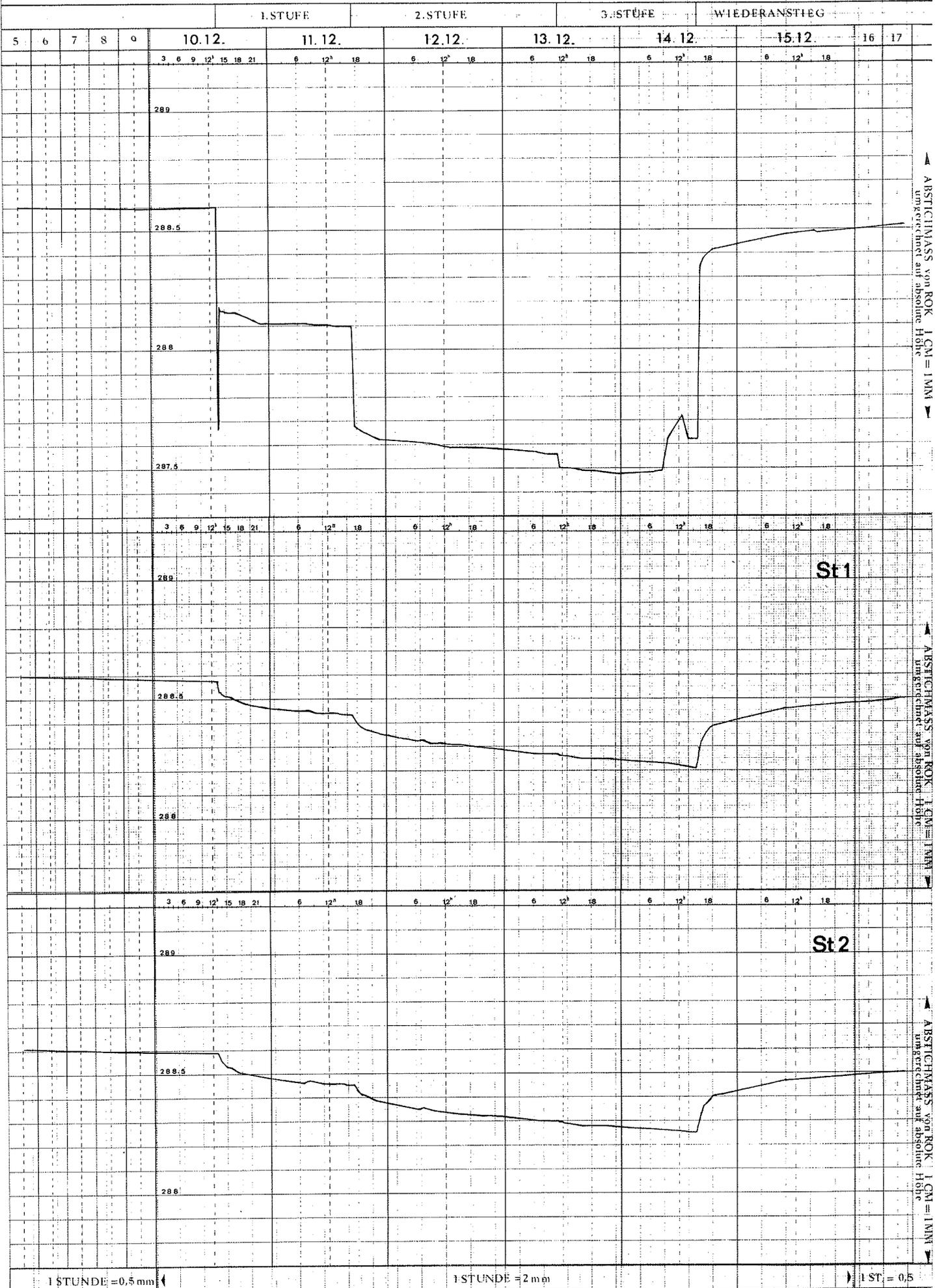
Die einzelnen Pumpstufen des Versuches sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Stufe	Q (l/s)		Datum	Uhrzeit	Bemerkungen
	gemessen	f.d.Rechnung			
$\emptyset$	0	0	10.12.1970	13.30	Beginn
I	6,8-6,9	6,85	11.12.1970	17.15	stationär
II	12,5-13,5	13,2	13.12.1970	10.45	---
III	13,2-14,6	13,9	14.12.1970	8.30	--- Ende

PUMPVERSUCH BOHRUNG 8 (HOFFSTÄTTER/STIEFING)

10. - 15. XII. 1970



1 STUNDE = 0,5 mm

1 STUNDE = 2 mm

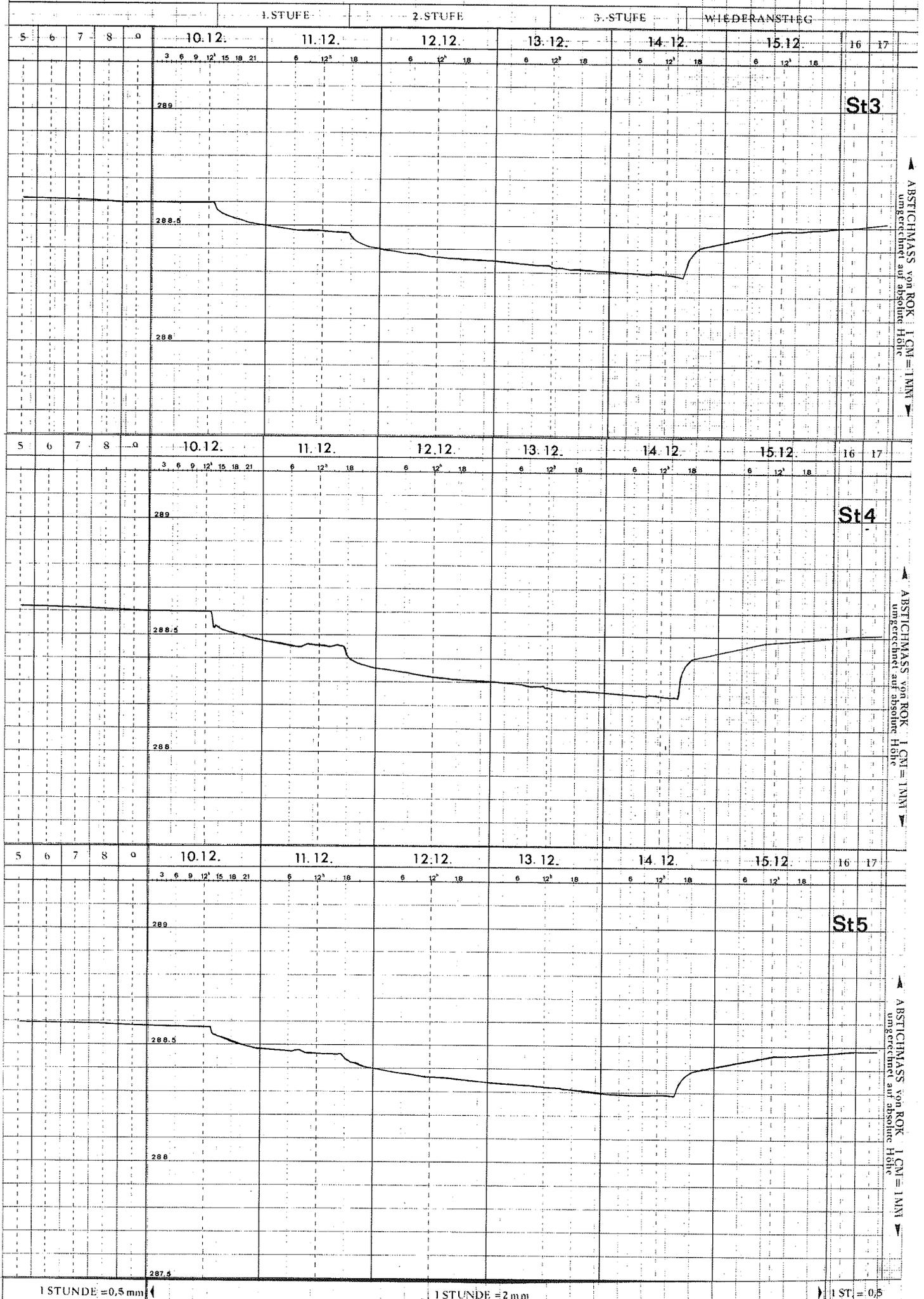
1 ST. = 0,5

ARSTICHMASS von ROK 1 CM = 1 MM  
umgerechnet auf absolute Höhe



# PUMPVERSUCH BOHRUNG 8 (HOFSTÄTTER/STIEHING)

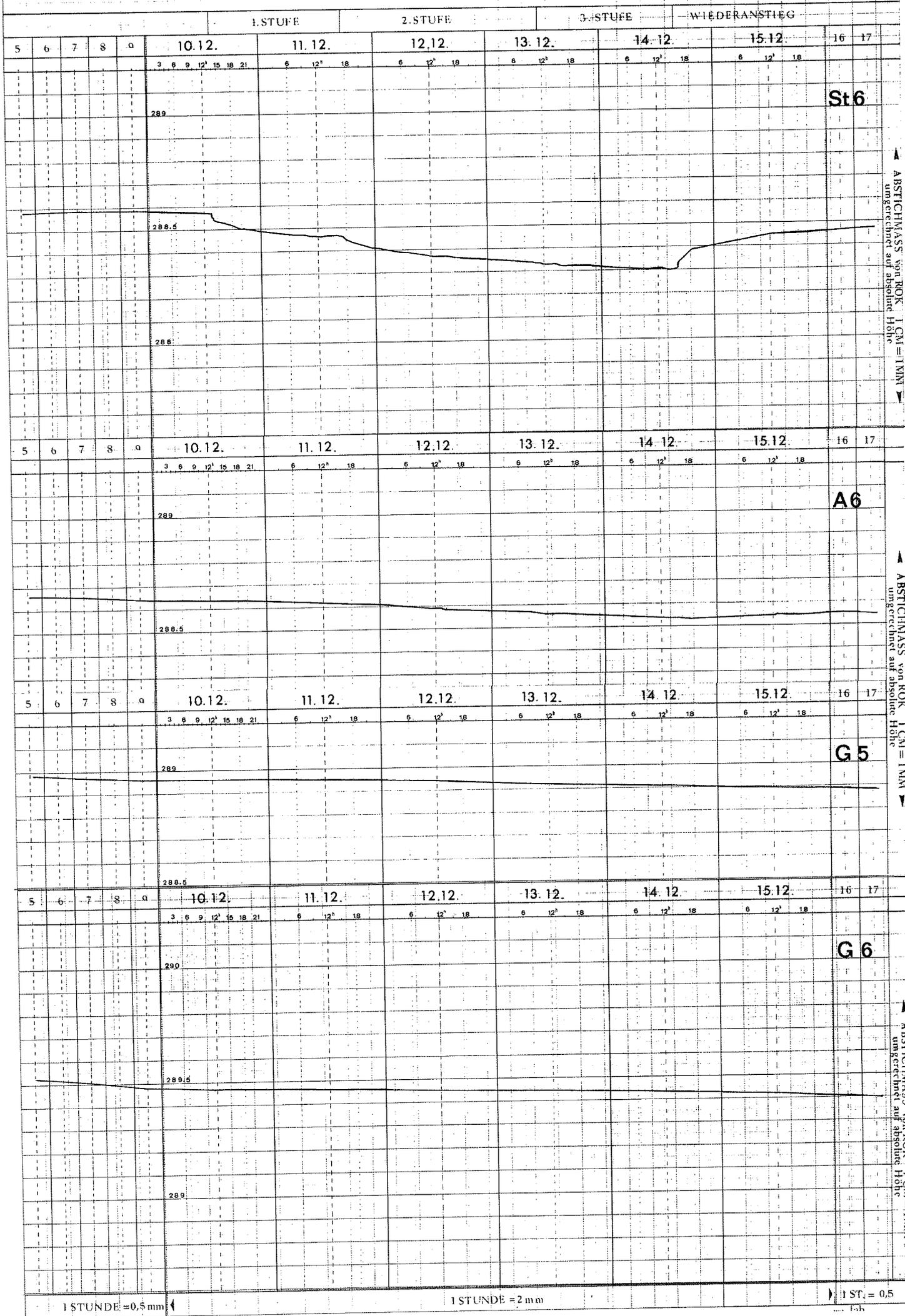
10. - 15. XII. 1970





# PUMPVERSUCH BOHRUNG 8 (HOFSTÄTTER/STIERING)

10. - 15. XII. 1970



1 STUNDE = 0,5 mm

1 STUNDE = 2 mm

1 ST. = 0,5







Die Abminderung des theoretischen Schüttungswertes des Einheitsbrunnens bei einer Absenkung auf  $H/2$ , auf die angegebene gesicherte Schüttung war erforderlich, da die größte Pumpmenge des Versuches in Stufe III mit  $13,9 \text{ l/s}$  eine wesentlich zu kleine Beanspruchung des Grundwasserleiters darstellte.

Es liegt der Gedanke nahe, daß die oberen Schichten des Grundwasserträgers nur wenig an der Gesamtförderung teilhaben, wodurch der Absenkungstrichter im Sondenbereich sehr flach ausfüllt. Erst im  $5 \text{ m}$  Bereich ist die volle Auswirkung der Wasserentnahme vorhanden.

Es wäre somit riskant, für eine Absenkung auf  $H/2$  die volle rechnermäßige Schüttung zu erwarten.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Mittlere Mächtigkeit des Grundwasserkörpers

$$H = 5,60 \text{ m}$$

mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert (Darcy)

$$k_f = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$$

erzielte Absenkung bei Stufe III des Pumpversuches ( $Q = 14,0 \text{ l/s}$ )

$$H-h = 5,60 - 4,49 = \underline{1,11 \text{ m}}$$

das ist  $19,8 \%$  von  $H$

Theoretische Schüttung eines Schachtbrunnens von  $r = 1 \text{ m}$  ( $D = 2 \text{ m}$ ) (Einheitsbrunnen) bei Absenkung auf  $50 \%$   $H$

$$Q = \underline{124 \text{ l/s}}$$

Bei dieser Schüttung ergibt die Formel von Kussakin eine Reichweite

$$R = 390 \text{ m}$$

Gesicherte Entnahme bei ca.  $2,5 \text{ m}$  Spiegelabsenkung im Nahbereich ( $k_f = 1 \times 10^{-2} \text{ m/s}$ )

$$Q = 60-70 \text{ l/s}$$

Nach Absinken der Mächtigkeit um  $1 \text{ m}$

$$H = 4,60 \text{ m}$$

Theoretische Schüttung des Einheitsbrunnens	Q = 88 l/s
Gesicherte Entnahme	Q = 40-50 l/s
Reichweite nach Kussakin	R = 290 m

b) Pumpversuch Bohrung X (Hydrologisches Gutachten)

Das Bohrprofil weist eine 90 cm starke Humusschicht aus, die mit dem darunterliegenden "Lehm, sandig braun" ( $k_f = 2 \cdot 10^{-7}$ ) bis 2 m unter Gelände, eine wirksame Schutzdecke des Grundwasserkörpers darstellt.

Die undurchlässige Schicht ist im Bohrprofil bei - 15,60 m angetroffen und als "Feinkies, Ton, verkittet grau" angesprochen worden.

In Anbetracht des geringen G.W.-Spiegel-Gefälles wurde dieses für die Berechnung der Durchlässigkeit vernachlässigt. Mit der Brunnenformel konnten nun die Daten des Pumpversuches im Meßprofil

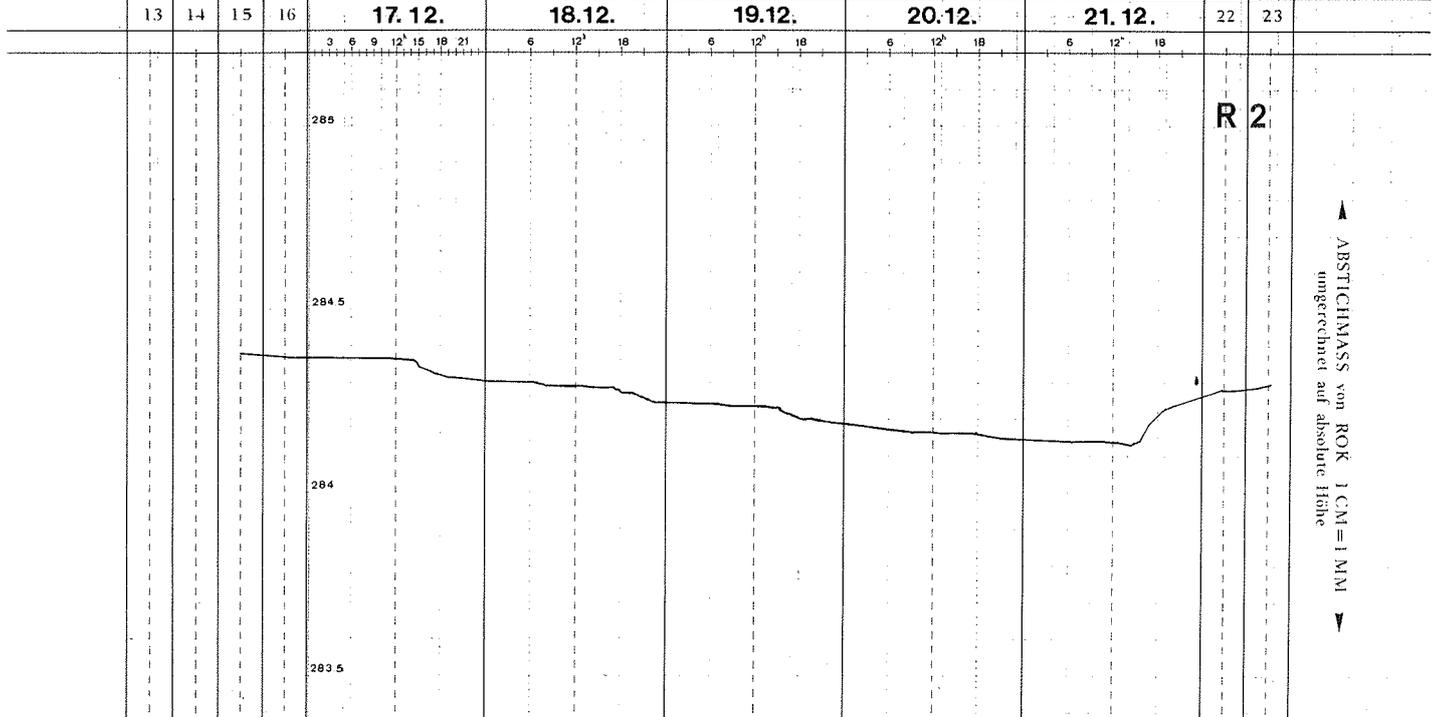
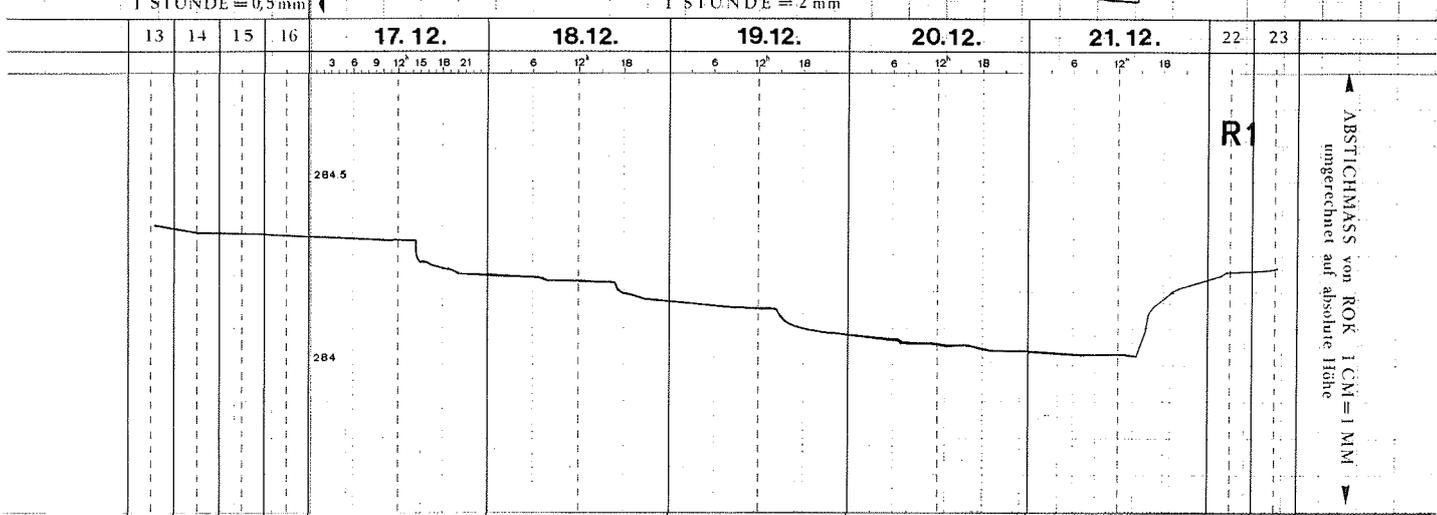
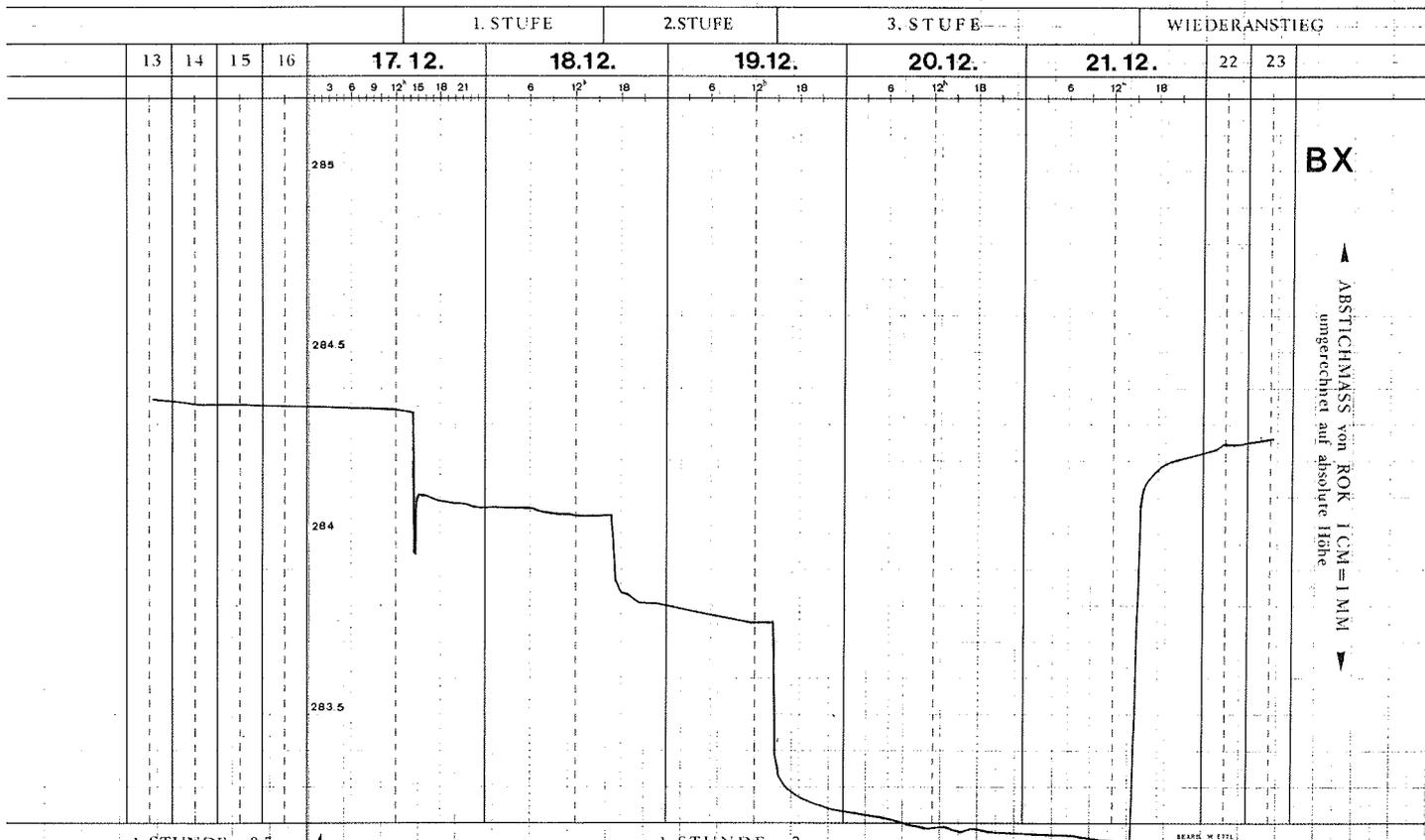
R 3    R 2    R 1    B X    R 4    R 5    R 6

nach den weiter unten angeführten vereinfachten Maßnahmen benutzt werden, während die Daten von G 9, G 8, G 7 und G 14 für die Beurteilung der mittleren Mächtigkeit und zur Überprüfung der rechnerischen Reichweite herangezogen wurden.

Für die Festlegung einer einheitlichen, fiktiven undurchlässigen Schicht war auch der Umstand maßgebend, daß im Bohraufschluß bei - 13,20 m eine Zwischenschicht ausgewiesen ist, die als "Ton, Schluff grau, fest gelagert" angesprochen wurde und eine Mächtigkeit von 30 cm aufweist. Darunter liegt noch eine wasserführende Schicht von 2,1 m Mächtigkeit, in die aber die Sonden R 1 bis R 6 nicht hinreintragen.

# PUMPVERSUCH BOHRUNG 10 (Baldau)

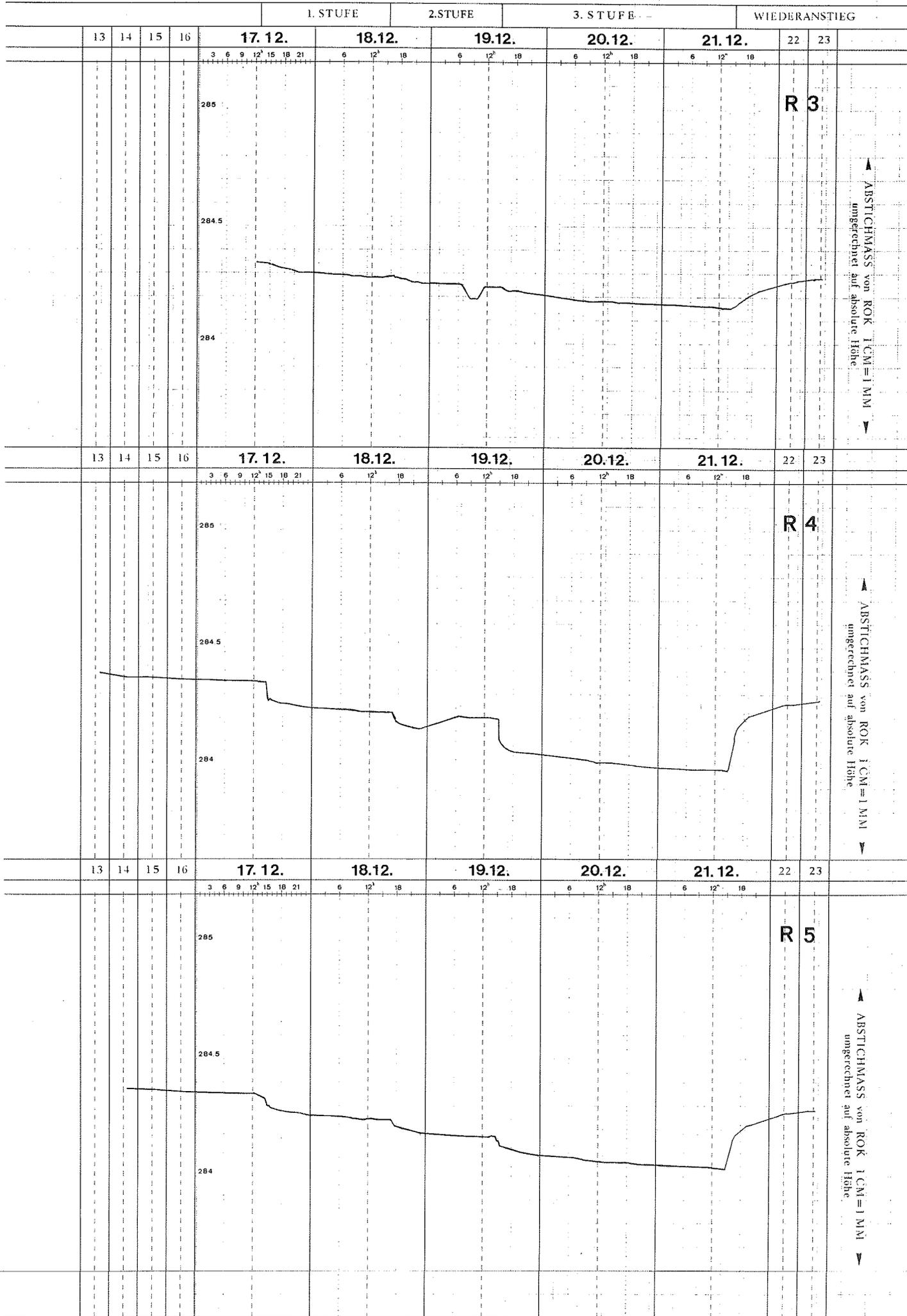
17. - 21. XII. 1970





# PUMPVERSUCH BOHRUNG 10 (Baldau)

17. - 21. XII. 1970



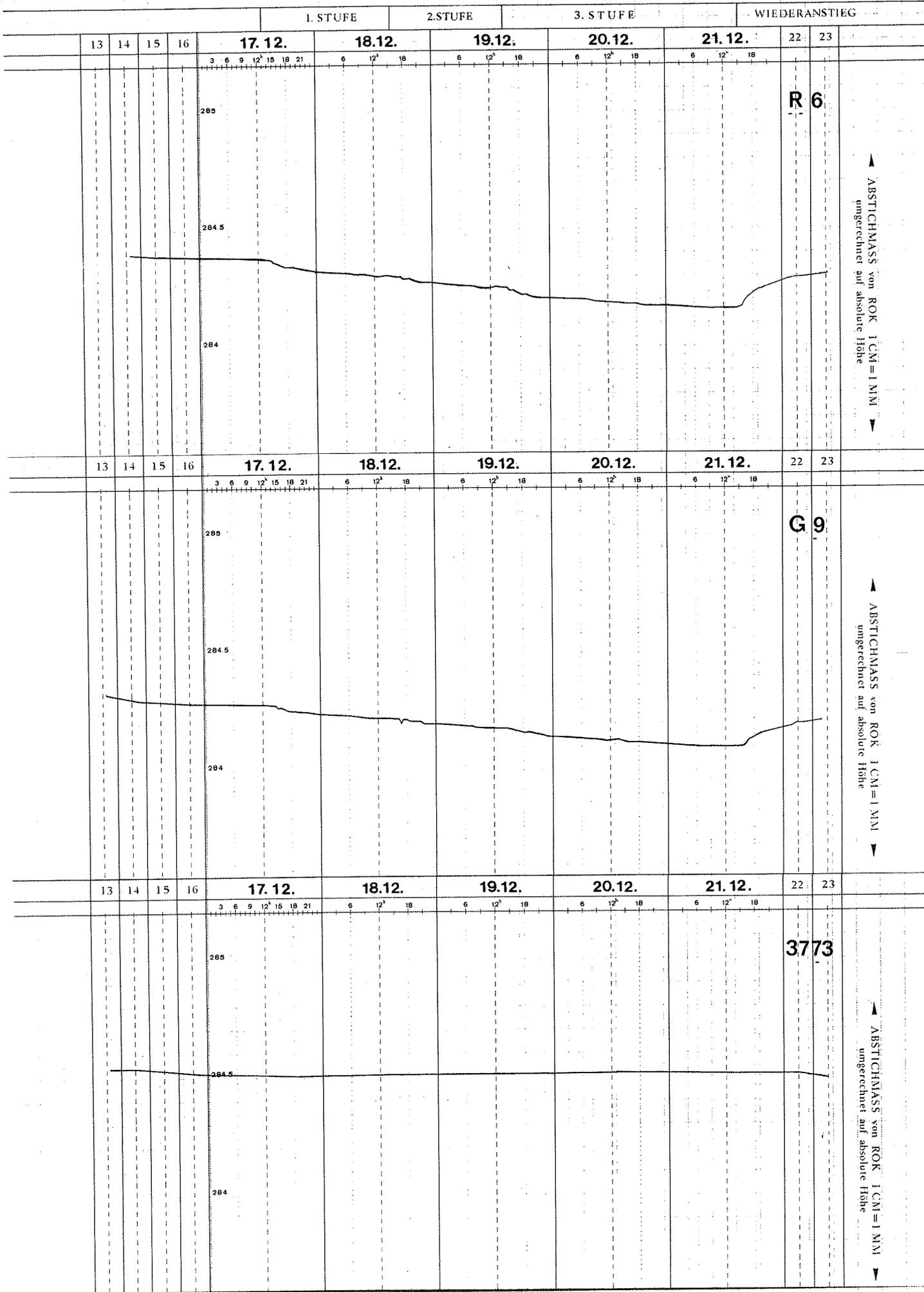
1 STUNDE = 0,5 mm

1 STUNDE = 2 mm



# PUMPVERSUCH BOHRUNG 10 (Baldau)

17. - 21. XII. 1970



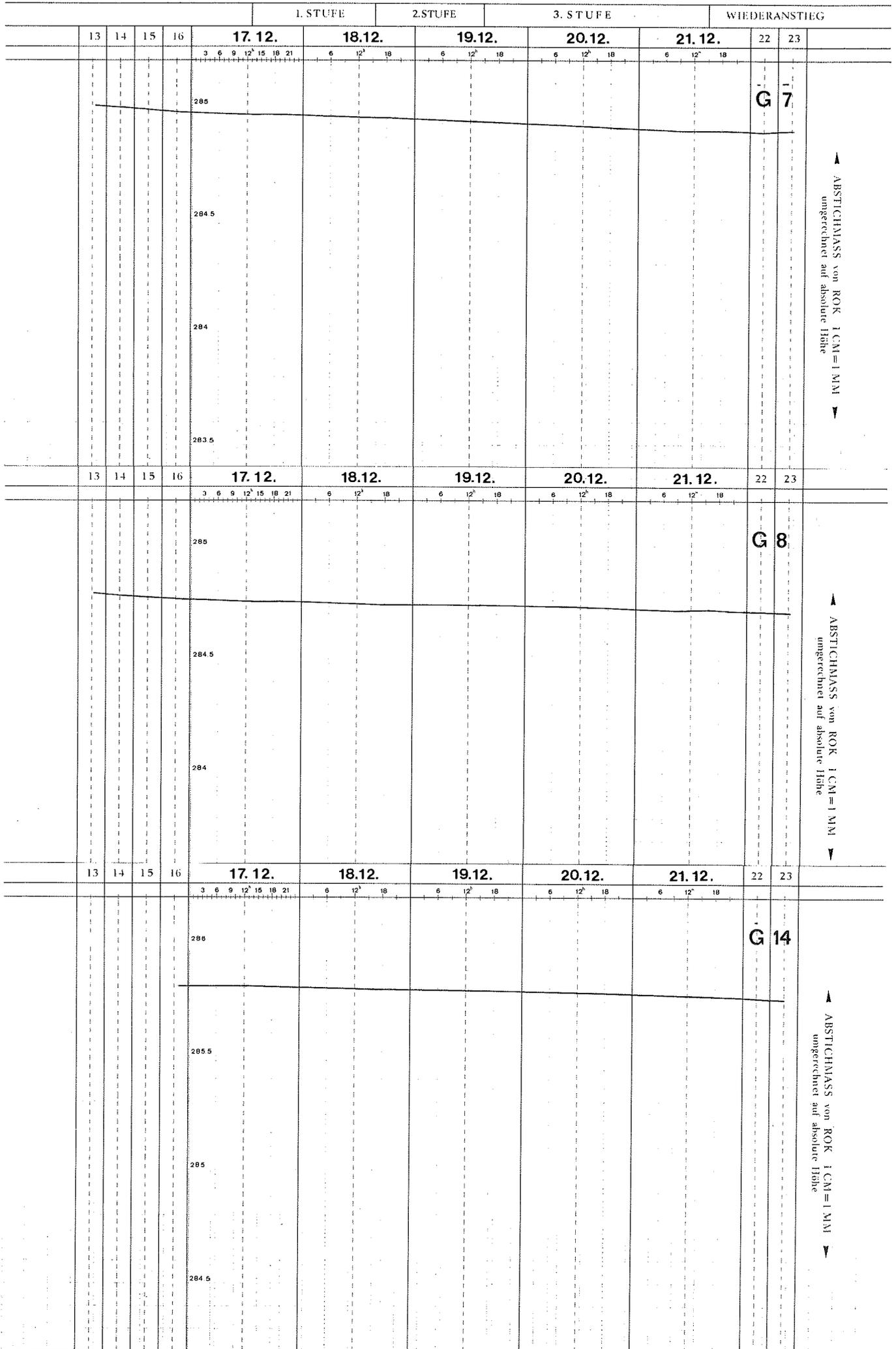
1 STUNDE = 0,5 mm

1 STUNDE = 2 mm



# PUMPVERSUCH BOHRUNG 10 (Baldau)

17. - 21. XII. 1970



1 STUNDE = 0,5 mm

1 STUNDE = 2 mm



Die Unebenheit der undurchlässigen Schichte und das Vorhandensein der genannten Sperrschichte zwingt zu einer vereinfachenden Annahme, die ein brauchbares, einheitliches Niveau der undurchlässigen Schichte für die Berechnung ergibt. Unter Berücksichtigung der Tiefenlage dieser Schicht in den Brunnen B X (276,16), G 9 (Entfernung 44,9 m, 277,30), G 8 (Entfernung 270 m, 279,18), G 7 (Entfernung 280 m, 278,96) und G 14 (Entfernung 680 m, 279,14) wurde diese mit 277,00 m.ü.A. einheitlich angenommen, wobei die entfernteren Brunnen nur eine geringere Berücksichtigung fanden.

Im Meßprofil wurden die G.W.-Spiegellagen für den Ruhespiegel  $\emptyset$  und für die drei Pumpstufen I, II, III gleichfalls m.ü.A. umgerechnet und in folgender Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tabelle 1

Stufe	R3	R2	R1	B X	R4	R5	R6
$\emptyset$	284,34	284,36	284,34	284,34	284,32	284,33	284,37
I	284,29	284,29	284,23	284,05	284,19	284,24	284,30
II	284,24	284,23	284,15	283,76	284,17	284,17	284,25
III	284,15	284,13	284,03	283,16	283,95	284,03	284,16
Undurchlässige Schicht:	277,00						

Die einzelnen Pumpstufen des Versuches sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2

Stufe	Q (l/s)		Datum	Uhrzeit	Bemerkungen
	Gemessen	f. d. Rechnung			
∅	0	0	17.12.1970	14,30	Beginn
I	6,6-7,15	7,0	18.12.1970	16,45	stationär
II	10,1-11,1	11,0	19.12.1970	13,15	-"-
III	13,8-15,1	14,5	21.12.1970	15,15	-"- Ende

Mit den nach sorgfältiger Prüfung aller Umstände vereinfachten Werten der Tabellen 1 und 2 wurden nun die unter A) angeführten Ergebnisse errechnet. Zum Pumpversuch ist noch zu bemerken, daß eine Absenkung von nur 16 % H (auf Gesamt-H in B X bezogen: 14 %) sehr gering ist. Erst bei höherer Beanspruchung des G.W.-Körpers, die eine Absenkung von nahezu 50 % H ergeben sollte, können die Unstetigkeiten des Untergrundes in den Standrohrhöhen richtig zum Ausdruck kommen.

Bei der im Versuch angewandten geringen Schüttung war schon in 30 m Entfernung die Auswirkung des Absenkungstrichters so gering (19 bzw. 21 cm), daß Rückschlüsse auf die Brunnenreichweite und die Gesamthöflichkeit des Grundwasserfeldes äußerst unsicher sind.

Die wiederholt genannte Sperrschicht in 13,2 m Tiefe, unter der noch ein starker Grundwasserleiter von 2,10 m Mächtigkeit liegt, von dem nicht bekannt ist, ob er ein getrenntes Grundwasserstockwerk darstellt, ist in ihrer vollen Auswirkung schwer einzuschätzen. Ein Abteufen der Sonden in die gleiche Tiefe wie der Versuchsbrunnen selbst wäre hier von hohem Wert gewesen. Mit dem Vibrationshammer konnte aber leider diese Schicht nicht mit den Sondenrohren durchstoßen werden.

Von großem Interesse wäre ferner ein Tritiumtest, der Aufschluß über das Alter des Wassers geben könnte.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Mittlere Mächtigkeit des Grundwasserkörpers	$H = 7,34 \text{ m}$
mittlerer Durchlässigkeitsbeiwert (Darcy)	$k_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
erzielte Absenkung bei Stufe III des Pumpversuches ( $Q = 14,5 \text{ l/s}$ ) $H-h$	$H-h = 7,34 - 6,16$ $= \underline{1,18 \text{ m}}$
das ist in % von $H$ ausgedrückt:	16 %
Theoretische Schüttung eines Schachtbrunnens von $r = 1 \text{ m}$ ( $D = 2 \text{ m}$ ) (Einheitsbrunnen) bei Absenkung auf 50 % $H$	$Q = 56 \text{ l/s}$
Bei dieser Schüttung ergibt die Formel von Kussakin eine Reichweite	$R = 292 \text{ m}$
Gesicherte Entnahme bei ca. 2,5 m Spiegelabsenkung im Nahbereich ( $k_f = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ )	$Q = 25-35 \text{ l/s}$
Nach Absinken der Mächtigkeit um 1 m	$H = 6,34 \text{ m}$
Theoretische Schüttung des Einheitsbrunnens	$Q = 43 \text{ l/s}$
Gesicherte Entnahme ( $k_f = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ )	$Q = 20-30 \text{ l/s}$

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Theodor GLANZ, Oberbaurat,  
Hydrographische Landesabteilung  
Franziskanerplatz 6, 8011 Graz.



P U M P V E R S U C H   B O H R U N G   X I .

( Hydrologisches Gutachten )

von

Walther Wessiak.



## 1. Lage des Versuchsbrunnens B XI

Im Zuge der hydrogeologischen Erkundung des sogenannten "Nördlichen Leibnitzer-Feldes" durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung wurden eine Reihe von Bohrungen und Schlagpegeln abgeteuft. Zusätzlich wurden noch an besonders höffigen Stellen die Bohrungen zu Versuchsbrunnen ausgebaut und Pumpversuche durchgeführt.

Der Versuchsbrunnen B XI liegt am südlichen Rand des vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung untersuchten "Nördlichen Leibnitzer-Feldes" bei Gundersdorf. Da der in diesem Feld dahinziehende Grundwasserstrom generell als Begleitgrundwasserstrom der Mur angesprochen werden kann, liegt B XI somit, hydrologisch gesehen, am unteren Ende dieses Hoffungsgebietes.

Die genaue Lage des Versuchsbrunnens B XI ist aus der Beilage 1 bzw. den Lageplänen ersichtlich.

## 2. Grundwassersituation im Bereich des Brunnens B XI

Eine Beobachtung der Grundwasserspiegelverhältnisse im vermuteten Einflußbereich des Brunnens ist - abgesehen vom noch zu besprechenden Pegelkreuz - nur möglich durch die Beobachtungspunkte A 11 und A 12. Diese Punkte sind Hausbrunnen in Gundersdorf in einer Entfernung von ca. 100 m bzw. 170 m vom Versuchsbrunnen. Ihre Lage ist aus Beilage 1 ersichtlich. Alle anderen Beobachtungspunkte liegen schon sehr weit, nämlich grundwasserstromaufwärts die Punkte 3789 (500 m), G 10 (1000 m) und G 11 (1100 m). Der nächste grundwasserstromaufwärts gelegene Versuchsbrunnen B X ist ca. 2200 m entfernt. Grundwasserstromab-

wärts ist nur der Punkt 3793 mit einer Entfernung von ca. 900 m vorhanden.

Mit Hilfe der eben erwähnten Punkte wurden, soweit sie in die Beobachtung einbezogen waren, zwei Grundwasserschichtenpläne, welche extreme Grundwassersituationen bezeichnen, gezeichnet. Für den Beobachtungszeitraum 1970, 1971 und 1972 trat am 9.2.1972 ein sehr niedriger und am 20.8.1972 der höchste Grundwasserstand auf (im November 1971 lag der Grundwasserspiegel noch um ca. 15 cm tiefer als am 9.2.1972, die generelle Grundwassersituation war jedoch die gleiche).

Die Grundwasserspiegeldifferenz zu diesen Zeiten betrug westlich der Linie G 10 - G 11 ca. 1,40 m, östlich davon steigt sie bis zum Brunnen B 11 bis auf ca. 1,80 m an. (Beilagen 3 und 4). Diese Linie G 10 - G 11 trennt zwei Grundwasserströmungsbereiche voneinander, deren Tendenz sowohl bei hohen als auch bei niedrigen Grundwasserständen die gleiche ist. Westlich dieser Linie verläuft die Grundwasserstromrichtung etwa N - S (die Lagepläne sind geordnet) östlich davon in Richtung NO - SW, also vom Hang her.

In diesem östlichen Bereich liegt auch der Versuchsbrunnen B XI, die Strömungsrichtung ist allerdings nur durch ein THIEM - Dreieck mit den Punkten B 11, G 10 und G 11 gegeben.

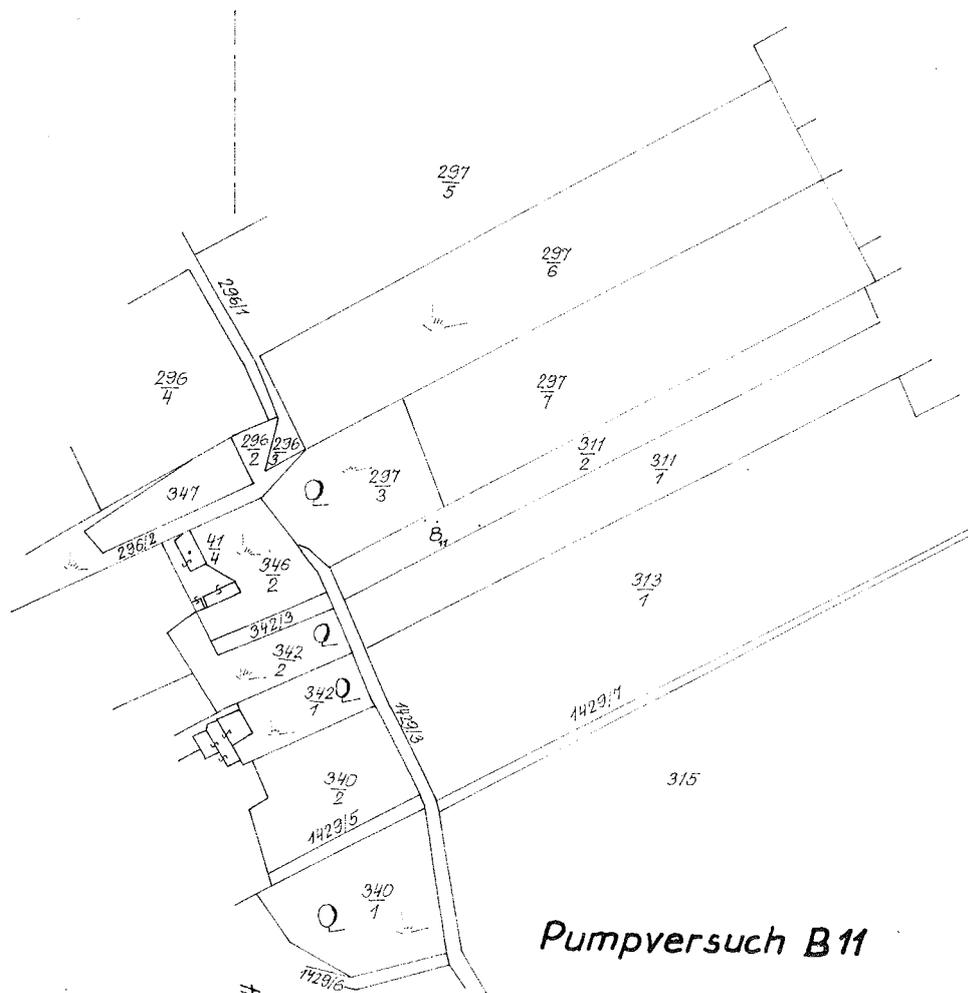
Ein Vergleich der beiden Grundwasserschichtenpläne zeigt, daß die Grundwasserströmungsrichtung westlich der Linie G 10 - G 11 keine Verschwenkung erfährt, während östlich dieser Linie bei hohen Grundwasserständen eine Verdrehung der Strömungsrichtung um ca.  $15^{\circ}$  gegen Osten hin

BL1

Pumpversuch Gundersdorf- Ragnitz  
Pegelrohreinmessung

**LAGEPLAN**

Kataster 1:2880



Pumpversuch B11

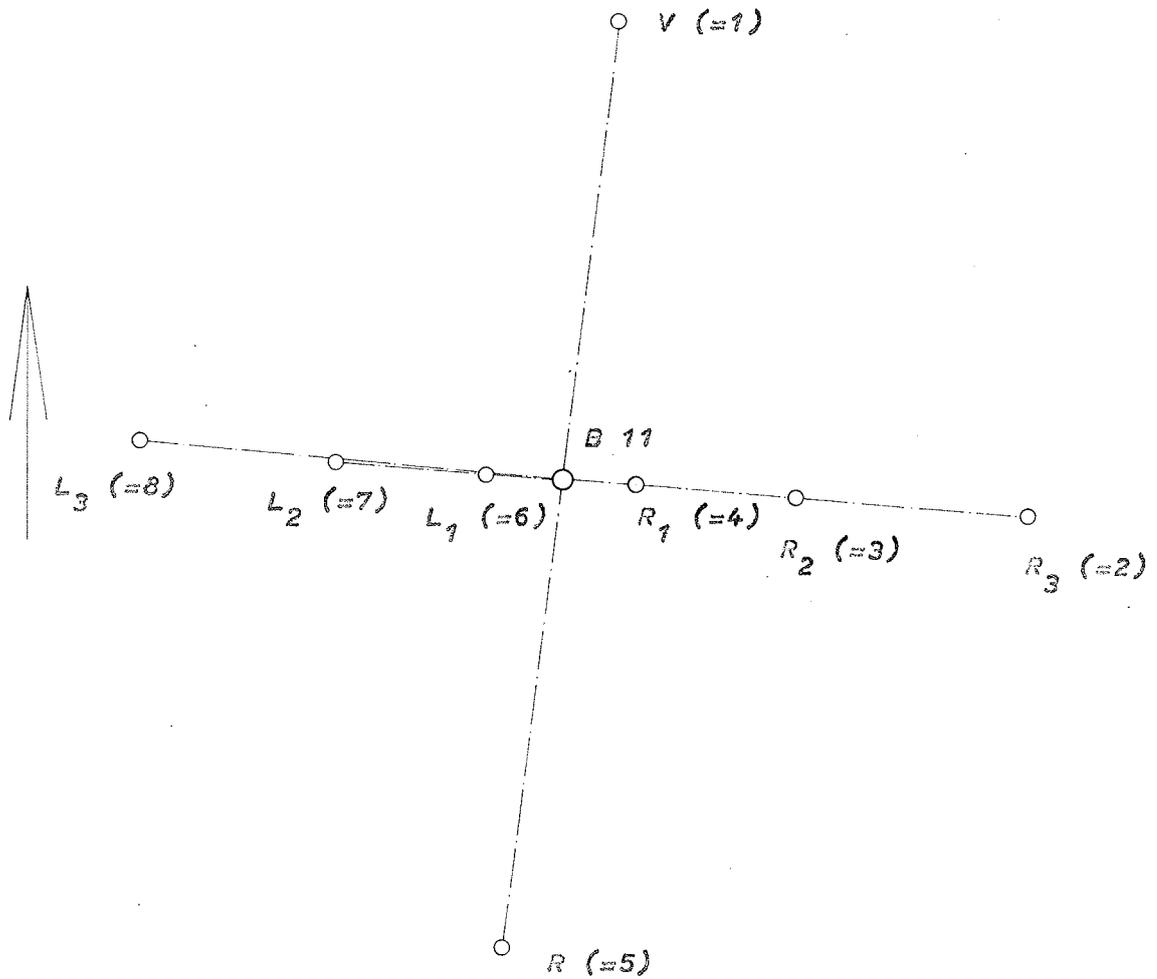
Mappenblatt 2  
Mappenblatt zu 4



L A G E P L A N

## Pegelkreuz B 11

1 : 500



Höhen ROK (in m)

B <sub>11</sub>	0,000
R <sub>1</sub>	-0,494
R <sub>2</sub>	-0,254
R <sub>3</sub>	-0,343
L <sub>1</sub>	-0,314
L <sub>2</sub>	-0,267
L <sub>3</sub>	-0,320
R	-0,595
V	-0,039

Entfernungen von B<sub>11</sub> gemessen (in m)

R <sub>1</sub>	4,78
R <sub>2</sub>	15,00
R <sub>3</sub>	30,24
L <sub>1</sub>	5,11
L <sub>2</sub>	15,06
L <sub>3</sub>	27,90
R	31,18
V	30,81

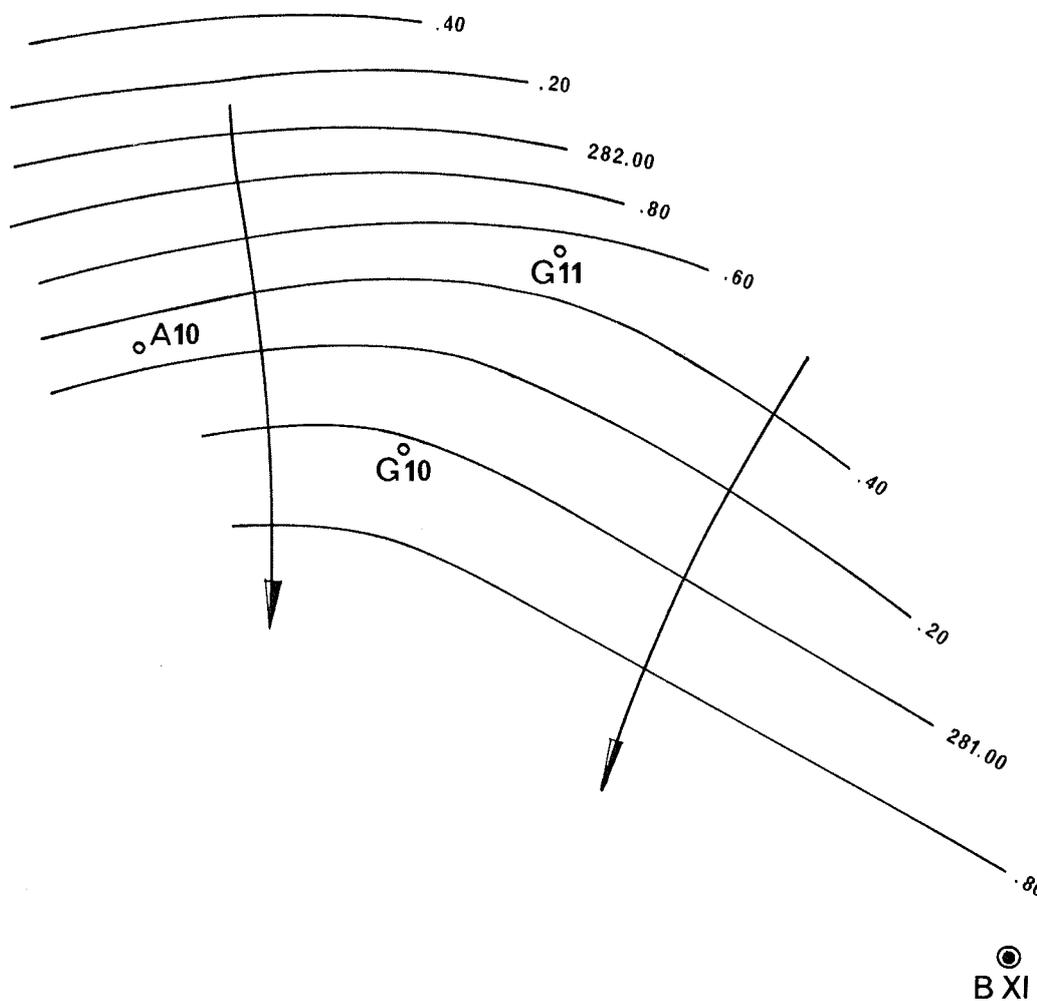


# GW-SCHICHTENPLAN

vom 9.2.1972

BX  
⊙

M 1:10,000



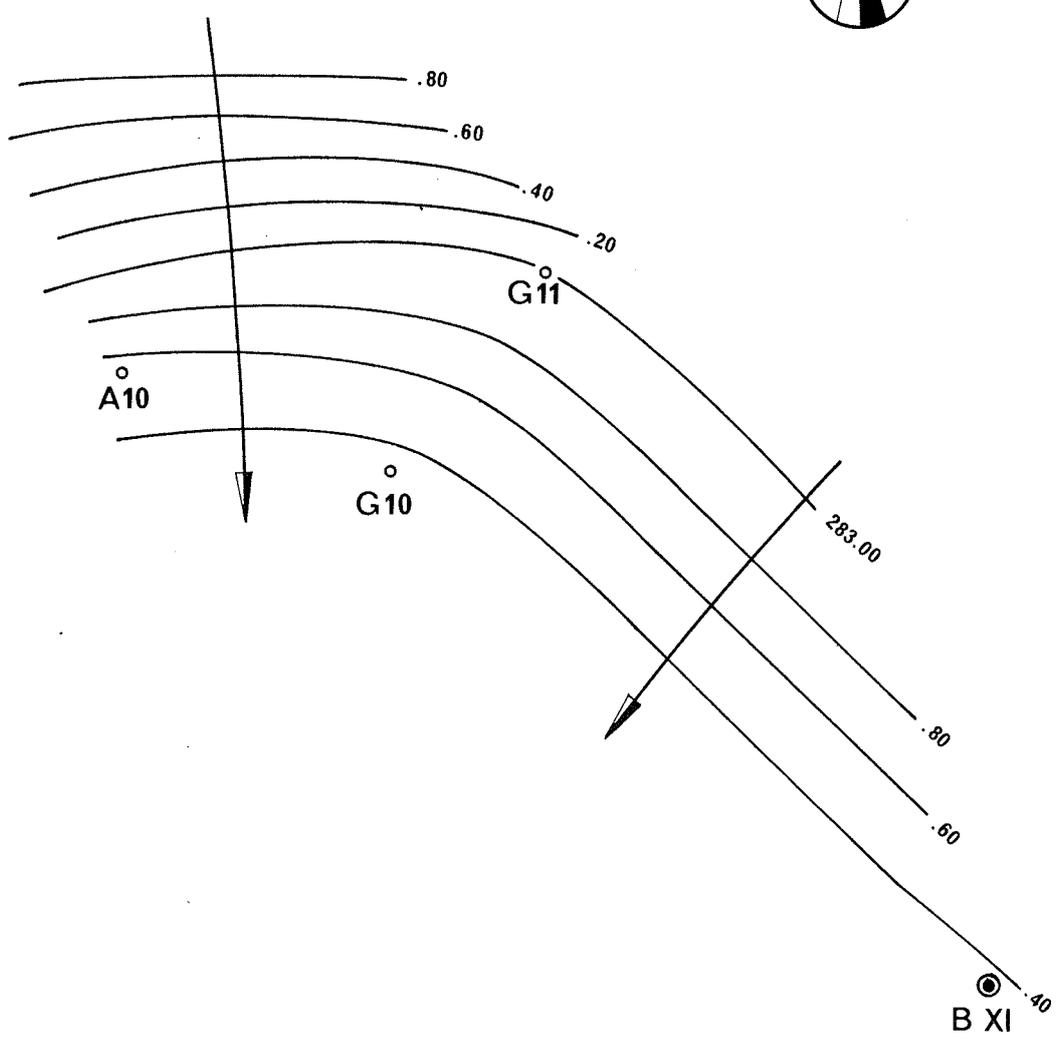
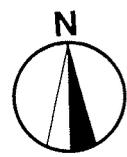


# GW-SCHICHTENPLAN

vom 20.8.1972

M 1:10.000

BX  
⊙





(im Uhrzeigersinn) eintritt.

In Beilage 7 ist der Grundwasserschichtenplan vom 8.1. 1973 ca. 10<sup>00</sup> dargestellt. Für diesen Schichtenplan konnte noch der Beobachtungspunkt 3789 verwendet werden. Dabei zeigt sich, daß der Brunnen B XI eher von NNO her angespeist wird.

Im Anströmbereich des Brunnens B XI beträgt das Grundwasserspiegelgefälle bei sehr niedrigem Grundwasserstand ca. 1,6 ‰ (bei Berücksichtigung des Punktes 3789 ergibt sich z.B. am 8.1.1973  $J = 1,2$  ‰) und steigt bei maximalem Grundwasserstand auf ca. 2,1 ‰ (ohne Verwendung des Punktes 3789). Diese Werte liegen im Bereich der Punkte G 10, G 11 und A 10 höher, hier beträgt das entsprechende Grundwasserspiegelgefälle 2,0 ‰ bzw. 2,7 ‰.

### 3. Pumpversuchsaufbau, Durchführung des Pumpversuches

Der Ausbau der Bohrung B XI zu einem Pumpversuchsbrunnen ist aus dem Bohrprofil zu ersehen (s.d.). Das geologische Profil zeigt nach einer Humusschichte eine überdeckende Lehmschichte der Gesamtstärke von 2,20 m. Auf diese praktisch undurchlässige Schicht folgen mehr oder weniger durchlässige Kies-Sand-Schichten in der Gesamtstärke von 6,40 m. Das Liegende steht in einer Tiefe von 9,20 m und GOK in von Tegel an. Die Grundwassermächtigkeit zum Zeitpunkt des Abteufens betrug 4,70 m.

Die Bohrung wurde mit einem Bohrdurchmesser von 340 mm bis auf eine Tiefe von 11,50 m und GOK niedergebracht. Somit steht sie 2,30 m im Tegel.

Der Ausbau des Brunnens selbst erfolgte mit einem Schlitzbrückenfilterrohr NW 200 und Vollrohren desselben Durchmessers. Die Verkiesung erfolgte mit Filterkies der Körnung 8 - 12 mm mit einer Stärke von 70 mm. Die Lage und Maße sowohl der Rohre wie auch der Verkiesung sind aus dem Ausbauplan zu entnehmen.

In üblicher Weise wurde der Versuchsbrunnen mit einem Pegelkreuz von insgesamt 8 Schlagpegeln ausgestattet. Der Ast in Grundwasserstromrichtung wurde mit 2 Pegeln, der Ast normal dazu mit 6 Pegeln ausgerüstet. Der Lageplan des Pegelkreuzes, sowie die tabellarische Darstellung sowohl der Höhen der Pegel (ROK) wie auch der Entfernungen in bezug auf den Versuchsbrunnen ist aus Beilage 2 zu entnehmen.

Die Messung der geförderten Wassermengen erfolgte über ein Meßwehr mit rechteckigem Überfall ( $b = 300$  mm) bzw. über Behältermessung.

Vor, während und nach dem Pumpversuch wurde der Grundwasserstand im Brunnen selbst, in den Pegeln des Kreuzes und in den Punkten A 11 und A 12 in kurzen Zeitintervallen gemessen. Weiters wurde in den entfernten Beobachtungspunkten G 10, G 11, 3789 und 3793 täglich eine Messung durchgeführt.

Diese Messungen wurden in Protokollen festgehalten und sind in Beilage 5 in Form von Ganglinien graphisch dargestellt, wobei der Abstand der Beobachtungspunkte gegen den Brunnen hin von oben nach unten abnimmt.

Der Pumpversuch wurde in drei Pumpstufen mit den mittleren Fördermengen von ca. 6,2 l/s, 12,5 l/s und 17,8 l/s durchgeführt.

Die beiden ersten Pumpstufen verliefen ohne Zwischenfälle. Die dritte Stufe wurde vorerst mit 18,5 l/s angefahren, jedoch zeigte sich nach einer Pumpdauer von ca. 30 Stunden, daß diese Entnahmemenge dem Brunnen nicht länger ohne Risiko zugemutet werden konnte. Deshalb entschloß man sich am 13.1.1973, die Fördermenge zu drosseln. Die Pumpstufe wurde mit 17,8 l/s zu Ende gefahren. Weiters gab es am 14.1.1973 einen etwa halbstündigen Stromausfall, was natürlich eine Aufspiegelung nach sich zog.

Die Dauer der einzelnen Pumpstufen ist in Beilage 5 aus der Ganglinie der Fördermengen ersichtlich. Die aus dem Grundwasserstrom entnommene Wassermenge betrug in der ersten Pumpstufe ca. 1000 m<sup>3</sup>, in der zweiten ca. 2200 m<sup>3</sup>, in der dritten ca. 7800 m<sup>3</sup>, während des gesamten Pumpversuches also ca. 11000 m<sup>3</sup>.

Die Ganglinien der Wasserstände im Brunnen und im Pegelkreuz sprechen auf die Entnahmeänderungen größeren Ausmaßes sehr gut an und zeigen in den Endphasen aller drei Pumpstufen einen weitgehend stationären Verlauf an. Ob die leicht fallende Tendenz durch die Entnahme aus dem Brunnen oder durch eine davon unabhängige Bewegung des Feldes hervorgerufen wurde, wird später noch erörtert.

In den Hausbrunnen A 11 und A 12 zeigen sich diese charakteristischen Ganglinienbilder nicht mehr, der Grundwasserspiegel fällt vielmehr nahezu gleichmäßig während der Pumpzeit ab. Die direkte Beeinflussung durch den Pumpversuch ist nur durch die charakteristische Ganglinie der Aufspiegelung nach Pumpende zu erkennen.

Die Beobachtungsstellen G 10, G 11, 3789 und 3793 zeigen eine leicht fallende Tendenz, sind aber durch die Entnahme aus B XI nicht beeinflusst.

#### 4. Bestimmung der Feld- $k_f$ -Werte aus dem Pumpversuch

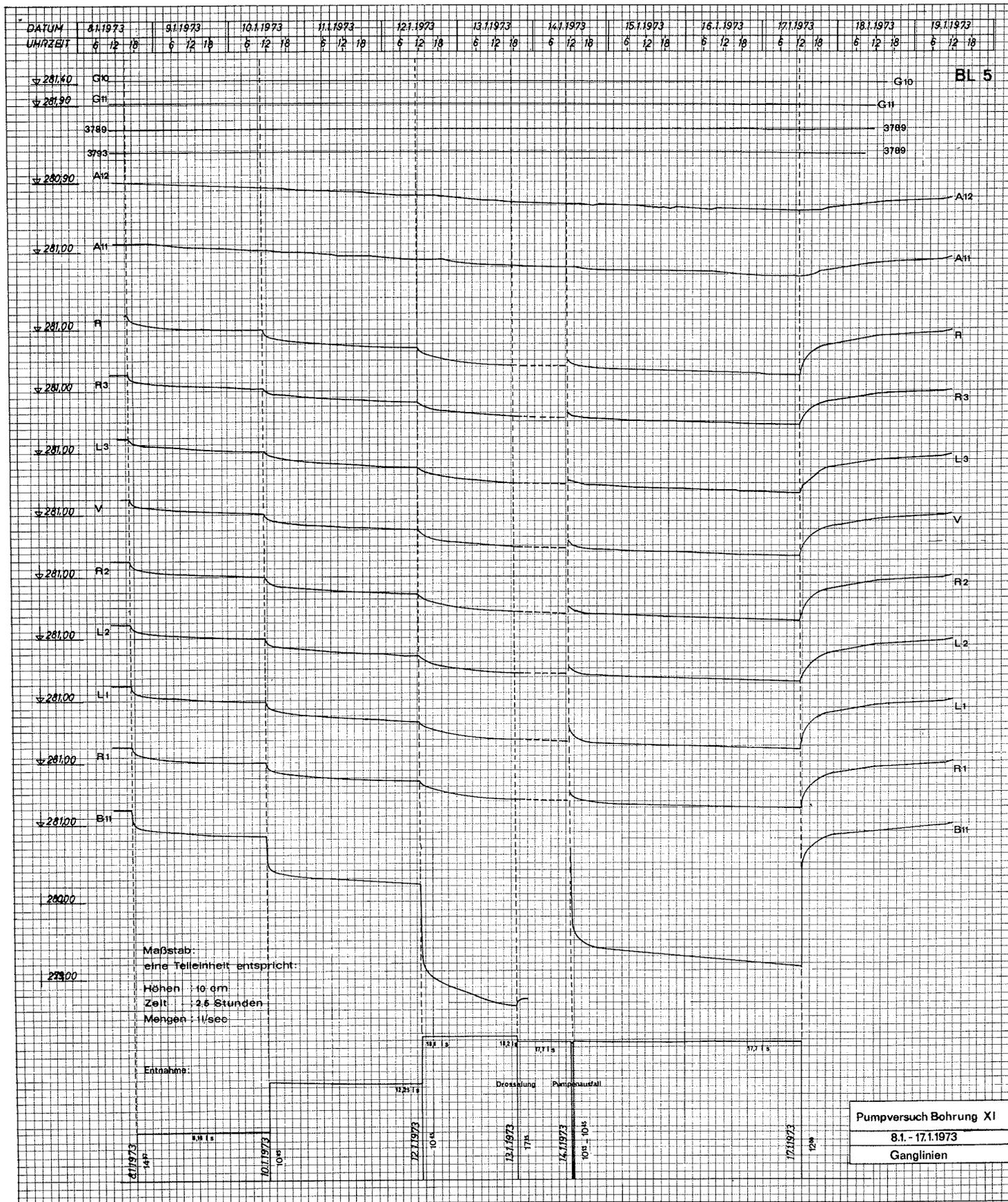
---

Um eine möglichst große Sicherheit in der Aussage zu erlangen, wurde der Pumpversuch nach mehreren Verfahren ausgewertet.

Zunächst sei hier auf die übliche Auswertung nach THIEM verwiesen, wozu der Absenkungsverlauf in den strömungsnormalen Ästen des Pegelkreuzes in geeignetem Maßstab aufzutragen war. Daraus ist ersichtlich, daß der Ast mit den Pegeln L 1, L 2 und L 3 weitgehend in jenem Bereich des Absenkkfeldes liegt, in dem die Annahmen von DUFUIT gelten. Der R-Ast zeigt hingegen, daß der Pegel R 1, hydrologisch gesehen, im sogenannten brunnennahen Bereich liegt. Er darf somit für die Auswertung nicht herangezogen werden.

Die Auswertung nach THIEM ergab für den L-Ast aus den verschiedenen Pumpstufen Werte zwischen  $k_f=6,7 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $k_f=8,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ . Der Schwankungsbereich ist also sehr gering. Der Mittelwert liegt bei  $k_f=7,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ . Die Auswertung des R-Astes ergab Durchlässigkeiten zwischen  $k_f=3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ , der Mittelwert beträgt  $4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ .

Ein weiterer und wesentlicher Aspekt ist die Betrachtung der ausgeprägten instationären Vorgänge im Verlauf eines Pumpversuches, wie sie nach dem Anfahren von Pumpstufen im Absenkvorgang oder nach dem Abstellen der Pum-





pen im Aufspiegelungsvorgang auftreten.

Im vorliegenden Fall konnte - bedingt durch die Anlage des Pumpversuchs - nur die Absenkung ab Pumpbeginn und die Auffüllung nach Pumpende ausgewertet werden. Daraus war eine sehr gute Übereinstimmung der Absenkungs- bzw. Auffüllungslinien ersichtlich.

Die Transmissivität ( $k_f \cdot H$ ) wurde für die zeitliche Absenkung im Mittel mit  $T = 13,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  und für die zeitliche Auffüllung im Mittel mit  $T = 12,7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  errechnet. Der gemeinsame Mittelwert liegt bei  $T = 13,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Bei einer Annahme der Grundwassermächtigkeit von  $H = 5,0 \text{ m}$  kann somit nach dieser Methode die mittlere Durchlässigkeit mit  $k_f = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  angegeben werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den  $k_f$ -Wert über die Konstruktion von Grundwasserschichtenplänen zu bestimmen (Beilagen 6 - 12).

Die Beilagen 6 und 7 zeigen die Grundwassersituation vor Beginn des Pumpversuchs (8.1.1973 ca.  $10^{00}$ ). Die Zentralstromlinie verläuft etwa in Richtung 3789 - B XI, das zugehörige Grundwasserspiegelgefälle im Anströmbereich beträgt ca. 1,2 ‰.

Zur Auswertung der einzelnen Pumpstufen ist zu sagen, daß eine zwingende Konstruktion der Randstromlinien infolge des Fehlens zusätzlicher Beobachtungspunkte im Vorfeld des Brunnens nicht möglich war. Es kann somit der Feld- $k_f$ -Wert nur über die Scheitelung abgeschätzt werden.

In den Beilagen 8, 9, 10 wurde versucht, die Grundwassersituation jeweils am Ende der einzelnen Pumpstufen festzuhalten. Aus den Größen der Scheitelung ergeben sich

rechnungsmäßig Einzugsbreiten von ca. 300 m, 600 m und 800 m für die einzelnen Pumpstufen. Die Transmissivitäten liegen somit in der Größenordnung von  $T = 18,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , was einem  $k_f$ -Wert von  $k_f = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  entspricht.

Über eine eventuelle Drehung der Zentralstromlinie durch die Entnahme und damit eine Änderung der Hauptanspeisungsrichtung können keine Aussagen gemacht werden.

In den Beilagen 11 und 12 ist noch die Grundwassersituation ersichtlich, wie sie am 22.1.1973, also 5 Tage nach Pumpende, vorherrschte. Zu diesem Zeitpunkt liegt der Grundwasserspiegel im Bereich des Brunnens B XI ca. 20 cm tiefer als zu Beginn des Pumpversuchs, während die weiter entfernten Punkte 3789, G 10 und G 11 nur leicht abgesunken sind (z.B. der Punkt 3789 um 3 cm). Diese Tatsache wird später noch erörtert.

Dieses Absinken führt naturgemäß zu einer Versteilung des Grundwasserspiegelgefälles im Anströmbereich und zu einer leichten Verdrehung. Die Zentralstromlinie in bezug auf B XI geht östlich des Punktes 3789 vorbei.

Zusammenfassend zur Bestimmung der Durchlässigkeit kann gesagt werden, daß je nach Auswertungsmethode die Felddurchlässigkeit im Einflußbereich des Brunnens B XI zwischen den Mittelwerten von  $k_f = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  und  $k_f = 7,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  schwankt. Der tatsächliche Feldwert, der für die Wassergewinnung maßgebend ist, dürfte zwischen den Werten

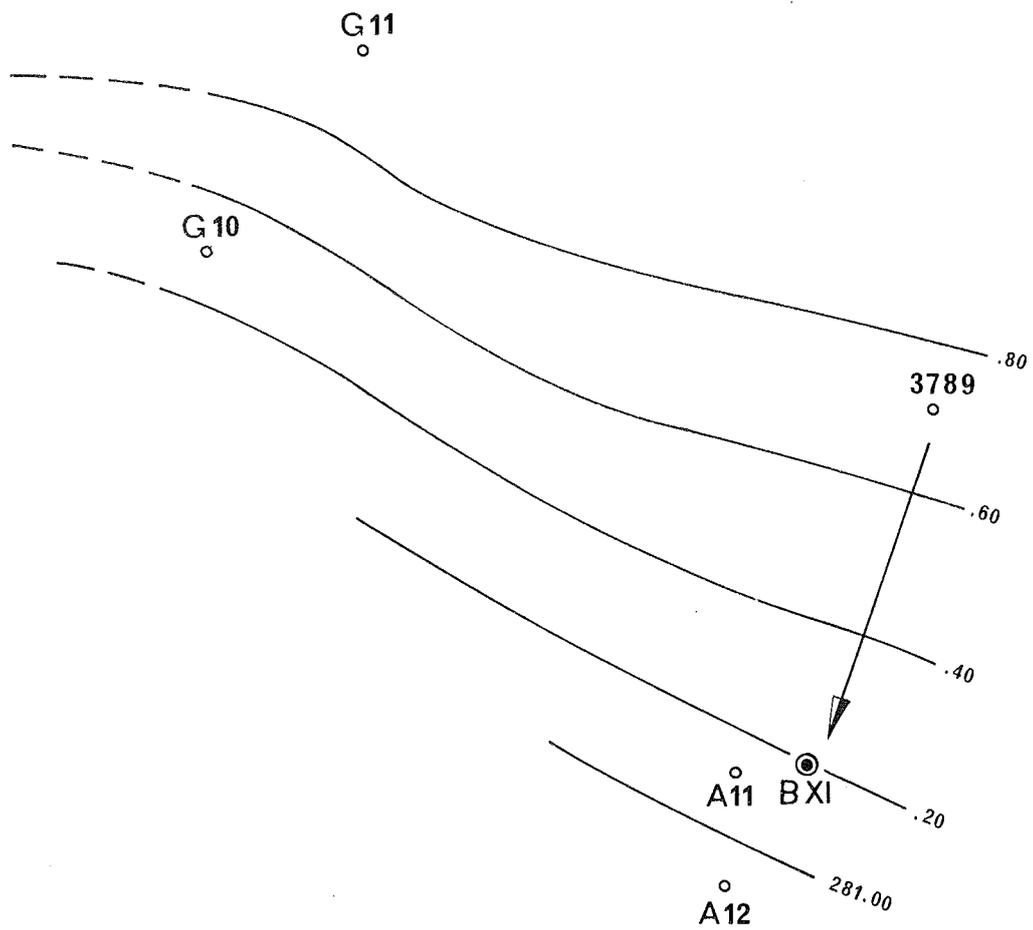
$$k_f = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \text{ und } k_f = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

liegen.

# GW- SCHICHTENPLAN

vom 8.1.1973 ca. 10<sup>00</sup>

M 1:10.000

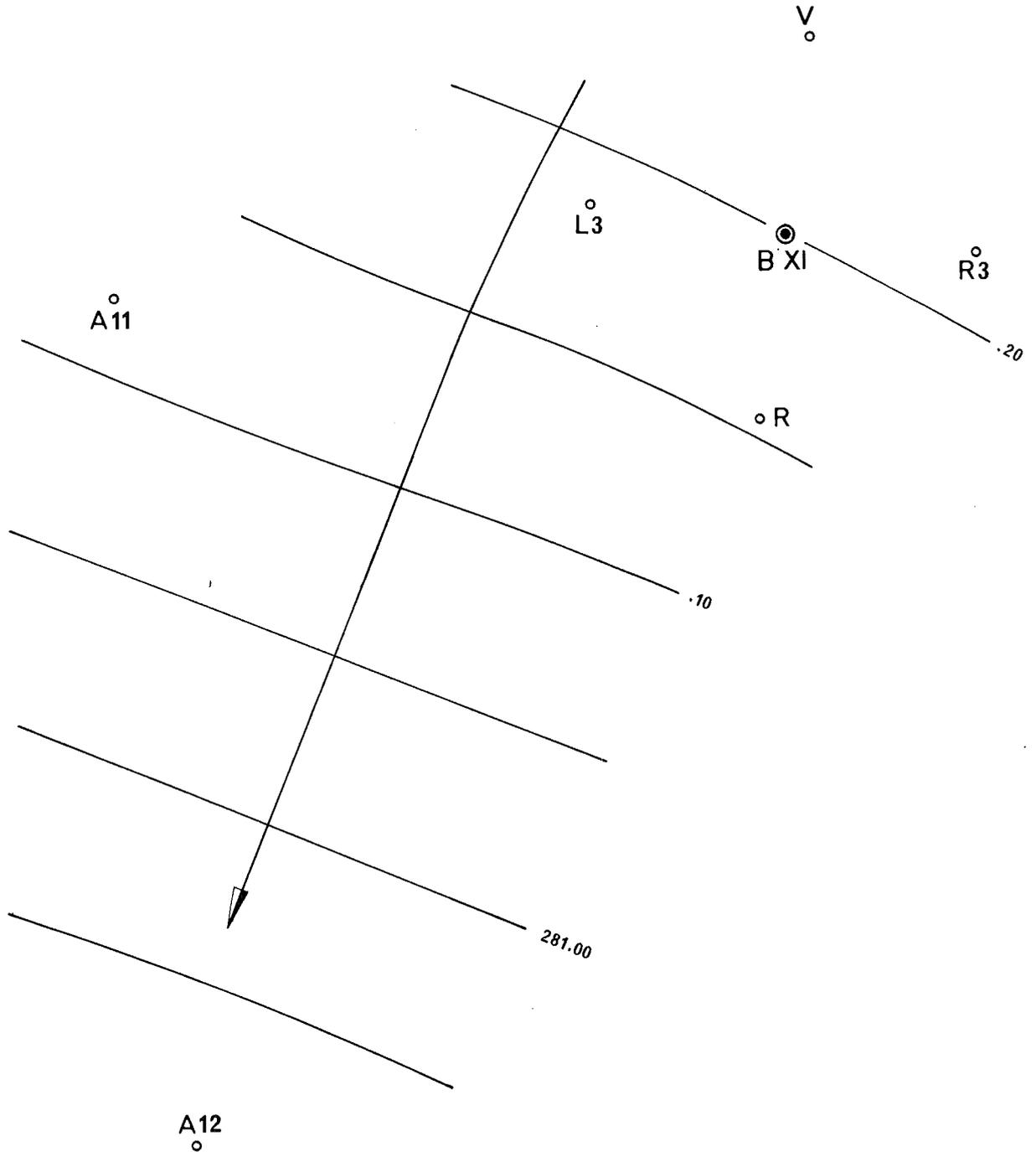




# GW- SCHICHTENPLAN

vom 8.1.1973 ca. 10<sup>00</sup>

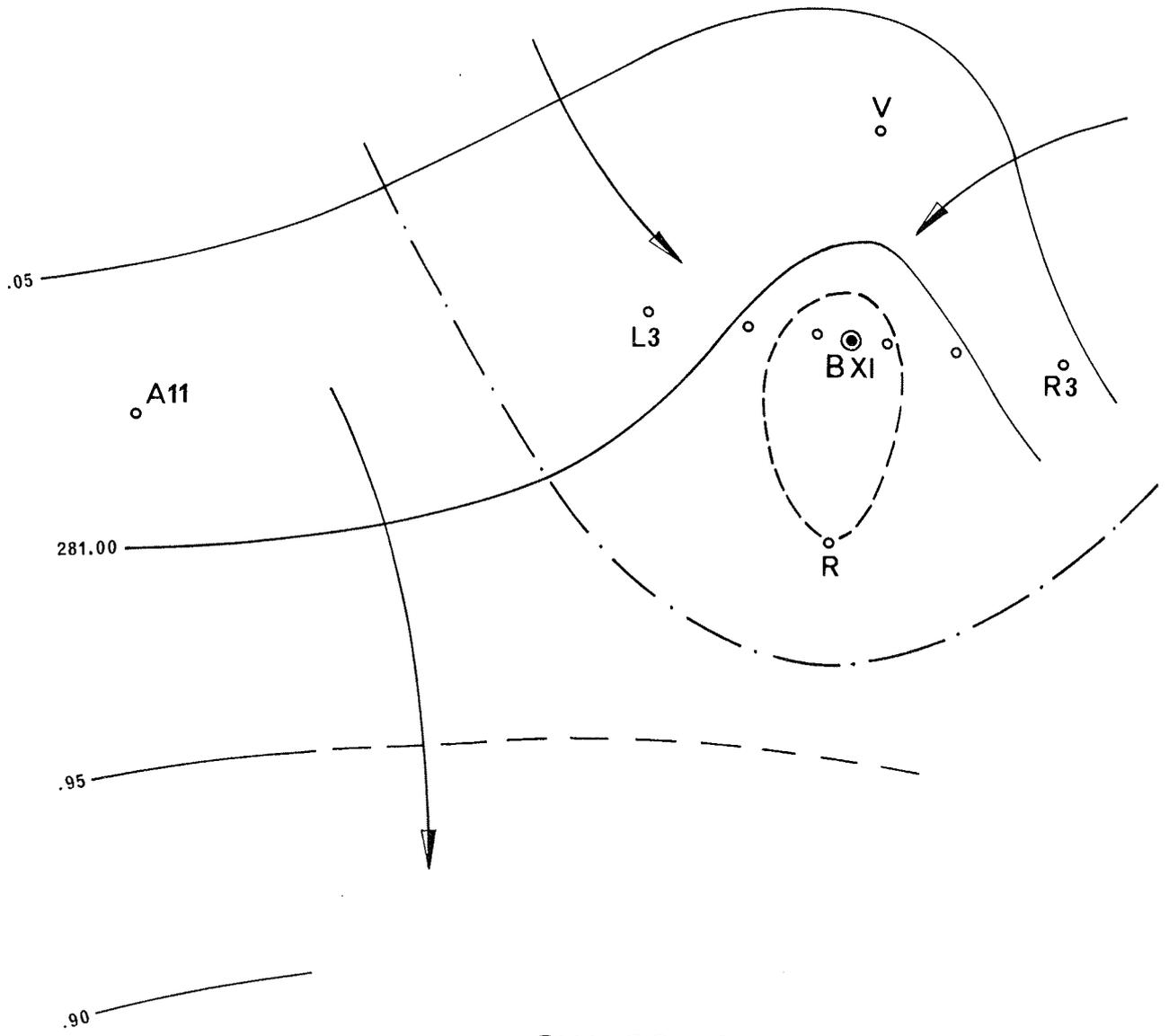
M 1:1000







BL 8



### GW-SCHICHTENPLAN

vom 10.1.1973 ca. 9<sup>30</sup>

$Q \cong 6,2 \text{ l/sec}$

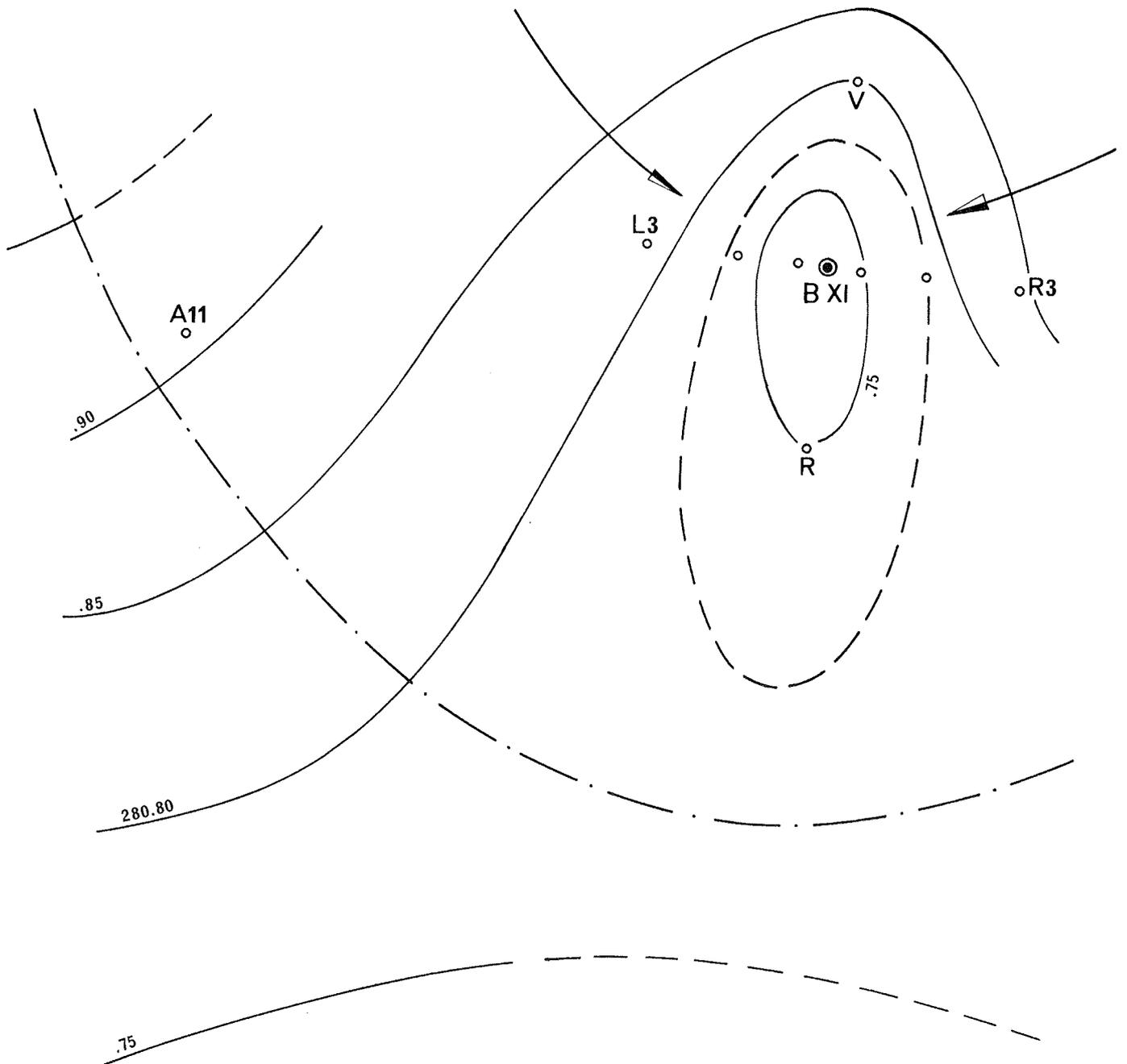
M 1:1.000

A12  
○





BL 9



A11

.90

.85

280.80

.75

L3

R

B XI

.75

R3

V

A12

### GW-SCHICHTENPLAN

vom 12.1.1973 ca. 10<sup>00</sup>

Q  $\approx$  12,3 l/sec

M 1:1000



# GW-SCHICHTENPLAN

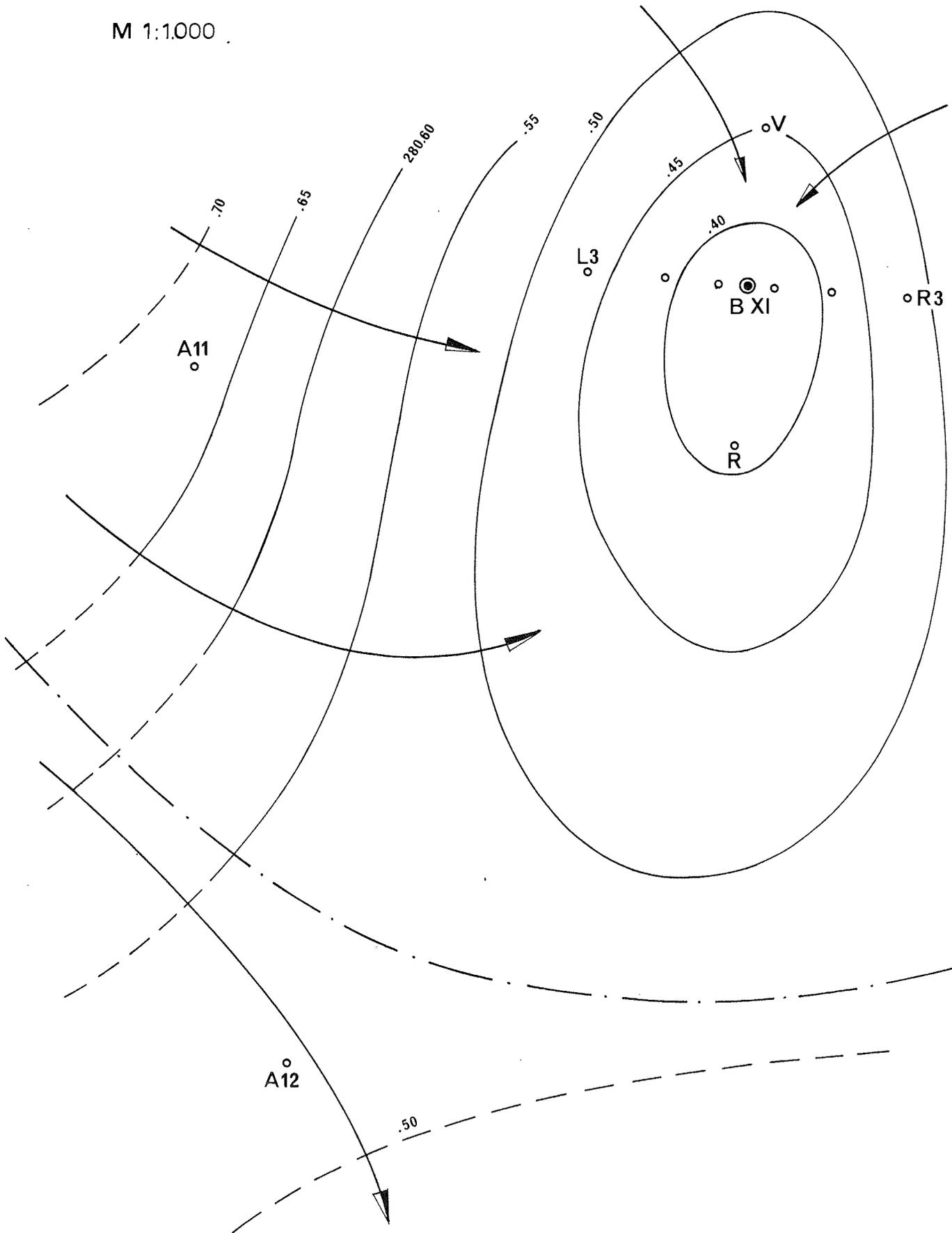
vom 17.1.1973 ca.11<sup>00</sup>

$Q \cong 17.8 \text{ l/sec}$

M 1:1.000



BL 10

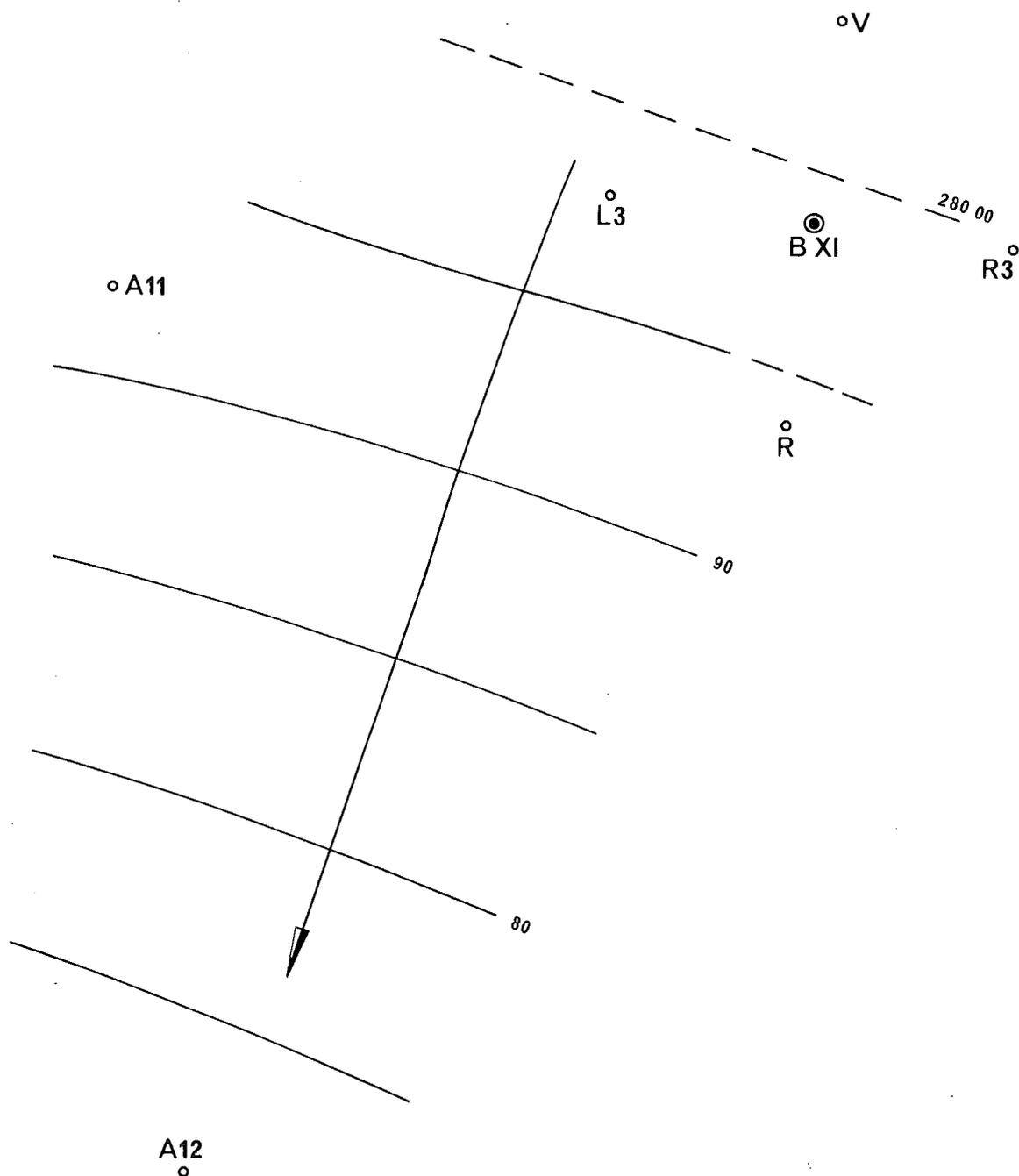




# GW-SCHICHTENPLAN

vom 22.1.1973

M 1:1000

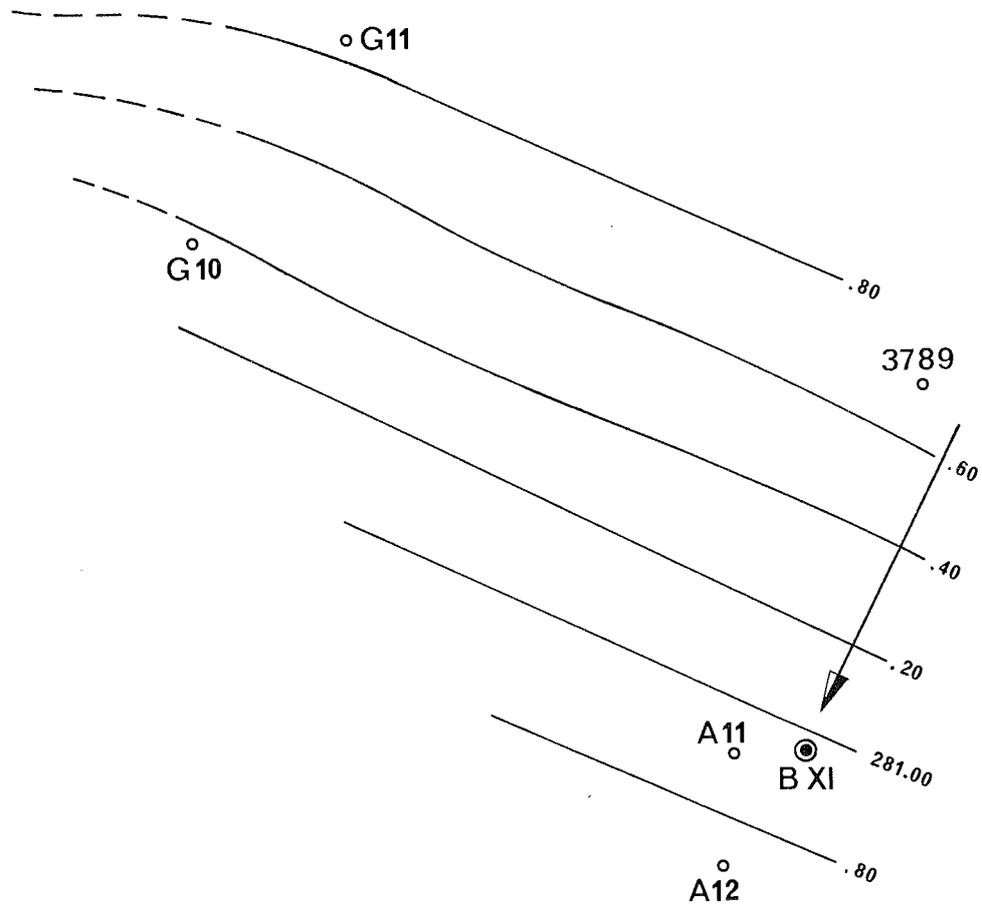




# GW-SCHICHTENPLAN

vom 22.1.1973

M 1:10.000





Zu den Bodenuntersuchungen, die am Institut für Hydraulik durchgeführt wurden, ist zu sagen, daß die Bodenproben nur für einen nahezu punktförmigen Bereich charakteristisch sind. Unter diesem Aspekt betrachtet, liegen auch diese Werte in der Größenordnung des Feldwertes.

Im Bereich der Ortschaft Ragnitz, ca. 1500 m südlich von B XI, wurde an einem Schachtbrunnen ein Pumpversuch durchgeführt. Die daraus errechneten Felddurchlässigkeiten betragen im Mittel  $k_F = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  und sind damit nahezu gleich groß wie die im Bereich von B XI.

#### 5. Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes, Auswahl des Brunnen- typs, Abgrenzung des Schutzgebietes

Die Ganglinien der Grundwasserstände während des Pumpversuches (Beilage 5) zeigen auch nach längerer Dauer der einzelnen Pumpstufen noch immer eine leicht fallende Tendenz des Grundwasserspiegels. Am 22.1.1973, also 5 Tage nach Abstellen der Pumpe, zeigen der Brunnen B XI sowie die Beobachtungspunkte in der Nähe noch immer einen Grundwasserstand an, der in B XI und im Pegelkreuz 21 cm, in A 11 18 cm und in A 12 20 cm unter dem des 8.1.1973, also vor Beginn des Pumpversuchs, liegt.

Es liegt somit die Vermutung nahe, daß durch den Pumpversuch mit einer Gesamtentnahme von ca.  $11000 \text{ m}^3$  das Grundwasserfeld bereits überbeansprucht und die Grundwassererneuerung nicht ausreichend ist.

Bei Betrachtung der maßgebenden Ganglinien über einen längeren Zeitraum (Beilage 13) zeigt sich die wahre Ten-

denz des Grundwasserregimes. Wenn man die Ganglinie des Brunnens B XI heranzieht, so zeigt sich, daß der Grundwasserstand etwa während eines Monats vor Beginn des Pumpversuchs eine nahezu gleichmäßig fallende Tendenz aufwies (20 cm in 28 Tagen). Verlängert man diese Kurve gefühlsmäßig über den Pumpversuch hinaus, so schmiegt sie sich sehr gut in die Ganglinie nach dem 28.1.1973 ein. Der Grundwasserspiegel liegt am 28.1.1973 um 21 cm tiefer als am 8.1.1973.

Es haben sich somit zwei Bewegungen überlagert, nämlich die fallende des Gesamtfeldes mit der steigenden des Aufspiegelungsvorganges, was den Anschein einer Überbeanspruchung des Grundwasserfeldes erweckt hat. Dieselbe Tendenz im Aufspiegelungsvorgang ist auch in den Brunnen A 11 und A 12 zu beobachten.

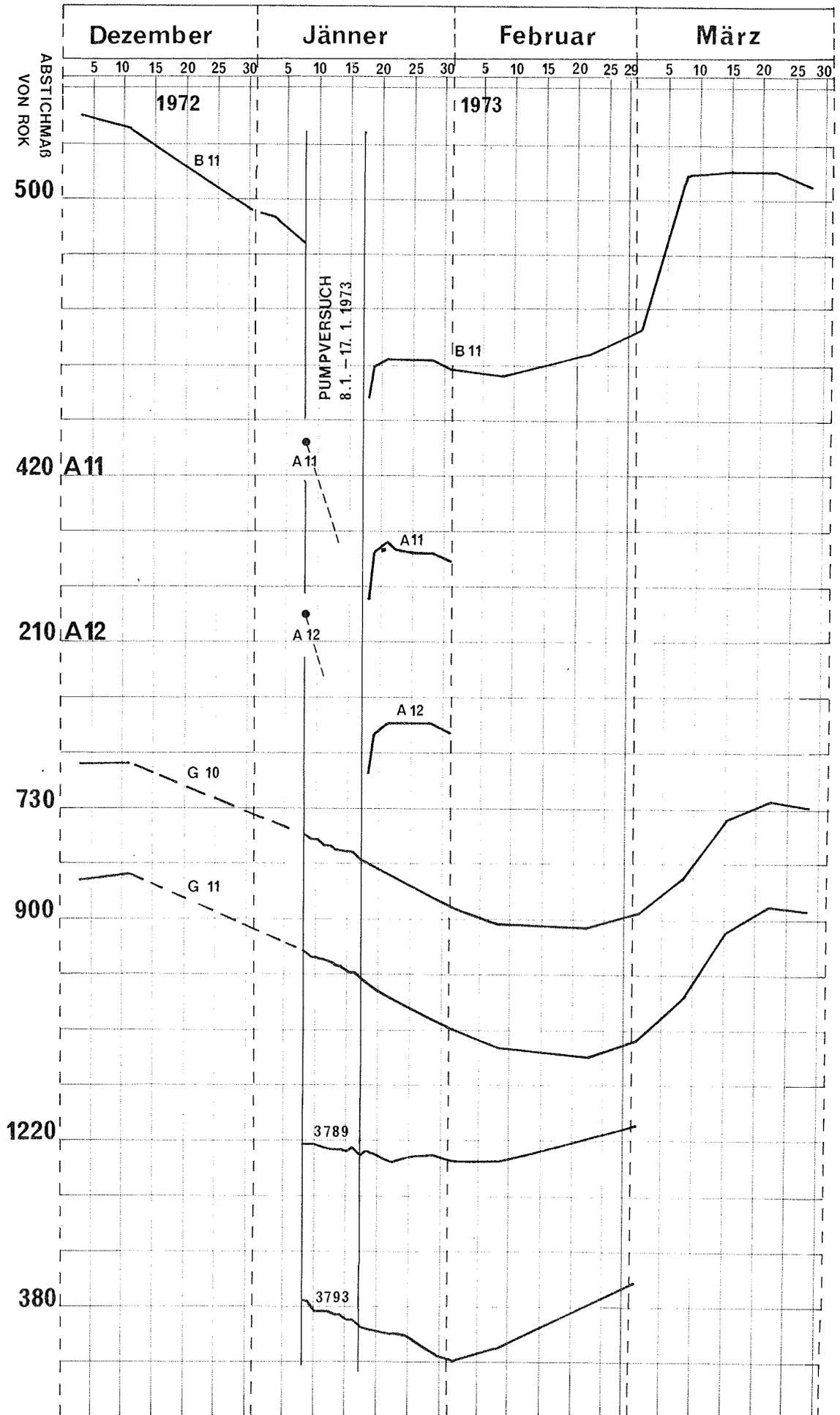
Die oben beschriebene Grundwasserspiegelbewegung ist auch in den Pegeln G 10 und G 11 sehr gut zu erkennen. Auch hier sinkt der Grundwasserspiegel zwischen dem 11.12.1972 und dem 8.1.1973 bzw. zwischen dem 8.1.1973 und dem 28.1.1973 etwa um das gleiche Maß.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß eine Überbeanspruchung durch den Pumpversuch unwahrscheinlich ist und die Alimentation als ausreichend zu betrachten ist.

Aus den Ganglinien der Beilage 13 läßt sich noch ein weiterer interessanter Schluß ableiten. Es zeigt sich nämlich beim Vergleich der Ganglinien von B XI, G 10, G 11 und 3789, daß B XI durchaus dem Einfluß des Gesamtfeldes - repräsentiert durch G 10 und G 11 - unterliegt und der Einfluß vom Hang her (3789) nicht so stark sein dürfte wie dies die Grundwasserschichtenli-

# Ganglinien der Beobachtungsbrunnen zu Pumpversuch Bohrung XI

BL 13





nien z.T. zeigen.

Der Ruhegrundwasserstand in B XI lag zur Zeit des Pumpversuchs um ca. 20 cm über dem Mittel des Jahres 1971, um ca. 40 cm unter dem Mittel des Jahres 1972 und dürfte somit unter dem langjährigen Mittel liegen. Die maximale Grundwasserspiegelschwankung im Beobachtungszeitraum seit 1970 betrug in B XI ca. 1,90 m.

Zur Berechnung der Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes muß das Jahr 1971 herangezogen werden. In diesem Jahr lag der Grundwasserspiegel äußerst niedrig, die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht (in B XI) schwankte während 5 Monate dieses Jahres, nämlich von Juli bis November, um die Minimalwerte von  $H = 4,40$  m bis  $H = 4,60$  m.

Mit den aus dem Pumpversuch ermittelten Wert für die Felddurchlässigkeit ergibt sich somit eine maßgebende Transmissivität von  $T = 16,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Die dauernd gewinnbare Wassermenge dürfte somit bei

ca. 20 l/s bis 25 l/s

liegen, was eine Einzugsbreite von ca. 1000 m nach sich zieht. Bei hohen Grundwasserständen liegt die mögliche Entnahme naturgemäß etwas höher, sie kann mit obigen Annahmen auf ca. 30 l/s geschätzt werden. Die Fassungsanlage wäre somit für diese Entnahmemenge auszubauen.

Infolge der geringen Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht kann bei einem Vertikalbrunnen aus konstruktiven Gründen nur ein Filterrohrschuß mit einer Länge von 2,50 m angeordnet werden. Dies hat zur Folge, daß

der Brunnen nur mit einer Dauerleistung von ca. 10 l/s betrieben werden darf (bei Filterrohr - NW 500). Es wäre somit eine Brunnenreihe von 3 Vertikalbrunnen erforderlich, wobei der Abstand zwischen den Brunnen - gemessen längs einer Grundwasserschichtenlinie - ca. 400 m betragen müßte.

Nach den ermittelten Kornverteilungskurven der Bodenproben aus B XI ist auch der Bau eines Kleinhorizontalfilterbrunnens nach dem Ranney - Verfahren möglich. In diesem Fall ist natürlich nur ein Brunnen erforderlich, doch bestehen auch hier große Schwierigkeiten infolge der geringen Grundwassermächtigkeit. Wesentlich für die einwandfreie Funktion des Brunnens ist, daß der Filter mit größter Sorgfalt ausgespült wird. Da der überlagernde Wasserdruck sehr gering ist, kann dies nur über Spezialverfahren durchgeführt werden. Der Filterstern muß ca. 1,00 m bis 1,50 m über dem Liegenden vorgetrieben werden, die Gesamtlänge der Filterrohre (NW 125 bis NW 150) muß 70 m bis 100 m betragen. Für die Projektierung sind außer der Zentralbohrung noch mindestens 3 Sternbohrungen abzuteufen.

Durch das Fehlen von weiteren Grundwasserbeobachtungspunkten im Einflußbereich des Versuchsbrunnens B XI kann keine Aussage über eine Verschwenkung der Zentralstromlinie durch die Entnahme gemacht werden. Aus diesem Grund ist es auch nicht möglich, genaue Angaben über die Situierung eines Schutzgebietes (60-Tage - Grenze oder Schutzzone II lt. DVGW) zu machen.

Eine Abschätzung des erforderlichen horizontalen Sickerweges längs der Zentralstromlinie ist jedoch möglich.

Beim Abteufen der Bohrung B XI wurde eine undurchlässige Überdeckungsschicht der Stärke von 2,20 m angefahren. Sollte eine derartige Schutzschichte im gesamten Einzugsgebiet - dieses Gebiet erstreckt sich innerhalb der Randstromlinie um die Länge des noch zu besprechenden horizontalen Sickerweges grundwasserstromaufwärts und -abwärts - lückenlos sein und auch keine unterirdischen Einleitungen vorhanden sein, so ist die Abgrenzung eines Schutzgebietes nicht erforderlich.

Ist diese Überdeckungsschicht nur stellenweise vorhanden, so muß ein Schutzgebiet abgegrenzt werden. Der lotrechte Sickerweg wird üblicherweise bei geringmächtiger wasserdurchlässiger durchlüfteter Überdeckungsschicht nicht in Rechnung gestellt. Zur Berechnung des horizontalen Sickerweges ist von den ungünstigsten Verhältnissen auszugeben, weiters ist eine Absenkung durch die Entnahme aus dem Brunnen zu berücksichtigen.

Unter der Annahme, daß die Zentralstromlinie durch die Entnahme keine Verschwenkung erfährt und der Brunnen somit aus dem Gebiet östlich der Linie G 10 - G 11 gespeist wird, ergibt sich der horizontale Sickerweg grundwasserstromaufwärts mit ca. 400 m. Tritt allerdings eine Verschwenkung nach N hin ein, erfolgt also die Anspeisung hauptsächlich aus dem Gebiet westlich der Linie G 10 - G 11 so wäre der erforderliche Sickerweg ca. 500 m. Zur Errechnung dieser Werte wurde eine größere Wasserwegigkeit als dem Feld -  $k_f$  - Wert entspricht, angenommen. Führt man den aus dem Pumpversuch ermittelten Feldwert in die Rechnung ein, so ergeben sich Sickerwege von ca. 300 m bzw. 350 m.

Das erforderliche Schutzgebiet grundwasserstromabwärts richtet sich nach dem Brunnentyp, der zur Ausführung gelangt. Es beträgt, da die Scheitelung maßgebend ist, längs der Zentralstromlinie bei der Vertikalbrunnenreihe ca. 50 m, beim Horizontalfilterbrunnen ca. 150 m.

Zusammenfassend zur Schutzgebietsfrage kann gesagt werden, daß bei Fehlen einer durchgehenden undurchlässigen Schutzschichte das erforderliche Schutzgebiet sehr groß ist. Es mußte deshalb alles daran gesetzt werden, Aufschluß über die Überdeckungsschichte zu bekommen, offene Stellen zu sanieren und Einleitungen aufzunehmen und zu verhindern.

Maßgebend für die endgültige Wahl des Fassungsstyps sind die genauen lokalen Verhältnisse und wirtschaftliche Überlegungen hinsichtlich der Sicherung des erforderlichen Schutzgebietes, des Baues und Betriebes der Fassungsanlage. Zur endgültigen Situierung der Fassungsanlage ist zu sagen, daß auch die Qualität des Wassers in chemischer und bakteriologischer Hinsicht in die Überlegungen einzu beziehen ist.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Walter WESSIAK  
5550 Radstadt  
Nr. 363

- 391 -

DIE GRUNDWASSERERGIEBIGKEIT IM BEREICH DER BOHRUNG IV  
(GRIESWIESEN)

(Hydrologisches Gutachten)

von

Walther Wessiak.



Das gegenständliche Grundwasserhoffnungsgebiet, die sogenannte Grieswiese, liegt, wie aus den Lageplänen ersichtlich ist, nördlich der Ortschaft Lebring und wird von der Mur und dem sogenannten "Weissenegger Mühlkanal" eingeschlossen. Dieses Grundwasserfeld wurde durch eine Reihe von Grundwasserbeobachtungsstellen aufgeschlossen, ein Pumpversuchsbrunnen wurde errichtet und eine strömungsnormale Pegelreihe geschlagen (Beil. 1).

Die Grundwasserströmungsrichtung verläuft, der Eigenschaft des Grundwasserstroms als Begleitgrundwasserstrom der Mur entsprechend, generell von Norden nach Süden, wobei durch die Nähe der Mur naturgemäß eine Verschwenkung der Stromlinien je nach der Wasserführung der Mur und des Grundwasserregimes anzunehmen ist.

Im Mai 1969 wurde aus dem Pumpversuchsbrunnen B IV ein Pumpversuch durchgeführt und von o.Prof.Dr. Nemecek ausgewertet. Die Ergebnisse wurden in Form eines Gutachtens vorgelegt. Sie sollen noch kurz zusammengefaßt und durch in der Zwischenzeit gewonnene neuere Erkenntnisse ergänzt werden.

Der Grundwasserschichtenplan vom 15.5.1969 zeigt die Grundwassersituation vor Beginn des Pumpversuchs und ist aus Beilage 2 ersichtlich. Die eingezeichnete Stromlinie in bezug auf B IV läßt deutlich einen Einfluß von der Mur her erkennen. Das Grundwasserspiegelgefälle betrug im Anström-bereich von B IV ca. 1,6 ‰ bis 1,7 ‰. Der Ruhegrundwasserspiegel im Feld lag ca. 1 - 2 m unter Gelände.

Der Pumpversuch wurde, wie üblich, mit drei Pumpstufen gefahren. Für die Stationärzustände wurde der  $k_F$ -Wert nach THIEM errechnet. Ein mittlerer  $k_F$ -Wert aus dieser Berechnung konnte von o.Prof. Dr. Nemecek für den engeren Ein-

zugsbereich mit  $k_f = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  angegeben werden.

Die Auswertung des instationären Vorganges der Wiederauffüllung nach Pumpende wurde noch zusätzlich durchgeführt. Die Kurven zeigen eine gute Übereinstimmung, die Transmissivität kann aus ihnen mit ca.  $T = 34 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  angegeben werden.

In der Folge wurde noch der Grundwasserschichtenplan vom 24.5.1969, der aus Beilage 3 ersichtlich ist, zur Auswertung herangezogen. Dieser Grundwasserschichtenplan zeigt die Grundwassersituation knapp vor Beendigung der letzten Pumpstufe und des Pumpversuches. Die Entnahme aus dem Versuchsbrunnen schwankte während dieser Pumpstufe zwischen 16,2 l/s und 19,5 l/s, zur Berechnung wird ein Wert von 18 l/s angenommen.

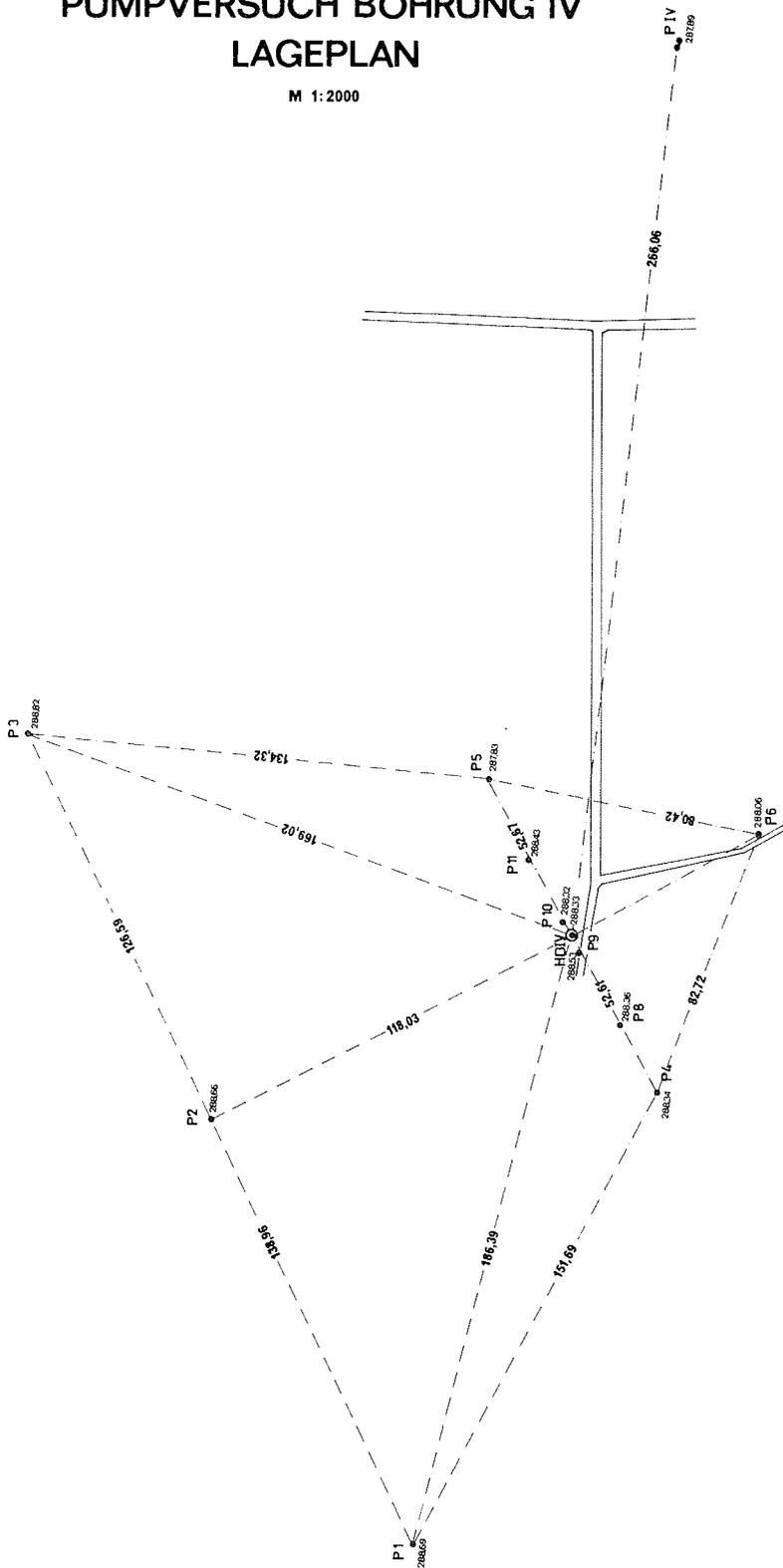
Ein Vergleich dieses Grundwasserschichtenplanes mit dem Grundwasserschichtenplan vom 15.5.1969 zeigt, daß es durch die Entnahme zu einer Verschwenkung der Zentralstromlinie zur Mur hin und damit zu einer stärkeren Anströmung von der Mur her gekommen ist.

Die Auswertung dieses Grundwasserschichtenplanes ergibt eine mittlere Transmissivität im Einflußbereich des Brunnens mit  $T = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Bei der Annahme einer mittleren Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht im Feld von ca. 5 - 6 m zurzeit des Pumpversuches (die Mächtigkeit in B IV kann mit ca. 6 m angenommen werden) ergibt sich eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse nach THIEM mit denen, die aus den instationären Vorgängen und dem Grundwasserschichtenplan gewonnen wurden. Der mittlere  $k_f$ -Wert, der für das Feld und damit für die Grundwassergewinnung maßgebend ist, dürf-

# PUMPVERSUCH BOHRUNG IV LAGEPLAN

M 1:2000



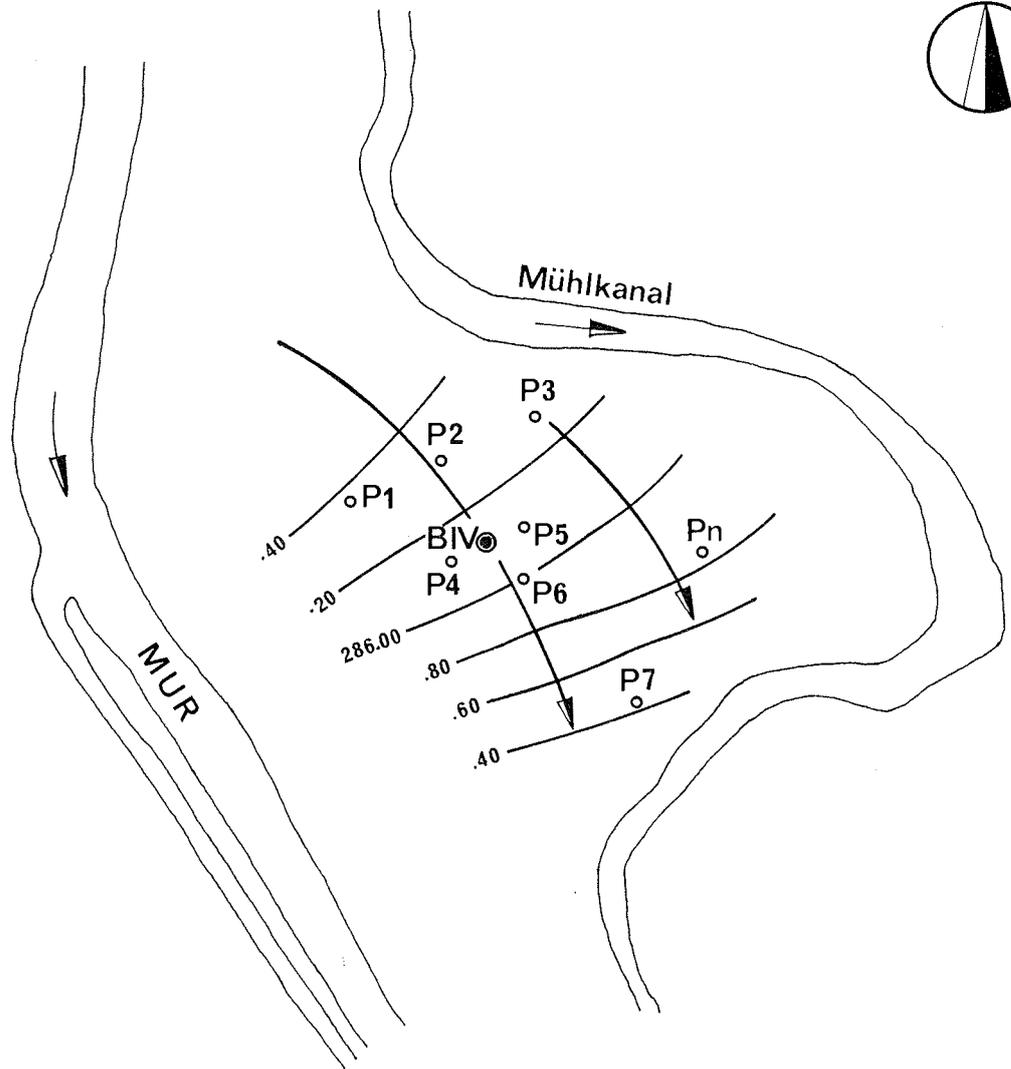
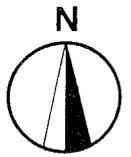
- SCHLAGSONDE
- ⊙ HAUPTDUNNEN

BL 1

• 28755  
P7

• P7A





**GW-SCHICHTENPLAN**  
vom 15.5.1969 ca. 10<sup>00</sup>

M 1:10.000

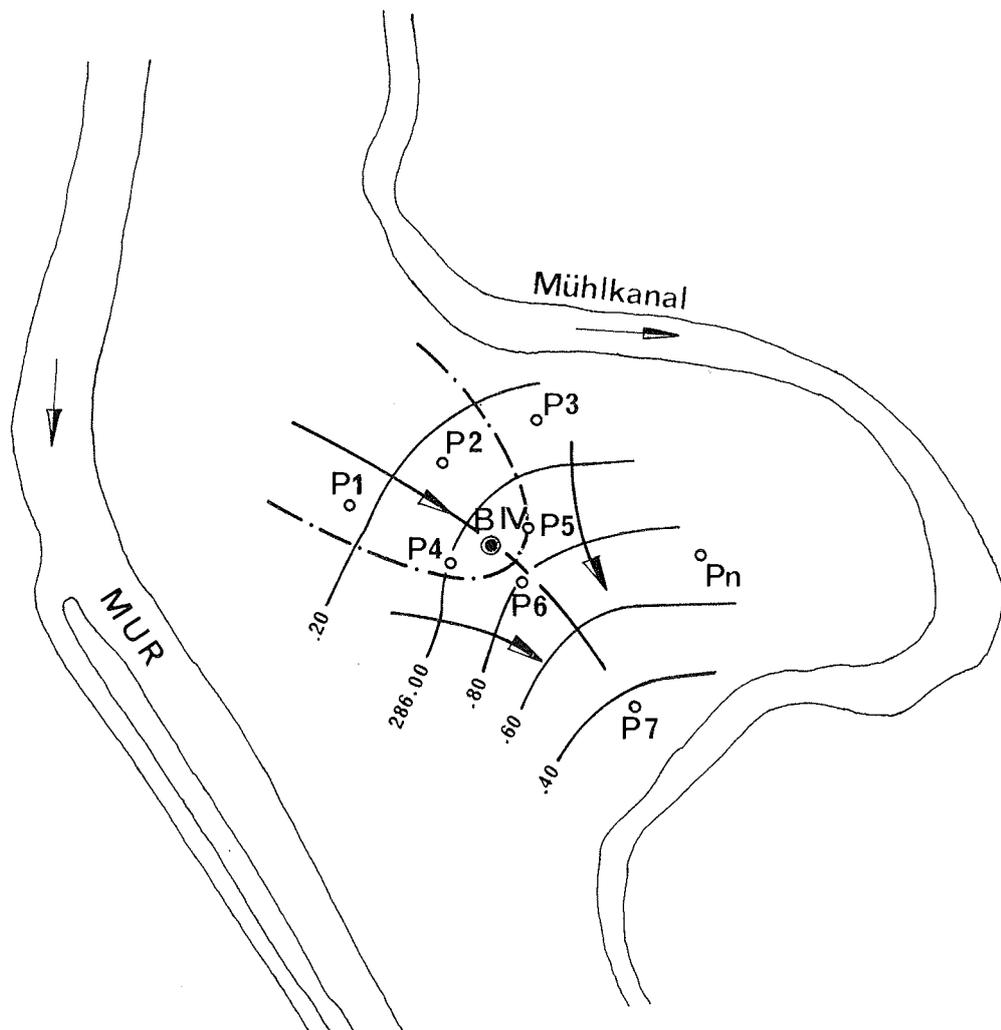
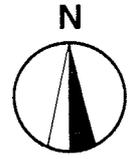


# GW-SCHICHTENPLAN

vom 24.5.1969 ca. 9<sup>00</sup>

ENTNAHME AUS B IV:  $Q \approx 181/\text{sec}$

M 1:10.000





te somit zwischen den Werten

$$k_f = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \text{ und } k_f = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

liegen.

Die Ergebnisse der Auswertung nach THIEM zeigen eine gewisse Asymmetrie der  $k_f$ -Werte insofern, daß die Durchlässigkeiten westlich des Versuchsbrunnens größere Werte erreichen als die östlich davon. Diese Asymmetrie dürfte nicht nur lokal vorhanden sein, da sie auch in der Asymmetrie des Strömungsbildes im Grundwasserschichtenplan vom 24.5.1969 zum Ausdruck kommt. Hier dürfte allerdings auch das verstärkte Anströmen von der Mur her von Einfluß sein.

Aus den vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung zur Verfügung gestellten Ganglinien der Wasserstände der Jahre 1970, 1971 und 1972 geht hervor, daß während dieser Zeit der Grundwasserstand nicht wesentlich jene Werte unterschritten hat, welche zur Zeit des Pumpversuchs im Feld vorlagen. Trotzdem soll aus Gründen der Sicherheit zur Abschätzung der Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes eine verminderte Transmissivität in Rechnung gestellt werden.

Nimmt man eine bei einem Niedrigwasserstand vorhandene Transmissivität von  $T = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  als unteren Wert an, so erscheinen Wassermengen bis zu etwa 50 l/s, wie bereits im Gutachten von o.Prof. Dr. Nemecek dargelegt, erschrotbar. Allerdings könnte dieses Wasser unter der Annahme einer Korrespondenz zwischen Grundwasser und Oberflächengewässern nur für reine Nutzzwecke verwendet werden, da die erforderliche Fließdauer von den Oberflächengewässern her dem Kriterium einer 60-Tage-Grenze auch bei einer Ver-

schiebung der Fassungsanlage nicht genügen würde. Wie bereits erwähnt, ist die Überdeckung der grundwasserführenden Schicht sehr gering und kann somit bei den Überlegungen zur Schutzgebietsfrage nicht in Rechnung gestellt werden.

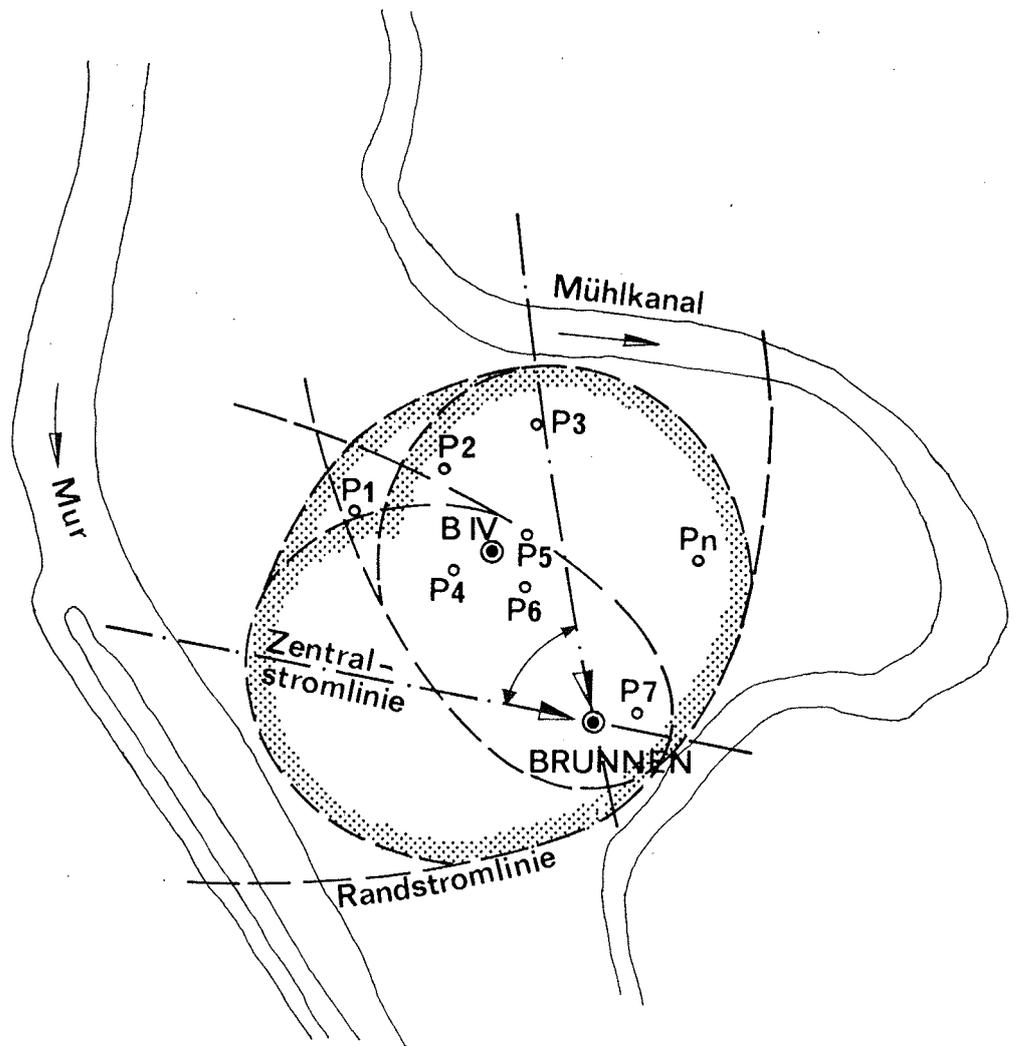
Bei einer Entnahme von 13 l/s, wie sie bei der 3. Pumpstufe auftrat, müßte der erforderliche Fließweg mindestens 400 m betragen, um eine Fließdauer von 60 Tagen zu gewährleisten. Wie der Grundwasserschichtenplan vom 24.5.1969 zeigt, kann unter den Voraussetzungen der damals herrschenden Grundwassersituation das erforderliche Schutzgebiet als gegeben erachtet werden. Dies ist nicht mehr der Fall, wenn die Zentralstromlinie sich so weit gegen Norden dreht, daß die Randstromlinie den Mühlkanal schneidet. Es wäre also schon bei dieser Entnahme eine Verschiebung der Fassungsanlage nach Süden erforderlich.

Die maximal mögliche Entnahme dürfte bei ca. 25 l/s bis 30 l/s liegen. Sie ist durch die Lage des Grundwasserfeldes zwischen Mur und Schleife des Mühlkanals und der damit verbundenen Abgrenzung eines Schutzgebietes gegeben.

Mit den errechneten hydrologischen Werten würde sich bei dieser Entnahme eine Einzugsbreite von ca. 500 m bis 600 m ergeben, der horizontale Sickerweg längs der Stromlinien müßte 450 m bis 500 m betragen. Aus diesen Gegebenheiten und einer angenommenen möglichen Verschwenkung der Zentralstromlinie ergibt sich die erforderliche Lage des Brunnens. Diese Lage und auch die Abgrenzung des theoretischen Schutzgebietes für eine Entnahme von 25 l/s bis 30 l/s ist in Beilage 4 dargestellt. Eine Aussage über die geologischen Verhältnisse an dieser Stelle ist nicht möglich.

# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

M 1:10.000





Für die Wahl des Brunnentyps gelten dieselben Überlegungen, wie sie bereits für den Bereich des Versuchsbrunnens B XI angestellt wurden. Die Anordnung einer Vertikalbrunnenreihe von zwei bis drei Vertikalbrunnen ist in diesem Fall jedoch nicht möglich, da es ausgeschlossen erscheint, unter Wahrung der erforderlichen Brunnenabstände das erforderliche Mindestschutzgebiet abzugrenzen. Somit erscheint eine Wassergewinnung nur durch einen Kleinhorizontalfilterbrunnen möglich.

Beim Abteufen der Bohrung B IV wurden Feinsandschichten angefahren. Auf derartige Schichten ist beim Brunnenausbau sowohl beim Bau von Vertikalbrunnen als auch von Horizontalfilterbrunnen besonders zu achten.

Obwohl die Bodenproben, die aus der Bohrung B IV gewonnen worden sind, nicht auf ihre Kornverteilung untersucht worden sind, dürften die maßgeblichen Bodenschichten doch das für den Vortrieb von Horizontalfilterrohren gültige Kriterium der "Halleiner-Kurve" nach E.P. NEMECEK erfüllen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Walter WESSTAK

5550 Radstadt  
Nr.363



ERGIEBIGKEIT DES GRUNDWASSERHOFFNUNGSGEBIETES  
IM BEREICH DER BOHRUNGEN B VIII - B VI - B X

(Hydrologisches Gutachten)

von

Walther Wessiak.



## 1. Lage des Grundwasserhoffnungsgebietes

Die durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführten Aufschließungsarbeiten des "Nördlichen Leibnitzer-Feldes" ergaben ein besonders höffiges Gebiet, welches durch die Bohrungen B VIII, B VI und B X angegeben wird. Diese Bohrungen etwa auf einer Nord-Süd-Linie folgen damit generell dem Verlauf des Stiefing-Baches und einer in diesem Bereich verlaufenden unterirdischen Rinne.

Wie aus den Lageplänen zu ersehen ist, liegt die Bohrung B VIII, die nördlichste, hart nordwestlich der Ortschaft Stiefing, die Bohrung B VI im Knie des Stiefing-Baches auf der Höhe von St. Georgen und die Bohrung B X, die südlichste, östlich der Ortschaft Steinfeld.

Hydrologisch gesehen liegen diese Bohrungen nahezu auf einer Stromlinie des von Norden nach Süden ziehenden Begleitgrundwasserstroms der Mur. Um Aussagen über die hydrologischen Bodenkennwerte und die Beanspruchung des Grundwasserfeldes durch eine Entnahme machen zu können, wurden diese Bohrungen zu Pumpversuchsbrunnen ausgebaut und aus ihnen Pumpversuche durchgeführt.

Neben einer Anzahl von Grundwasserbeobachtungspunkten, die in Form von Schlagpegeln niedergebracht wurden, wurden in diesem Bereich zur Erkundung der hydrogeologischen Verhältnisse noch die Bohrungen B IX und B VII abgeteuft. Die Zusammensetzung der Bodenschichten und der Ausbau sämtlicher erwähnter Bohrungen sind aus den Bohrprofilen (s.d.) zu ersehen.

Aus diesen Bohrungen wurden im Zuge des Abteufvorganges eine Anzahl von Bodenproben entnommen und in den Jahren 1969 und 1970 am Institut für Hydraulik der Technischen

Hochschule in Graz (Vorstand o.Prof.Dr.NEMECEK) auf ihre Bodenkennwerte, wie Durchlässigkeit, Porenvolumen und Kornverteilung, untersucht.

Die Beobachtungspunkte zur Grundwasserspiegelbeobachtung wurden geodätisch eingemessen und die Grundwasserspiegelverhältnisse vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung seit dem Jahre 1969 bzw. 1970 systematisch festgehalten.

## 2. Hydrologische Kennwerte des Grundwasserhoffnungsgebietes

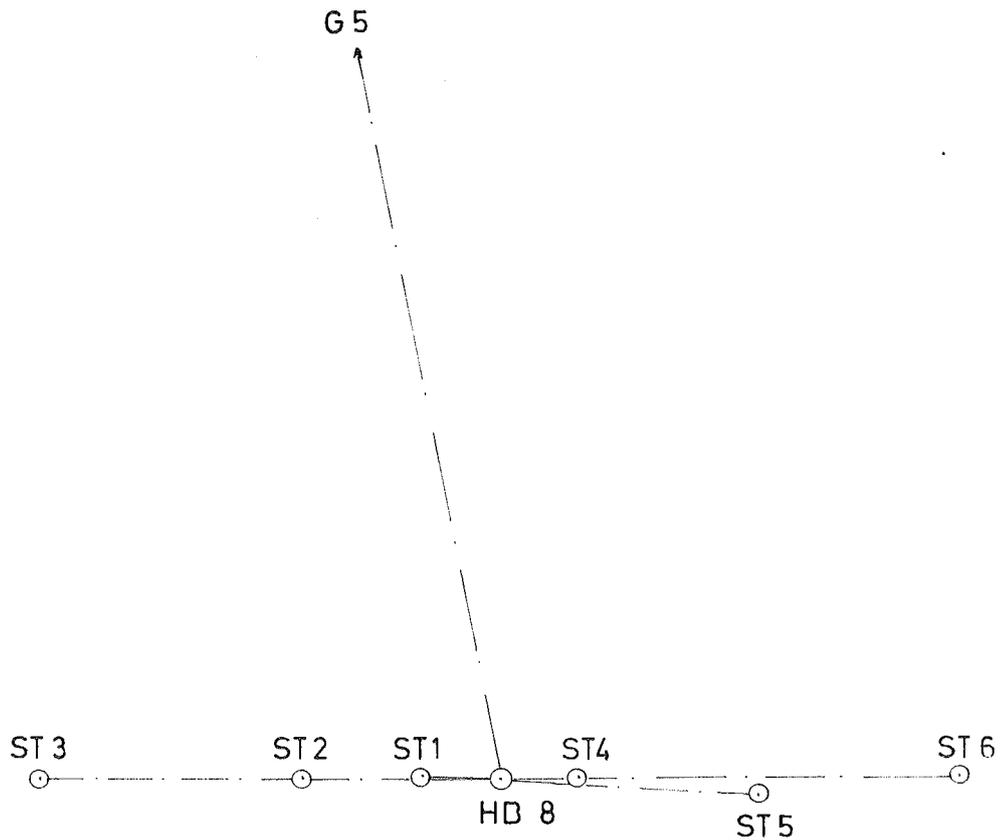
Wie bereits erwähnt, wurden im Grundwasserfeld aus den Bohrungen B VIII, B VI und B X Pumpversuche durchgeführt und ausgewertet. Um einen Gesamtüberblick zu bekommen, sollen die Ergebnisse hier noch kurz zusammengefaßt werden. Außerdem sollen sie, um eine größere Sicherheit in der Aussage zu erlangen, durch neuere Auswertungsmethoden ergänzt werden.

### 2.1. Pumpversuch aus B VIII

Der Pumpversuch aus B VIII wurde in der Zeit vom 10.12.1970 bis 14.12.1970 durchgeführt. Für die Auswertung, welche nach THIEM vom Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Hydrographische Landesabteilung, durchgeführt wurde, standen ein strömungsnormaler Ast. von Grundwasserbeobachtungspunkten (Beilage 1) sowie Grundwasserbeobachtungspunkte im weiteren Bereich des Versuchsbrunnens zur Verfügung.

Die Grundwassersituation vor Beginn des Pumpversuchs ist im Grundwasserschichtenplan vom 10.12.1970 (Beilage 2) dargestellt, die Stromlinie in bezug auf den Versuchsbrunnen ist eingetragen. Das Grundwasserspie-

BL 1



LAGEPLAN PEGELKREUZ HB 8

M 1 : 500

Höhen ROK		Entfernungen von HB 8 gemessen	Richtungssatz Standpunkt HB 8
HB 8	295,50m	ST 1 5,16m	ST 1 112,9
ST 1	295,56m	ST 2 15,04m	ST 2 112,1
ST 2	295,73m	ST 3 30,17m	ST 3 112,2
ST 3	295,64m	ST 4 5,30m	ST 4 311,5
ST 4	295,71m	ST 5 16,90m	ST 5 315,6
ST 5	295,61m	ST 6 30,24m	ST 6 311,5
ST 6	295,85m		

!!!

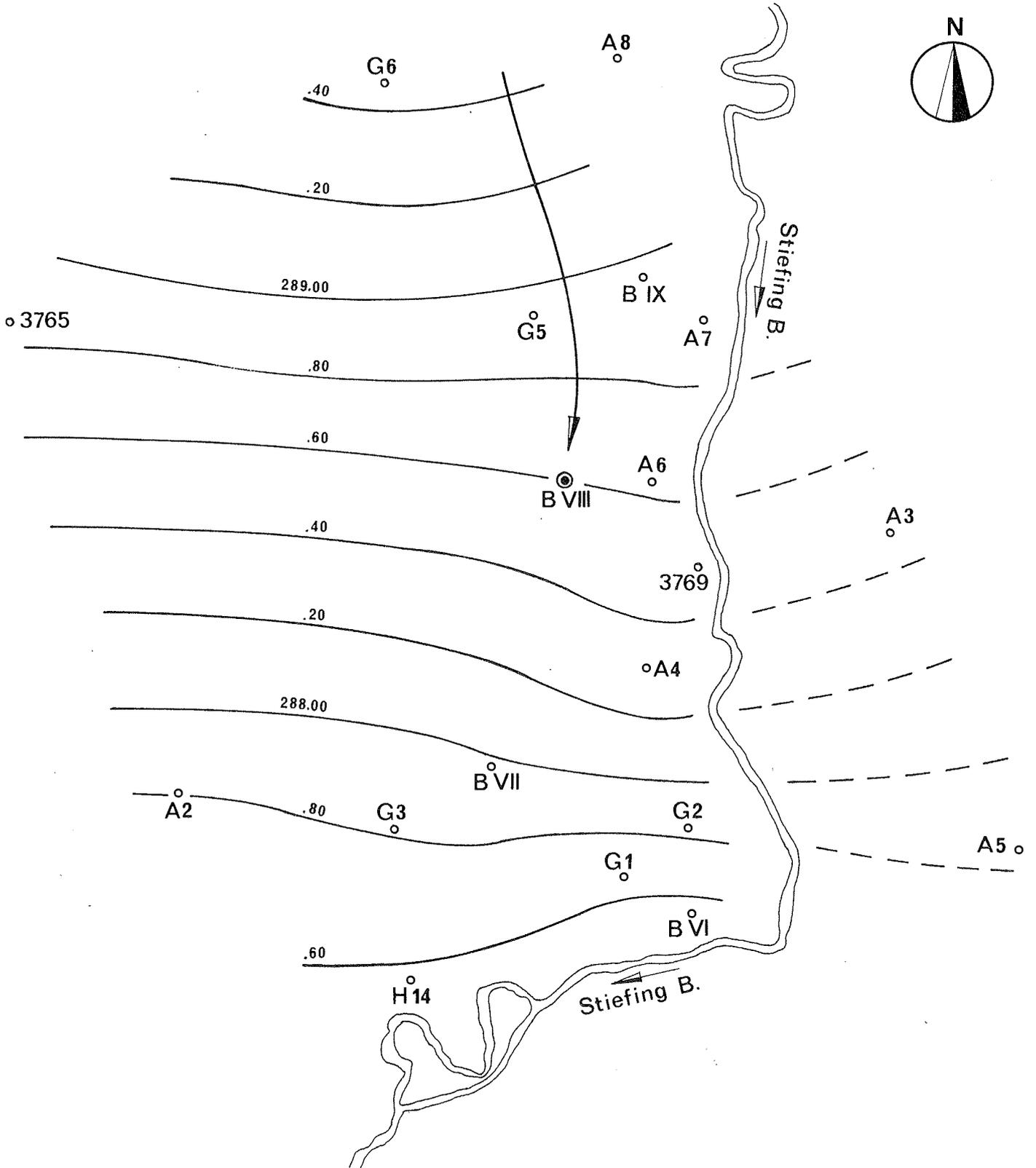
Winkelangaben in  
Neugraden



GW-SCHICHTENPLAN  
vom 10.12.1970 ca. 12<sup>00</sup>

M 1:10.000

BL 2





gelgefälle im Anströmbereich betrug zur Zeit des Pumpversuches ca.  $J = 1,1 \%$ . Die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schichte betrug damals in B VIII ca.  $H = 6,30$  m, im ca. 400 m grundwasserstromaufwärts gelegenen Punkt B IX ca.  $H = 3,00$  m. Die bereits erwähnte Tiefenrinne dürfte somit östlich dieser Bohrung B IX verlaufen, bzw. der Punkt B IX dürfte bereits auf den unterirdischen Ausläufern des Sporns gelegen sein, der das Stiefingtal vom Murtal trennt.

Die beiden Bohrprofile zeigen deutlich einen gleichmäßigen geologischen Aufbau. Mit zunehmender Bohrtiefe wurde nach der überdeckenden Humusschichte eine dichte Lehmschichte angefahren, auf die lehmige Sand-Kies-Schichten folgten. Die Mächtigkeit dieser Schichten war in beiden Bohrungen ungefähr gleich. Es besteht durchaus die Möglichkeit, daß das Grundwasser in diesem Bereich gespannt ist, wenn auch ein Vergleich der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen gegen eine weitere Ausdehnung eines gespannten Grundwasservorkommens spricht.

Der Pumpversuch selbst wurde, wie üblich, mit drei Pumpstufen durchgeführt, wobei die dritte Pumpstufe offensichtlich wegen mangelnder Leistungsfähigkeit der Pumpe mit zu geringer Fördermenge durchgeführt wurde. Während des Pumpversuches herrschte eine leicht fallende Tendenz des Grundwasserspiegels vor, somit kann trotz der fallenden Tendenz des Wasserspiegels in den durch den Pumpversuch beeinflussten Pegeln der Beharrungszustand als gesichert angenommen werden (die Ganglinien der Grundwasserstände wurden vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung zur Verfügung gestellt).

Die Berechnung des  $k_f$ -wertes nach THLM, welche von der Hydrographischen Landesabteilung durchgeführt wurde, ergab für die drei Pumpstufen einen Mittelwert für die Durchlässigkeit im engeren Bereich des Brunnens von  $k_f=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ .

Um auch eine qualitative Aussage besonders im Hinblick auf einen eventuell gespannten Grundwasserspiegel machen zu können, wurde diese  $k_f$ -Wert-Berechnung für die dritte Pumpstufe noch einmal vorgenommen. Zu diesem Zweck wurden die maßgebenden Parameter in geeignetem Maßstab graphisch aufgetragen. Um den Einfluß eines gespannten Grundwasserspiegels abschätzen zu können, wurde die Berechnung auch für diesen Fall durchgeführt. Eine graphische Darstellung zeigt einerseits, daß sämtliche 6 Punkte des strömungsnormalen Pegelastes hydrologisch im sogenannten "mittleren Bereich" liegen und damit für die Auswertung herangezogen werden können. Andererseits ist eine Asymmetrie der Durchlässigkeiten insofern zu ersehen, als die  $k_f$ -Werte im westlichen Ast (St 1 - St 2 - St 3) größer sind als im östlichen. Die Lage der beiden Äste ist aus Beilage 1 ersichtlich. Für den freien Grundwasserspiegel kann auch hier eine mittlere Durchlässigkeit von  $k_f=9,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  ( $k_{f,1-3}=1,1 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ ,  $k_{f,4-6}=7,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ) angegeben werden.

Unter der Annahme eines gespannten Grundwasserspiegels liegt der mittlere  $k_f$ -Wert bei  $k_f=1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ , also nur geringfügig höher ( $k_{f,1-3}=1,3 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$ ,  $k_{f,4-6}=7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ ).

Weiters wurde für den instationären Vorgang der Auffüllung nach Beendigung des Pumpversuches die Auswertung vorgenommen, dabei ist eine gute Übereinstimmung in den einzelnen Beobachtungspunkten zu erkennen. Aus der graphischen Darstellung läßt sich die mittlere Transmissi-

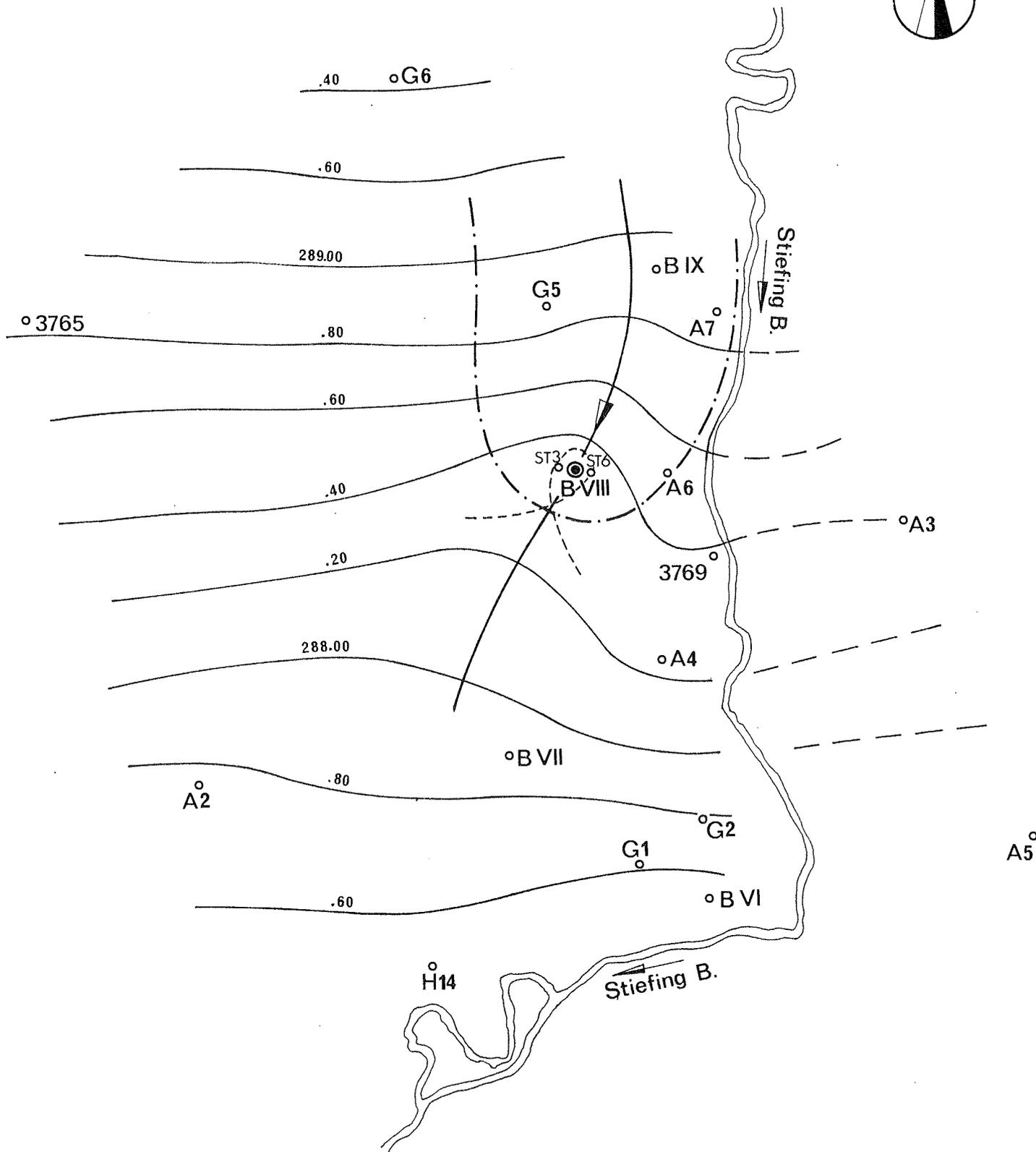
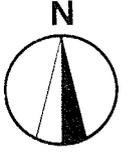
# GW-SCHICHTENPLAN

vom 14.12.1970 ca. 6<sup>00</sup>

BL 3

ENTNAHME AUS B VIII :  $Q \approx 141$  / sec

M 1 : 10.000





vität des beeinflussten Bereiches mit  $T = 28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  errechnen.

Knapp vor Beendigung des Pumpversuches wurden die Grundwasserspiegelmessungen durch die Konstruktion eines Grundwasserschichtenplans ausgewertet. Dieser Grundwasserschichtenplan ist für den 14.12.1970 ca. 6 Uhr charakteristisch und ist in Beilage 3 dargestellt. Ein Vergleich dieses Grundwasserschichtenplanes mit dem von 10.12.1970, also vor Beginn des Pumpversuches, zeigt eine deutliche Verschwenkung der Zentralstromlinie gegen Osten, also gegen die Lage der Tiefenrinne hin. Die erwähnte Asymmetrie der  $k_f$ -Werte kommt in diesem Schichtenplan nicht zur Geltung, weil sie entweder nur lokal vorhanden ist oder die Verteilung der Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht von größerem Einfluß ist.

Eine stärkere Zuströmung aus der Tiefenrinne her läßt sich aus der Asymmetrie des Strömungsbildes ableiten. Es ist durchaus möglich und wahrscheinlich, daß bei größeren Entnahmen die eben erwähnten Tendenzen noch stärker zum Ausdruck kommen.

Aus dem Grundwasserschichtenplan vom 14.12.1970 ergibt sich eine mittlere Transmissivität im Einzugsbereich von  $T = 27 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ . Die Übereinstimmung mit den Werten, welche aus der Auswertung der Wiederauffüllung gewonnen wurden, ist also äußerst gut.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß der maßgebende  $k_f$ -Wert des durch den Pumpversuch beeinflussten Feldes doch nicht jenen günstigen Wert von  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$  erreicht, sondern in der Größenordnung von

$$k_f = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s bis } k_f = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

liegen dürfte.

Die Durchlässigkeiten, welche sich aus den Bodenuntersuchungen von Bodenproben aus den Bohrungen B VIII und B IX ergeben haben, liegen im Mittel etwa in derselben Größenordnung.

## 2.2. Pumpversuch aus B VI

Der Versuchsbrunnen B VI liegt ca. 800 m grundwasserstromabwärts des Versuchsbrunnens B VIII.

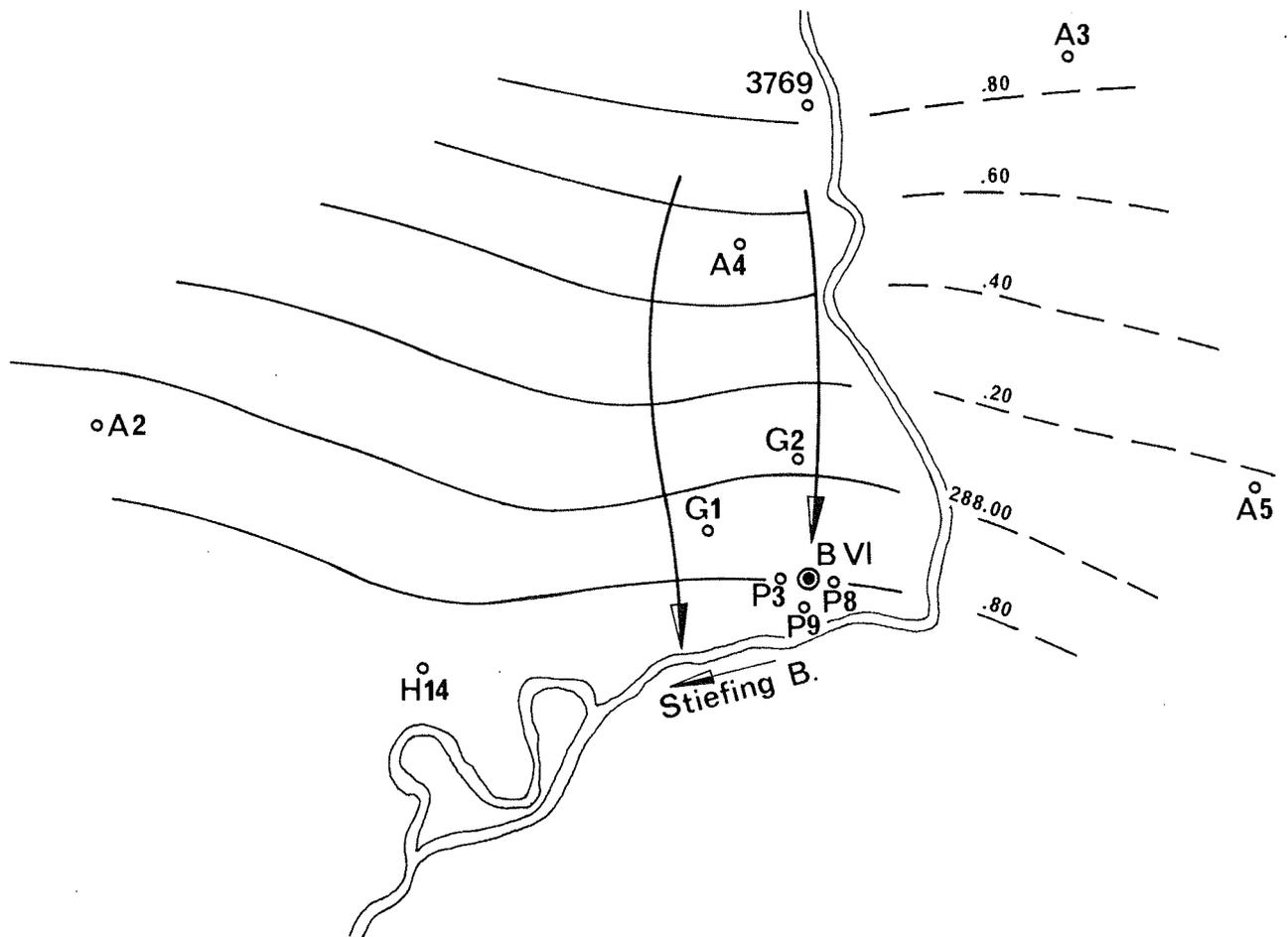
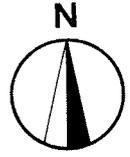
Der Pumpversuch wurde in der Zeit vom 27.5.1969 bis 31.5.1969 durchgeführt. Die Auswertung des Pumpversuchs, wie auch die Untersuchung von Bodenproben aus der Bohrung B VI wurde von o.Prof. Dr. NEMECEK vorgenommen. Um eine sinnvolle Auswertung zu ermöglichen, wurde auch hier ein etwa strömungsnormaler Pegelast zur Grundwasserspiegelbeobachtung niedergebracht. Die Grundwasserspiegelstände in den entfernteren Beobachtungspunkten wurden natürlich auch registriert. Über die Durchführung des Pumpversuches und dessen Auswertung nach THIEM wurde von o.Prof. Dr. NEMECEK ein Gutachten verfaßt, auf welches in diesem Zusammenhang verwiesen wird.

Der Vollständigkeit halber und um eine Vergleichsmöglichkeit mit den Pumpversuchen aus B VIII und B X zu haben, wurden die charakteristischen Grundwasserschichtenpläne noch einmal gezeichnet. In Beilage 4 ist der Grundwasserschichtenplan vom 27.5.1969, der die Grundwassersituation vor Beginn des Pumpversuches charakterisiert, dargestellt. Die Stromlinie in bezug auf den Versuchsbrunnen B VI verläuft ziemlich genau in Nord-Süd-Richtung, das mittlere Grundwasserspiegelgefälle, welches auch noch einen weiteren Anströmbereich berücksichtigt, beträgt ca. 1,7 ‰. Zurzeit des Pumpversuches betrug

**GW-SCHICHTENPLAN**  
vom 27.5.1969 ca.15°°

BL 4

M 1:10.000



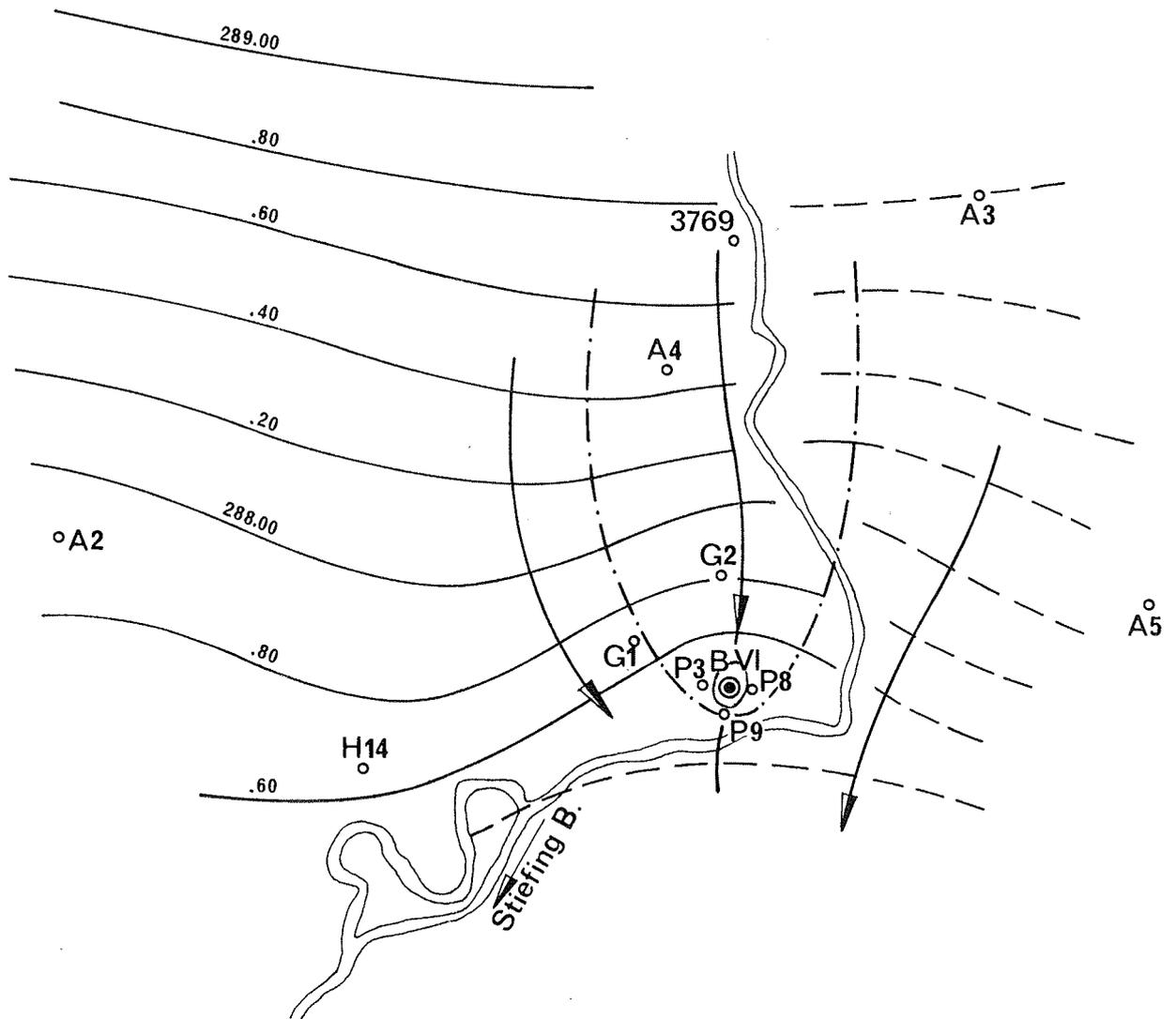
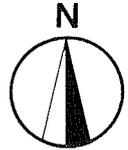


GW-SCHICHTENPLAN  
vom 31.5.1969 ca. 12<sup>00</sup>

BL 5

ENTNAHME AUS B VI:  $Q \approx 161/\text{sec}$

M 1:10,000





die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht in B VI ca.  $H = 6,20$  m.

Die Auswertung nach THIEW (Gutachten o. Prof. Dr. NEMECEK) ergab auch hier eine gewisse Asymmetrie der  $k_f$ -Werte mit derselben Tendenz wie in Bohrung B VIII, wobei auch die Werte ihrer Größe nach gut übereinstimmen. Der mittlere  $k_f$ -Wert konnte auch hier mit  $k_f = 1,0 \cdot 10^{-2}$  m/s angegeben werden.

Zur Ergänzung der vorliegenden  $k_f$ -Wert-Bestimmung wurde auch hier der instationäre Vorgang der Auffüllung nach Pumpende für einige Beobachtungspunkte ausgewertet. Auch hier ist eine gute Übereinstimmung zwischen den einzelnen Punkten ersichtlich, die mittlere Transmissivität ergab sich mit  $T = 28 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

In Beilage 5 wurde in Form des Grundwasserschichtenplanes vom 31.5.1969 die Grundwassersituation knapp vor Beendigung des Pumpversuches festgehalten. Eine Auswertung dieser Situation ergab eine Transmissivität von ca.  $T = 25 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

Es kann angenommen werden, daß die Randstromlinie, wie sie im Grundwasserschichtenplan dargestellt ist, in ihrer Form nicht nur durch die Entnahme aus B VI hervorgerufen wurde, sondern daß diese Randstromlinie zu einem, wenn auch geringem Teil durch die Strömungsverhältnisse im Ruhezustand, wie sie durch den Grundwasserschichtenplan vom 27.5.1969 dargestellt sind, erzwungen wurde. Die tatsächliche Einzugsbreite dürfte somit kleiner sein, woraus sich eine dementsprechend größere Transmissivität ergäbe.

Die maßgebende Transmissivität aus diesen Überlegungen dürfte in der Größenordnung von  $T = 30 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  bis  $T = 35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  liegen. Der für die Grundwassererschließung maßgebende  $k_f$ -Wert im Feld müßte somit bei

$$k_f = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

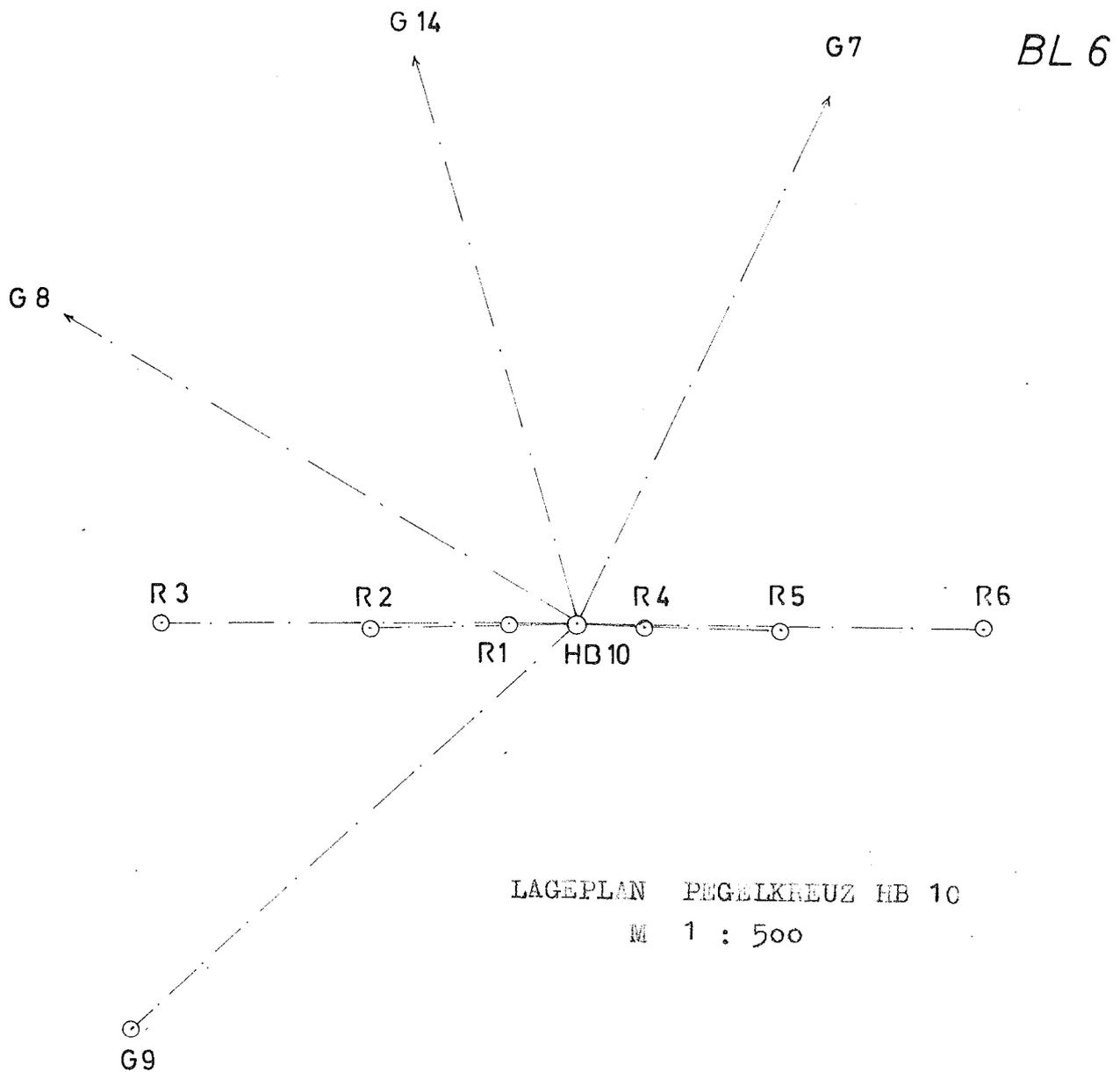
liegen. In dieser Größenordnung liegt auch die Durchlässigkeit, wie sie nach THIEM für den östlichen Ast der Pegelreihe errechnet wurde. Die Übereinstimmung dieses Wertes mit dem Mittelwert aus den Bodenuntersuchungen, die an Bodenproben aus den Bohrungen B VI und B VII durchgeführt wurden, ist auch recht gut.

### 2.3. Pumpversuch aus B X

Der Versuchsbrunnen ist ca. 1300 m grundwasserstromabwärts des Versuchsbrunnens B VI gelegen. Der Pumpversuch aus diesem Brunnen wurde in der Zeit vom 17.12.1970 bis zum 21.12.1970 durchgeführt. Die Auswertung wurde, wie auch beim Pumpversuch aus B VIII, durch die Hydrographische Landesabteilung nach der Methode THIEM durchgeführt. Auch hier standen zur Auswertung wieder ein strömungsnormaler Ast von Beobachtungspegeln (siehe Beilage 6) sowie Beobachtungspunkte im weiteren Bereich des Brunnens zur Verfügung.

Der Grundwasserschichtenplan vom 17.12.1970, der aus Beilage 7 ersichtlich ist, hält die Grundwassersituation vor Beginn des Pumpversuches fest. Das mittlere Grundwasserspiegelgefälle im Anströmbereich längs der Stromlinie in bezug auf B X betrug zu diesem Zeitpunkt ca.  $J = 2,3 \text{ ‰}$ .

Das Bohrprofil der Bohrung B X zeigt in einer Tiefe von 13,20 m bis 13,50 m unter Gelände eine undurchlässige



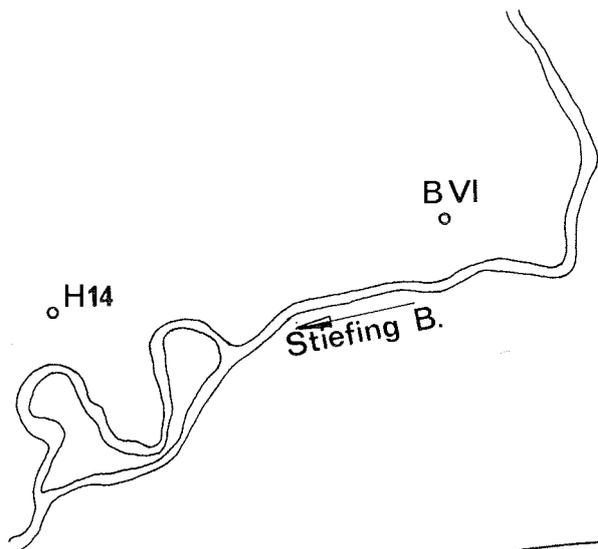
LAGEPLAN PEGELKREUZ HB 10

M 1 : 500

Höhen	ROK	Entfernungen von HB 10 gemessen	Richtungssatz Standpunkt HB 10
HB 10	290,28m	R 1 5,00m	R 1 232,2
R 1	290,36m	R 2 15,29m	R 2 231,0
R 2	290,16m	R 3 31,06m	R 3 232,3
R 3	290,24m	R 4 4,92m	R 4 34,7
R 4	290,21m	R 5 15,08m	R 5 33,6
R 5	290,18m	R 6 30,30m	R 6 32,9
R 6	290,24m	G 9 44,90m	G 9 184,6
G 9	290,25m		G 8 266,8
G 14	291,88m		G 14 314,4
			G 7 360,2

Winkelangabe in  
Neugraden

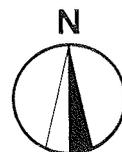
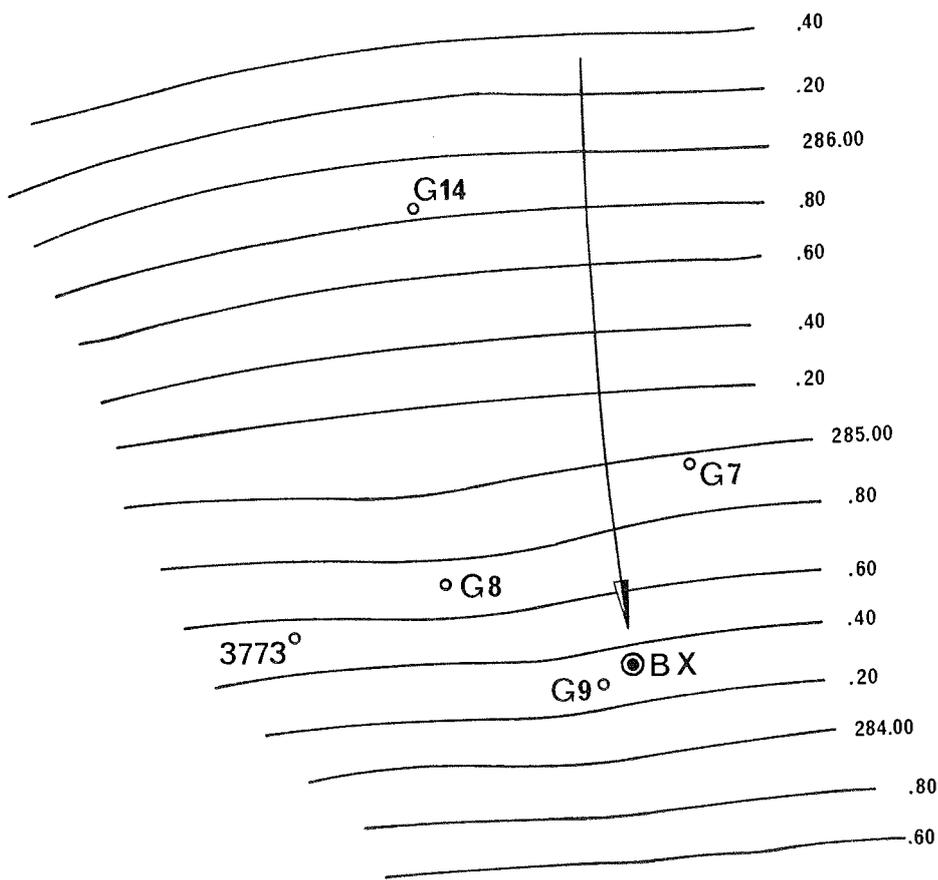




A5

### GW SCHICHTENPLAN vom 17.12.1970 ca. 12<sup>00</sup>

M 1:10.000

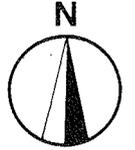


A10

G10

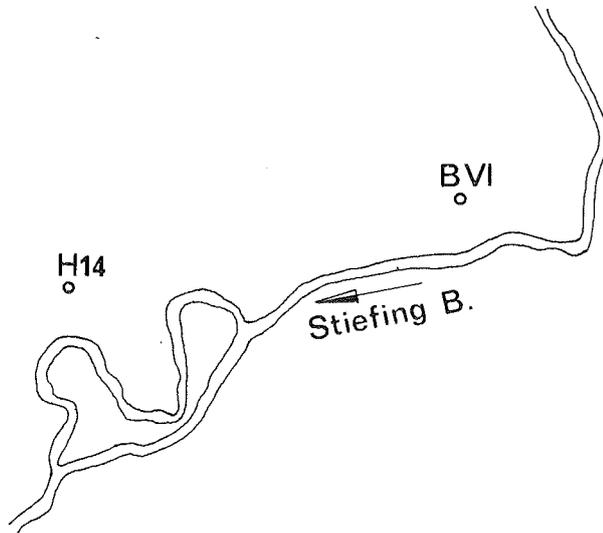


**GW-SCHICHTENPLAN**  
vom 21.12.1970 ca.12<sup>00</sup>

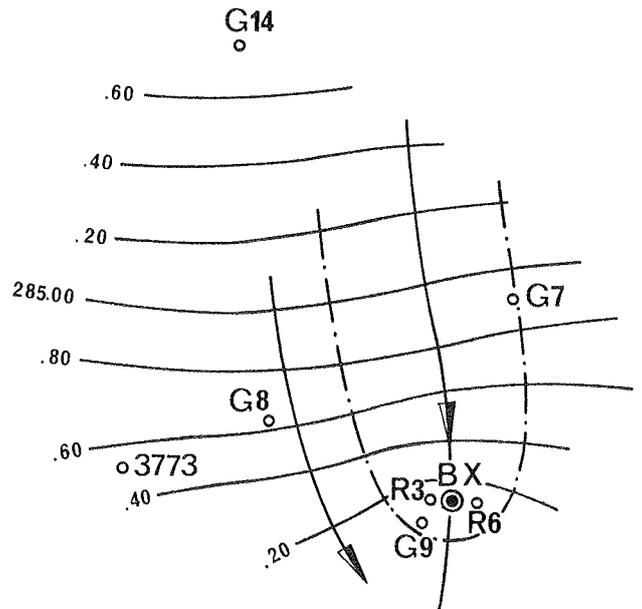


ENTNAHME AUS BX:  $Q \approx 141$ /sec

M 1:10.000



A5





Ton-Schluff-Einlagerung. Daß diese geringmächtige Schicht eine größere Ausdehnung besitzt und zwei Grundwasserstockwerke mit verschiedenem Potential voneinander trennt, erscheint auf Grund der Grundwasserspiegelmessungen und der Ergebnisse der Auffüllung nach Pumpende nicht wahrscheinlich. Unter der Annahme, daß diese undurchlässige Schicht nur eine örtlich vorhandene Linse ist, ergibt sich die Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht zur Zeit des Pumpversuches mit ca.  $H = 10,50$  m. Diese Annahme liefert auch die ungünstigeren Werte bei der Ermittlung der Durchlässigkeit.

Auch dieser Pumpversuch wurde mit drei Pumpstufen durchgeführt, wobei der Beharrungszustand in den einzelnen Pumpstufen erreicht wurde. Die leicht fallende Tendenz des Grundwasserspiegels in den beeinflussten Pegeln ist auf die fallende Tendenz des gesamten Grundwasserfeldes zurückzuführen.

Die Auswertung nach THIEB ergab für die dritte Pumpstufe einen mittleren  $k_f$ -wert von  $k_f = 2,9 \cdot 10^{-3}$  m/s, wobei die Durchlässigkeiten in beiden Ästen der Pegelreihe von gleicher Größenordnung waren.

In derselben Größenordnung liegt auch der  $k_f$ -Wert, der von der Hydrographischen Landesabteilung ermittelt und mit  $k_f = 2,5 \cdot 10^{-3}$  m/s angegeben wurde.

Die Auswertung der Auffüllung nach Pumpende zeigt gute Übereinstimmung zwischen den ausgewählten Punkten. Wären zwei Grundwasserstockwerke mit verschiedenem Potential vorhanden, so wäre diese Übereinstimmung sicher nicht so gut. Die Transmissivität des Feldes errechnete sich mit  $T = 27 \cdot 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

Der Grundwasserschichtenplan vom 21.12.1970 (Beilage 8) zeigt die Beanspruchung des Grundwasserfeldes durch die Entnahme aus B X gegen Ende der dritten Pumpstufe. Das Strömungsbild ist symmetrisch, eine Verschwenkung der Zentralstromlinie durch die Entnahme ist nicht zu erkennen. Die Auswertung dieses Grundwasserschichtenplanes ergibt eine mittlere Transmissivität von  $T = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Der mittlere  $k_f$ -Wert im Anströmbereich dürfte somit zwischen den Werten

$$k_f = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} \text{ und } k_f = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

liegen.

### 3. Grundwassersituation im Hoffnungsgebiet

Die Grundwasserverhältnisse im gesamten "Leibnitzerfeld" wurden vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung seit dem Jahre 1969 festgehalten und in Form von Ganglinien graphisch ausgewertet. Für die extremen Grundwassersituationen wurden außerdem Grundwasserschichtenpläne erstellt.

Die folgenden Betrachtungen stützen sich auf diesbezügliche Unterlagen, die vom oben genannten Referat zur Verfügung gestellt wurden.

#### 3.1. Grundwasserspiegelschwankungen

Im Beobachtungszeitraum 1969, 1970, 1971 und 1972 traten sehr große Grundwasserspiegelschwankungen auf, die es gestatten, sowohl qualitative als auch quantitative Aussagen zu machen.

Der minimale Grundwasserstand trat im Jahre 1971 auf. Die Ganglinien der Grundwasserstände dieses Jahres zeigen in den für das Hoffnungsgebiet charakteristischen Pegeln etwa von März bis November eine fallende Tendenz des Grundwasserspiegels. Im Grundwasserfeld nördlich des Stiefing-Knies bei St. Georgen, welches durch die Versuchsbrunnen B VIII und B VI repräsentiert wird, ist diese fallende Tendenz nahezu linear, wobei der Grundwasserspiegel um ca. 1,10 m fiel.

Im Grundwasserfeld südlich des Stiefing-Knies (Versuchsbrunnen B X) ist diese fallende Tendenz ab dem Monat Juli nicht so stark ausgeprägt. Der Grundwasserspiegelunterschied zwischen März und November beträgt hier ca. 80 cm. Dieselbe Tendenz wie in B X ist auch grundwasserstromabwärts dieses Versuchsbrunnens vorhanden, wie die Ganglinie des Wasserspiegels im Versuchsbrunnen B XI zeigt.

Der minimale Grundwasserstand und damit die geringste Mächtigkeit der grundwasserführenden Schicht trat Ende November auf. Bezogen auf die Grundwasserspiegelstände, die zu den Zeiten der Pumpversuche vorlagen, liegen diese minimalen Grundwasserspiegelstände in B VIII um 110 cm, in B VI um 132 cm und in B X um 62 cm tiefer.

Das Jahr 1972 ist durch sehr große Grundwasserspiegelschwankungen charakterisiert. In diesem Jahr trat auch der maximale Grundwasserstand im gesamten Feld auf. Ein Vergleich der Ganglinien zeigt auch hier wieder die beiden schon erwähnten Zonen des Hoffnungsgebietes, welche durch das Stiefing-Knie voneinander getrennt sind.

Bei Betrachtung der Ganglinien, welche für die nördliche Zone charakteristisch sind, fällt neben einem generellen

Anstieg des Grundwasserspiegels von Mitte Februar bis Anfang Juni eine regelrechte Hochwasserwelle auf, welche Mitte Juli innerhalb weniger Tage eine Hebung des Grundwasserspiegels von 2,00 m bis 2,50 m mit sich brachte. Nach einer weiteren Spitze im August, die in den meisten Pegeln etwas tiefer liegt als die im Juli, kam es wieder zu einem raschen Absinken des Grundwasserspiegels bis Mitte November. Die maximale Grundwasserspiegelschwankung dieses Jahres betrug in B VIII ca. 4,0 m und in B VI ca. 3,90 m.

Im südlichen Bereich (B X) zeigten sich dieselben Tendenzen wie im nördlichen Bereich. Nur sind die Absolutwerte der Spiegelschwankungen nicht so groß, was hauptsächlich auf die Spitzen im Juli und August zutrifft. Hier erreichte die Hochwasserwelle nur mehr einen Anstieg von ca. 90 cm. Die Ganglinie des Versuchsbrunnens B XI zeigt, daß in Strömungsrichtung gegen Süden hin eine weitere Verflachung der Anlauflinie eintritt. Die maximale Grundwasserspiegelschwankung in B X betrug in diesem Jahr ca. 1,80 m, also weniger als die Hälfte des Wertes, der im nördlichen Bereich erreicht wurde.

Die maximalen Grundwasserspiegelstände lagen um folgende Werte höher als zu den Zeiten der Pumpversuche: B VIII ... 3,01 m, B VI ... 2,70 m, B X ... 1,24 m.

Die maximalen Grundwasserspiegelschwankungen im gesamten Beobachtungszeitraum betragen in B VIII 4,11 m, in B VI 4,02 m und in B X 1,86 m.

### 3.2. Grundwasserströmungsrichtung

Wie bereits erwähnt, wurden vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung für die charakteristischen

Grundwasserspiegellagen Grundwasserschichtenpläne erstellt.

Der Grundwasserschichtenplan vom 22.11.1971 zeigt die Grundwassersituation, wie sie bei niedrigstem Grundwasserstand aufgetreten ist. Die Grundwasserstromrichtung verlief generell von Norden nach Süden. Das Grundwasserspiegelgefälle im Anströmbereich der Versuchsbrunnen B VIII, B VI und B X war etwa gleich jenem, welches vor Beginn der jeweiligen Pumpversuche herrschte (B VIII ... 1,1 ‰, B VI ... 1,7 ‰, B X ... 2,2 ‰).

Die Grundwasserströmungsverhältnisse bei maximalem Grundwasserspiegelstand sind im Grundwasserschichtenplan vom 19.7.1972 festgehalten. In diesem Grundwasserschichtenplan kommt der Unterschied zwischen den beiden erwähnten Bereichen des Hoffungsgebietes sehr gut zum Ausdruck.

Nördlich des Stiefing-Knies verlief die Grundwasserstromrichtung etwa von NO nach SW, es kam also offensichtlich zu einer starken Einspeisung vom Stiefing-Bach und vom Stiefing-Tal her.

Im Bereich südlich des Stiefing-Knies herrschte wieder die generelle Strömungsrichtung von Norden nach Süden vor.

Das Grundwasserspiegelgefälle im Bereich der Versuchsbrunnen war gegenüber den niedrigsten Grundwasserspiegelständen deutlich erhöht. Es betrug im Anströmbereich von B VIII ca. 1,4 ‰, von B VI ca. 2,5 ‰ und von B X ca. 3,8 ‰.

Zusammenfassend zu den vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung durchgeführten und ausgewerteten Grundwasserspiegelmessungen kann gesagt werden, daß das Grundwasserhoffsgebiet nördlich des Stiefing-Knies direkt vom Stiefing-Bach bzw. Stiefing-Tal beeinflusst

ist. Dies trifft vor allem für hohe Wasserstände zu.

Das Grundwasserhoffnungsgebiet im Bereich von B X und weiter grundwasserstromabwärts ist nur durch die Ausläufer dieser Einflüsse betroffen, die generelle Grundwasserstromrichtung ändert sich allerdings im großen und ganzen kaum.

Um im wesentlichen Unterlagen zur Schutzgebietsfrage zu erarbeiten und das Bild über die Strömungsvorgänge abzurunden, wurde die Grundwassersituation noch an drei verschiedenen Tagen des Jahres 1972 untersucht. Es sind dies die Tage 9.6.1972, 20.8.1972 und 18.9.1972, für welche Grundwasserschichtenpläne gezeichnet wurden.

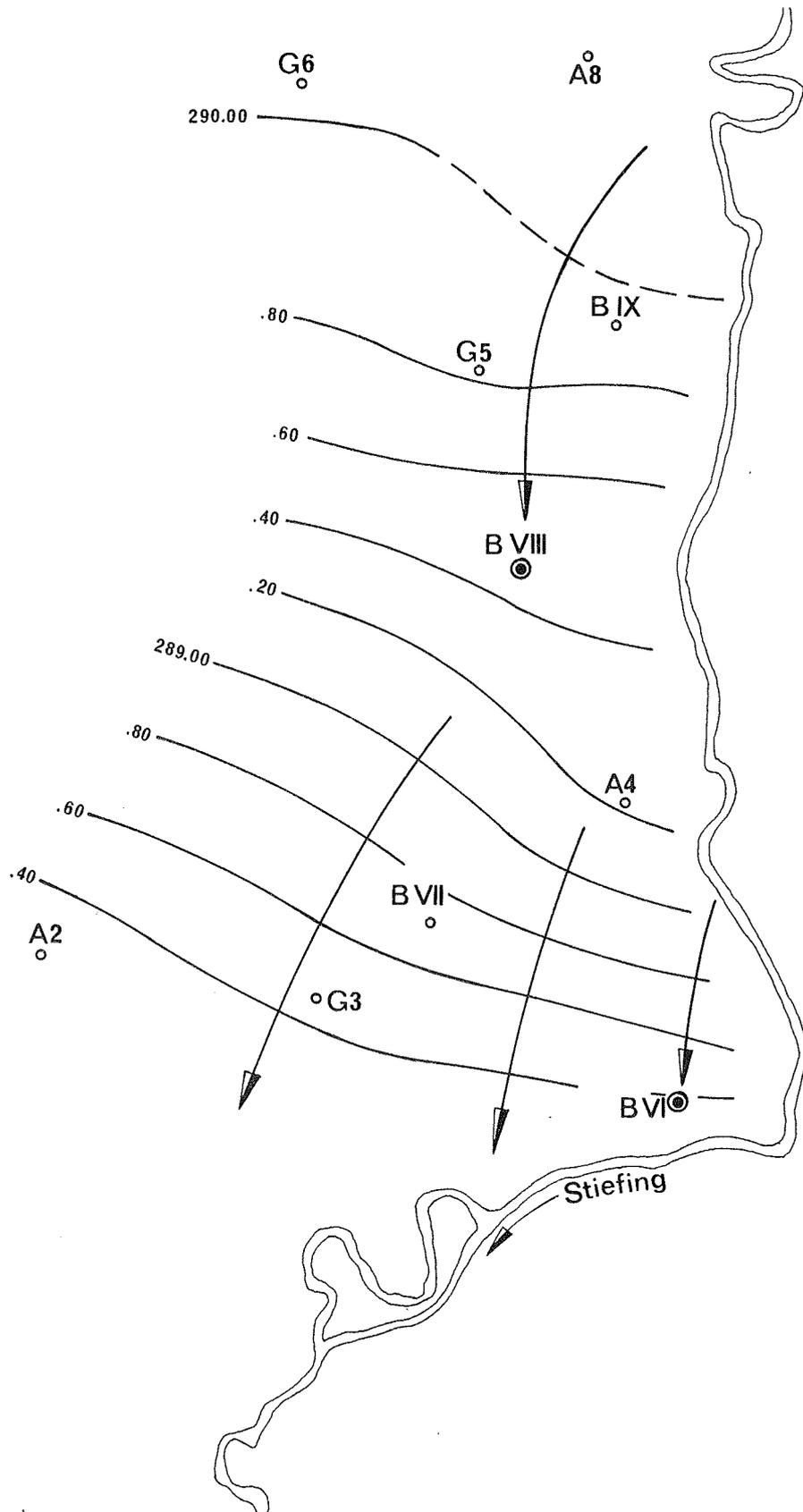
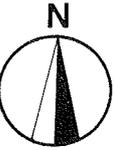
Der Grundwasserschichtenplan vom 9.6.1972 charakterisiert jene Situation, welche am Ende der ersten bereits erwähnten Phase des Grundwasserspiegelanstiegs des Jahres 1972 aufgetreten ist. In Beilage 9 sieht man deutlich den Einfluß des Stiefing-Tales und des Stiefing-Baches. Die Grundwasserstromrichtung hat gegenüber der bei Niedrigwasserständen auftretenden Situation eine deutliche Verdrehung erfahren. Ein Vergleich mit den Grundwasserschichtenplänen, welche die Situation zur Zeit der Pumpversuche wiedergeben, zeigt dies deutlich. Damals lag der Grundwasserspiegel ca. 90 cm (Pumpversuch B VIII) bzw. 60 cm (Pumpversuch B VI) tiefer. Das Grundwasserspiegelgefälle war am 9.6.1972 in bezug auf die Anström-Bereiche der Versuchsbrunnen B VIII und B VI nur bei B VI etwas höher als bei niedrigem Grundwasserstand.

In Beilage 10 ist die Situation im Bereich des Brunnens B X dargestellt. Im Anströmbereich dieses Brunnens hat keine Verdrehung in der Anströmrichtung stattgefunden. Das

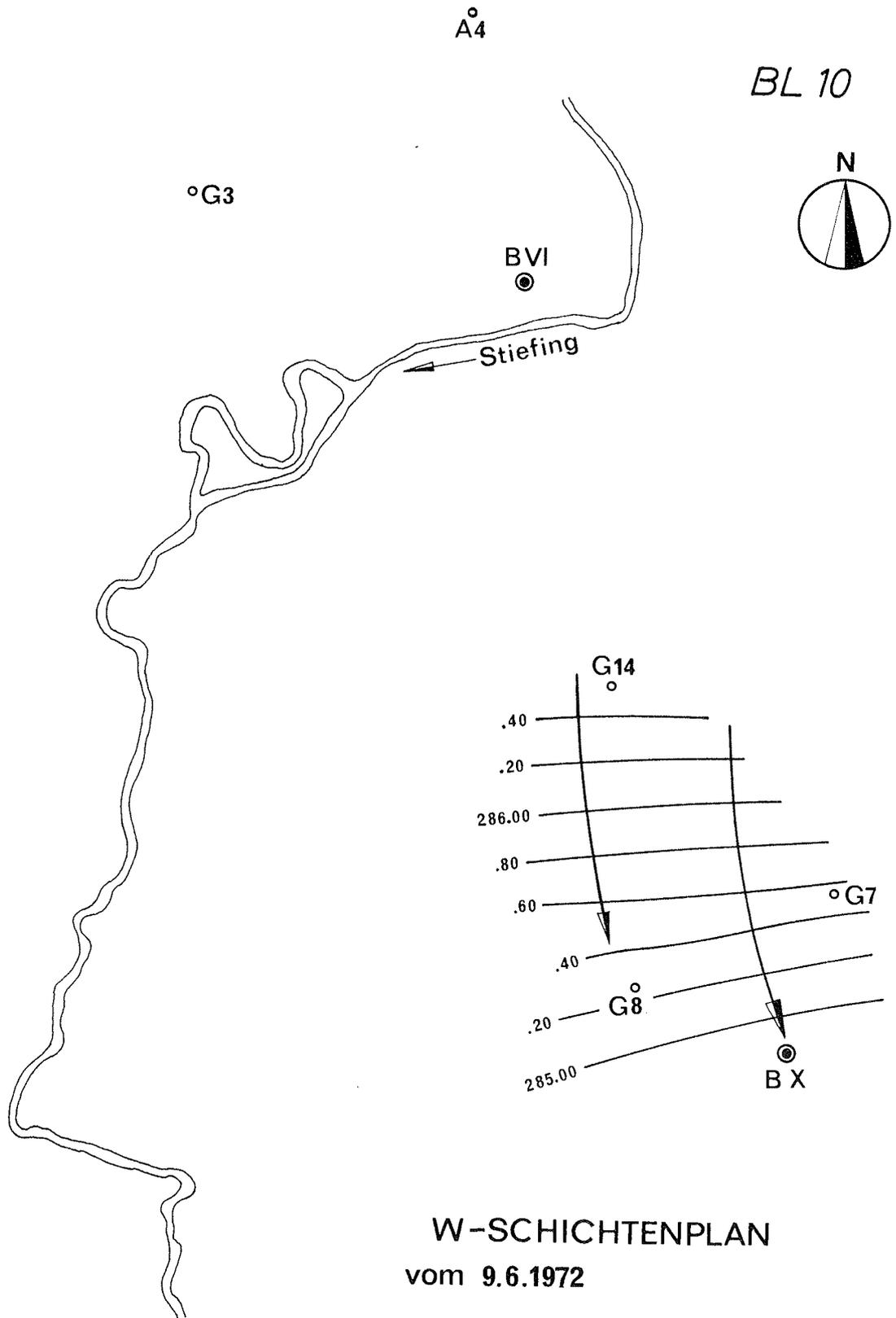
GW-SCHICHTENPLAN  
vom 9.6.1972

BL 9

M 1:10.000







**W-SCHICHTENPLAN**  
vom 9.6.1972

M 1:10.000



Grundwasserspiegelgefälle lag mit  $J = 2,9 \%$  höher als zur Zeit des Pumpversuches.

Wie bereits erwähnt, kam es Mitte Juli innerhalb weniger Tage zu einem starken Ansteigen des Grundwasserspiegels. Über die Strömungsverhältnisse, welche im Grundwasserschichtenplan des Referates für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung vom 19.7.1972 festgehalten sind, wurde bereits berichtet.

Nach dieser Spitze fiel der Grundwasserspiegel wieder im gesamten Feld bis etwa Mitte August um ca. 1,00 m bis 1,50 m im nördlichen Bereich und um ca. 20 bis 40 cm im Bereich des Brunnens B X. Ab Mitte August kam es wieder zu einem starken Ansteigen des Grundwasserspiegels, wobei der Höchstwert etwa um den 20.8.1972 erreicht wurde. Bei dieser zweiten Hochwasserspitze fällt auf, daß sie, in Grundwasserströmungsrichtung gesehen, etwa bis auf die Höhe von B VIII stärker ausgeprägt ist als die Juli-Spitze, unterhalb dieses Punktes aber schwächer. Dies wirkte sich in einer Versteilung des Grundwasserspiegelgefälles aus.

Die Grundwassersituation für den 20.8.1972 ist aus den Beilagen 11 und 12 ersichtlich. Beim Austritt des Stiefing-Tales in das Mur-Tal kam es zu einem regelrechten Grundwassereinstoß vom Stiefing-Tal her, der gegen Süden zu auch noch deutlich erkennbar ist. Die Grundwasserstromrichtung verlief von NO nach SW. Das Grundwasserspiegelgefälle betrug im Anströmbereich von B VIII ca.  $J = 1,8 \%$  und von B VI ca.  $J = 3,5 \%$ .

Im Bereich des Versuchsbrunnens B X ist eine leichte Verdrehung der Anströmrichtung um ca.  $10^\circ$  nach NO hin zu er-

kennen. Das Grundwasserspiegelgefälle erreichte auch hier mit ca.  $J = 4,0 \%$  seinen höchsten Wert.

Nach diesem Extremwert im August sank der Grundwasserspiegel stetig und nahezu linear im gesamten Grundwasserfeld bis Mitte November, wo er Werte erreichte, die nördlich des Stiefing-Knies etwa 2 m bis 3 m, im Bereich von B X ca. 1,0 m bis 1,50 m unter den Werten der Augustspitze lagen.

Die Grundwasserschichtenpläne vom 18.9.1972 (Beilagen 13 und 14) halten die Grundwassersituation etwa 1 Monat nach der Augustspitze fest. Zu diesem Zeitpunkt war der Grundwasserspiegel gerade etwa um die Hälfte des oben beschriebenen Absinkmaßes gefallen. Im Bereich nördlich B VIII zeigt sich eine deutliche Verschwenkung (ca.  $45^\circ$ ) der Stromlinien nach Nordwesten gegenüber dem Zustand vom 20.8.1972, der Einfluß des Stiefing-Tales ist bereits stark zurückgegangen. Im Bereich südlich des Brunnens B VIII hat sich die Grundwasserstromrichtung um ca.  $20^\circ$  nach Süden hin verschwenkt. Das Grundwasserspiegelgefälle ist auch wieder stark zurückgegangen, es betrug im Anströmbereich von B VIII ca.  $J = 1,5 \%$  und von B VI ca.  $J = 2,4 \%$ .

Im Bereich von B X kam es wieder zu einem Zurückdrehen der Stromlinien um ca.  $10^\circ$ , so daß der Zustand, der vor dem Durchgang der Hochwasserwelle geherrscht hat, wiederhergestellt war. Das Grundwasserspiegelgefälle im Anströmbereich von B X lag mit  $J = 2,9 \%$  auch weit unter dem Spitzenwert des Monats August.



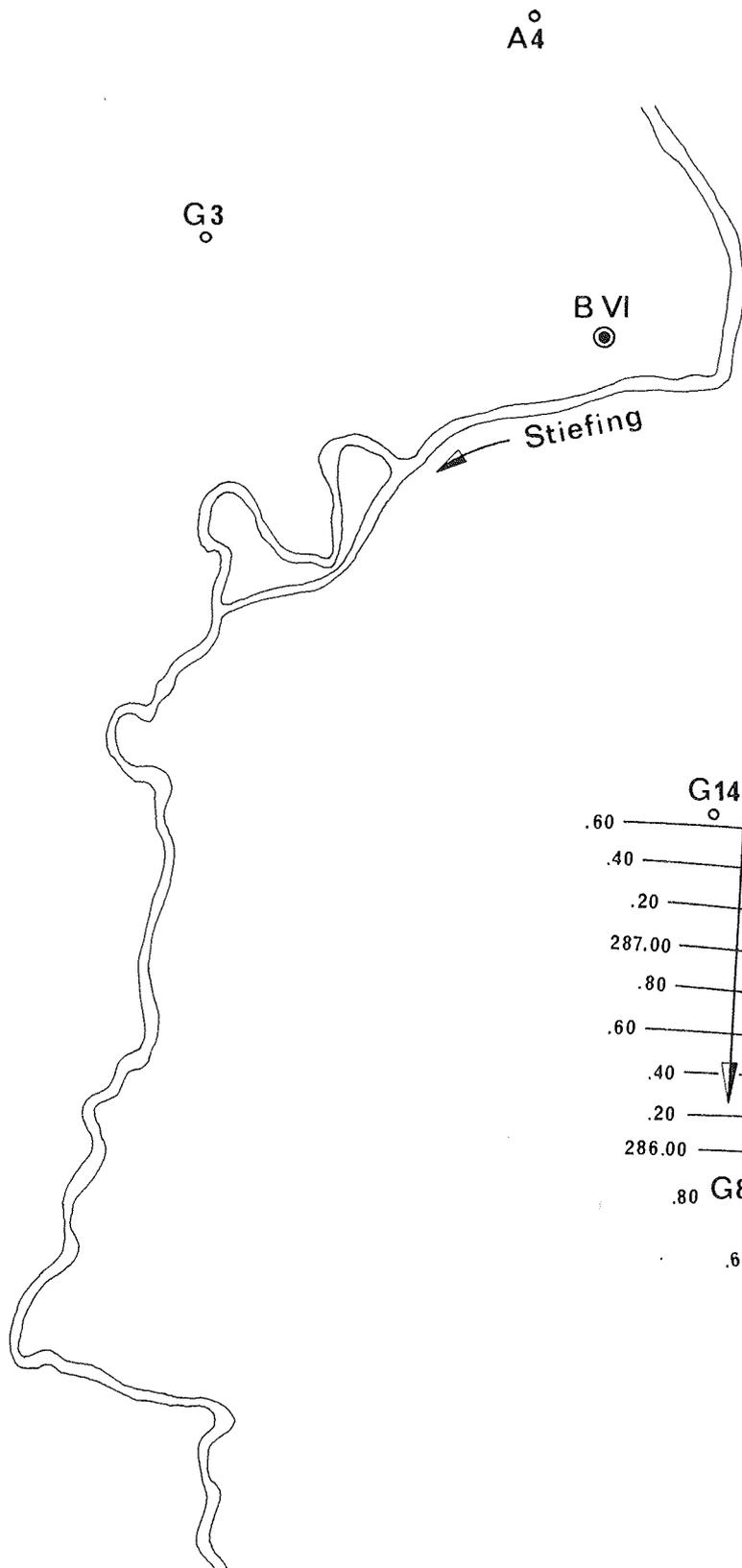
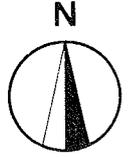


# GW-SCHICHTENPLAN

BL 12

vom 20.8.1972

M 1:10.000



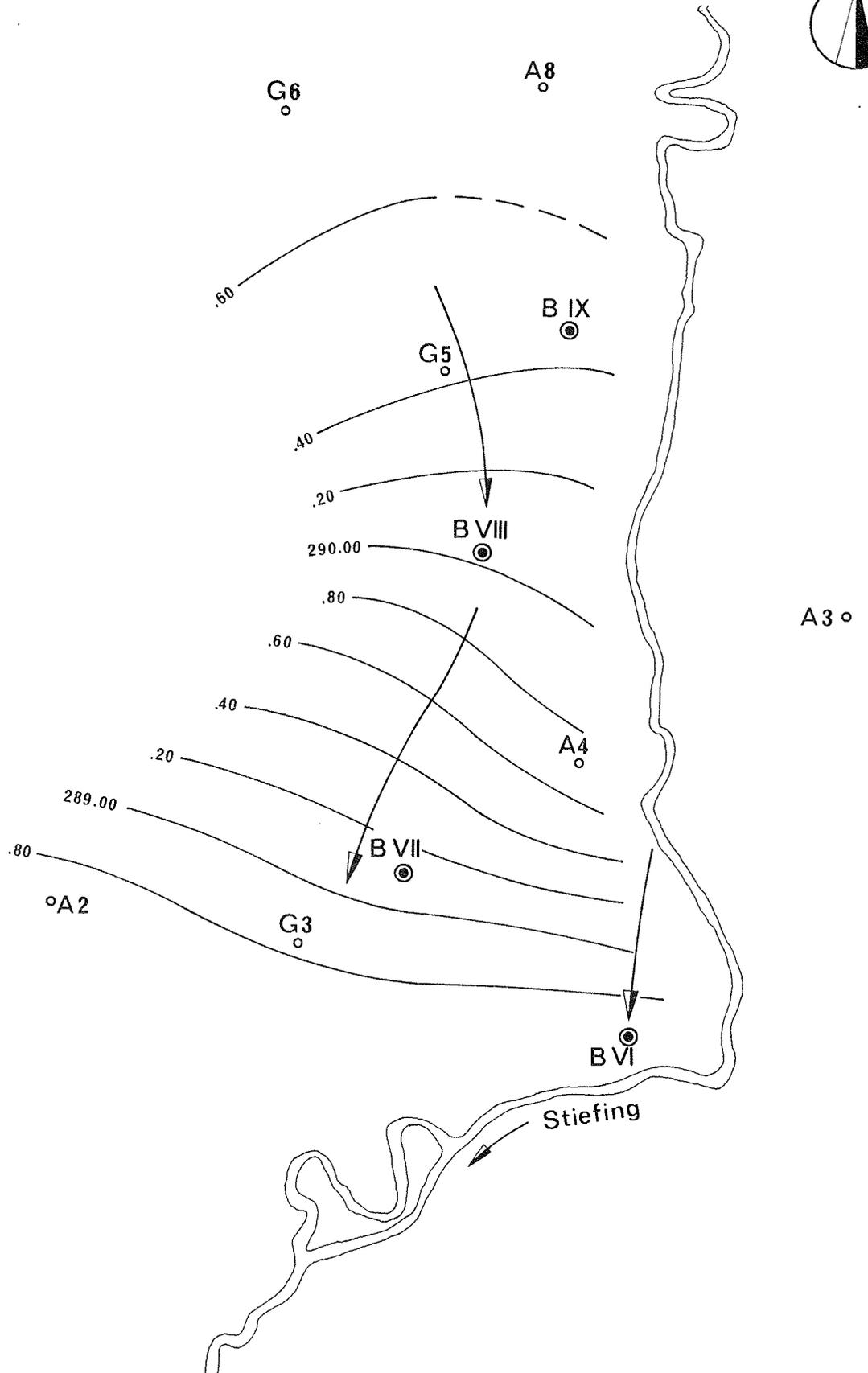


# GW - SCHICHTENPLAN

vom 18.9.1972

BL 13

M 1:10.000



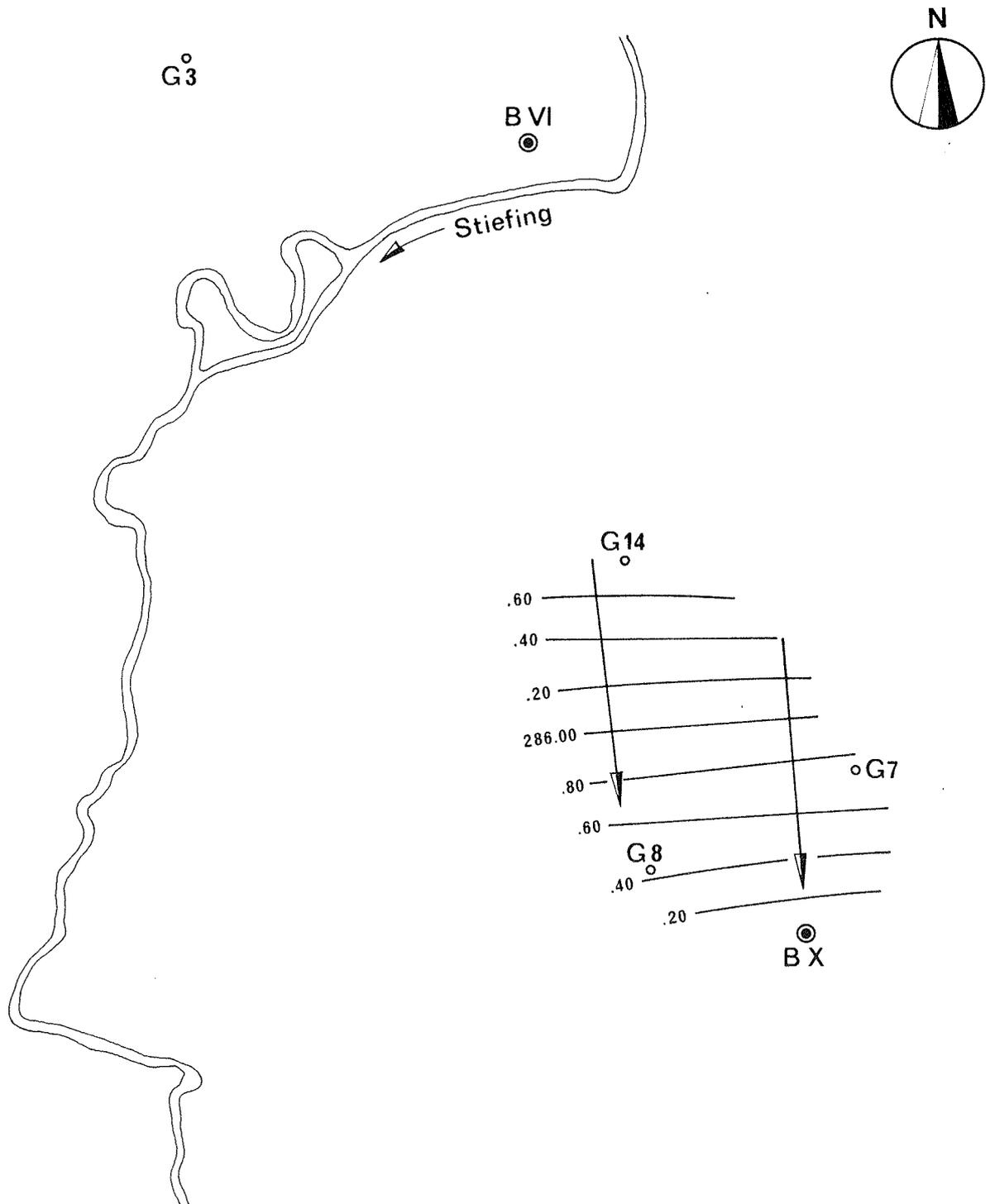


# GW-SCHICHTENPLAN

BL 14

vom 18.9.1972

M 1:10.000





#### 4. Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes, Abgrenzung des Schutzgebietes, Auswahl des Brunnentyps

Die im Grundwasserfeld durchgeführten Pumpversuche ergaben maßgebende Transmissivitäten, die zufällig etwa gleich groß sind und sich in der Größenordnung von etwa  $T = 25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  bis  $T = 35 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  bewegen. Die Werte sind untereinander direkt vergleichbar, da zur Zeit der Pumpversuche etwa dieselbe Grundwassersituation herrschte. Je nach den zur Zeit der Pumpversuche aufgetretenen Mächtigkeiten der grundwasserführenden Schicht ergaben sich maßgebende  $k_f$ -Werte in der Größenordnung von etwa  $k_f = 7,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$  bis  $k_f = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ , wobei der  $k_f$ -Wert in Strömungsrichtung abnahm.

Andererseits zeigen die Grundwasserschichtenpläne ein von Norden nach Süden sich versteilendes Grundwasserspiegelgefälle, welches zwischen den Werten von  $J = 1,1 \%$  und  $J = 2,3 \%$  bei niedrigem Grundwasserstand und  $J = 1,8 \%$  und  $J = 4,0 \%$  beim Hochwasserstand im August 1972 schwankte.

Diese zusammengefaßten Ergebnisse, nämlich steigendes Grundwasserspiegelgefälle in Fließrichtung bei etwa gleichbleibender Transmissivität des Grundwasserleiters, läßt den Schluß einer in Fließrichtung fortschreitenden Alimentation eines aus dem Stiefing-Tal daherziehenden Grundwasserstroms durch den Begleitgrundwasserstrom der Mur zu. Diese Alimentation dürfte etwa im Bereich des Versuchsbrunnens B X zu Ende sein.

Die Ergiebigkeit des Grundwasserfeldes müßte somit, obwohl die Durchlässigkeit schlechter wird, in Fließrichtung zunehmen. Maßgebend zur Errechnung der theoretisch

dauernd gewinnbaren Wassermenge ist ein Niedrigwasserstand, der über einen längeren Zeitraum aufgetreten ist. Wie bereits erwähnt herrschte im Jahr 1971 eine fallende Tendenz des Grundwasserspiegels, wobei in der Zeit von Juli bis November der Grundwasserspiegel im Bereich B VIII und B VI im Mittel ca. 1,00 m bis 1,20 m unter dem zur Zeit der Pumpversuche lag, während im Bereich B X dieser Wert nur ca. 50 cm betrug.

Die theoretisch dauernd gewinnbaren Wassermengen dürften

im Bereich B VIII	ca. 15 l/s
im Bereich B VI	ca. 35 l/s
im Bereich B X	ca. 50 l/s

betragen. Bei höheren Grundwasserständen ist die mögliche Entnahme naturgemäß für eine bestimmte Zeit höher. Sie dürfte im Bereich B VIII bei ca. 25 l/s, im Bereich B VI bei ca. 60 l/s und im Bereich B X bei ca. 80 l/s liegen.

Diese Ergiebigkeiten würden dann gelten, wenn nicht alle drei Brunnen gleichzeitig in Betrieb sind. Da diese Versuchsbrunnen, wie schon erwähnt, hintereinander in Strömungsrichtung liegen, ist bei gleichzeitigem Betrieb auf alle Fälle mit einer geringeren Förderleistung zu rechnen. Eine sichere quantitative Aussage ist äußerst schwierig und kaum möglich, da nur schwer abgeschätzt werden kann, in welchem Maße eine Verschwenkung der Zentralstromlinie in B VI und B X gegen Westen hin eintritt und zusätzlich Wasser aus dem Begleitgrundwasserstrom im Westen eingezogen werden kann. Es erscheint allerdings möglich, daß aus dem gesamten Grundwasserfeld durch drei Fassungsanlagen etwa im Bereich der Pumpver-

suchsbrunnen eine Wassermenge von

ca. 65 l/s bis 85 l/s

dauernd erschötet werden kann. Diese Wassermenge würde sich auf die drei Brunnen, wie folgt, aufteilen:

Bereich B VIII	ca. 15 l/s
Bereich B VI	ca. 20 l/s bis 30 l/s
Bereich B X	ca. 30 l/s bis 40 l/s.

Die mögliche Entnahme bei hohen Grundwasserständen würde dann im Bereich B VIII ca. 25 l/s, im Bereich B VI ca. 45 l/s und im Bereich B X ca. 60 l/s betragen. Sollte eine Bewirtschaftung des Grundwasserfeldes je nach Dargebot beabsichtigt sein, was allerdings nur überregional von Interesse wäre, so müßten die Fassungsanlagen etwa für diese Entnahmemengen ausgebaut werden.

In den Beilagen 15, 16 und 17 sind die erforderlichen Schutzgebiete (60-Tage-Grenze) unter Berücksichtigung der verschiedenen Entnahmen und der verschiedenen Grundwasserströmungsverhältnisse dargestellt. Eine zusätzliche Verschwenkung der Zentralstromlinien in bezug auf die Bereiche B VI und B X infolge Parallelbetrieb ist nicht berücksichtigt, da diese Verschwenkung ohne Pumpversuch im Parallelbetrieb quantitativ nicht erfaßbar ist. Wie aus den Beilagen ersichtlich ist, müßte sowohl die Fassungsanlage im Bereich B VIII als auch die im Bereich B VI verschoben werden, um den Kriterien einer 60-Tage-Grenze zu genügen. Im Bereich B VIII würde eine geringfügige Verschiebung um ca. 100 m gegen Nord-Westen hin genügen, während im Bereich B VI eine Verschiebung um ca. 400 m nach NW hin erforderlich sein würde.

Sollte sich die Entnahme auf die dauernd gewinnbare Wassermenge beschränken und die Brunnen auch auf diese Wassermenge ausgebaut werden, so ergeben sich etwa Schutzgebiete, wie sie in den Beilagen 18, 19 und 20 dargestellt sind. Eine Verschiebung der Fassungsanlage im Bereich B VIII wäre gerade nicht erforderlich, während die im Bereich B VI um dasselbe Maß verschoben werden müßte wie im vorigen Fall.

Alle diese Überlegungen zur Schutzgebietsfrage gehen von der Annahme aus, daß die aus den Bohrprofilen ersichtlichen, schlecht durchlässigen Deckschichten nicht lückenlos vorhanden sind. Außerdem wurde, wie bei geringmächtigen Deckschichten üblich, der lotrechte Sickerweg nicht berücksichtigt. Ist allerdings eine geschlossene Deckschicht vorhanden, so ist bei deren Undurchlässigkeit die Abgrenzung eines Schutzgebietes nicht nötig. Eine Verschiebung der Fassungsanlagen in den Bereichen B VIII und B VI, wie aus Beilage 8 ersichtlich, ist aber auf alle Fälle nötig, da eine Infiltration von der Stiefing her berücksichtigt werden muß.

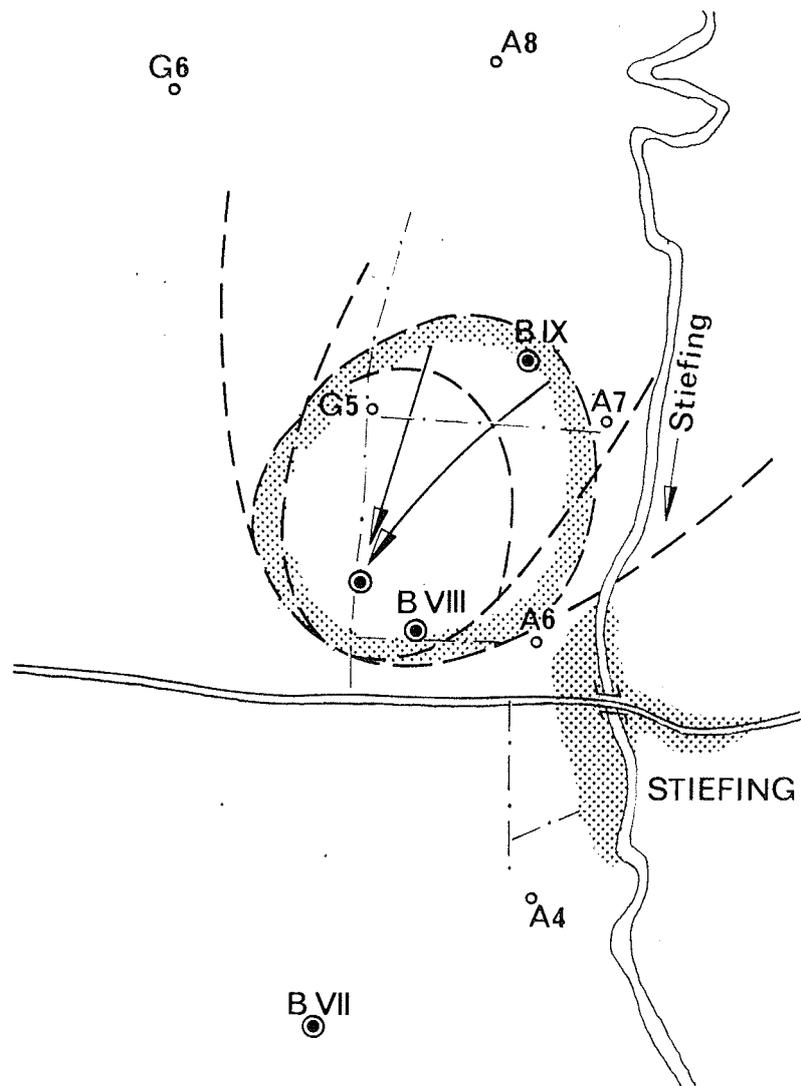
Bei der Situierung der Fassungsstellen im Hinblick auf das Schutzgebiet wurde hauptsächlich auf die Stiefing Rücksicht genommen. Die endgültige Situierung hat sich nach den örtlichen Gegebenheiten, wie Gehöfte u.dgl., zu richten.

Zu der Wahl der Brunnentype ist zu sagen, daß bereits bei der Auswertung des Pumpversuchs in B XI über die Kriterien gesprochen wurde. Diese gelten auch für das gegenständliche Hoffnungsgebiet. Um das Schutzgebiet jedoch möglichst klein zu halten, ist die Fassung durch

# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

BL 15

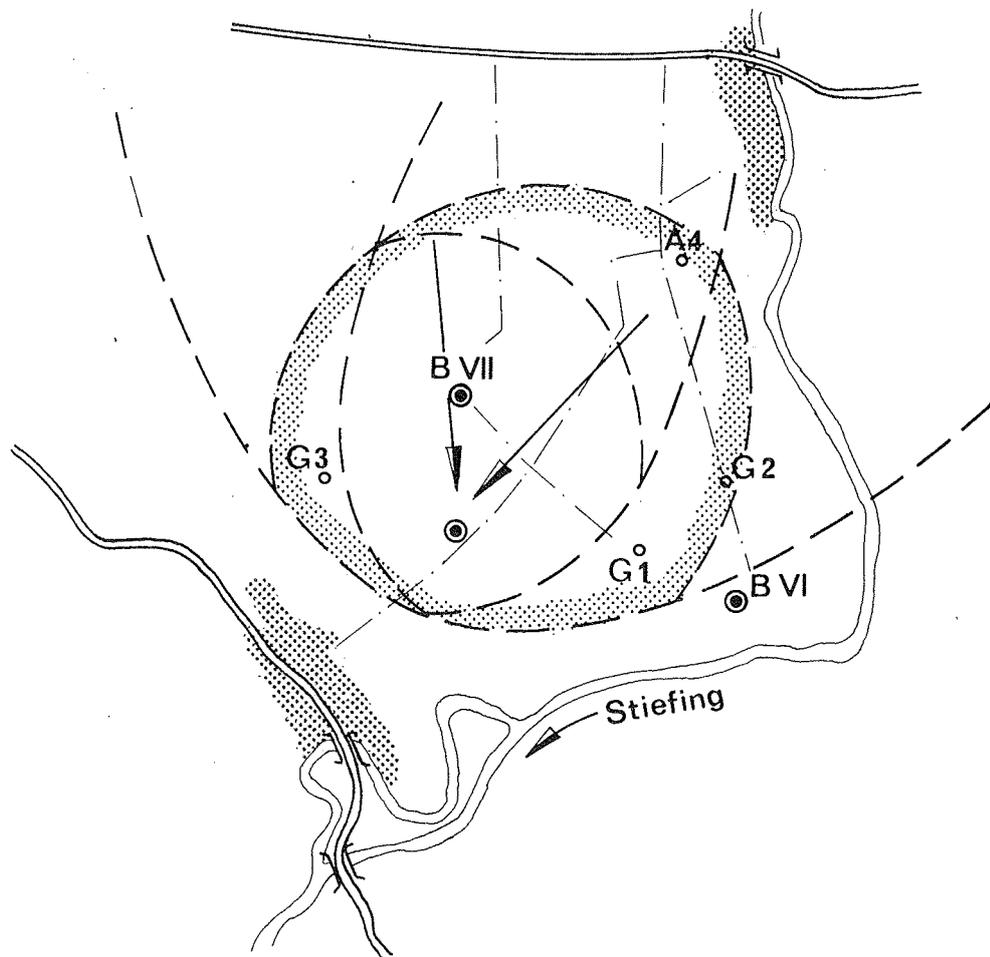
M 1:10.000





# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

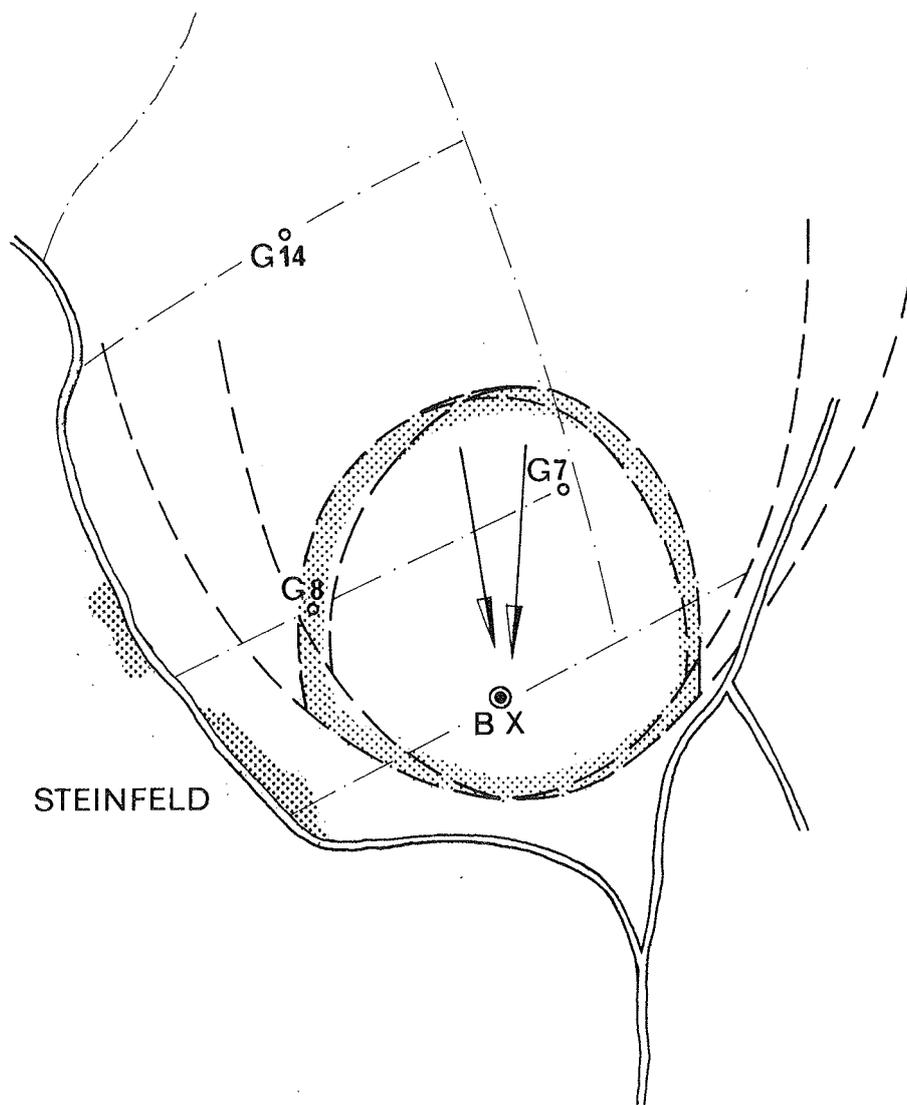
M 1 : 10.000





# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

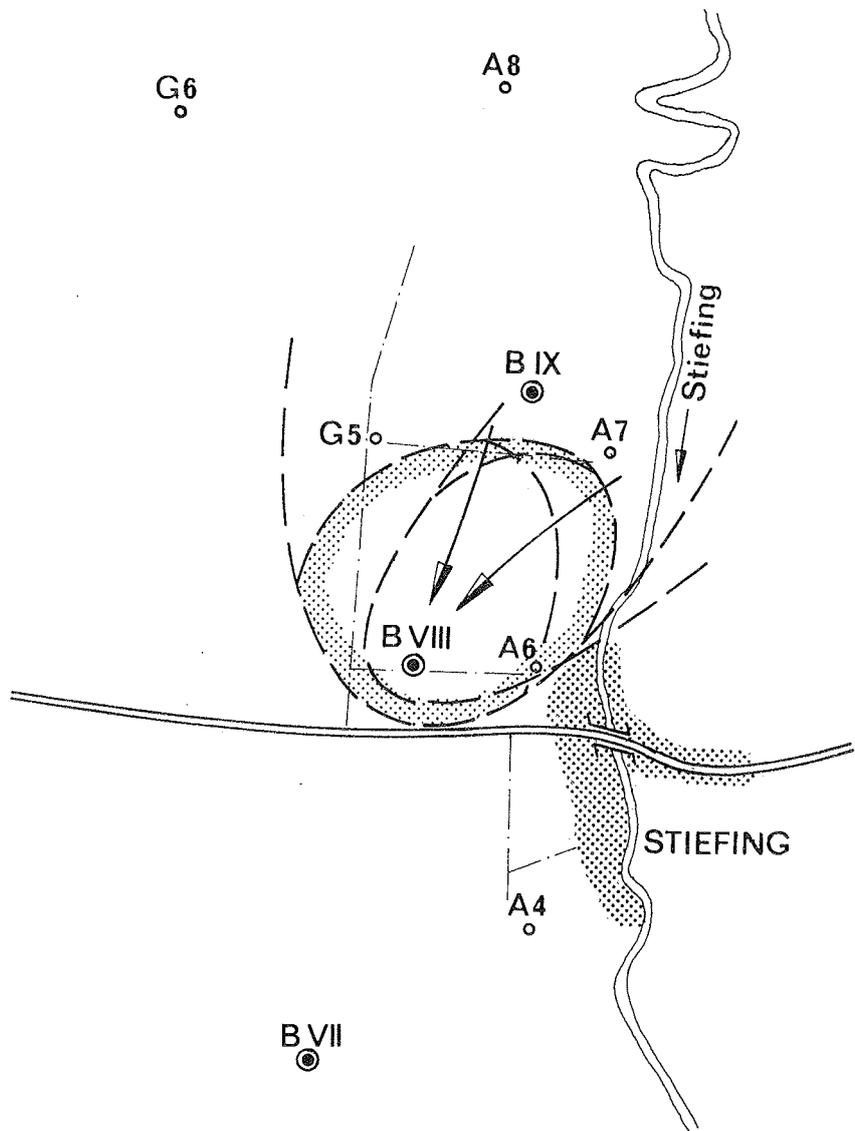
M 1:10.000





# SCHUTZGEBIET – BRUNNENSITUIERUNG

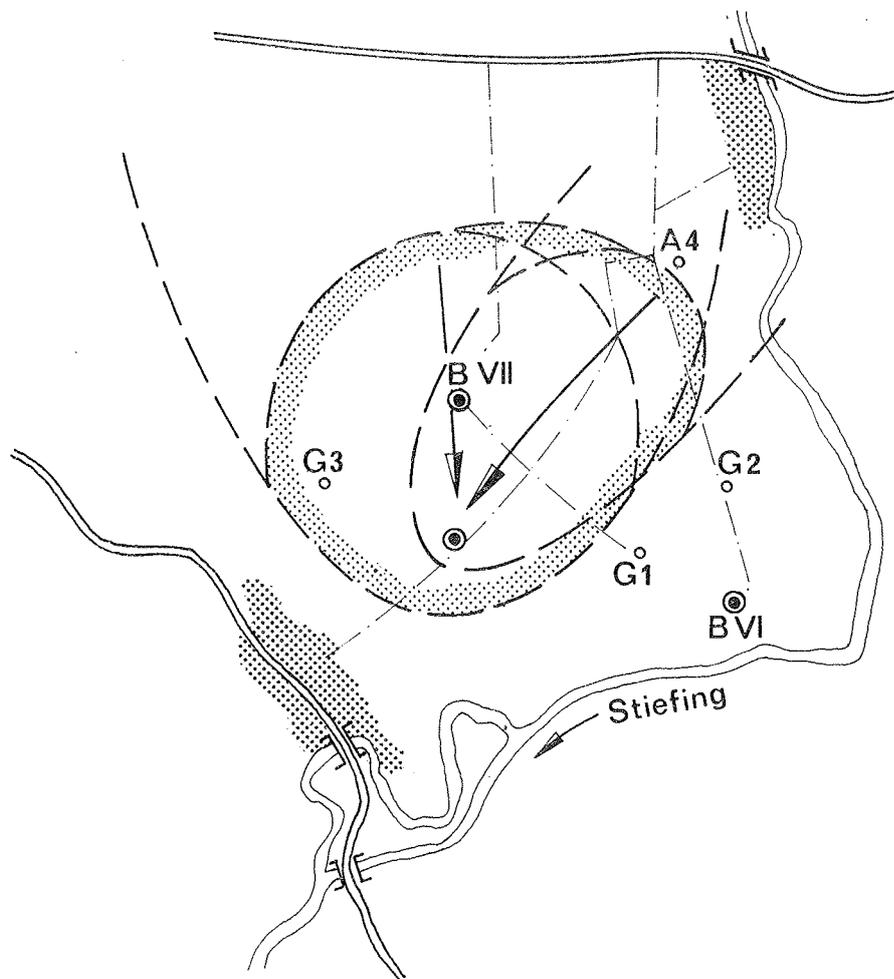
M 1:10.000





# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

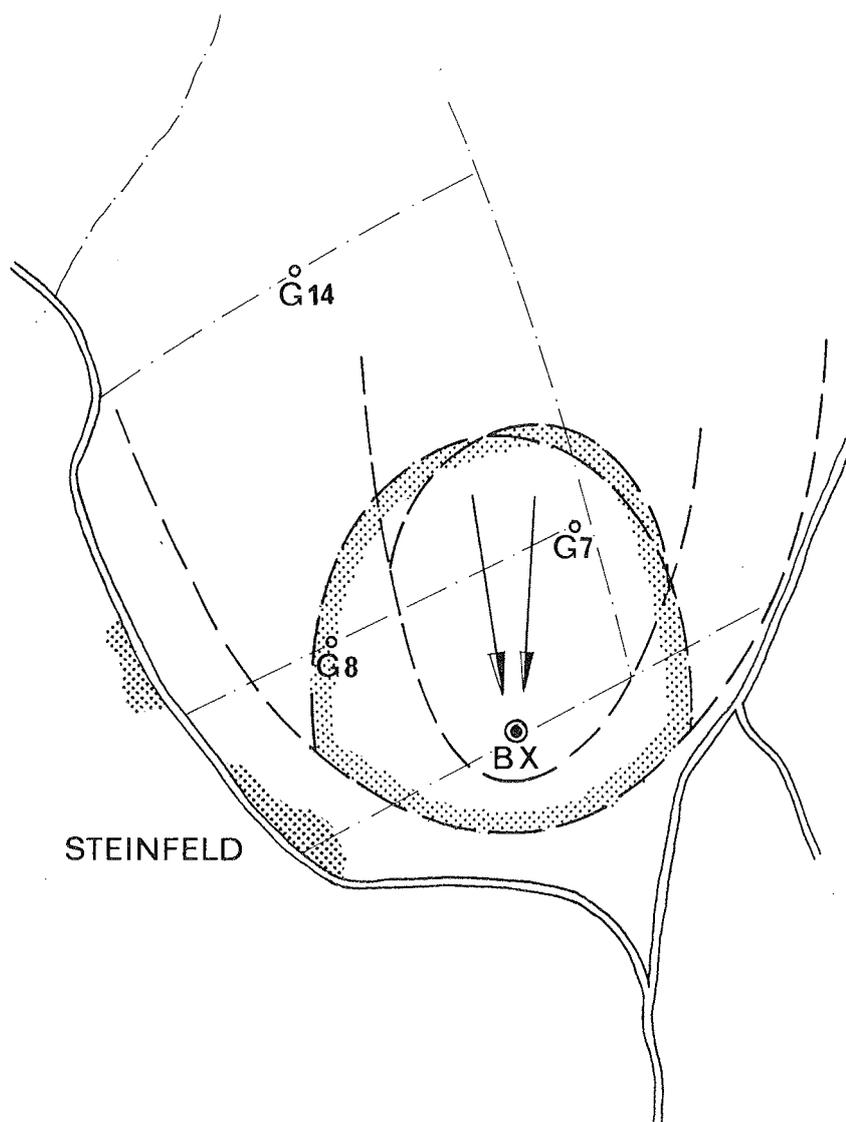
M 1:10.000





# SCHUTZGEBIET - BRUNNENSITUIERUNG

M 1:10.000





einen Brunnen anzustreben. Dies ist im Bereich der Bohrungen B VI und B X nur durch einen Kleinhorizontalfilterbrunnen möglich. Wie aus den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen hervorgeht, ist das für den Vortrieb von Horizontalfilterrohren gültige Kriterium der "Halleiner Kurve" nach E.P. NEMECEK in den untersuchten Bodenproben erfüllt. Die erforderliche Filterrohrlänge richtet sich nach der tatsächlichen Ausbaugröße der Brunnen.

Sollte der Brunnen im Bereich von B VIII maximal mit einer Förderleistung von 15 l/s betrieben werden, so kann hier eventuell noch mit einem Vertikalbrunnen das Auslangen gefunden werden. Allerdings müßte ein Filterrohr mit mindestens NW 500 zum Einbau gelangen und die üblichen konstruktiven Grundregeln über die Anordnung von Filterrohren befolgt werden. Wenn die Fassungsanlage auf die Spitzenentnahme ausgelegt werden soll, so wäre auch hier ein Kleinhorizontalfilterbrunnen wünschenswert.

Auf Grund der hydrologischen Untersuchungen erscheint also eine dauernde Entnahme aus dem Hoffungsgebiet in der Größenordnung von

ca. 65 l/s bis 85 l/s

bei Parallelbetrieb von drei Fassungsanlagen an den erwähnten Stellen möglich, wobei über die geologischen Verhältnisse an den neuen Bohrstellen keine Aussage gemacht werden kann.

Mittels der mathematischen Verfahren zur Pumpversuchsauswertung ist man nur in der Lage, den Durchfluß durch einen bestimmten Querschnitt zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Grundwasserspiegelhöhen zu bestimmen. Ob eine bestimmte Wassermenge tatsächlich dauernd

erschrotet werden kann, ist von der Grundwassererneuerung abhängig.

Maßgebend für die Grundwassererneuerung ist der Niederschlag und die nutzbare Versickerung. Unter der Annahme eines mittleren Trockenjahres mit einer Niederschlagshöhe von ca. 700 mm bis 800 mm/Jahr und einer nutzbaren Versickerungsrate von ca. 30 % im Einzugsgebiet ergibt sich eine Spende der Grundwassererneuerung von ca.  $7,5 \text{ l/s, km}^2$ , wobei eine Infiltration durch Oberflächenwässer nicht berücksichtigt wurde. Die relativ geringe Versickerungsrate von ca. 30 % berücksichtigt Zonen mit undurchlässigen Deckschichten. Mit diesen Annahmen ergibt sich ein erforderliches Einzugsgebiet in der Größenordnung von ca.  $10 \text{ km}^2$ , welches durchaus als gesichert angenommen werden kann.

Zur Abschätzung der Richtigkeit der errechneten Grundwasserspense von ca.  $7,5 \text{ l/s, km}^2$  sei der Wert für das "Grazer-Feld" angegeben, der nach THURNER ca.  $12 \text{ l/s, km}^2$  beträgt. Die eigenen Annahmen dürften somit auf der sicheren Seite liegen.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Walter WESSIAK  
5550 Radstadt  
Nr.363

GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN  
IM NÖRDLICHEN LEIBNITZERFELD

von

H. Ertl und H. Schwinghammer.



Das Laboratorium der Gewässergüteaufsicht beim Amt der Steiermärkischen Landesregierung führt nun seit über 15 Jahren großräumige Untersuchungen der Wasserbeschaffenheit der Oberflächengewässer durch, so daß sich hierüber bereits ein umfangreiches Untersuchungsmaterial angesammelt hat. Im Gegensatz dazu haben sich aber bisher die von diesem Laboratorium vorgenommenen Grundwasseruntersuchungen fast ausschließlich auf besondere Fälle beschränkt, wie sie z.B. bei der Gewässeraufsicht von grundwassergefährdenden Anlagen oder bei Abwasserver-sickerungen notwendig geworden waren. Als das Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung mit den Untersuchungen über eine Grundwassererschließung im nördlichen Leibnitzerfeld begann, war es sinnvoll, im Rahmen dieser Arbeit auch Untersuchungen über die Wasserbeschaffenheit des Grundwassers dieses Gebietes anzustellen; boten sie doch dabei die Möglichkeiten:

- a) den Einfluß des Murwassers auf den ufernahen Grundwasserbereich,
- b) die Auswirkungen von Versickerungen häuslicher Abwässer und
- c) einer intensiven landwirtschaftlichen Bodennutzung auf das Grundwasser

kennenzulernen.

Das nördliche Leibnitzerfeld wird an seinem Westrand von der Mur und den sie linksufrig begleitenden Weissenegger-Mühlkanal und im östlichen Teil von der Stiefing durchflossen. Diese mündet, nachdem sie das nordöstliche Leibnitzerfeld gequert hat, ca. 1 km südwestlich der Ortschaft Rohr, Gemeinde Ragnitz, in den Weissenegger-Mühlkanal.

Nach den chemisch-biologischen Wasseruntersuchungen ist

die Mur im Bereiche des Leibnitzerfeldes, das ist abwärts der Einmündung der Kainach in die Wassergüteklasse III - IV, der Weissenegger-Mühlkanal in die Güteklasse IV und die Stiefing in die Güteklasse II einzustufen.

Am Nord- und Ostrand des Leibnitzerfeldes, aber auch in seinem zentralen Teil, liegen mehrere, aus landwirtschaftlichen Objekten und Einfamilienhäusern bestehende Ortschaften. In diesen Ortschaften werden zum größten Teil die häuslichen Abwässer in den Untergrund versickert.

Für die chemische und bakteriologische Untersuchung des Grundwassers standen neben zahlreichen Hausbrunnen noch die vom Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung niedergebrachten Bohrbrunnen und Rammsonden zur Verfügung.

Die Untersuchungen begannen Ende 1968 und wurden im Frühsommer 1973 abgeschlossen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in den Tabellen 1 bis 8 zusammengefaßt.

Bei der Betrachtung und Auswertung der Analysenwerte muß man die Lage der Entnahmestellen im Leibnitzerfeld beachten.

Die Bohrbrunnen B I, B II und B III sowie die beiden Rammsonden P 8 und 9 befinden sich in den "Murwiesen", wobei die 3 Bohrbrunnen annähernd in einer von Nordwesten nach Südosten verlaufenden Linie mit einem Abstand von ca. 600 - 700 m voneinander niedergebracht wurden. Westlich des Bohrbrunnens B I liegen entlang des Weissenegger Mühlkanals die Hausbrunnen H 1 bis H 7 (Tab. 1).

Südlich dieser Brunnen liegt in den "Gries-Wiesen" zwischen dem Knie des Weissenogger-Mühlkanals und der Mur der Bohrbrunnen B IV, der von den Rammsonden P 1 bis P 7 umgeben ist (Tab. 2).

Schließlich liegen am südlichen Rand des Untersuchungsgebietes im Bereiche der Straße von Lebring nach Rohr die Hausbrunnen H 8 bis H 13 (Tab. 3).

Auf der am östlichen Rand des Leibnitzerfeldes von Nord nach Süd verlaufenden Schotterterrasse wurden die Bohrbrunnen B VIII, B VII und B VI westlich des Stiefingbaches niedergebracht. Im Bereich des Bohrbrunnens B VII liegen der Hausbrunnen A 6 und nördlich bzw. nordwestlich von B V die beiden Rammsonden G 1 und G 2.

Der Bohrbrunnen B X liegt östlich von Steinfeld und ca. 1,3 km südlich von B VI. Westlich von B X befinden sich die beiden Hausbrunnen H 14 und H 15 (Tab. 5).

Im südöstlichen Teil des Untersuchungsgebietes wurde östlich der Ortschaft Gundersdorf der Bohrbrunnen B XI niedergebracht, in dessen Nähe sich auch der Hausbrunnen A 11 befindet (Tab. 6).

Zum Abschluß der Untersuchungen wurde in den Monaten Februar bis April 1973 das Wasser von insgesamt 71 Hausbrunnen chemisch und bakteriologisch untersucht. Die Brunnen 1 - 59 liegen entlang der von Wildon annähernd nach Osten verlaufenden Landesstraße nach Stiefing und umfassen so den gesamten Bereich des Grundwassers zwischen Mur und dem östlichen das Feld begrenzenden Höhenzug. Die Brunnen 67 bis 71 liegen südlich von Neudorf, somit am Ausgang des Stiefingtales in das Leibnitzerfeld. Die

übrigen untersuchten Hausbrunnen befinden sich wieder im Gebiet zwischen Haslach und Gundersdorf, somit nördlich des Bohrbrunnens B XI entlang der Landesstraße (Tab.7).

Schließlich wurden noch Brunnen, welche entlang der Mur am rechten Ufer in der Gemeinde Lebring-St.Margarethen liegen, zum Vergleich herangezogen (Tab. 8).

Diese in geographisch geordneten Gruppen zusammengefaßten Brunnen und Sonden unterscheiden sich nun sehr deutlich in ihrem Chemismus, wie bereits aus einer Betrachtung der Zahlenwerte der einzelnen Tabellen leicht feststellbar.

Das Wasser der Bohrbrunnen B I, B II und B III (Tab. 1) ist als ziemlich hartes Wasser zu bezeichnen, während die Härten des Wassers aus B I über den Untersuchungszeitraum kaum größeren Schwankungen unterworfen waren und im Mittel bei  $18,0^{\circ}\text{dH}$  bzw.  $14,5^{\circ}\text{dH}$  lagen, zeigen jene der Bohrbrunnen B II und B III eine Streuung zwischen  $11,8$  bis  $17,6^{\circ}\text{dH}$  bzw. von  $10,2$  und  $15,4^{\circ}\text{dH}$  bei der Gesamthärte und von  $9,4$  bis  $14,2^{\circ}\text{dH}$  bzw. von  $8,0$  bis  $14,0^{\circ}\text{dH}$  bei der Karbonathärte. Sehr auffallend ist dabei das starke Abfallen der Härten bei den Untersuchungen im April 1970, die um rund  $5^{\circ}\text{dH}$  unter dem langjährigen Mittelwert lagen. Unter Mitberücksichtigung der Untersuchungsergebnisse der beiden Pegel P 9 und P 8 ist großräumig eine Abnahme der Härten von Nord nach Süd und von West nach Ost zu erkennen.

Der Sulfatgehalt schwankt zwischen  $17$  und  $61$  mg/l und liegt im Mittel bei  $33$  mg/l. Der Gehalt an Chlorid-Ionen beträgt maximal  $20$  mg/l und ist im B III am geringsten.

Die Menge an Phosphat überschreitet in den meisten Fällen 0,03 mg/l und erreicht Werte bis 0,16 mg/l  $\text{PO}_4^{-3}$ . Während Ammonium-Ion nur fallweise in Mengen bis 0,1 mg/l auftritt, ist Nitrit fast immer, aber höchstens bis 0,01 mg/l nachweisbar.

Der Gehalt an Nitrat-Ion liegt aber in der Regel über 20 mg/l und erreicht Werte bis 60 mg/l. Da aber der  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch stets unter 11 mg/l und im Mittel aller Untersuchungen dieser Brunnen bei 5 mg/l liegt, ist der höhere Nitratgehalt mit großer Wahrscheinlichkeit auf die landwirtschaftliche Nutzung dieses Gebietes zurückzuführen und der Gehalt an Ammonium und Nitrit durch den Eisengehalt des Grundwassers bedingt. Eisen konnte in diesen Brunnen bei jeder Untersuchung nachgewiesen werden, die Menge schwankte zwischen 0,001 mg/l bis 5,1 mg/l. Bemerkenswert ist das Absinken des pH-Wertes auf 6,8 bzw. 6,7 zum Zeitpunkt, in dem die beiden extrem hohen Eisengehalte von 5,1 bis 4,5 mg/l gemessen wurden.

Das durch die Brunnen B I und B II erschotete Grundwasser war stets sauerstoffhaltig, doch war der Sauerstoffgehalt beim Brunnen B II um 20 - 30 %, bezogen auf die Sauerstoffsättigung, geringer als im Brunnen B I.

Dieser Beobachtung entspricht das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchungen. Die Koloniezahl lag im Bohrbrunnen B II annähernd um eine Zehnerpotenz höher als im B I. Coliforme Keime waren in keinem Falle vorhanden.

Eine zum gleichen Zeitpunkt vorgenommene Untersuchung des Wassers aus dem Schachtbrunnen H 3, der eine Tiefe von nur 4,20 m besitzt, und des Bohrbrunnens B I zeigt hinsichtlich der chemischen Kriterien nahezu Übereinstimmung (Tab. 1). Lediglich der  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch war im Brun-

nen H 3 mit 2,2 mg/l deutlich niedriger als der gleichzeitig gemessene Wert im B I mit 11 mg/l. Im Brunnen H 3 war aber auch der Sauerstoffgehalt mit nur 50 % des Sättigungswertes niedriger als im B I.

Ähnliche Ergebnisse erbrachte auch die Untersuchung der beiden Schachtbrunnen H 4 und H 5, die annähernd gleich tief sind wie H 3, obwohl bei diesen infolge ihrer Nähe zum Weissenegger-Mühlkanal eine abweichende Wasserbeschaffenheit zu erwarten war. Da Gesamt- und Karbonathärte sogar höher waren, ist bei diesen Brunnen ein Einfluß aus dem Mühlkanal auszuschließen. Die bakteriologische Verunreinigung im Brunnen H 5 ist auf seine ungepflegte Umgebung zurückzuführen und somit örtlich bedingt.

Ein deutlicher Einfluß vom Weissenegger-Mühlkanal und von der Mur her zeigt aber auch bei den beiden Schachtbrunnen H 1 und H 2 und den zwei Schlagbrunnen H 6 und H 7 (Tab. 1).

Der Nitratgehalt war gering, dafür liegen Nitrit und Ammonium deutlich höher. Bemerkenswert ist das Auftreten von Mangan in allen 4 Brunnen in Mengen zwischen 1,1 und 4,5 mg/l; die starke Abnahme des Sauerstoffgehaltes in den Brunnen H 6 und H 6 auf unter 10 % des Sättigungswertes und der höhere  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch von 22 bis 27 mg/l in den Brunnen H 1 und H 2. In diesen Brunnen war auch Calciumlignosulfonat nach der Nitrosolignin-Methode in Mengen von 16,1 und 11,9 mg/l, bezogen auf Tannin-Standard nachzuweisen, worin sich deutlich der Einfluß des überaus stark mit Abwässern der Zellstoffindustrie belasteten Murwassers auf das ufernahe Begleitgrundwasser zeigt.

Dieser Einfluß des Murwassers ist auch bei den Untersuchungen der Brunnen 1 - 8 in der KG. Wildon (Tabelle 7a und 7b) zu bemerken. Auch in diesen Brunnen ist Mangan bis zu 5,6 mg/l nachweisbar und der Sauerstoffgehalt im Durchschnitt sehr gering.

Sehr deutlich tritt aber der Einfluß des Murwassers und seiner Wasserbeschaffenheit bei den Untersuchungen des Wassers aus dem Bohrbrunnen IV hervor. Im Mittel lag die Gesamthärte mit 12,4°dH und die Karbonathärte mit 11,2°dH wesentlich niedriger als in den nördlich gelegenen Brunnen B I und H 3 bis H 5. Auch betrug die Nichtkarbonathärte, als Differenz von Gesamthärte und Karbonathärte berechnet, im Mittel nur ca. 1°dH, was auch dem geringen Sulfatgehalt entspricht. Da das Wasser sauerstofffrei war und der Nitratgehalt auch nur im Mittel bei 2 mg/l lag, sind in diesem Bereich des Grundwasserfeldes starke Reduktionsvorgänge vorhanden.

Dies findet seine Bestätigung auch in einem höheren Gehalt an gelöstem Eisen und vor allem im hohen Manganengehalt von ca. 5 mg/l. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in einem höheren Gehalt des Grundwassers an organischen Substanzen (KMnO<sub>4</sub>-Verbrauch bis zu 70 mg/l), die aus der Mur und dem Weissenegger-Mühlkanal in das ufernahe Grundwasser infiltriert werden. So konnte auch in allen Wasserproben Calciumlignosulfonat bis zu 12,7 mg/l nachgewiesen werden. Diese für das Murwasser typische Substanz war auch im Wasser der Pegelsonden P 1 und P 4 nachweisbar, nicht aber in den Sonden P 5 und P 7. Im übrigen bestätigen die Untersuchungsergebnisse der Pegelsonden nicht in allen Kriterien den Befund der Wasseranalyse aus dem Bohrbrunnen B IV. Bei diesen Befunden muß aber darauf hin-

gewiesen werden, daß die Analysenwerte dieser Wasserproben nur bedingt zu einer Beurteilung herangezogen werden können, da aus Pegelsonden eine fachgemäße Entnahme von Proben, insbesondere ein vorhergehendes Abpumpen nicht möglich ist.

Die im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebietes gelegenen Hausbrunnen H 8 und H 13 (Tab. 3) zeigen nun wieder das Bild eines von der Mur unbeeinflussten Grundwassers, obwohl diese bis auf den Brunnen H 13 verhältnismäßig nahe an der Mur liegen. Das Wasser ist sauerstoffhältig (50 - 60 % der Sättigung), hat einen mittleren Nitratgehalt von ca. 30 mg/l, einen Nitritgehalt von immer unter 0,01 mg/l, ist frei von Ammonium und Mangan und bis auf H 8 auch eisen- und phosphatfrei. Der  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch ist sehr niedrig. Allerdings steigt von West nach Ost die Gesamthärte und der Chloridgehalt war im Brunnen H 13 doppelt so hoch wie in den übrigen Brunnen.

Es war nun naheliegend, in diesem Bereich des Flußabschnittes das ufernahe Grundwasser auch am rechten Murofer zu untersuchen. Hier bestehen die Brunnen Nord (H 16) und Süd (H 17) der Wasserversorgungsanlage der Gemeinde Lebring - St. Margarethen; beide liegen ca. 200 m von der Mur entfernt und besitzen Tiefen von ca. 5 m. Zwischen diesen Brunnen der Wasserversorgungsanlage und südlich daran sind die Schachtbrunnen H 17 und H 19 und die Schlagbrunnen H 18 und H 21 gelegen.

Die chemische Untersuchung des Wassers aus diesen Brunnen läßt lediglich im Brunnen H 18 einen Einfluß des Murwassers erkennen (Tab. 8). Das Wasser dieses Brunnens war fast sauerstofffrei, enthielt Eisen (0,55 mg/l) und viel Mangan (2,9 mg/l) und hatte einen höheren  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch (26 mg/l).

Außerdem konnte 4,0 mg/l Calciumlignosulfonat nachgewiesen werden.

Der in unmittelbarer Nachbarschaft gelegene Brunnen H 19 war nahezu sauerstoffgesättigt (83 %), hatte nur einen geringen  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch, war aber bakteriologisch verunreinigt.

Im allgemeinen besaßen alle Wässer eine sehr unterschiedliche chemische Zusammensetzung. Bemerkenswert ist dabei der teilweise recht hohe Gehalt an Nitrat, der bis zu 70 mg/l erreicht. Es ist daher anzunehmen, daß in diesem Bereich das Grundwasser nicht nur geologisch bedingt in seinem Chemismus verschieden ist, sondern auch durch örtliche Einflüsse bedingt in diesem eine Veränderung erfährt. Die geringe Zahl der ausgeführten Untersuchungen läßt aber darüber noch keine genauen Aussagen zu, doch scheint sich am rechten Ufer der Mur in dem untersuchten Bereich das Murwasser noch nicht allzu stark in einer nachteiligen Beeinträchtigung des Grundwassers bemerkbar zu machen.

Die am östlichen Rand des nördlichen Leibnitzerfeldes auf der Schotterterrasse niedergebrachten Bohrbrunnen B VI, B VII und B VIII erbrachten im Mittel ein etwas härteres Wasser als z.B. die Bohrbrunnen B I bis B III. So liegt der Mittelwert für die Gesamthärte bei B VIII bei  $19,1^{\circ}\text{dH}$  und für Karbonathärte bei  $15,0^{\circ}\text{dH}$  bei einer Schwankungsbreite zwischen  $12,3$  und  $15,7^{\circ}\text{dH}$ . Bei der Karbonathärte fällt der am 8. August 1972 gemessene Wert ( $12,3^{\circ}\text{dH}$ ) deutlich ab, während die Gesamthärte mit  $18,5^{\circ}\text{dH}$  nur geringfügig unter dem Mittelwert liegt. Dieses abweichende Ergebnis bei den Härtebestimmungen war am gleichen Tag auch in den Bohrbrunnen B VII und B VI zu beobachten. Hier lie-

gen die Härten sogar um bis  $5^{\circ}\text{dH}$  unter dem Mittelwert aus den übrigen Messungen, welche betragen:

B VII Gesamthärte  $22,4^{\circ}\text{dH}$ , Karbonathärte  $15,5^{\circ}\text{dH}$

B VI Gesamthärte  $19,3^{\circ}\text{dH}$ , Karbonathärte  $15,4^{\circ}\text{dH}$ .

Der etwas westlich gelegene Bohrbrunnen B VII zeigt somit gegenüber den beiden Bohrbrunnen B VIII und B VI, die näher an der Stiefing liegen, eine um ca.  $3^{\circ}\text{dH}$  höhere Gesamthärte. Dieses Bild zeigt sich auch beim Hausbrunnen A 6, der noch näher an der Stiefing liegt, und beim Vergleich der beiden Rammsonden G 1 und G 2.

Da das Wasser der Stiefing eine Gesamthärte zwischen 8 und  $9^{\circ}\text{dH}$  hat, wäre somit die Annahme berechtigt, daß das von Norden in das Leibnitzerfeld einströmende Grundwasser durch Uferfiltrat aus der Stiefing alimentiert wird.

Nun lag aber die Untersuchung des Bohrbrunnens B VIII am 9.12.1970 vor Beginn und jene am 14.12.1970 am Ende eines 120-stündigen Pumpversuches.

Das im wesentlichen gleiche Ergebnis beider Untersuchungen beweist aber, daß im Bereich des Bohrbrunnens B VIII bzw. in seinem Einzugsgebiet ein einheitlicher Grundwasserkörper vorliegt und durch den Pumpversuch kein Uferfiltrat aus der Stiefing an den Brunnen herangebracht wird.

Zieht man zur Beurteilung aber auch noch die im Jahre 1973 untersuchten Hausbrunnen (Tab. 7 a) heran, so zeigen die in der KG. Stiefing im Bereich des Bohrbrunnens B VIII gelegenen Schachtbrunnen 54 bis 59 noch teilweise wesentlich niedrigere Härten. Ein ähnliches Ergebnis erbrachte auch die Untersuchung der Brunnen 67 bis 69 und 71, die südlich von Neudorf am Ausgang des Stiefingtales gelegen sind. Im Gegensatz dazu besitzen aber die untersuchten Hausbrunnen

in der KG. Hart (Brunnen 40 -- 52 und 70) und auch solche in der KG. Stiefing Gesamthärten im Mittel von  $22^{\circ}\text{dH}$  und Karbonathärten zwischen  $16^{\circ}\text{dH}$  und  $18^{\circ}\text{dH}$ .

Auf Grund der chemischen Untersuchungen ist daher die Annahme berechtigt, daß sich im Bereich der Bohrbrunnen B VII und B VI ein von Nordwesten kommender Grundwasserstrom mit dem aus dem Stiefingtal herankommenden Grundwasser trifft. Dieses Zusammentreffen der zwei Grundwasserströme findet auch in dem bereits beschriebenen Untersuchungsergebnis für die Bohrbrunnen B I bis B III eine Bestätigung, bei dem eine Abnahme der Härte von West nach Ost und von Nord nach Süd zu erkennen war.

Ein ähnliches Bild zeigen auch die Bestimmungen des Sulfat-, Chlorid- und Nitratgehaltes, aber ganz besonders ausgeprägt natürlich die Meßwerte der elektrolytischen Leitfähigkeit.

Während in den Bohrbrunnen B VIII, VII und VI Ammonium-Ion nur selten, Nitrit-Ion abgesehen von einer Bestimmung nur in Mengen bis maximal  $0,01 \text{ mg/l}$  nachgewiesen werden konnte, lagen die Werte für den Nitratgehalt bei  $50 \text{ mg/l}$  und höher und erreichten Spitzenwerte bis  $80 \text{ mg/l}$ .

Desgleichen war Mangan im Wasser dieser Brunnen nicht enthalten. Hingegen trat Eisen im Bereich des Bohrbrunnens B VI in Mengen bis  $1,8 \text{ mg/l}$ , sowie im B VIII und in den in seiner Nähe gelegenen Hausbrunnen 56, 58 und 59 (Tab. 7 a) auf. Der  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch lag, sieht man von der ersten Untersuchung des B VI ab, stets unter  $10 \text{ mg/l}$ . Das Grundwasser war stets sauerstoffhaltig. Der Sauerstoffgehalt bezogen auf den Sättigungswert schwankte allerdings zwischen 36 und 94 %, lag aber im Mittel aller Bestimmun-

gen in diesem Bereich nach Tabelle 4 bei 65 %.

Die bakteriologischen Untersuchungen zeigten, daß das Grundwasser im Bereich des Bohrbrunnens B VIII wesentlich höhere Keimzahlen aufweist als das Wasser der übrigen Brunnen; auch wurden dort coliforme Keime nachgewiesen. Wohl aber während des vorhin erwähnten Pumpversuches zwar eine Abnahme des Keimgehaltes auf ein Drittel festzustellen; dieses Ergebnis zeigt aber trotzdem, daß das Grundwasser im Bereich des Bohrbrunnens B VIII bakteriologisch verunreinigt ist.

Das Wasser aus dem Bohrbrunnen B X (Tab. 5) ist in seiner chemischen Zusammensetzung dem aus den Bohrbrunnen B VIII und VI nahezu gleich. Überhaupt zeigte der Bohrbrunnen B X während der Untersuchungszeit eine sehr gleichmäßige Wasserbeschaffenheit; auch am Ende des vom 14. bis 21.12. 1970 dauernden Pumpversuches war keine signifikante Veränderung zu beobachten. Bemerkenswert ist auch hier ein verhältnismäßig hoher Chlorid- und ein hoher Nitratgehalt.

Die beiden Hausbrunnen H 14 und H 15 zeigten eine ähnliche Wasserbeschaffenheit.

Der Chemismus des aus dem Bohrbrunnen B XI (Tab. 6) geförderten Grundwassers zeigt aber etwas geänderte Verhältnisse, die vor allem in geringeren Härten und Gesamtsalzgehalt, gemessen an der elektrolytischen Leitfähigkeit, zu erkennen sind. So beträgt im Wasser des Brunnens B XI im Mittel die Gesamthärte  $15,2^{\circ}\text{dH}$  und die Karbonathärte  $12,7^{\circ}\text{dH}$ . Während des in der Zeit vom 8.1. bis 15.1.1973 durchgeführten Pumpversuches stieg die Gesamthärte um  $1,2^{\circ}\text{dH}$  und die Karbonathärte um  $0,5^{\circ}\text{dH}$ . Die übrigen Kriterien blieben jedoch annähernd gleich, der  $\text{KMnO}_4$ -Verbrauch

nahm sogar sehr stark ab. Bemerkenswert ist aber, daß das anfänglich in einer Menge von 3,9 mg/l im Wasser enthaltene Eisen nach Beendigung des Pumpversuches nicht mehr nachweisbar war. Da der Gehalt an Eisen seit der Errichtung des Bohrbrunnens anstieg, dürfte durch den Pumpversuch auch der Beweis erbracht worden sein, daß im Grundwasser Eisen nicht vorhanden ist, das jedoch im Bohrbrunnen durch Korrosionsvorgänge gelöst wird und dieses eisenhaltige Wasser auch durch ein ca. halbstündiges Abpumpen des Brunnens vor der Entnahme nicht zur Gänze entfernt werden konnte.

Das durch die Analysenergebnisse an den untersuchten Bohrbrunnen gewonnene Bild über die chemische Beschaffenheit des Grundwassers im nördlichen Leibnitzerfeld wird durch die in Tabelle 7 c zusammengefaßten Untersuchungsbefunde von insgesamt 71 Hausbrunnen bestätigt und abgerundet.

So nehmen die Härten - wie bereits ausgeführt - gegen den mittleren Bereich des nördlichen Leibnitzerfeldes (KG. Stocking und KG. Hart) stark zu. In diesem Gebiet sind aber auch höhere Chlorid- und hohe Phosphat- und Nitratwerte zu beobachten. Eine statistische Auswertung der Ergebnisse hinsichtlich der Verschmutzungsindikatoren Chlorid, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Kalium zeigt nun in größeren Bereichen eine Häufung höherer Werte. Bringt man nun dazu die Ergebnisse der Sauerstoffbestimmung und die bakteriologischen Untersuchungen (Tab. 7 b) zum Vergleich, so zeigt sich, daß zahlreiche dieser Brunnen eine Beeinträchtigung ihrer Wasserbeschaffenheit durch lokale Verunreinigung erfahren haben. Diese lokalen Verunreinigungs-herde beeinflussen aber auch das Grundwasser in ihrer Umgebung und besonders grundwasserstromabwärts.

Diese Erscheinung hat allein ihre Begründung in der Tatsache, daß mangels geeigneter Vorfluter bei fast allen Liegenschaften die anfallenden Hausabwässer versickert werden, aber auch zahlreiche landwirtschaftliche Abgänge in den Untergrund gelangen und das Grundwasser in einem bedenklichen Maße verunreinigen.

Zusammenfassend kann nun auf Grund der durchgeführten Untersuchungen festgestellt werden:

- 1) Ein von Nordwesten herankommender Grundwasserstrom aus dem Murtal mit einem verhältnismäßig harten Wasser trifft im nördlichen Leibnitzerfeld auf ein wesentlich weiches Grundwasser aus dem Stiefingtal. Nach Südosten zu nimmt die Härte des Grundwassers ab.
- 2) Im allgemeinen besitzt das Grundwasser einen Sauerstoffgehalt, der über 50 % der Sättigung liegt. Lediglich das Grundwasser im Bereich der Mur und des Weissenegger-Mühlkanals zeigt geringe Sauerstoffwerte und auch sehr niedrige Nitratgehalte.
- 3) Das Grundwasser in der Nähe der Mur besitzt einen höheren Eisengehalt und teilweise beachtlich hohe Mangangehalte. Da in einigen Brunnen Calciumlignosulfonsäure, als Bestandteil der Sulfitablauge, nachweisbar war, ist der Nachweis für einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Infiltration von Murwasser im Grundwasser gegeben.
- 4) Ein im östlichen Bereich fallweise auftretender Eisengehalt im untersuchten Wasser ist nicht geologisch bedingt, sondern mit großer Wahrscheinlichkeit auf eine Korrosion der Brunnenrohre zurückzuführen, was seine Begründung in einem größeren Gehalt an freier Kohlensäure infolge der

Vermischung verschieden harter Wässer haben könnte.

- 5) Die im nördlichen Leibnitzerfeld bestehenden Hausbrunnen haben meist ein Wasser, das bakteriologisch verunreinigt ist und auch sonst in seiner chemischen Zusammensetzung Hinweise auf eine Verunreinigung durch Abwasserversickerungen besitzt.
- 6) Die Abwasserversickerungen sind aber nicht allein Ursache des besonders im nördlichen und östlichen Teil des Feldes vorhandenen hohen Nitratgehaltes des Grundwassers. Hier dürfte eine das notwendige Ausmaß übertretende Mineral-  
salzdüngung der landwirtschaftlich genutzten Flächen die Ursache sein. Dieser hohe Nitratgehalt wird ein begrenzender Faktor in der Nutzung des Grundwassers dieses Gebietes für die Trinkwasserversorgung sein.
- 7) Auf Grund der durchgeführten Wassergüteuntersuchungen ist nur das Grundwasser im Bereich der Bohrbrunnen B X und B XI ohne Aufbereitung und das Grundwasser bei B VIII wahrscheinlich nur nach Entkeimung als Trinkwasser für eine größere Wasserversorgungsanlage zu verwenden.
- 8) Um zu vermeiden, daß das Grundwasser dieses Feldes noch weiter in seiner Beschaffenheit nachteilig beeinträchtigt wird, müßte
  - a) die Abwasserbeseitigung in den dicht verbauten Gebieten ehestens einer wasserwirtschaftlich vertretbaren Lösung zugeführt und

- b) die Verwendung von Mineralsalzdünger in der Landwirtschaft auf das für die Bewirtschaftung und die Kulturgattung notwendige Ausmaß eingeschränkt werden.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Hans Ertl, Regierungsoberbaurat,  
Hermann Schwinghammer,  
Landhausgasse 7, Graz.

# LAGEPLAN

## Nördliches Leibnitzer - Feld.





Tabelle 1

Entnahme- stelle	Datum	Temp.	pH	el. Uf. µS/cm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/l	m-Wert mval/l	GH °dH	KH °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %	Keimzahl 1 ml	Coliforme 100 ml
P 9	30.10.69	13,2	7,2	553	0,10	-	-	0,95	n.n.	320	-	30	20	15	0,04	5,25	18,2	14,7	3,2	-	-	-	-
	20. 4.70	8,8	7,1	541	-	109	17,7	0,21	n.n.	317	-	25	53	15	-	5,20	19,9	14,6	6,3	-	-	-	-
B I	29.11.68	11,3	7,0	-	n.n.	108	9,0	0,001	0,003	330	0,01	15	29	14,2	0,002	5,41	17,2	15,2	1,0	6,1	56	43	-
	30.10.69	12,7	7,2	538	n.n.	-	-	0,77	n.n.	314	n.n.	30	44	13	0,16	5,15	18,2	14,4	6,3	-	-	43	n.n.
	20. 4.70	9,6	7,2	529	n.n.	108	12,3	0,88	n.n.	314	0,008	25	54	15	0,06	5,15	18,0	14,4	6,0	-	-	43	n.n.
	22. 2.71	9,6	6,8	482	0,05	126	1,8	5,1	-	313	0,009	2	-	17	0,05	5,10	18,1	14,3	11	7,1	65	4	n.n.
	23. 6.71	9,7	7,3	534	0,05	100	19,0	0,33	n.n.	314	0,010	60	61	16	n.n.	5,15	18,5	14,4	0,6	7,7	72	5	n.n.
P 8	30.10.69	13,7	7,2	508	0,05	-	-	0,48	n.n.	275	-	25	24	16	0,09	4,50	16,4	12,6	4,1	-	-	-	-
	20. 4.70	14,1	7,5	496	-	95	15,0	0,20	n.n.	284	-	20	38	20	-	4,65	16,8	13,0	5,7	-	-	-	-
B II	29.11.68	11,4	6,7	-	n.n.	98	10,0	0,45	0,003	309	0,06	15	23	12,2	0,002	5,06	16,0	14,2	3,0	3,5	32	-	-
	30.10.69	13,1	7,2	473	n.n.	-	-	1,03	n.n.	293	0,068	22	35	11	0,11	4,80	16,0	13,4	5,8	-	-	-	-
	22.4.70	8,8	7,0	385	-	78	3,7	0,90	Spuren	204	-	48	17	8	0,11	3,35	11,8	9,4	5,4	-	-	250	n.n.
	22.2.71	7,5	6,7	456	0,07	104	6,9	4,5	n.n.	261	0,009	50	-	18	0,05	4,25	16,2	11,9	1,6	4,3	38	184	n.n.
	5.5.71	8,7	7,3	508	n.n.	103	11,5	1,28	n.n.	262	0,008	35	25	17	n.n.	4,30	17,1	12,0	-	3,8	35	46	n.n.
	23.6.71	10,8	7,0	524	n.n.	80	27	1,38	n.n.	305	0,010	40	-	18	n.n.	5,00	17,6	14,0	1,6	4,2	40	37	n.n.
B III	30.10.69	12,5	7,2	443	-	93	10,2	0,92	Spuren	305	0,010	2	22	8	0,13	5,00	15,4	14,0	10,4	-	-	-	-
	24. 4.70	-	7,2	301	-	65	4,8	0,39	n.n.	174	-	14	17	6	0,10	2,85	10,2	8,0	8,8	-	-	-	-
H 1	24. 2.71	9,4	7,2	444	0,50	83	14,5	0,61	3,2	276	0,008	n.n.	-	16	0,06	4,50	15,0	12,6	22	5,8	53	-	-
H 2	24. 2.71	-	7,8	425	0,50	84	18,1	n.n.	3,5	291	0,006	1	-	11	0,07	4,75	16,0	13,3	27	5,6	-	-	-
H 3	22. 2.71	8,6	6,8	496	0,05	130	1,1	-	-	322	0,009	35	-	17	0,05	5,25	18,5	14,7	2,2	5,8	50	1	n.n.
H 4	1. 3.71	8,3	7,4	559	n.n.	114	13,2	n.n.	n.n.	315	0,009	35	40	17	n.n.	5,15	19,0	14,4	4,1	6,5	59	40	n.n.
H 5	24. 2.71	8,4	7,8	643	n.n.	124	15,5	n.n.	n.n.	355	0,008	-	-	19	0,04	5,78	21,0	16,2	5,1	5,8	53	-	-
H 6	1. 3.71	7,4	7,7	390	0,50	58	20,5	0,21	4,5	255	0,05	6	21	9	0,02	4,15	12,9	11,6	14	0,3	3	-	-
H 7	1. 3.71	6,9	7,7	406	0,50	64	21,6	0,89	1,1	255	0,09	12	31	10	n.n.	4,15	14,0	11,6	5,7	1,1	10	-	-



Tabelle 2

Entnahme- Stelle	Datum	Temp.	pH	el. Lf. µS/cm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/l	m-Wert mmol/l	GH dH	KH dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %	Keimzahl 1 ml	Coliforme 100 ml
B IV	29.11.68	10,4	7,3	-	0,05	59	10,0	0,001	5,30	224	0,001	1	4	8,4	0,002	3,67	10,5	10,3	25	n.n.	-	-	-
	24. 5.69	8,5	7,9	385	0,05	64	9,3	1,06	5,19	244	0,010	6	11,5	-	-	4,00	11,2	11,2	32	-	-	-	-
	27.10.69	10,6	7,3	368	0,10	63	15,1	0,12	Spuren	250	n.n.	2	11,5	2	0,08	4,10	12,3	11,5	13	n.n.	-	-	-
	20. 4.70	10,0	7,4	363	-	67	21,0	0,45	1,86	253	0,010	1	34	8	0,12	4,15	14,3	11,6	28	-	-	-	-
	22. 2.71	-	6,6	344	0,50	68	9,7	1,80	4,60	236	0,009	n.n.	-	8	0,07	3,85	11,8	10,8	31	n.n.	-	-	-
	5. 5.71	8,6	7,8	359	0,75	66	15,7	0,38	4,42	241	0,008	n.n.	n.n.	10	Spuren	3,95	12,9	11,0	9,5	n.n.	-	-	-
	23. 6.71	10,0	7,3	384	0,10	-	-	0,62	5,02	262	0,010	1	9,6	10	0,02	4,30	14,0	12,0	70	0,3	3	1	n.n.
P 1	27.10.69	12,4	7,6	400	-	76	10,9	0,22	n.n.	282	-	2	42	3	0,09	4,63	13,2	13,0	14	-	-	-	-
	20. 4.70	8,0	7,4	405	-	88	8,4	0,26	n.n.	287	-	14	42	5	-	4,70	14,3	13,2	28	-	-	-	-
	27.10.69	12,7	7,6	388	0,10	66	10,1	Spuren	Spuren	-	-	n.n.	12	2	0,09	-	11,6	-	19	-	-	-	-
	20. 4.70	8,1	7,5	379	-	76	12,6	0,48	0,74	262	-	1	15	7	-	4,30	13,6	12,0	37	-	-	-	-
	27.10.69	12,4	7,3	472	0,05	90	7,2	0,13	n.n.	281	-	13	35	4	0,08	4,60	14,3	12,9	16	-	-	-	-
P 3	20. 4.70	8,6	7,3	420	-	84	3,9	0,13	Spuren	271	-	6	17	9	-	4,45	12,7	12,5	8,5	-	-	-	-
	20. 4.70	7,5	7,2	441	-	92	15,4	0,25	n.n.	342	-	1	11,9	3	-	5,60	16,5	15,7	13	-	-	-	-
P 4	27.10.69	-	7,5	510	n.n.	100	15,4	Spuren	n.n.	313	-	25	38	7	0,12	5,13	17,6	14,4	7,3	-	-	-	-
P 5	20. 4.70	9,3	7,3	505	-	102	15,4	0,23	n.n.	299	-	16	42	12	-	4,90	17,9	13,7	7,0	-	-	-	-
P 7	30.10.69	-	7,3	429	0,10	-	-	0,89	Spuren	297	-	6	30	5	-	4,87	12,4	13,6	6,6	-	-	-	-
Tabelle 3																							
H 8	1. 3.71	7,9	7,6	484	n.n.	88	15,7	0,26	n.n.	299	-	20	31	17	0,09	4,87	16,0	13,6	4,1	4,4	39	-	-
H 9	1. 3.71	8,4	7,6	556	n.n.	116	11,3	n.n.	n.n.	331	0,00830	30	36	19	n.n.	5,40	18,9	15,1	3,2	5,6	51	n.n.	n.n.
H 10	1. 3.71	6,3	7,6	556	n.n.	126	7,0	n.n.	n.n.	334	0,00830	30	36	19	n.n.	5,45	19,3	15,3	4,1	5,0	43	-	-
H 11	1. 3.71	8,1	7,5	532	n.n.	110	15,3	n.n.	n.n.	328	0,00930	30	33	18	n.n.	5,35	19,0	15,0	3,5	6,6	59	n.n.	n.n.
H 12	1. 3.71	8,4	7,5	548	n.n.	116	13,0	n.n.	n.n.	333	0,00840	31	31	17	n.n.	5,43	19,3	15,2	3,8	5,8	53	n.n.	n.n.
H 13	1. 3.71	8,3	7,5	634	n.n.	130	10,6	n.n.	n.n.	340	0,00825	42	42	36	n.n.	5,55	20,7	15,5	5,1	2,8	25	n.n.	n.n.



Tabelle 4

Entnahme- stelle	Datum	Temp.	pH	el. l.f. MS/cm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/l	m-Wert pHval/l	GH °dH	KH °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	% O <sub>2</sub>	Keimzahl 1 ml	Coliforme 100 ml
B VIII	9.12.70	-	7,3	546	n.n.	110	17,0	n.n.	n.n.	320	0,050	38	13	19	0,06	5,25	19,3	14,7	9,5	-	-	350	-
	14.12.70	-	7,1	554	n.n.	114	12,9	n.n.	n.n.	323	0,008	48	19	20	0,04	5,30	19,0	14,6	9,5	-	-	120	6
	18. 2.71	10,0	7,2	551	n.n.	110	14,9	n.n.	n.n.	336	Spuren	35	25	17	0,10	5,50	18,9	15,4	-	-	-	-	
	22. 2.71	10,3	7,1	739	n.n.	122	4,6	n.n.	n.n.	313	0,008	40	-	21	0,09	5,10	18,2	14,3	2,2	6,9	66	41	n.n.
	5. 5.71	10,7	7,4	561	n.n.	114	16,8	0,38	n.n.	336	0,008	50	3,8	19	Spuren	5,50	19,9	15,4	-	6,3	61	500	9
A 6	23. 6.71	10,6	7,0	572	n.n.	118	13,0	n.n.	n.n.	342	0,010	60	25	17	0,04	5,60	19,6	15,7	-	6,4	62	19	n.n.
	8. 8.72	10,7	7,3	607	n.n.	104	17,0	0,24	n.n.	268	0,010	70	24	29	0,07	4,40	18,5	12,3	7,3	8,4	80	82	2
	18. 2.71	9,7	7,2	510	n.n.	107	11,7	n.n.	n.n.	317	Spuren	30	17	22	0,02	5,20	17,7	14,6	-	-	-	2	n.n.
	16. 4.71	10,1	7,3	519	0,05	113	13,7	n.n.	n.n.	292	0,010	70	15	32	n.n.	4,80	19,0	13,4	0,9	3,8	36	65	n.n.
	24. 2.71	10,6	7,4	656	n.n.	142	10,6	n.n.	n.n.	339	0,008	80	-	36	0,05	5,55	22,4	15,5	0,9	-	-	30	n.n.
B VII	5. 5.71	9,8	7,5	648	n.n.	129	18,4	n.n.	n.n.	326	0,008	80	23	32	n.n.	5,35	22,4	15,0	0,6	6,0	56	n.n.	n.n.
	23. 6.71	10,0	7,0	652	n.n.	130	18,0	n.n.	n.n.	351	0,010	80	38	30	n.n.	5,75	22,4	16,1	-	7,7	73	7	n.n.
	8. 8.72	11,8	7,1	614	n.n.	98	18,0	n.n.	n.n.	232	0,010	80	35	28	0,05	3,80	17,9	10,6	8,9	9,6	94	31	2
	30.10.69	10,7	7,2	539	0,05	-	-	0,80	n.n.	305	0,010	30	36	18	0,13	5,00	18,2	14,0	4,1	-	-	-	-
	30.10.69	11,9	7,1	438	n.n.	-	-	1,03	n.n.	244	n.n.	25	36	17	0,09	4,00	15,4	11,2	4,7	-	-	-	-
G 1	27. 1.69	11,1	6,7	-	n.n.	120	17,0	0,01	0,003	370	0,001	60	31	12,3	0,002	6,06	20,7	17,0	14	8,6	79	-	-
	30.10.69	11,9	7,2	562	n.n.	-	-	1,0	n.n.	335	n.n.	25	38	17	0,13	5,50	19,3	15,4	4,7	-	-	-	-
	20. 4.70	12,5	7,1	550	0,05	110	16,6	1,5	n.n.	332	-	40	15	20	0,10	5,45	19,3	15,2	7,0	-	-	46	n.n.
	22.2. 71	10,8	6,9	564	n.n.	116	8,3	1,8	n.n.	322	0,20	35	-	16	0,12	5,25	18,2	14,7	6,6	3,8	37	72	n.n.
	5. 5.71	10,0	7,2	522	n.n.	106	17,8	n.n.	n.n.	311	0,010	40	12	21	n.n.	5,10	19,0	14,3	-	6,2	58	n.n.	n.n.
G 2	23. 6.71	10,5	6,9	565	n.n.	112	15,0	n.n.	n.n.	336	0,010	50	35	20	0,05	5,50	19,3	15,4	-	6,6	63	3	n.n.
	8. 8.72	10,7	7,1	543	n.n.	82	17,0	0,67	n.n.	223	0,010	50	25	27	n.n.	3,65	15,4	10,2	8,5	9,0	86	166	n.n.
B VI	27. 1.69	11,1	6,7	-	n.n.	120	17,0	0,01	0,003	370	0,001	60	31	12,3	0,002	6,06	20,7	17,0	14	8,6	79	-	-
	30.10.69	11,9	7,2	562	n.n.	-	-	1,0	n.n.	335	n.n.	25	38	17	0,13	5,50	19,3	15,4	4,7	-	-	-	-



Tabelle 5

Entnahme- stelle	Datum	Temp.	pH	el.L.f. µS/cm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> mg/l	m-Wert	GH °dH	KH °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %	Keimzahl 1 ml	Coliforme 100 ml	
B X	14.12.70	11,1	7,0	540	n.n.	114	14,3	n.n.	n.n.	317	0,010	32	21	22	0,08	5,20	19,3	14,6	1,9	-	-	14	n.n.	
	21.12.70	11,2	7,0	544	n.n.	110	16,4	n.n.	n.n.	339	0,008	32	25	23	0,005	5,55	19,3	15,5	0,6	-	-	160	n.n.	
	24.2.71	9,8	7,9	560	n.n.	114	14,0	n.n.	n.n.	334	0,005	-	-	24	0,04	5,45	19,3	15,3	0,6	7,2	67	3	n.n.	
	5.5.71	9,3	7,5	561	n.n.	107	17,0	n.n.	n.n.	326	0,008	55	35	22	n.n.	5,35	19,0	15,0	0,4	7,4	69	1	n.n.	
	23.6.71	9,9	7,0	562	n.n.	108	18,0	n.n.	n.n.	336	0,010	40	46	21	0,04	5,50	19,3	15,4	-	7,7	73	n.n.	n.n.	
H 14	22.4.70	8,6	7,2	560	-	118	9,6	Spuren	n.n.	320	-	80	38	20	0,10	5,25	18,8	14,0	3,2	-	-	30	n.n.	
H 15	22.4.70	12,7	7,3	562	-	116	13,0	0,02	n.n.	329	-	72	20	17	0,17	5,40	19,3	15,1	2,2	-	-	-	n.n.	
Tabelle 6																								
B XI	21.12.70	11,0	7,1	461	n.n.	93	8,7	n.n.	n.n.	281	0,010	28	21	15	0,02	4,60	15,1	12,9	3,2	-	-	34	n.n.	
	24.2.71	10,7	7,8	472	n.n.	88	11,0	0,20	n.n.	281	0,005	-	-	14	0,05	4,58	14,9	12,8	1,6	5,3	50	52	n.n.	
	14.5.71	10,0	7,4	451	n.n.	82	13,3	-	-	274	n.n.	30	7,7	13	n.n.	4,50	14,6	12,6	0,3	6,6	62	-	n.n.	
	23.6.71	10,2	7,3	450	n.n.	58	29,0	0,71	n.n.	278	0,010	40	27	11	0,02	4,55	14,8	12,7	0,6	6,1	58	n.n.	n.n.	
	8.1.73	10,2	7,3	477	n.n.	82	16,3	3,9	n.n.	272	0,020	60	8	17	n.n.	4,45	15,3	12,5	8,8	-	-	n.n.	n.n.	
A 11	15.1.73	10,5	7,0	482	n.n.	100	10,0	n.n.	n.n.	284	Spuren	50	16	15	n.n.	4,65	16,5	13,0	0,9	-	-	1	n.n.	
	22.4.70	8,0	7,2	485	0,20	100	7,2	0,12	n.n.	287	-	64	15	14	0,25	4,70	15,7	13,2	2,2	-	-	22	n.n.	



Tabelle 7 a

Entnahme- stelle:	pH- Wert	Ei.Leitf. µS/cm	KMnO <sub>4</sub> mg/l	NH <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	Ges.H. dH	Karb.H. dH	N.Karb. H. dH	m- Wert	Hydr. Karb. mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l
<b>KG.Wildon</b>																				
1)	7,1	644	7,9	0,50	108	16	n.n.	1,7	7,6	8,8	18,8	16,5	2,3	5,90	360	0,3	20	36	14	n.n.
2)	7,25	557	6,6	0,35	112	13,3	n.n.	3,0	6,9	9,7	18,8	16,9	1,9	6,05	370	0,4	18	30	16	n.n.
3)	7,2	711	19	0,40	102	16,7	n.n.	5,6	4,8	10,4	18,2	16,4	1,8	5,85	357	0,01	20	30	16	n.n.
4)	7,2	808	5,4	n.n.	119	14	n.n.	Spur	5,2	13,2	19,9	14,6	5,3	5,20	317	n.n.	90	30	18	n.n.
5)	7,25	584	7,3	0,20	117	16,4	0,33	0,78	6	11	20,2	16,7	3,5	5,95	363	0,02	30	43	19	n.n.
6)	7,2	544	4,1	0,35	108	14,4	n.n.	2,5	4	9,2	18,5	15,7	2,8	5,50	342	0,01	40	13	22	n.n.
7)	keine	Chemie																		
8)	7,2	733	3,2	n.n.	82	35	2,7	n.n.	5,6	9,4	19,6	16,8	2,8	6,00	366	n.n.	30	36	14	n.n.
<b>KG.Stocking</b>																				
9)	7,3	573	2,8	n.n.	90	6	n.n.	n.n.	2,2	4,8	14,0	11,2	2,8	4,0	244	n.n.	25	28	9	n.n.
10)	7,2	751	4,1	n.n.	116	14	0,12	n.n.	2,2	5	19,6	16	3,6	5,70	348	n.n.	40	25	13	n.n.
11)	7,3	562	3,5	n.n.	111	13,3	n.n.	n.n.	2,4	4,8	18,7	15	3,7	5,35	326	n.n.	35	27	16	n.n.
12)	7,3	739	2,8	n.n.	114	14	1,8	n.n.	2,0	4,6	19	15,5	3,5	5,55	338	n.n.	30	30	14	n.n.
13)	7,3	553	3,8	n.n.	110	16,9	n.n.	n.n.	2	5,3	19,3	15,5	3,8	5,55	339	n.n.	40	28	14	n.n.
14)	7,4	553	3,2	n.n.	106	17	0,26	n.n.	1,8	5,2	18,8	15,4	3,4	5,5	336	n.n.	35	28	13	n.n.
15)	7,5	562	4,7	n.n.	104	14	0,23	n.n.	5,6	8,4	17,9	13,3	4,6	4,75	290	n.n.	40	32	28	0,29
16)	7,4	560	4,7	n.n.	118	11	n.n.	n.n.	2,4	4,8	19	15,1	3,9	5,4	329	n.n.	35	31	16	0,17
17)	7,2	551	3,2	n.n.	112	12	n.n.	n.n.	5,6	5,6	18,5	14,8	3,7	5,3	323	n.n.	35	34	14	0,19
18)	7,3	599	4,4	n.n.	113	14	n.n.	n.n.	5,2	5,3	19	14,8	4,2	5,3	323	n.n.	40	30	20	0,47
19)	7,3	587	5,1	n.n.	114	17	n.n.	n.n.	5,6	4,6	19,9	14,8	5,1	5,3	323	n.n.	60	33	20	0,18
20)	7,3	605	5,8	n.n.	116	19	n.n.	n.n.	3	4,8	20,7	15,1	5,6	5,4	329	n.n.	65	29	21	0,11
21)	7,3	585	3,8	n.n.	106	17	n.n.	n.n.	16,6	10,2	18,7	-	-	5,05	308	n.n.	65	34	24	2,7
22)	7,15	640	2,89	n.n.	118	19	n.n.	n.n.	10,8	4,8	21,0	15,8	5,2	5,65	345	n.n.	60	31	24	0,17
23)	7,21	588	3,2	n.n.	120	16,6	n.n.	-	3,6	4,8	20,7	5,1	5,6	5,40	329	n.n.	70	28	20	0,09
24)	7,1	623	5,4	n.n.	121	17	n.n.	-	18,2	5	21,0	16,0	5,0	5,70	347	n.n.	70	32	21	0,34
25)	7,1	650	2,5	n.n.	122	21,3	n.n.	-	5,8	4,6	22,1	16,4	5,7	5,85	357	n.n.	70	32	20	n.n.
26)	7,1	653	-	n.n.	112	26,3	n.n.	-	7,5	4,6	21,8	16,2	5,6	5,80	354	n.n.	70	30	21	n.n.
27)	7,2	640	2,8	n.n.	128	19,1	n.n.	-	1,6	4,0	22,4	16,4	6,0	5,85	357	n.n.	60	33	23	n.n.
28)	7,15	693	5,7	n.n.	138	16,7	n.n.	-	13,8	4,8	23,3	17,4	5,9	6,20	378	0,04	70	34	28	0,27
29)	7,2	604	3,2	n.n.	122	9,1	n.n.	-	23,2	4,6	19,3	14,8	4,5	5,30	323	0,0075	60	32	22	1,44
30)	7,15	686	2,8	n.n.	136	14,3	n.n.	-	10,6	8	22,4	17,1	5,3	6,10	372	0,005	70	35	23	0,36
31)	7,2	678	5,1	n.n.	132	13,2	0,58	-	10,4	1,2	21,6	15,5	6,1	5,55	339	0,0075	80	37	26	1,1
32)	7,2	644	2,2	n.n.	126	15,3	n.n.	-	10,5	6,4	21,3	16,5	4,8	5,90	360	0,0075	60	25	26	0,73
33)	7,1	588	3,2	n.n.	102	17	n.n.	-	25,2	5,6	18,2	15,4	2,8	5,5	336	0,08	30	32	24	0,86
34)	7,15	653	2,8	n.n.	125	17,9	n.n.	-	5	5	21	16,9	3,1	6,05	369	0,005	70	30	18	0,61
35)	7,3	622	3,5	n.n.	114	17	n.n.	-	24	8,2	19,9	14,6	5,3	5,20	317	n.n.	70	31	25	1,12
36)	7,2	618	4,4	n.n.	115	17,4	n.n.	-	8,8	7	22,0	15,1	5,1	5,40	329	n.n.	70	30	20	0,93
37)	7,22	558	3,8	n.n.	107	21	n.n.	-	6	5,4	19,9	14,8	5,1	5,30	323	n.n.	60	32	19	0,25
38)	7,35	630	2,2	n.n.	128	17,1	n.n.	-	2,2	5,8	21,8	17,1	4,7	6,10	372	0,005	70	35	22	0,13
39)	7,2	615	19,2	n.n.	120	23,9	2,30	-	2,2	4,4	22,4	16,9	5,5	6,05	369	0,005	80	43	19	0,27
<b>KG. Hart</b>																				
40)	7,35	604	3,2	n.n.	122	20,2	n.n.	-	1,4	4,3	21,8	16,4	5,4	5,85	359	0,005	50	36	19	0,14
41)	7,3	638	3,8	n.n.	124	19	n.n.	n.n.	1,8	4,8	21,8	16,7	5,1	5,95	363	0,005	70	29	13	0,03
42)	7,4	566	3,8	n.n.	118	22,8	n.n.	n.n.	5	5	21,8	16,2	5,6	5,80	354	0,008	80	32	13	0,23
43)	7,15	651	3,5	n.n.	133	17,5	n.n.	-	6,8	6,6	22,7	18,2	4,5	6,5	397	0,005	50	36	16	0,37
44)	7,25	652	8,5	n.n.	130	16,5	0,26	n.n.	6,2	6,9	22,1	17,5	4,6	6,25	381	0,008	60	34	15	0,29
45)	7,2	652	2,8	n.n.	129	19,9	n.n.	n.n.	6,6	6,6	22,7	17,9	5,1	6,3	384	0,005	70	34	15	0,58
46)	7,2	632	4,4	n.n.	124	15,5	n.n.	n.n.	9,2	6,2	21,0	16,8	4,2	6,0	366	0,005	60	32	13	0,97
47)	7,2	657	2,8	n.n.	127	22	n.n.	n.n.	6,4	6,1	23,0	17,9	5,1	6,40	390	0,005	70	31	15	0,08
48)	7,25	692	6,3	n.n.	117	28,4	n.n.	-	5,6	8,6	23,0	17,6	5,4	6,30	384	-	60	39	22	0,04
49)	7,25	655	4,4	0,05	152	4,5	n.n.	-	3,8	5,8	22,4	16,0	6,4	5,70	347	n.n.	80	40	21	-
50)	7,3	542	2,5	0,05	133	18,8	n.n.	n.n.	2	4,6	23,0	16,0	6,8	5,80	353	n.n.	80	40	20	n.n.
51)	7,25	623	2,8	0,05	138	18,1	n.n.	n.n.	1,6	4,8	23,5	16,8	6,7	6,0	366	0,008	70	34	20	n.n.
52)	7,25	652	5,4	n.n.	105	30,2	n.n.	-	21,6	5,0	21,6	-	-	6,6	403	0,005	16	39	26	0,35
<b>KG. Stiefing</b>																				
54)	7,15	510	1,3	0,05	98	15,9	n.n.	n.n.	2,8	6,8	17,4	12,3	5,1	4,40	268	n.n.	60	17	31	n.n.
55)	7,25	519	1,6	0,05	113	13,7	n.n.	n.n.	1,6	6,8	19,0	13,4	5,6	4,80	292	0,01	70	15	32	n.n.
56)	6,9	372	2,8	0,05	62	9,3	0,60	n.n.	5	7,4	10,9	8,1	2,8	2,9	177	n.n.	40	16	17	n.n.
57)	6,85	313	3,5	0,05	59,2	15,1	n.n.	-	2,0	4,0	11,8	9,1	2,7	3,25	198	0,008	14	27	14	0,09
58)	6,7	359	5,7	0,06	79	0	0,27	n.n.	4,2	9	10,7	6,7	4,0	2,40	146	n.n.	60	23	23	0,22
59)	7,0	430	19,9	0,20	78	18,2	1,5	n.n.	5,8	7,2	15,1	11,2	3,9	4,0	244	0,10	30	23	33	n.n.
<b>KG. Haslech</b>																				
53)	7,25	551	4,1	0,05	81	26,1	n.n.	n.n.	28	7,4	17,4	14,7	2,7	5,25	320	n.n.	60	26	18	0,25
60)	7,3	522	1,3	n.n.	49	46,3	n.n.	-	1,8	5,8	17,6	13,4	4,2	4,8	293	n.n.	50	20	20	0,06
61)	7,15	551	1,6	n.n.	107	16,2	n.n.	-	2,6	7,6	18,8	14,8	4,0	5,3	323	n.n.	40	25	22	0,04
62)	7,15	566	1,6	n.n.	105	16,3	n.n.	-	2,6	8	18,5	15,4	3,1	5,4	329	n.n.	40	20	20	0,03
63)	7,2	493	1,6	n.n.	85	20,2	n.n.	-	2,6	6,4	16,5	13,6	2,9	4,85	295	n.n.	40	18	15	0,07
64)	7,2	470	1	n.n.	68	27,8	n.n.	-	2	6,6	16	13,6	2,4	4,85	296	n.n.	30	16	14	0,05
65)	7,15	513	1,3	n.n.	71	31,9	n.n.	-	4,8	7,2	17,4	15,0	2,4	5,35	326	n.n.	30	17	16	0,09
66)	7,3	452	1	n.n.	44	44,5	n.n.	2,8	7,3	-	16,5	14	2,5	5,20	305	0,008	30	18	14	0,15
<b>KG. Hart</b>																				
67)	6,65	375	1,6	n.n.	59,2	12,5	n.n.	-	2	8,6	11,2	9,8	1,4	3,5	214	n.n.	6	25	11	0,1
68)	6,7	426	1,9	n.n.	52,8	13,9	n.n.	-	25,6	17,8	10,6	9,5	1,1	3,40	207	0,01	40	37	15	0,3
69)	6,45	435	1,6	n.n.	68,8	14,0	n.n.	-	1,0	37,2	12,9	12,6	0,3	4,50	275	0,01	16	43	19	n.n.
70)	7,2	591	2,5	n.n.	129,2	18,1	n.n.	-	1,8	5	22,4	16,9	5,5	6,05	369	0,008	60	37	17	0,07
71)	6,5	467	4,1	n.n.	73,6	13,3	n.n.	-	3,6	11,8	13,4	8,4	5	3	183	0,005	80	18	26	0,19



Tabelle 7 b

Entnahme- stelle	Temp. °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> ‰	Koloniezahl in 1 ml	Coliforme Keime in 100 ml
<u>KG. Wildon</u>					
1)	7,8	0,8	7	n.n.	n.n.
2)	8,0	0,9	11	1000	n.n.
3)	-	1,1	-	n.n.	n.n.
4)	7,8	2,8	25	n.n.	n.n.
5)	7,3	1,4	12	220	n.n.
6)	11,3	3,4	33	1	1
7)	-	-	-	152	n.n.
8)	8,6	1,3	12	120	n.n.
<u>KG. Stocking</u>					
9)	4,7	8,6	70	30	n.n.
10)	7,7	8,0	71	5	n.n.
11)	7,6	2,9	26	75	n.n.
12)	9,1	6,3	58	2	n.n.
13)	9,6	7,1	66	9	n.n.
14)	6,8	5,0	43	3	n.n.
15)	-	7,9	-	45	n.n.
16)	7,7	10,3	91	15	n.n.
17)	8,7	6,3	57	6	n.n.
18)	6,2	6,2	53	35	n.n.
19)	8,9	6,8	62	200	n.n.
20)	9,3	7,8	72	3	n.n.
21)	5,5	4,3	36	50	n.n.
22)	9,3	8,1	76	210	n.n.
23)	9,7	8,1	76	50	n.n.
24)	8,8	4,8	44	n.n.	1
25)	9,4	3,1	29	n.n.	n.n.
26)	9,2	3,1	29	6	n.n.
27)	10,3	8,7	83	8	1
28)	9,8	2,1	20	10	n.n.
29)	9,5	3,1	29	160	n.n.
30)	9,5	7,8	73	2	n.n.
31)	9,6	4,9	46	100	1
32)	8,5	4,9	45	160	1
33)	8,2	5,5	50	85	n.n.
34)	8,2	1,7	16	93	n.n.
35)	8,2	8,9	81	1	n.n.
36)	9,4	7,9	74	90	3
37)	12,6	7,6	76	140	n.n.
38)	10,1	8,1	76	7	n.n.
39)	9,3	8,1	75	n.n.	n.n.
<u>KG. Hart</u>					
40)	9,3	5,3	50	5	n.n.
41)	8,8	7,1	66	140	n.n.
42)	8,1	8,7	79	344	15
43)	8,8	7,5	69	n.n.	n.n.
44)	8,9	6,9	64	150	15
45)	8,5	7,8	72	10	8
46)	8,6	7,3	67	220	22
47)	9,6	7,8	74	1	n.n.
48)	8,7	7,5	69	80	20
49)	10,0	7,1	66	38	n.n.
50)	7,9	7,3	65	70	1
51)	8,2	5,6	50	330	n.n.
52)	8,5	8,0	73	n.n.	n.n.
<u>KG. Stiefing</u>					
54)	9,6	4,4	41	16	3
55)	10,1	3,8	36	65	n.n.
56)	9,3	3,2	29	185	n.n.
57)	10,0	4,6	43	21	n.n.
58)	7,0	1,7	15	6	n.n.
59)	9,6	0,5	5	19	1
<u>KG. Haslach</u>					
53)	8,6	5,5	50	285	4
60)	10,0	7,5	71	11	n.n.
61)	9,2	7,4	69	218	3
62)	10,5	7,0	67	4	n.n.
63)	8,6	6,1	56	24	1
64)	8,5	5,4	50	n.n.	n.n.
65)	8,0	5,6	51	100	2
66)	7,7	7,2	65	196	n.n.
<u>KG. Hart</u>					
67)	9,3	2,4	22	n.n.	17
68)	8,1	3,6	32	360	110
69)	8,6	2,2	20	n.n.	n.n.
70)	9,6	6,9	36	220	20
71)	9,3	2,9	27	140	15



Tabelle 8

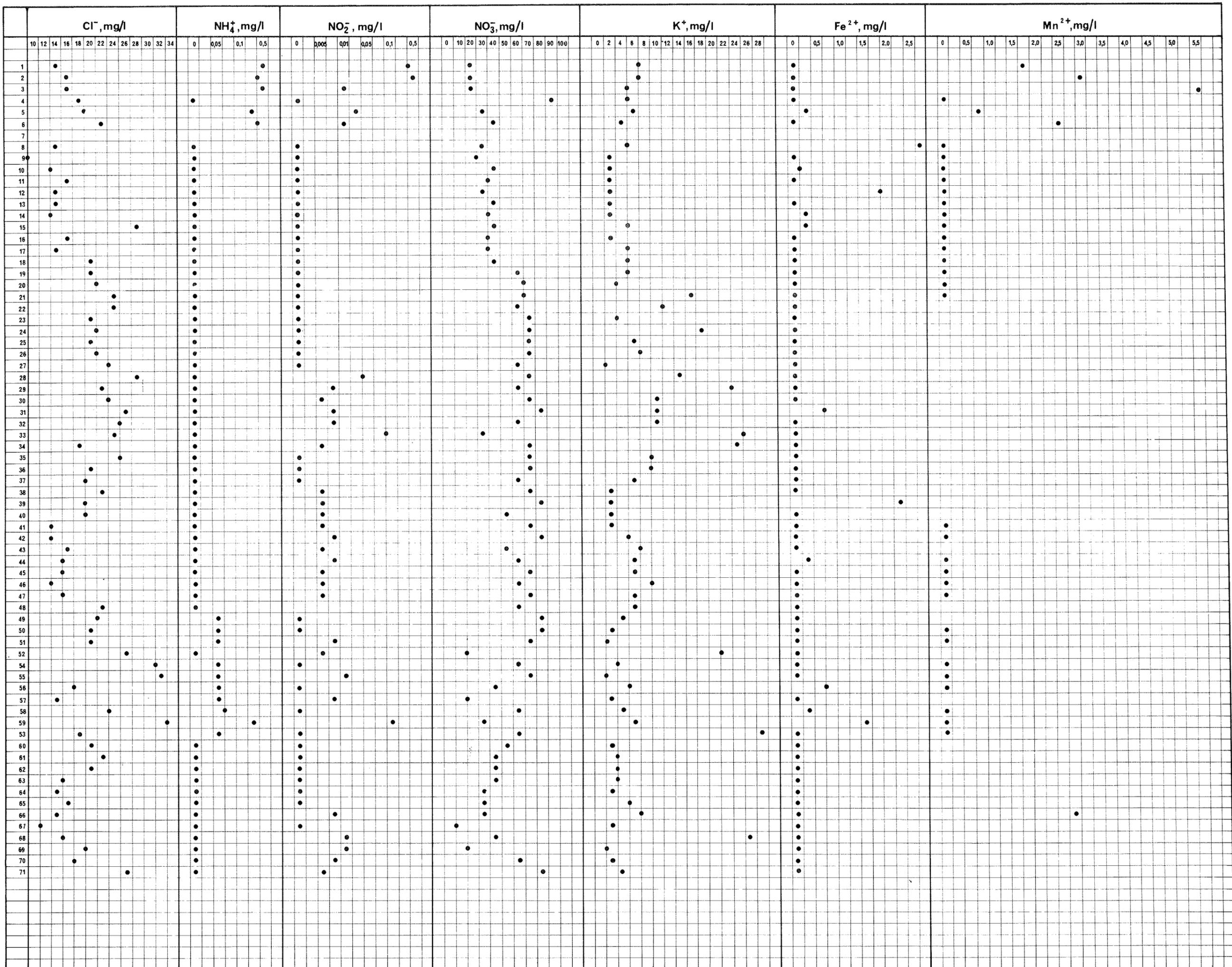
Entnahme- stelle	Datum	Temp.	pH	el. Lf. µS/cm	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	Ca <sup>2+</sup> mg/l	Mg <sup>2+</sup> mg/l	Fe <sup>2+</sup> mg/l	Mn <sup>2+</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> mg/l	m-Wert mval/l	GH °dH	KH °dH	KMnO <sub>4</sub> mg/l	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %	Keimzahl 1 ml	Coliforme 100 ml
H 16	14.4.71	10,3	7,2	511	n.n.	112	7,2	-	-	330	0,008	4	19	16	-	5,40	17,4	15,1	1,6	7,2	68	1	n.n.
H 17	14.4.71	8,4	6,7	540	n.n.	110	8,4	-	-	281	0,005	70	19	17	0,21	4,60	17,4	12,9	1,3	6,4	58	-	-
H 18	14.4.71	9,6	7,5	415	0,30	78	9,7	0,55	2,88	232	0,005	4	50	14	-	3,80	13,2	10,6	26	0,5	5	-	-
H 19	14.4.71	9,2	7,2	729	n.n.	148	7,0	-	-	384	0,005	70	33	28	0,08	6,30	22,4	17,6	0,3	9,1	83	750	13
H 20	14.4.71	8,4	7,2	534	n.n.	102	12,0	-	-	287	0,010	50	50	21	0,02	4,70	17,1	13,2	3,0	4,4	40	4	n.n.
H 21	1.3.71	7,1	7,7	485	0,05	96	13,0	0,15	n.n.	316	0,009	14	27	14	n.n.	5,15	16,5	14,4	3,8	1,6	10	-	-



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

Verzeichnis der bisher erschienenen  
Bände:

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





Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H. Erhard, 1967	S	66.--
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Flußgebiet der Mürz von H.Wengert, E.Hillbrand, K.Freisitzer, 1967	S	131.--
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von N.Anderle, 1969	S	131.--
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969 von L.Bernhart, H.Sölkner, H.Ertl, W.Popp, M.Noë, 1969	S	112.--
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks (Das vorläufige Schwerpunktsprogramm 1964 und das Schwerpunktsprogramm 1966) v. F.Schönbeck, L.Bernhart, E.Gangl, H.Ertl	S	66.--
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steiermarks von L.Bernhart, 1970	S	187.--
Band 16/ 17	Tätigkeiten und Organisation des Wirtschaftshofes der Landeshauptstadt Graz Abfallbehandlung in Graz		
	Literaturangaben zum Thema Abfallbehandlung von A.Wasle	S	112.--
Band 18	Abwasserfragen aus Bergbau und Eisenhütte von L.Bernhart, K.Stundl, A. Wutschel, 1971	S	66.--
Band 19	Maßnahmen zur Lösung der Abwasserfragen in Zellstoffabriken von B.Walzel-Wiesentreu, W.Schönauer, 1971	S	150.--
Band 20	Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze von E.Fabiani, M.Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971	S	168.--
Band 21	Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zetinigg, 1972	S	112.--
Band 22	Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld von L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Novak, W.Popp, 1973	S	90.--



Band 23	Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzer-Feld von L.Bernhart, E.Febiani, M.Eisenhut, F.Weber, E.P. Nemecek, Th.Glanz, W.Wessiak, H.Ertl und H.Schwinghammer, 1973	S	250.--
Band 24	Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld von L.Bernhart, 1973	S	150.--

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

