

BERICHTE
der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 52

**Grundwasseruntersuchungen im Murtal
zwischen Knittelfeld und Zeltweg**

von

I. Arbeiter
H. Krainer u. H. Ertl
H. Zetinigg

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion
Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung
Graz 1980

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Arbeiter, I.:	
Ergebnisse aus der Grundwasserbeobachtung im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg	1
1. Einleitung	2
2. Grundwasserbeobachtung und ihre Ergebnisse	3
3. Zusammenfassung	16
Tab. 1 Grundwassermeßstellen	
Tab. 2 Jahresschwankung 1975-1979 und größte Jahresschwankung seit Beobachtungsbeginn in cm	
Tab. 3 Extremwerte und Gesamtschwankungsbereich seit Beobachtungsbeginn in cm	
Tab. 4 Jahresmittel und mittlere Jahresmittel der Grundwasserstände 1975-1979 sowie langjährige mittlere Jahresmittel (ab Beobachtungsbeginn) in cm	
Tab. 5 Mittlere Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände 1978-1979 in cm	
Tab. 6 Monatsmittel der Niederschläge in mm	
Taf. 1 Geologische Übersichts- und Meßstellenkarte	
Taf. 2 Grundwasserstandsganglinien	
Taf. 3 Grundwasserstandsganglinien	
Taf. 4 Grundwasserstände, Murwasserstände, Niederschläge	
Taf. 5 Grundwasserstände, Murwasserstände, Niederschläge	
Taf. 6 Grundwasserstände, Niederschläge	
Taf. 7 Grundwasserstände, Niederschläge	
Taf. 8 Monatsmittel und mittlere Monatsmittel der Grundwasserstände	
Taf. 9 Grundwasserschichtenlinien vom 24.5.1979	

	Seite
Arbeiter, I.:	
Fortsetzung	
Taf.10 Grundwasserschichtenlinien vom 24.5.1979	
Taf.11 Grundwasserschichtenlinien vom 8.1.1979	
Taf.12 Häufigkeitslinie der Grundwas- serstände der Meßstelle 24821	
Taf.13 Dauerlinie der Grundwasserstän- de der Meßstelle 24821	
Krainer, H. u. Ertl, H.:	
Die Grundwasserbeschaffenheit im Mur- tal zwischen Knittelfeld und Zeltweg	18
1. Einleitung	19
2. Untersuchungsstellen	19
3. Darstellung der Untersuchungser- gebnisse	20
4. Zusammenfassung	24
Tab. 1 Verzeichnis der Untersuchungs- stellen	
Tab. 2 Zusammenfassung der Untersuchungs- ergebnisse	
Tab. 3 Zusammenfassung der Untersuchungs- ergebnisse	
Zetinigg, H.:	
Bohrungen und Pumpversuche im Mur- tal zwischen Knittelfeld und Zelt- weg	27
1. Einleitung	28
2. Die Bohrungen und Pumpversuche	36
3. Die Fließgeschwindigkeiten des Grund- wassers	44
4. Zur Beschaffenheit des Grundwassers	48
5. Zusammenfassung	50
6. Verwendete Literatur	54
Tab. 1 Übersicht der Pumpversuche der Versuchsbohrungen	
Tab. 2 Übersicht der aus den Versuchsboh- rungen und Filterrohrbrunnen er- mittelten k_f -Werte	

Zetinigg,
H.:

Fortsetzung

Tab. 3 Übersicht der aus den Versuchsbohrungen und Filterrohrbrunnen ermittelten k_f -Werte Fortsetzung

Tab. 4 Übersicht der aus den Versuchsbohrungen und Filterrohrbrunnen ermittelten k_f -Werte Fortsetzung

Tab. 5 Übersicht der aus den Versuchsbohrungen und Filterrohrbrunnen ermittelten k_f -Werte Fortsetzung

Tab. 6 Ergebnisse der Bohrungen

Tab. 7 Ergebnisse der Bohrungen, Fortsetzung

Abb. 1 Bohrung I Großlobming

Abb. 2 Bohrung II Pfarrfeld

Abb. 3 Bohrung III Einödthof

Abb. 4 Bohrung IV Murhofwald

Abb. 5 Bohrung V Möbersdorf

Abb. 6 Bohrung VI Neufischling

Abb. 7 Bohrung XII Murhof

Abb. 8 Bohrung 24821 Blickner

Abb. 9 Filterrohrbrunnen Großlobming (FB)

Abb. 10 Dauerpumpversuch Filterrohrbrunnen (FB) Großlobming

Abb. 11 Talquerschnitt Pfarrfeld - Murhofwald

ERGEBNISSE AUS DER GRUNDWASSERBEOBACHTUNG
IM MURTAL ZWISCHEN KNITTELFELD UND ZELTWEG

von

I.Arbeiter.

1. E I N L E I T U N G

Im Rahmen der vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung durchgeführten Untersuchung zur Erkundung und Erschließung von Grundwasser im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg wurde das von der Hydrographischen Landesabteilung betreute Grundwasserbeobachtungsnetz vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Bereich des linksufrig gelegenen Pfarrfeldes sowie zwischen Neufisching und Einödhof durch ein Sondernetz entsprechend verdichtet. Dieses Netz besteht aus 7 Filterrohrbrunnen (Aufschlußbohrungen), einem Rohrpegel, einem Vertikalfilterbrunnen und drei Schachtbrunnen. Insgesamt stehen somit 23 Meßstellen mit einem Beobachtungsmaterial von 2 bis 16 Jahren (Tabelle 1) für eine Auswertung zur Verfügung. Vier davon sind mit Schreibgeräten ausgestattet.

Die genannten Meßstellen liegen zum größten Teil im Bereich der zu beiden Seiten der Mur sich erstreckenden alluvialen Flur. Das gesamte Untersuchungsgebiet umfaßt allerdings einen wesentlich weiteren Raum und schließt auch Teile der späteiszeitlichen Terrasse und der Würmhauptterrasse mit ein. Untergliedert wird die Schotterflur im Norden durch die bei Zeltweg in die Mur mündende Pöls und die vor Knittelfeld einmündende Ingering, im Süden durch den Granitzen Bach und Lobming Bach. Dazwischen sorgen noch einige kleinere Bäche, die vom Norden und Süden kommend mehr oder weniger rasch zur Mur fließen, für den Oberflächenabfluß.

Die Grundwasserbeobachtung ist ein wesentlicher Bestandteil des Untersuchungsprogrammes, ist doch die Kenntnis

der Grundwasserbewegung Voraussetzung für die Erkundung und Nutzbarmachung eines Grundwasservorkommens. Regelmäßig durchgeführte Grundwasserstandsmessungen vermitteln ein Bild über den Grundwassergang; der jährliche und der mittlere jährliche Gang geben Aufschluß über die jahreszeitlichen Schwankungen des Grundwassers. Ebenso von Bedeutung für eine Wassernutzung sind die Kenntnis von Häufigkeit und Dauer bestimmter Grundwasserstände. Durch die Konstruktion von Grundwasserschichtenlinien erhält man Strömungsrichtung und Spiegelgefälle des Grundwassers, die ebenso wie die Mächtigkeit der Überdeckung des Grundwassers bei der Bemessung von Schutz- und Schongebieten eine grundlegende Rolle spielen.

2. GRUNDWASSERBEOBACHTUNG UND IHRE ERGEBNISSE

Für eine Charakterisierung des Grundwasserganges eines Gebietes bedarf es sowohl „trockener“ als auch „nasser“ Jahre, das heißt, Jahre mit extrem niederen und extrem hohen Grundwasserständen, um den gesamten Schwankungsbereich des Grundwassers erfassen zu können. Für die Ermittlung von Normalzahlen, d.h. langjährigen mittleren und extremen Wasserständen als Vergleichszahlen für die jährlichen Ereignisse, spielt die Dauer der Beobachtung eine wesentliche Rolle und sollte zumindest eine Dekade umfassen. Für die Erfassung des Schwankungsbereiches des Grundwassers genügen aber oft auch schon weniger Beobachtungsjahre, vor allem dann, wenn man langjährig beobachtete Vergleichsmeßstellen zur Verfügung hat. Für das für die Untersuchung errichtete Sondernetz liegen durchschnittlich nur 2 1/2 Beobachtungsjahre vor. Durch die Einbeziehung langjährig beobachteter Meßstellen der Hy-

drographischen Landesabteilung ist es aber dennoch möglich, die wesentlichsten Merkmale dieses Grundwasserfeldes herauszuarbeiten und die Grundwasserverhältnisse zu charakterisieren.

Die Messung des Grundwasserstandes erfolgte an den Sondermeßstellen einmal wöchentlich mittels Kabellichtlotes, an den Meßstellen der Hydrographie je nach Schwankungsintensität einmal bis zweimal wöchentlich durch örtliche Beobachter mit Hilfe eines am Brunnen oder Bohrrohr montierten Bandpegels, der ein direktes Ablesen des Wasserstandes, d.h. des Abstichmaßes vom Meßpunkt (Meßrohroberkante) zum Wasserspiegel, ermöglicht. Das daraus resultierende Beobachtungsmaterial wird durch die Aufzeichnungen von 4 Schreibpegeln noch entsprechend aufgewertet. Die Lage der Meßstellen ist aus der nachfolgenden Planskizze 1 : 25.000 (Tafel 1) zu ersehen. Wie schon erwähnt, befinden sich die Meßstellen des Sondernetzes mit Ausnahme der Meßstelle 6 G im Bereich der alluvialen Ebene. Das gleiche gilt auch für die beiden Schreibpegelstationen 24951 und 24821 sowie einige Hausbrunnen der Hydrographie. Die restlichen Meßstellen verteilen sich auf die späteiszeitliche Niederterrasse und die Würm-Hauptterrasse. Der Lage der Meßstellen entsprechend lassen sich deren Meßergebnisse in charakteristische Gruppen gliedern.

Die erste Gruppe (Tafel 2) umfaßt die auf der Alluvialebene gelegenen Meßstellen, die in ihrer Charakteristik einen engen Zusammenhang mit dem Abflußgeschehen im Vorfluter erkennen lassen (Tafeln 4 und 5). Dazu gehören außer den auf der Tafel 2 dargestellten Meßstellen auch noch die Bohrungen I und IV, die Hausbrunnen 3K, 1F, der Pegel S₁, der Vertikalfilterbrunnen FBr sowie die Hausbrunnen

2442, 2518, 2520, 2522 und 2531. Sie alle zeigen trotz ihrer unterschiedlichen Lage zueinander und zum Vorfluter den gleichen Grundwassergang. Dieser zeichnet sich durch eine große Schwankungsintensität aus, die der des Vorfluters gleichkommt bzw. diese sogar noch übertrifft. Die Jahresmaxima des Grundwassers fallen mit den Murhochwässern zusammen, d.h. die Grundwasserganglinie zeichnet die Murwasserganglinie - allerdings mit einer Verzögerung der Grundwasserspitzen um etwa 24 Stunden - nach, unterscheidet sich von dieser aber in ihrer Schwankungsbreite. Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich, beträgt die Jahresschwankung bei diesen Meßstellen während der letzten 5 Jahre bis zu 213 cm, während der gesamten Beobachtungszeit der hydrographischen Meßstellen sogar bis zu 300 cm (Meßstelle 24821). Die Jahresschwankung des Murwasserstandes betrug in den letzten 5 Jahren maximal 160 cm.

Vergleicht man die Grundwasserstandsganglinien der Jahre 1975 bis 1978 mit den Murwasserstandsganglinien des Schreibpegels 2400 Zeltweg, so zeigt sich, daß der Grundwasserstand wesentlich höher ansteigt als der Murwasserstand und, was für diese Untersuchung zum Zwecke einer Wassernutzung sehr wesentlich ist, nicht sofort und im gleichen Ausmaß wieder absinkt wie dieser. Vom ersten Frühjahrshochstand an bis zum Oktober etwa verbleibt der Grundwasserspiegel um Zehnerzentimeter über dem Flußwasserspiegel. Besonders deutlich wird dies im Jahre 1975, wo der Grundwasserstand im Mai um 25 cm, Anfang Juli sogar um 75 cm höher ansteigt als der Murwasserstand, im September immer noch 25 cm höher liegt als dieser und erst im November entsprechend absinkt (Tafel 7). Ähnlich

verhält es sich auch mit den Jahren 1976, 1977 und 1978, wobei es in den „trockeneren“ Jahren wie 1976 nur zu einer geringen Überhöhung kommt (Tafeln 4 und 5)¹⁾.

H. Rabitsch und H. Flügel erklären sich das in ihrer hydrogeologischen Arbeit über den Bereich der Murschlinge bei Kraubath damit, daß es infolge der Schlingenbildung der Mur am höher gelegenen Prallhang der Murschlinge zu einer erhöhten Einsickerung von Oberflächenwasser kommt, welches nun auf dem kürzesten Weg bestrebt ist, den gegenüberliegenden Teil der Schlinge zu erreichen²⁾. Es kommt dadurch zu einer Beeinflussung des Grundwasserspiegels, einerseits durch den Wasserzutritt selbst und andererseits durch den durch ihn hervorgerufenen Rückstau des Grundwassers, wodurch es zu einer Aufhöhung des Grundwasserspiegels kommt. Dies hat für die Meßstellen Bl II, 2442, Bl VI, 24821, Bl IV, Bl XII und FBr sicher Gültigkeit, läßt sich aber auf die außerhalb der Murschlingen liegenden Meßstellen, wie z.B. Bl I und Bl III, nicht ganz in Anwendung bringen, deren Ganglinien aber gegenüber der Murganglinie von Zeltweg ebenfalls eine, wenn auch geringere Überhöhung aufweisen. Natürlich kommt es auch hier bei Murhochwässern zu einem Rückstau des Grundwassers bzw. zu einer Infiltration von der Mur her; das allein bietet aber noch keine vollständige Erklärung für die anhaltende Überhöhung. Eine Erklärung dafür findet sich in der Frage nach dem Einzugsgebiet.

Wenn auch die Grundwasserbewegung im Bereich der Mur-

- 1) Für das Jahr 1979 sind die Unterlagen für den Murpegel derzeit nicht greifbar.
- 2) Rabitsch, H. und Flügel, H.: Das Ergebnis einer hydrogeologischen Untersuchung im Bereich der Murschlinge bei Kraubath.- Beiträge zu einer Hydrogeologie Steiermarks 2: 17 - 20, Graz 1949.

schlingen sowie bei den murnahen Meßstellen Bl I und Bl III vom Abflußgeschehen der Mur sehr stark beeinflusst wird, so ist für die Erneuerung des Grundwassers aber im wesentlichen doch der unmittelbar im Einzugsgebiet gefallene Niederschlag verantwortlich. Die Grundwasserspitzen korrespondieren zwar mit den Murspitzen, sind aber gleichzeitig auch als Reaktion auf die an Ort und Stelle bzw. im Hinterland gefallenen Niederschläge zu werten. Die Jahresmaxima des Grundwassers fallen dementsprechend in die niederschlagsreichste Zeit bzw. in die Zeit der Schneeschmelze im Bergland, in den Mai. Nur 1975 wird der Hochstand vom Mai von einem Sommerhochstand, Anfang Juli, noch um 10 cm übertroffen. 1976 kommt es im Mai, Juli und September entsprechend den Hochwässern der Mur zu kleineren Hochständen. Die Jahresschwankung beträgt in diesem Jahr bei den Meßstellen der Gruppe 1 durchschnittlich nur 90 cm. 1977 gibt es zwei höhere Wasserstände im Mai und eine kleinere Spitze im Juli. 1978 und 1979 sind wiederum bewegtere Jahre und zeigen außer dem Maihochstand noch mehrere kleinere Spitzen, 1978 sogar noch im Oktober. Erst nach diesem letzten Hochstand kommt es zu einem generellen Absinken des Grundwasserspiegels. Die durchschnittliche Jahresschwankung liegt 1977 bei 135 cm, 1978 bei 155 cm und 1979 bei 175 cm (Tabelle 2). Trotz einer Jahresschwankung von durchschnittlich 195 cm 1975 handelt es sich bei den Jahren 1975 - 1979 im Vergleich zu den „Hochwasserjahren“ 1965, 1966 und 1972 mit einer maximalen Jahresschwankung von 300 cm bei der Meßstelle 24821 (Tabelle 2) um verhältnismäßig „ruhige“ Jahre, aus denen nur das Jahr 1975 markanter hervortritt. Vergleicht man noch mit der Tabelle 3, mit den niedersten und höchsten Wasserständen bzw. dem Gesamtschwankungsbereich seit

Beobachtungsbeginn, sieht man, daß die Gesamtschwankung, d.h. die Differenz zwischen niederstem und höchstem Grundwasserstand, z.B. bei der Meßstelle 24821 noch um 22 cm höher liegt als die bei dieser Meßstelle festgestellte höchste Jahresschwankung von 1972.

Aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels lassen sich Rückschlüsse auf den Grundwasserhaushalt ziehen. Die graphische Darstellung der Grundwasserstände in der Jahresganglinie bzw. die Darstellung des jährlichen und mittleren jährlichen Ganges vermitteln ein Bild vom Grundwassergang in seiner Abhängigkeit von Zufluß und Abfluß. Die Erneuerung des Grundwassers erfolgt aus der Versickerung des an Ort und Stelle gefallenen Niederschlages. Das Einzugsgebiet für das zu untersuchende Grundwasserfeld umfaßt aber nicht nur das Murtal selbst, sondern reicht im Süden bis in die Region des Stubalpenzuges mit Oberflächenabflüssen wie Granitzen Bach mit Feistritz Bach und Mühl Bach sowie Lobming Bach mit Sulz Bach. Im Norden reicht es bis in die Seckauer Alpen. Für den Oberflächenabfluß sorgen hier der Linder Bach sowie Pöls und Ingering. Es ist daher notwendig, bei einer Gegenüberstellung von Grundwasser und Niederschlag außer der Niederschlagsstation 2420 in Zeltweg auch noch Niederschlagsstationen aus dem weiteren Einzugsgebiet, wie z.B. für das Gebiet südlich der Mur die auf der Stubalpe gelegene Niederschlagsstation 3665 Altes Almhaus in die Untersuchung einzubeziehen (Tafeln 4 - 7).

Will man den Grundwassergang, vor allem den Grundwasseranstieg, zu den täglichen Niederschlagshöhen in bezug bringen, so muß man berücksichtigen, daß der Niederschlag

im Winterhalbjahr als Schnee fällt und gespeichert wird und nicht zum Zeitpunkt des Ereignisses, sondern erst zum Zeitpunkt der Schneeschmelze dem Grundwasser zugute kommt. Dies gilt auch für die Niederschlagstation Altes Almhaus, wo die Niederschläge etwa von Oktober/November bis März/April als Schnee fallen und bis zur Schneeschmelze gespeichert werden. Die Schneeschmelze - sie fällt je nach Temperaturanstieg in die Monate April/Mai - führt zu einem Ansteigen des Grundwassers. Da auch die Mur zur gleichen Zeit Schmelzwasser aus dem Oberland bringt, kommt es, und zwar durchschnittlich im Mai, zu Höchstständen im Grundwasser. Wenn man das Jahr 1975 herausgreift, so ergibt sich folgendes Bild (Tafel 7):

Der im März in Zeltweg zum Teil als Schnee, zum Teil als Regen registrierte Niederschlag von 113,6 mm (zwischen 12. und 18. 37,6 mm, am 19. 30,3 mm, am 20. 15,5 mm und am 28. nochmals 15,0 mm) führt zu einem Ansteigen des Grundwasserspiegels um 35 cm. Der Murwasserspiegel bleibt davon unberührt. Beim Alten Almhaus werden im März 102,2 mm Niederschlag gemessen, der aber noch als Schnee fällt und infolge der niedrigen Lufttemperatur nicht zum Schmelzen kommt. Der April bringt am 7. in Zeltweg 20,0 mm Niederschlag als Regen und Schnee, beim Alten Almhaus 17,2 mm. In der Monatssumme sind es in Zeltweg nur 43,0 mm, beim Alten Almhaus 36,7 mm. Dennoch steigen der Grundwasserspiegel und der Murwasserspiegel am 7. bzw. 8. und am 23. bzw. 25. stark an, der Grundwasserspiegel insgesamt um 85 cm. Dieser Anstieg ist eindeutig auf die im April einsetzende Schneeschmelze zurückzuführen. Die Lufttemperatur ist im April in Zeltweg auf 11,8°C angestiegen, beim Alten Almhaus liegt sie Mitte April bei 4,8°C, Ende April

bei 6,0°C Tagesmittel. Die Schneehöhe ist auf der Stubalpe im Laufe des Aprils von 150 cm auf 20 cm abgesunken.

Im Mai beträgt die Niederschlagshöhe in Zeltweg 74,8 mm, davon fielen 15,9 mm am 3. und 4.d.M., 17,2 mm am 22. und weitere 26,0 mm bis zum 26.d.M. Beim Alten Almhaus fielen insgesamt 130,2 mm Niederschlag. Die Schmelzwässer aus den höheren Regionen und auch aus dem oberen Murtal lassen Murwasserspiegel und Grundwasserspiegel konstant ansteigen. Sie erreichen - der Flußwasserspiegel am 9.5., der Grundwasserspiegel am 18.5. - einen Höchststand, der im Grundwasser nur im Juli noch übertroffen wird. Hier zeigt sich eindeutig, daß der Anstieg des Grundwassers um insgesamt 90 cm nicht allein auf die Beeinflussung durch die Mur, die nach dem 9.5. zum Unterschied vom Grundwasser sofort wieder fällt (siehe Tafel 7) und ebenso wenig auf die verhältnismäßig geringen an Ort und Stelle gefallenen Niederschläge, sondern hauptsächlich auf die aus dem weiteren Einzugsgebiet abfließenden Schmelzwässer zurückzuführen ist. Nach dem 18.5. kommt es dann bis zum 12.6. zu einem Absinken des Grundwasserspiegels, jedoch nicht in dem Ausmaß wie bei der Mur, deren Wasserstand trotz der großen Niederschlagsmengen Ende Mai - Anfang Juni insgesamt um 75 cm absinkt.

Der Juni bringt, vor allem gegen Ende des Monats, große Niederschlagsmengen, in Zeltweg 174,6 mm mit einem größten Tagesniederschlag von 49,3 mm am 29., beim Alten Almhaus 282,9 mm mit Tagesniederschlägen von 36,3 mm am 20., 38,5 mm am 24., 42,8 mm am 28. und 44,2 mm am 29.d.M. Diese Niederschlagsmengen innerhalb von 10 Tagen beeinflussen weiträumig gesehen das Abflußgeschehen in der Mur,

vor allem aber auch den Grundwasserspiegel, der am 1. Juli auf ein Jahresmaximum ansteigt. Auch hier zeigt sich wieder ganz deutlich die Abhängigkeit des Grundwasserganges von den im unmittelbaren Einzugsgebiet gefallenem Niederschlägen, die die alleinige Beeinflussung durch den Vorfluter am 18.6. etwas in den Hintergrund treten läßt.

Die Niederschläge des Juli mit 118,0 mm in Zeltweg und einem größten Tagesniederschlag von 34,2 mm am 15. d.M. sowie mit 157,3 mm beim Alten Almhaus und Tagesniederschlägen von 37,3 mm am 15. und 35,2 mm am 24.7. bewirken zwar keine Spitzenanstiege im Grundwasser, tragen aber sichtlich dazu bei, daß der Grundwasserspiegel seit dem Maximum am 1. Juli nur langsam wieder absinkt. Der August bringt mit 55,3 mm in Zeltweg und 88,5 mm beim Alten Almhaus am 24. d.M. den größten Tagesniederschlag des Jahres 1975. Die Monatssumme beträgt in Zeltweg 134,8 mm, beim Alten Almhaus 237,9 mm. Dieses Ereignis führt zu einem Anstieg des Grundwasserspiegels um nur 38 cm. Der Murwasserspiegel steigt am 25.8. um immerhin 55 cm an, was für eine Sättigung des Bodens und infolgedessen einen raschen oberflächlichen Abfluß spricht. Die zwischen 22. Mai und 24. August gefallene Niederschlagsmenge beträgt in Zeltweg 398,5 mm, das sind 48 % des Jahresniederschlages von 1975. Beim Alten Almhaus sind es sogar 626,9 mm, das sind 54 % des Jahresniederschlages. Die Monate September bis Dezember mit monatlichen Niederschlagsmengen zwischen 20 und 64 mm zeigen ein langsames Absinken des Grundwasserspiegels, das nur durch kleinere Spitzen am 18./19.10., 19.11. und 2.12. unterbrochen wird.

In ihrer Charakteristik dem hier beschriebenen Grundwassergang sehr ähnlich ist eine Gruppe von Meßergebnissen, für

die die Meßstelle 24951 (Tafel 3) als typisch gelten kann. Sie unterscheiden sich von denen der Gruppe 1 nur durch eine geringere Schwankungsbreite und eine weitere Verzögerung der Grundwasserspitzen um nochmals 24 Stunden gegenüber den Murspitzen. Eine Erklärung dafür findet sich in der Lage dieser Meßstellen zum Vorfluter. Sie liegen bereits außerhalb des unmittelbaren Einflußbereiches der Mur, was sich in einem wesentlich ruhigeren Verlauf der Jahresganglinie bemerkbar macht. Die Jahresschwankung beträgt 1975 durchschnittlich 125 cm, 1976 55 cm, 1977 und 1978 95 cm, 1979 120 cm, die größte Jahresschwankung seit Beobachtungsbeginn 145 cm. Die Gesamtschwankung liegt bei 160 cm (Tabellen 2 und 3). Zu dieser Gruppe gehören außer 24951 noch die Meßstellen 2491 und 2505. Während 24951 nach H. Polesny¹⁾ auf einer der Würmhauptterrasse vorgelagerten rezenten Terrasse und 2491 auf einer späteiszeitlichen Terrasse liegen, gehört die Meßstelle 2505 der Würmhauptterrasse an.

Einen Übergang von der einen zur anderen Gruppe bilden die Meßstellen 6 G und 2537, die in ihrem Jahresgang einer wechselnden Beeinflussung von seiten der Mur bzw. den an Ort und Stelle gefallenen Niederschlägen zu unterliegen scheinen. Eine weitere von den bisher genannten völlig verschiedene Charakteristik zeigen die Meßstellen V und 2460. Die Jahresganglinien dieser beiden Meßstellen zeigen ein von den übrigen Meßstellen stark abweichendes Bild, was sich aus ihrer Lage im Abflußbereich des Granitzen Baches bzw. des Feistritz Baches erklären läßt (Tafel 3).

Bringt man den Grundwassergang der einzelnen Jahre in seiner Abweichung vom mittleren jährlichen Gang in eine vergleichende Darstellung, so läßt sich daraus auf Grund der fest-

1) Polesny, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. - Diss., 234 S., Wien 1970.

stellbaren Fehlmenge bzw. des Überschusses in den einzelnen Jahren ein Überblick über die Schwankungen des Grundwasservorrates gewinnen. Wie aus dem zur Darstellung gebrachten Beispiel der Meßstelle 24821 hervorgeht, stehen den Fehlmengen der Jahre 1976 - 1979 Überschüsse nur im Jahr 1975 und im Winterhalbjahr 1976/1977 sowie in den Sommermonaten der Jahre 1978 und 1979 gegenüber (Tafel 8). Vergleicht man dazu die Monats- und Jahressummen der Niederschläge (Tabelle 6), so findet man in ihnen eine Erklärung für das „grundwasserreiche“ Jahr 1975, übertreffen doch die Jahresniederschlagssummen von 1975 mit 832 mm in Zeltweg bzw. 1165 mm beim Alten Almhaus die übrigen Jahre bei weitem.

Faßt man nun zusammen, so ergibt sich aus dem Vorhergesagten, daß der Zufluß, die Erneuerung des Grundwassers im Untersuchungsgebiet vorwiegend aus dem im unmittelbaren Einzugsgebiet gefallenem Niederschlag erfolgt, das heißt, aus dem auf die Oberfläche des Grundwasserfeldes gefallenem Niederschlag, aus dem Zufluß von den das Tal umgebenden Hängen, vor allem aber aus den in das Grundwasserfeld des Murtales einmündenden Grundwasserströmen des Granitzen Baches, Feistritz Baches, Lobming Baches und Sulz Baches. Das gleiche gilt auch für das nördlich der Mur gelegene Aichfeld, ist doch die geomorphologische und die klimatologische Situation dieselbe wie südlich der Mur. Nur im unmittelbaren Bereich der Mur, vor allem innerhalb der Murschlingen, kommt es zu einer wesentlichen Beeinflussung des Grundwassers durch die Mur bzw. bei höheren Wasserständen zu einer Infiltration, zu einer Anreicherung des Grundwassers durch Flußwasser.

Die hier aufgezeigte Beziehung des Grundwassers zum Ein-

zugsgebiet bzw. zum Fluß bestätigt sich auch in den auf den Tafeln 9, 10 und 11 dargestellten Grundwasserschichtenlinien. Es wurden hierfür der 24.5.1979 als Termin für einen höheren Grundwasserstand und der 8.1.1979 als Termin für einen niederen Grundwasserstand ausgewählt.

Schichtenlinienpläne sind eines der wichtigsten Ergebnisse jeder hydrologischen Untersuchung, sind doch Strömungsrichtung und Gefälle wesentliche Kriterien für die Charakterisierung eines Grundwasserfeldes. Für eine Detailuntersuchung, wie sie hier vorliegt, bedarf es allerdings eines sehr dichten Meßstellennetzes und der entsprechenden Flußpegel. Es reichen die vorhandenen Meßstellen nicht aus, um das Wechselspiel zwischen Grundwasser und Fluß entsprechend zur Darstellung bringen zu können, sie genügen jedoch, um einen Überblick über die Hauptströmungsrichtungen zu erhalten und das durch die statistische Auswertung des Beobachtungsmaterials geschaffene Bild über die Grundwasserverhältnisse dieses Raumes zu ergänzen und zu vervollständigen.

Die Strömungsbilder der beiden Schichtenlinienpläne für einen höheren und einen niederen Grundwasserstand unterscheiden sich kaum voneinander, sie verschieben sich lediglich um etwa 2 m gegeneinander, was der Schwankungsbreite zwischen den beiden Wasserständen entspricht. Die Strömungsrichtung des Grundwassers wird im Alluvialbereich des Tales von der Mur bestimmt. Das heißt, das Grundwasser fließt je nach den Wasserstandsverhältnissen im Grund- und Flußwasser als ein die Mur begleitender unterirdischer Strom mehr oder weniger parallel zu dieser. Im Bereich der untersten Terrassenstufe kommt es zu einem Umbiegen der Schichtenlinien in eine zum Hang parallele Richtung. Das heißt, das Grundwasser fließt im süd-

lich der Mur gelegenen Untersuchungsgebiet von den das Tal im Süden abschließenden Berghängen und aus den Tälern des Granitzen-, Feistritz- und Großlobming Baches in N-S verlaufender Richtung der Mur zu. Dasselbe Bild ergibt sich auch für das nördlich der Mur gelegene Grundwasserfeld, das ebenfalls einen starken Grundwasserzustrom aus den Seitentälern aufweist, wie es der auf der Tafel 10 für den Bereich der Ingering herausgezeichnete Schichtenlinienplan deutlich zum Ausdruck bringt. Erst im Nahbereich der Mur kommt es zu einem Umschwenken der Strömungsrichtung von NW - SO nach SW - NO. Nach E. Worsch muß in diesem Bereich wie auch zwischen Groblobming und Einödthof zeitweise ein mehr oder minder großer, die Mur begleitender Infiltrationsstreifen angenommen werden¹⁾. Eine Bestätigung dafür findet man in den Grundwasserstandsganglinien der hier gelegenen Meßstellen, die eine Beeinflussung durch die Mur zu erkennen geben. Das Grundwassergefälle verflacht hier immer mehr und beträgt gegen Knittelfeld zu nur mehr 2 - 2,5 ‰.

Ein weiteres Kriterium für die Erschließung eines Grundwasservorkommens ergibt sich aus der Mächtigkeit der Überdeckung des Grundwassers, die vor allem bei der Bestimmung des Schutzgebietes eine Rolle spielt. Im folgenden einige Beispiele der Mächtigkeit der Überdeckung bei dem hier dargestellten Grundwasserstand vom 24.5.1979. Sie beträgt beim Bohrloch VI 0,70 m, beim Bohrloch 24821 2,30 m, beim Bohrloch IV nur 0,30 m, beim Bohrloch II 2,40 m, beim Bohrloch XII bzw. beim FBr 1,70 m, beim Bohrloch I 2,00 m und beim Bohrloch III sogar nur 0,20 m. Letztere reicht für den

1) Worsch, E.: Geologie und Hydrologie des Murbodens. - Mitt.d.Abt.f.Geologie, Paläontologie und Bergbau am Landesmuseum „Joanneum“ Graz, 32:7-107, Graz 1972.

Schutz des Grundwassers nicht mehr aus und muß im Falle einer Grundwassererschließung entsprechend berücksichtigt werden.

Von Bedeutung für die Erkundung eines Grundwasservorkommens ist auch die Frage nach der Häufigkeit und Dauer bestimmter Grundwasserstände. Die Häufigkeitslinie ist eine Verbindungslinie der Häufigkeiten bzw. der Tage, an denen sich der Grundwasserstand in einer bestimmten Höhe bewegt (Tafel 12). Die Dauerlinie der Überschreitung gibt die Dauer bzw. die Tage an, an denen ein bestimmter Grundwasserstand erreicht oder überschritten wird. Ihre Endpunkte sind durch den niedersten bzw. höchsten Grundwasserstand gegeben (Tafel 13). Häufigkeit und Dauer sagen zwar nichts über die zeitliche Abfolge aus, wohl aber über den Zeitraum innerhalb eines Jahres, in dem mit einem bestimmten Wasserstand und damit mit einem bestimmten Wasserdargebot gerechnet werden kann.

3. Z U S A M M E N F A S S U N G

Für die Erkundung eines zwischen Knittelfeld und Zeltweg gelegenen Grundwasservorkommens wurde vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung das langjährig beobachtete Netz der Hydrographischen Landesabteilung entsprechend verdichtet und durchschnittlich 2 1/2 Jahre einer intensiven Beobachtung zugeführt. Auf Grund der daraus resultierenden Beobachtungsergebnisse war es möglich, Fragen nach Grundwassergang, Schwankungsbereich, Häufigkeit und Dauer, Strömungsrichtung und Gefälle sowie nach den Zusammenhängen zwischen Grundwasser, Oberflächengewässer und Nieder-

schlag zu beantworten und Grundlagen für eine Abschätzung der Grundwasservorräte dieses Gebietes zu erarbeiten.

Das zu untersuchende Gebiet umfaßt den alluvialen Bereich des Murtales und liegt damit im Einflußbereich der Mur. Mit Hilfe von Grundwasserstandsganglinien, Mittelwertsdarstellung sowie vergleichender Darstellung von Grundwassergang, Murganglinie und Tagesniederschlägen war es möglich, die Zusammenhänge darzulegen und die Abhängigkeit des Grundwasserganges von Oberflächengewässer und Niederschlag nachzuweisen. Zur Beeinflussung des Grundwassers bzw. der Infiltration durch die Mur kommt es vor allem bei hohen Wasserständen, die sich insbesondere im ufernahen Bereich auswirken. Die auf Grund der Schneeschmelze zumeist in den Mai fallenden Höchstwasserstände des Grundwassers korrespondieren mit den Hochwasserspitzen der Mur, die sie des öfteren übertreffen. Die Erneuerung des Grundwassers erfolgt aus dem Einzugsgebiet, vor allem aus den Grundwasserströmen der in das Murtal einmündenden Seitentäler. Der Schwankungsbereich des Grundwassers liegt zwischen 1,50 und 3,40 m, die größte Jahresschwankung beträgt 3,00 m.

Anschrift des Verfassers:

Regierungsoberbaurat Dr. Ingeborg Arbeiter
Hydrographische Landesabteilung
Wartingergasse 43, 8010 Graz.

TABELLE 1

Grundwassermeßstellen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung				
Meßstelle		Beob. Beginn	Meßpunkt m ü.A. m ü.Gel.	
Bl I	Großlobming	1. 3.1977	632,75	0,90
Bl II	Pfarrfeld SP	1.11.1976	641,11	0,70
Bl III	Einödhof	1. 3.1977	629,12	1,00
Bl IV	Murhofwald	1. 3.1977	636,70	1,10
Bl V	Möbersdorf	1. 3.1977	653,92	1,00
Bl VI	Neufisching	1. 3.1977	651,39	0,80
Bl XII	Murhof (Großlobm.) SP	1. 6.1977	637,22	0,90
F Br	Brunnen Murhof	1.11.1977	636,38	0,40
Br 1 F	Feuerwehrbr. Einödhof	1. 3.1977	629,46	0,35
Br 3 K	Hausbr. König	1. 3.1977	638,18	0,35
Br 6 G	Gem. Großlobming	1. 3.1977	638,00	0,60
Pegel S	Gem. Spielberg	1. 3.1977	639,80	0,90
Grundwassermeßstellen der Hydrographischen Landesabteilung				
Br 2442	Zeltweg	1. 6.1964	652,87	0,40
Br 2460	Feistritz	1. 7.1964	669,43	0,40
Bl 24821	Großlobming SP	1. 1.1972	642,54	0,50
Br 2491	Zeltweg	1. 1.1968	654,38	0,40
Bl 24951	Laing SP	1. 1.1972	647,00	0,60
Br 2514	Großlobming	1. 6.1964	650,13	0,30
Br 2518	Apfelberg	1.10.1968	634,27	0,40
Br 2520	Großlobming	1. 6.1964	640,11	0,40
Br 2522	Apfelberg	1. 1.1968	627,23	0,30
Br 2531	Weyern	1. 1.1968	635,14	0,40
Br 2537	Apfelberg	1. 1.1968	628,67	0,70
Br Brunnen SP Schreibpegel				
Bl Bohrloch FBr Filterrohrbrunnen				
OG 2400	Murpegel Zeltweg SP		646,25	
Ni 2420	Zeltweg (Meteorologische Station)			
Ni 3665	Altes Almhaus (Niederschl.u.Temp.Station)			

TABELLE 2

Jahresschwankung 1975 - 1979 und größte Jahresschwankung seit Beobachtungsbeginn in cm							
Meßstelle	1975	1976	1977	1978	1979	seit Beob.Beginn	
Bl I				150	195	195	1979
Bl II			145	167	177	177	1979
Bl III				154	200	200	1979
Bl IV				142	188	188	1979
Bl V				53	57	57	1979
Bl VI				120	165	165	1979
Bl XII				141	181	181	1979
F Br				143	181	181	1979
Br 1 F				154	190	190	1979
Br 3 K				132	170	170	1979
Br 6 G				133	186	186	1979
Pegel S				128	160	160	1979
=====							
Br 2491	122	45	84	89	116	143	1972
Bl 24951	131	66	95	101	123	148	1972
Br 2531	189	93	162	182	182	223	1972
Br 2442	157	79	130	127	148	225	1965
Bl 24821	204	101	145	160	183	300	1972
Br 2460	(98)	41	92	67	104	216	1972
Br 2514	137	40	133	60	155	221	1972
Br 2520	192	74	129	126	175	276	1966
Br 2518	201	106	150	157	186	213	1972
Br 2522	213	99	89	172	182	213	1975
Br 2537	206	99	133	131	161	337	1972

TABELLE 3

Extremwerte und Gesamtschwankungsbereich seit Beobachtungsbeginn in cm					
Meßstelle	Minimum		Maximum		Schwankung
Bl I	487	7. 2.78	291	24. 5.79	196
Bl II	493	9.12.78	297	22. 5.79	196
Bl III	322	8. 1.79	122	24. 5.79	200
Bl IV	328	22. 1.79	140	24. 5.79	188
Bl V	535	3. 1.78	452	16. 7.79	83
Bl VI	322	20.12.77	151	24. 5.79	171
Bl XII	450	8. 1.79	269	24. 5.79	181
F Br	372	8. 1.79	191	24. 5.79	181
Br 1 F	304	8. 1.79	114	24. 5.79	190
Br 3 K	370	8. 1.79	200	24. 5.79	170
Br 6 G	504	22. 1.79	318	24. 5.79	186
Pegel S	394	5. 2.79	230	24. 5.79	164
Br 2491	929	5. 3.79	777	20. 7.72	152
Bl 24951	457	22. 1.79	295	18. 7.72	162
Br 2531	590	20. 2.78	341	17. 7.72	249
Br 2442	376	19.12.77	113	3. 8.65	263
Br 24821	463	9. 1.79	141	20. 7.72	322
Br 2460	1074	6. 2.78	806	20. 7.72	268
Br 2514	565	9. 2.78	325	24. 7.72	240
Br 2520	920	27. 2.78	580	22. 8.66	340
Br 2518	832	23. 2.78	607	17. 7.72	225
Br 2522	399	19. 3.70	107	29. 5.75	232
Br 2537	548	7. 2.78	324	1. 7.75	224

TABELLE 4

Jahresmittel und mittlere Jahresmittel der Grundwasserstände 1975 - 1979 sowie langjährige mittlere Jahresmittel (ab Beob- achtungsbeginn) in cm							
Meß- stelle	1975	1976	1977	1978	1979	mittl. JM	lgj.mittl. JM
B1 I				430	420	425	
B1 II			421	436	417	425	
B1 III				261	254	258	
B1 IV				271	264	268	
B1 V				505	483	494	
B1 VI				270	268	269	
B1 XII				396	388	392	
FB				318	310	314	
Br 1 F				243	235	239	
Br 3 K				319	312	316	
Br 6 G				451	436	444	
Pegel S				344	333	339	
Br 2491	866	888	884	886	878	880	869
B1 24951	397	418	412	415	406	410	405
Br 2531	482	512	489	504	498	497	486
Br 2442	307	329	325	324	321	321	308
B1 24821	381	407	400	404	406	400	396
Br 2460	1011	1048	1017	1037	993	1021	985
Br 2514	495	541	520	532	476	513	495
Br 2520	842	886	856	870	850	861	830
Br 2518	755	785	775	775	766	771	767
Br 2522	255	287	283	277	267	274	273
Br 2537	465	496	484	495	482	484	482

TABELLE 5

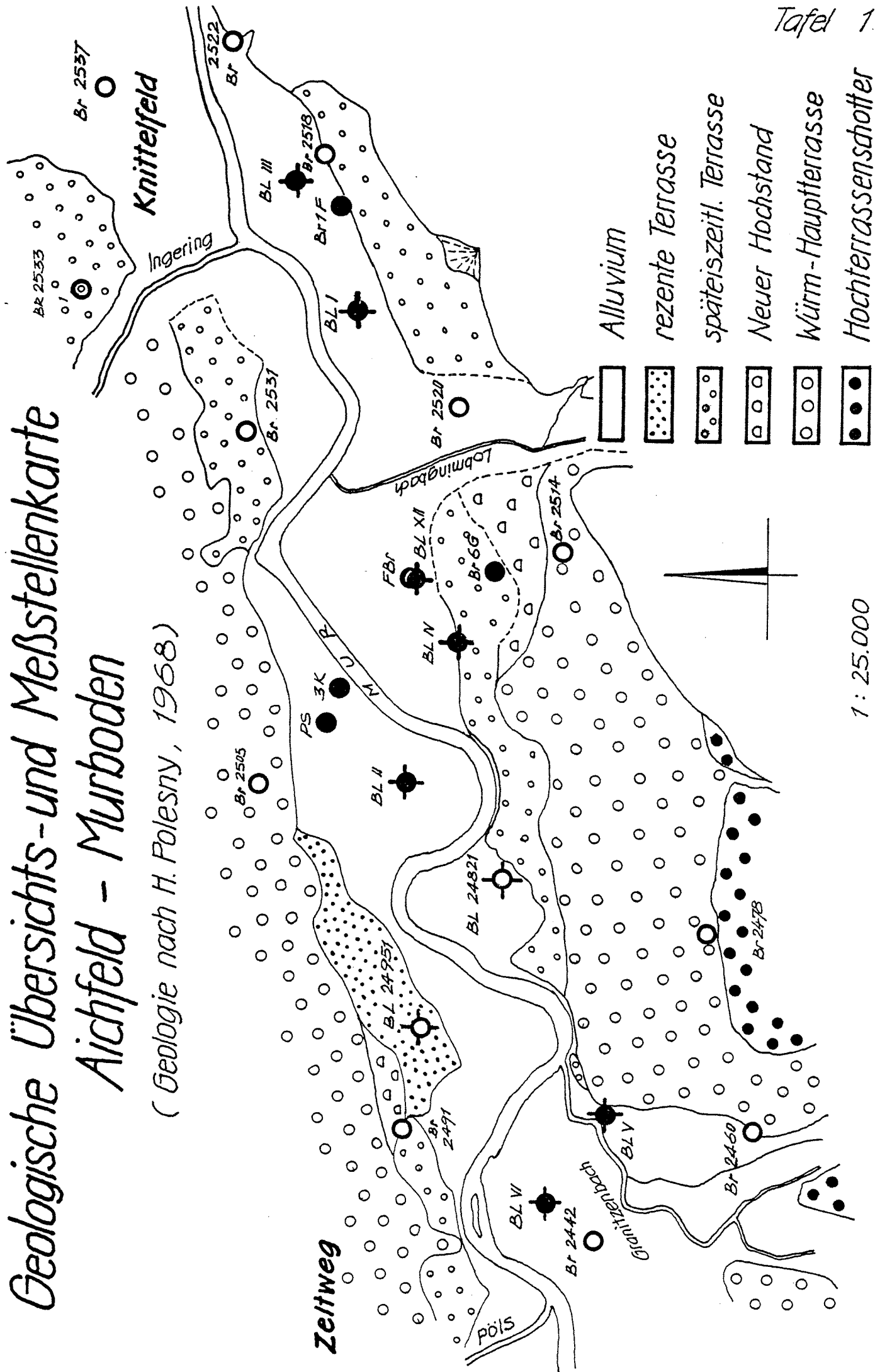
Mittlere Monats- und Jahresmittel der Grundwasserstände 1978 - 1979 in cm													
Meßstelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
B1 I	482	479	455	437	365	351	367	414	436	431	451	450	425
B1 II	458	456	432	420	372	382	398	416	434	442	463	472	429
B1 III	315	311	284	268	192	183	200	249	267	266	284	285	258
B1 IV	322	321	308	279	213	198	211	251	277	276	295	296	268
B1 V	508	507	500	496	483	476	474	482	495	502	510	499	494
B1 VI	307	307	298	286	220	208	216	256	280	280	299	295	269
B1 XII	444	444	422	404	338	323	335	377	401	400	419	418	392
F Br	367	366	344	326	260	245	257	299	323	323	342	340	314
Br 1 F	296	293	265	250	179	165	181	231	251	249	266	267	239
Br 3 K	362	361	344	228	262	252	266	308	323	325	332	338	316
Br 6 G	497	498	471	452	400	371	383	419	450	452	472	471	444
Pegel S	386	386	367	352	291	278	285	323	346	343	360	359	339

TABELLE 6

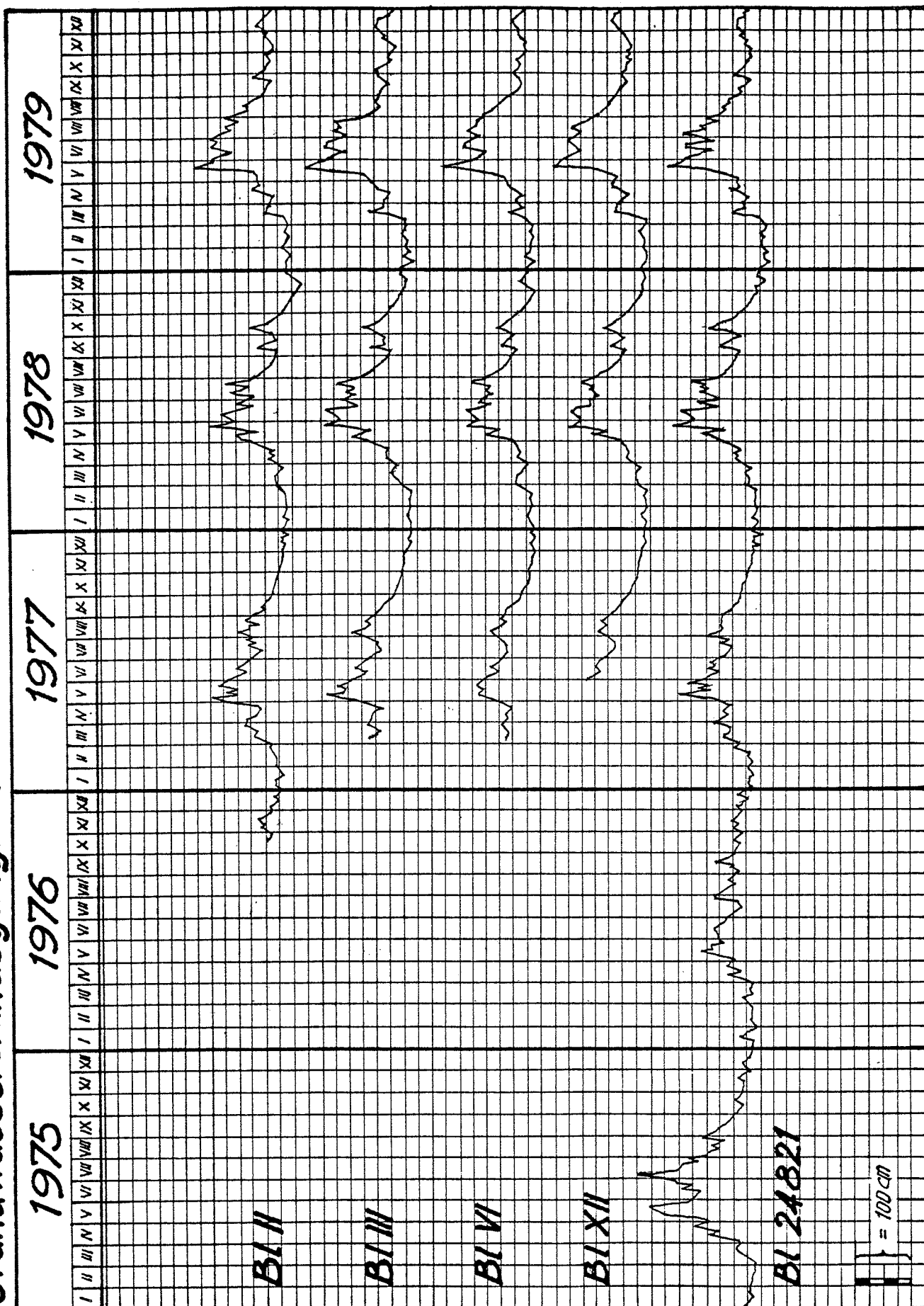
Monatssummen des Niederschlages in mm														
Jahr	Meß- st.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr
1975	2420	33	5	114	43	75	175	118	135	36	29	42	27	832
	3665	31	16	102	37	130	283	157	238	42	64	45	20	1165
1976	2420	44	24	11	51	99	13	189	51	66	77	37	68	730
	3665	57	23	26	73	108	28	211	101	109	128	88	88	1040
1977	2420	48	48	45	62	78	90	132	102	31	21	29	36	722
	3665	63	79	37	79	100	157	211	133	107	36	46	55	1103
1978	2420	35	11	38	66	72	114	191	57	101	30	40	25	780
	3665	61	21	67	103	121	160	221	91	90	35	32	16	1018

Aichfeld - Murboden

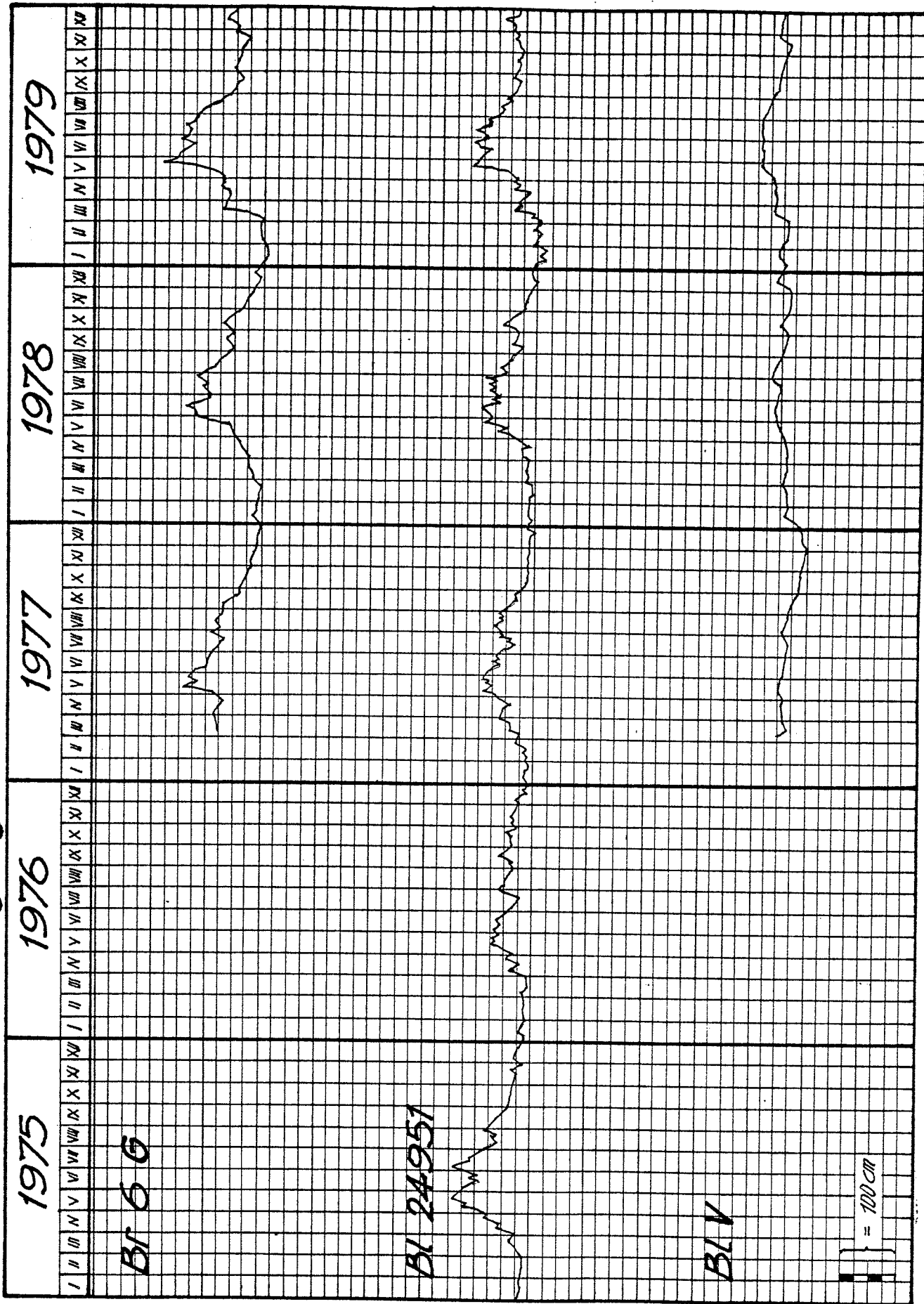
(Geologie nach H. Polesny, 1968)

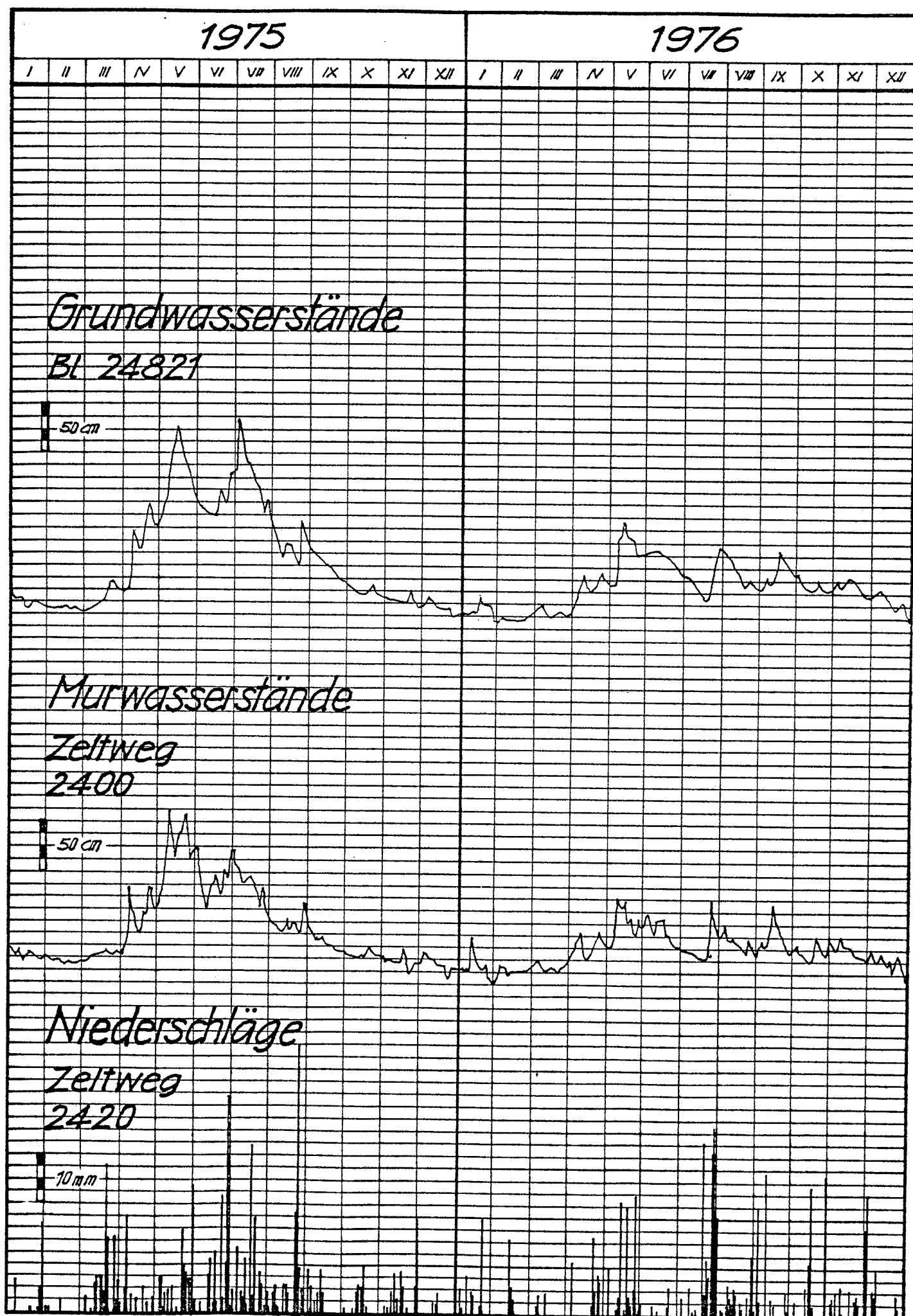


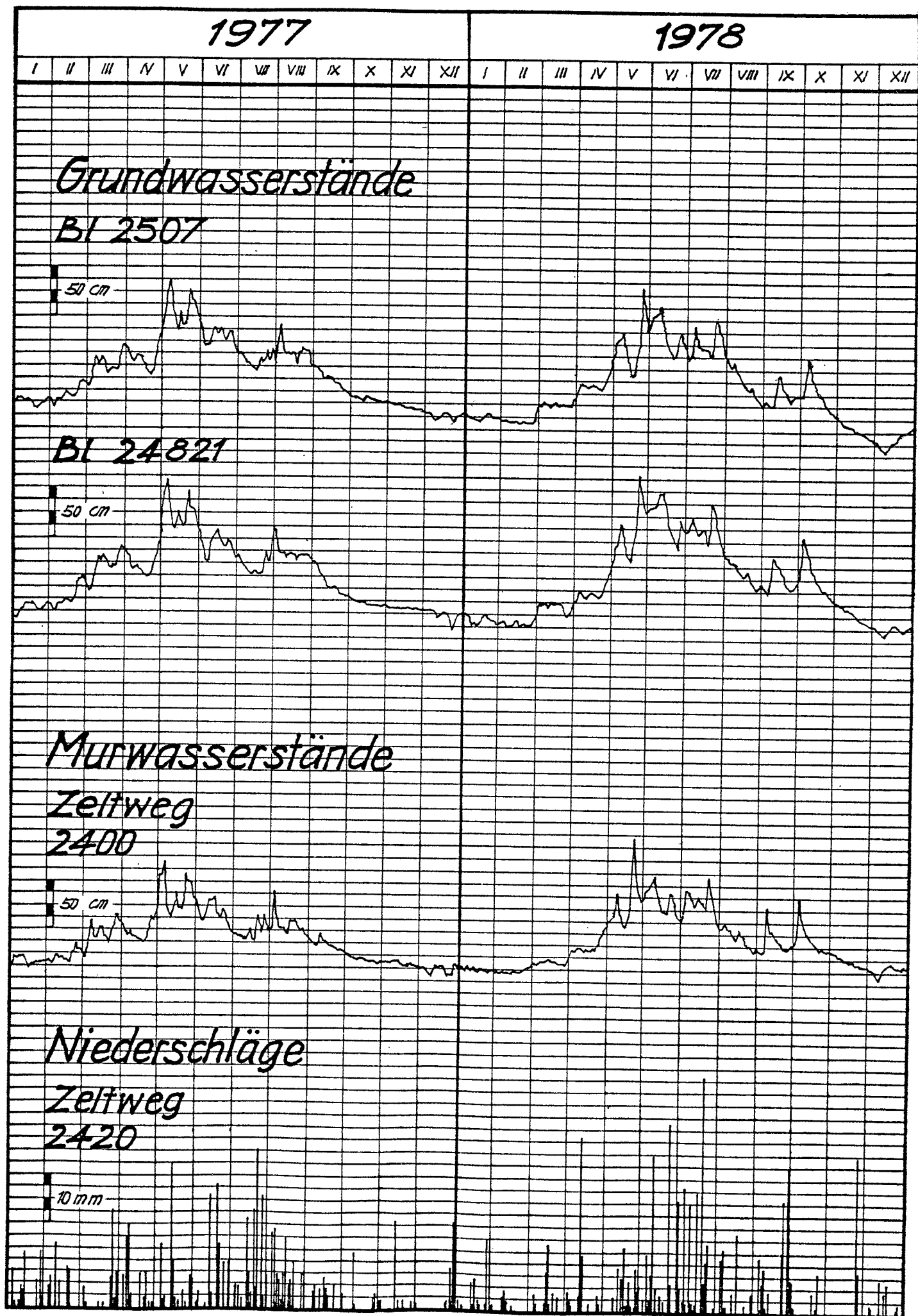
Grundwasserstandsganglinien

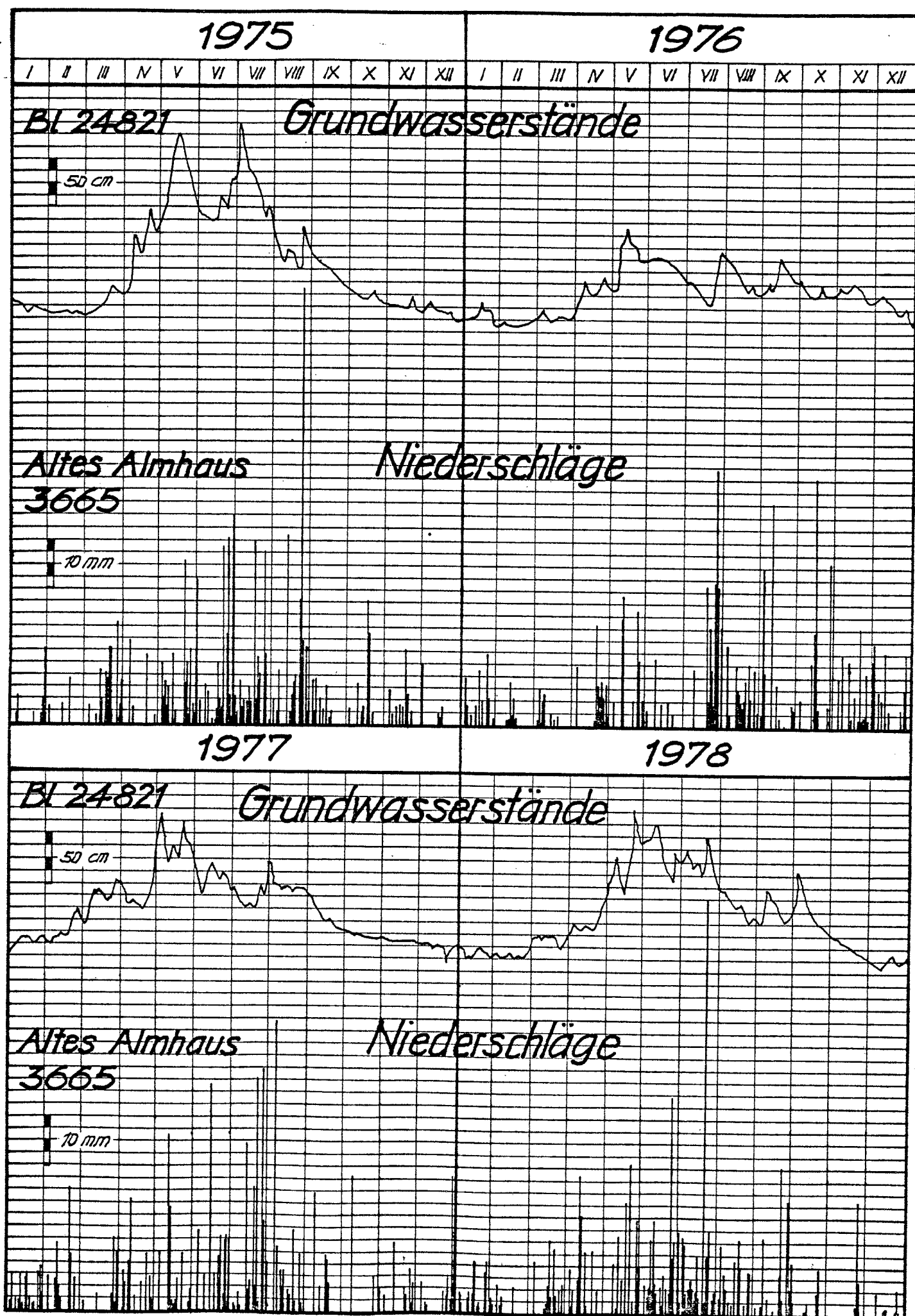


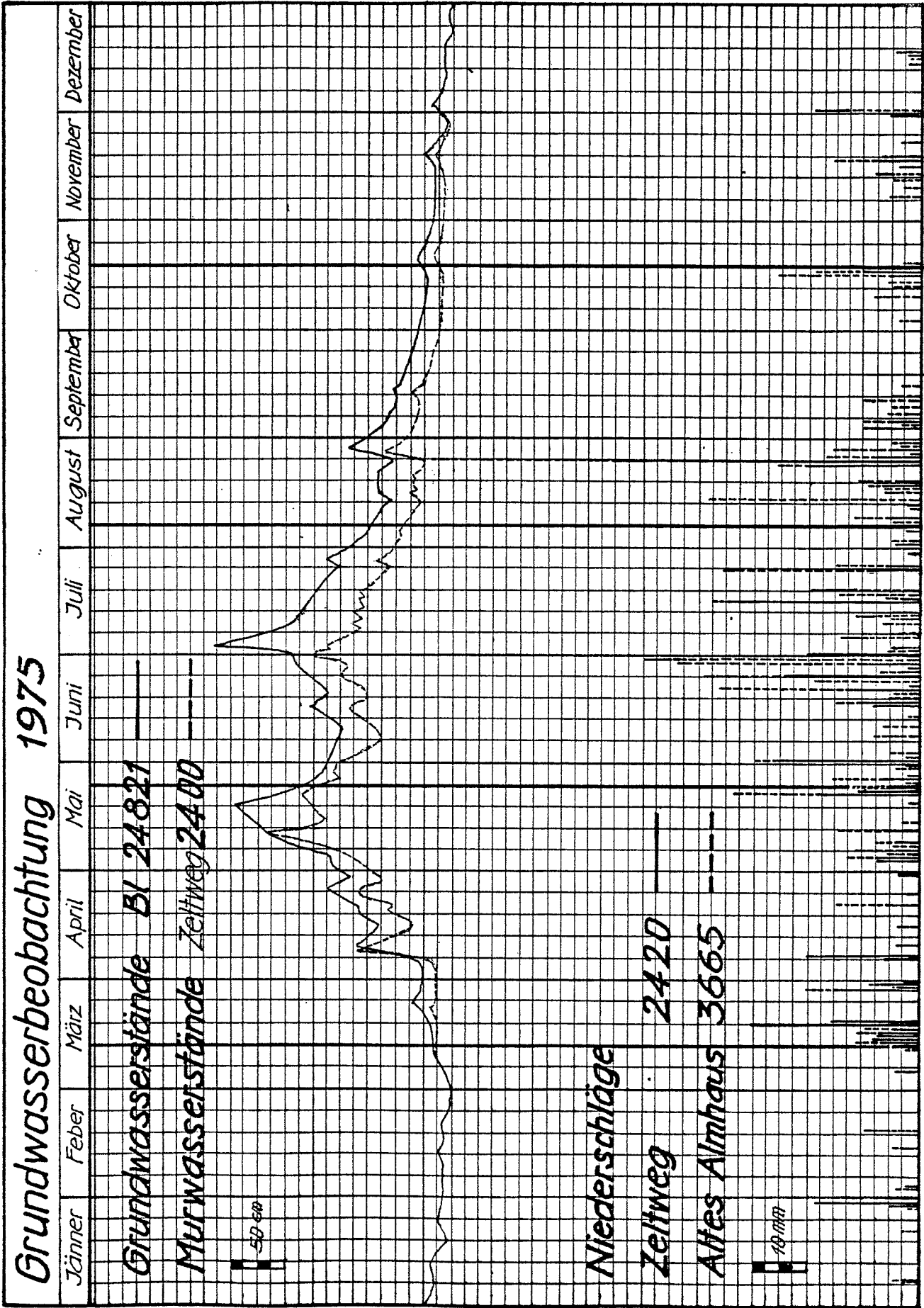
Grundwasserstandsganglinien



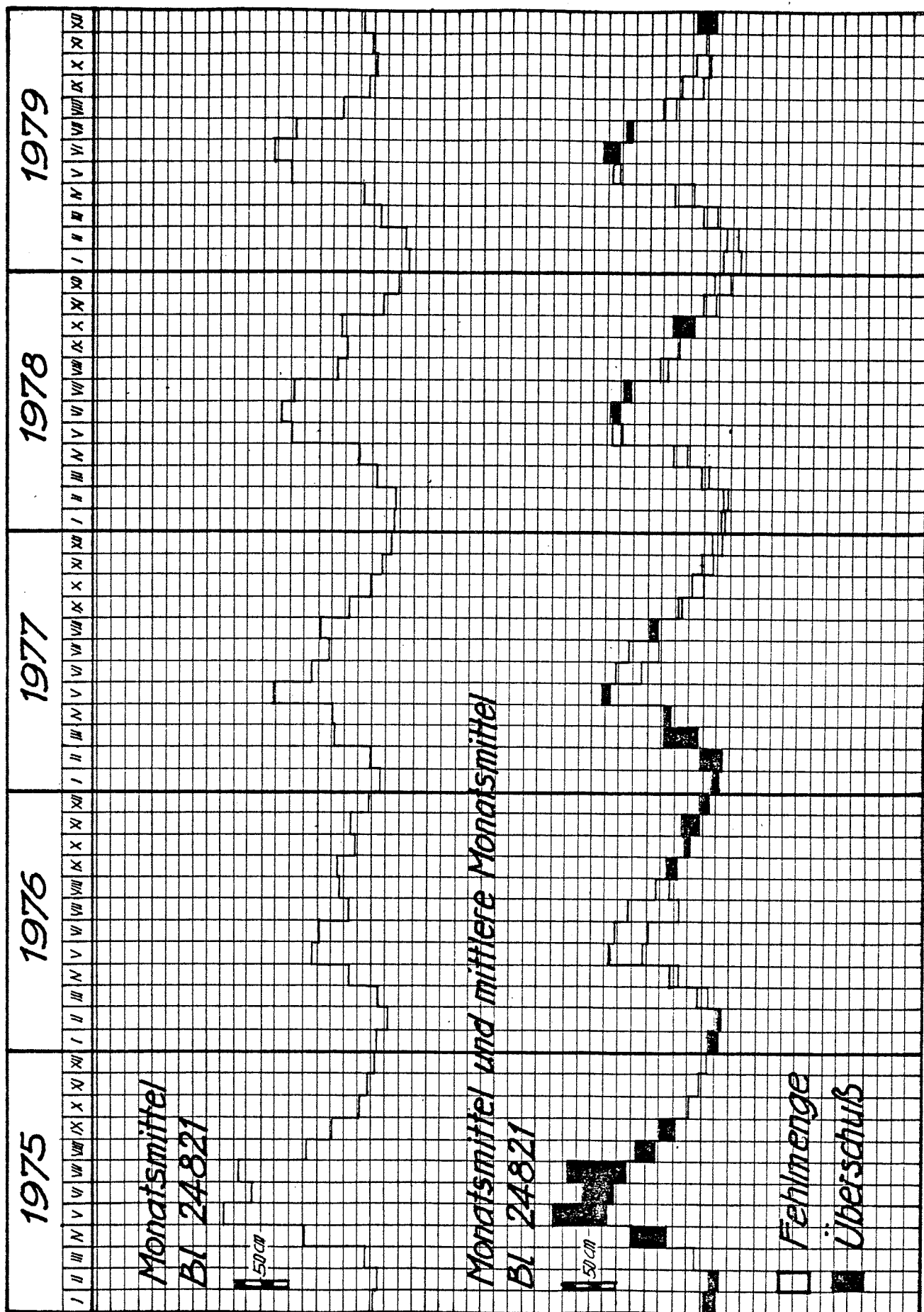




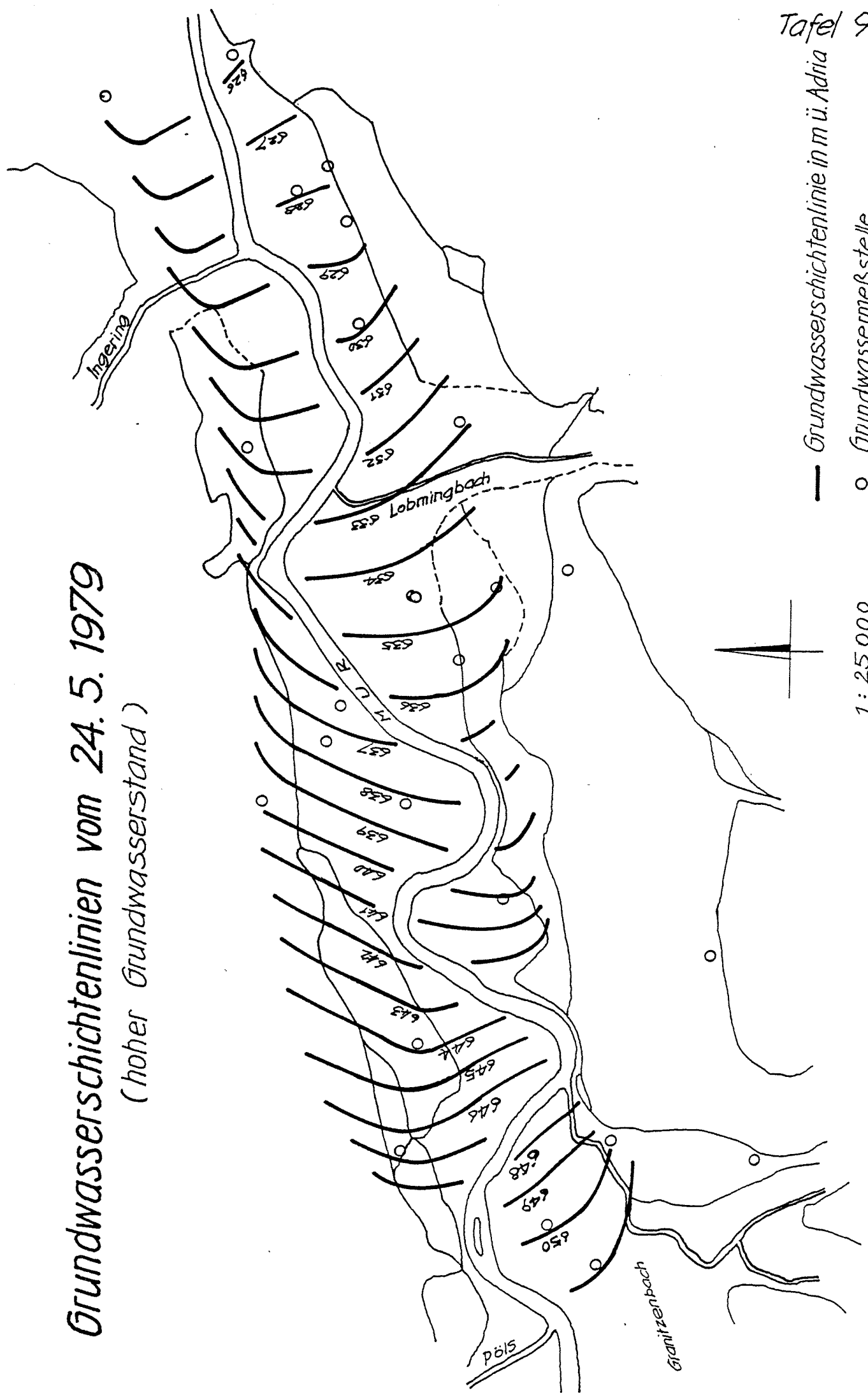




Monatsmittel und mittlere Monatsmittel der Grundwasserstände

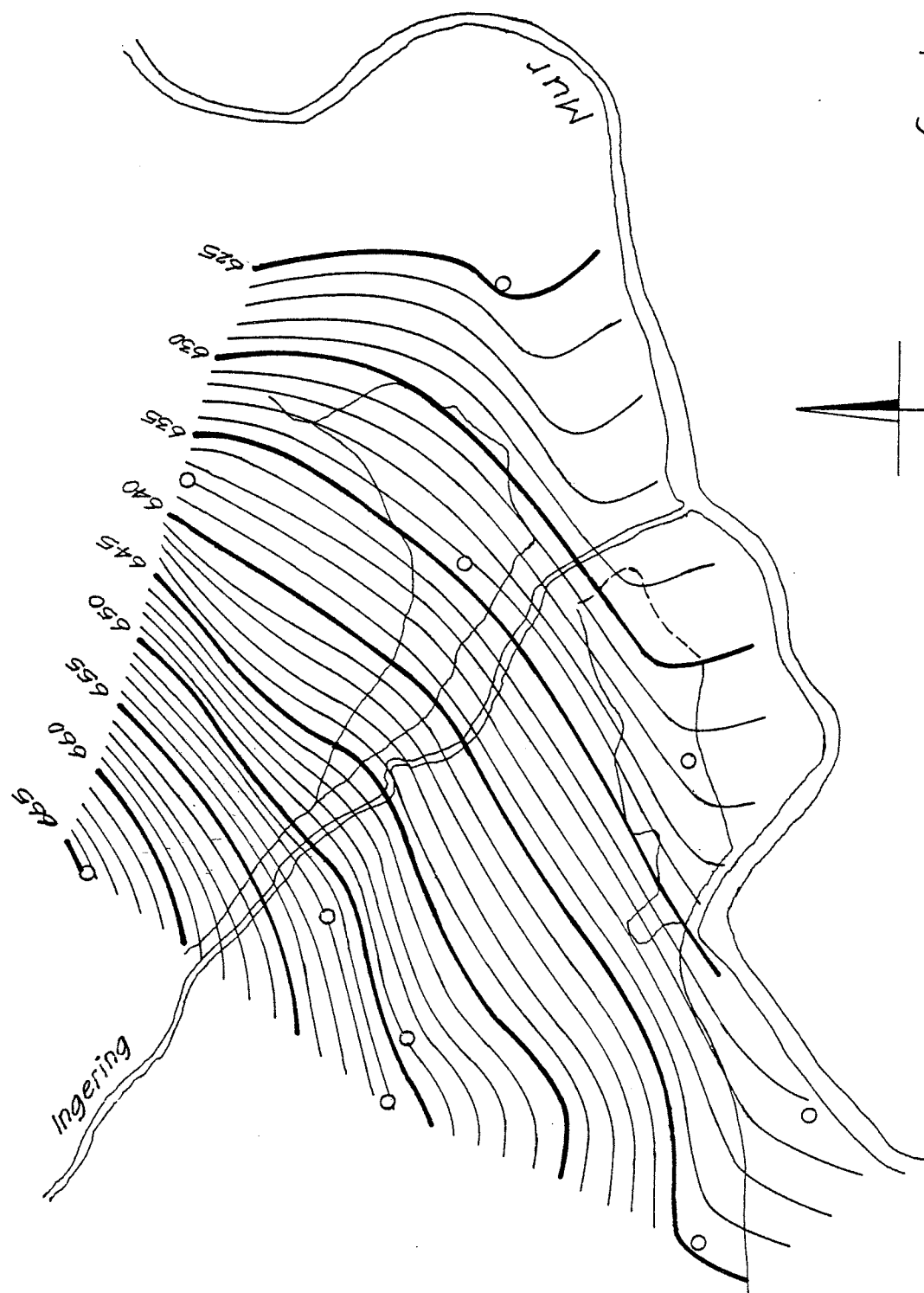


Grundwasserschichtenlinien vom 24. 5. 1979 (hoher Grundwasserstand)



Grundwasserschichtlinien vom 24. 5. 1979

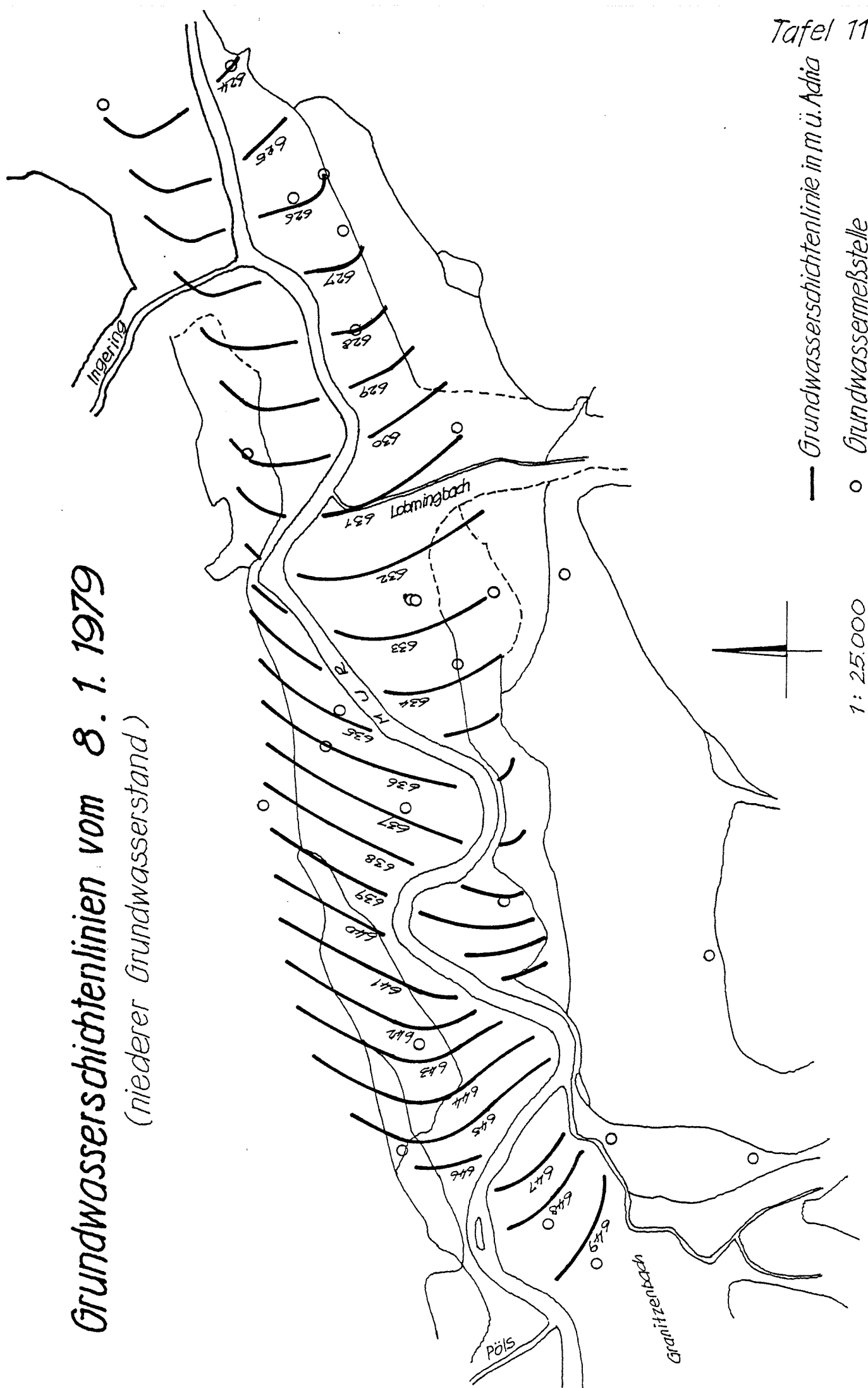
(hoher Grundwasserstand)



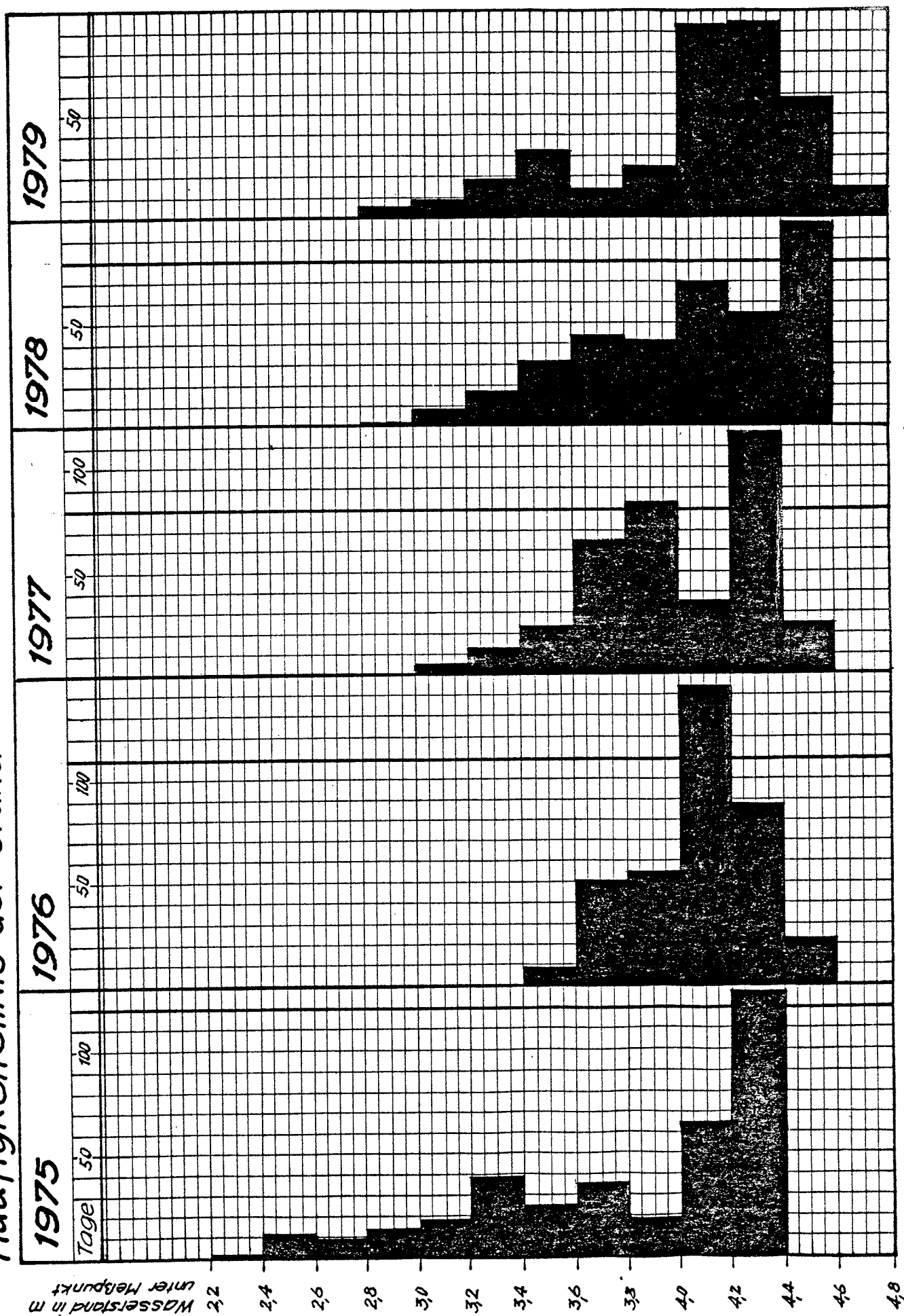
— Grundwasserschichtlinie in m ü. Adria
○ Grundwassermessstelle

1:25.000

Grundwasserschichtenlinien vom 8. 1. 1979 (niederer Grundwasserstand)



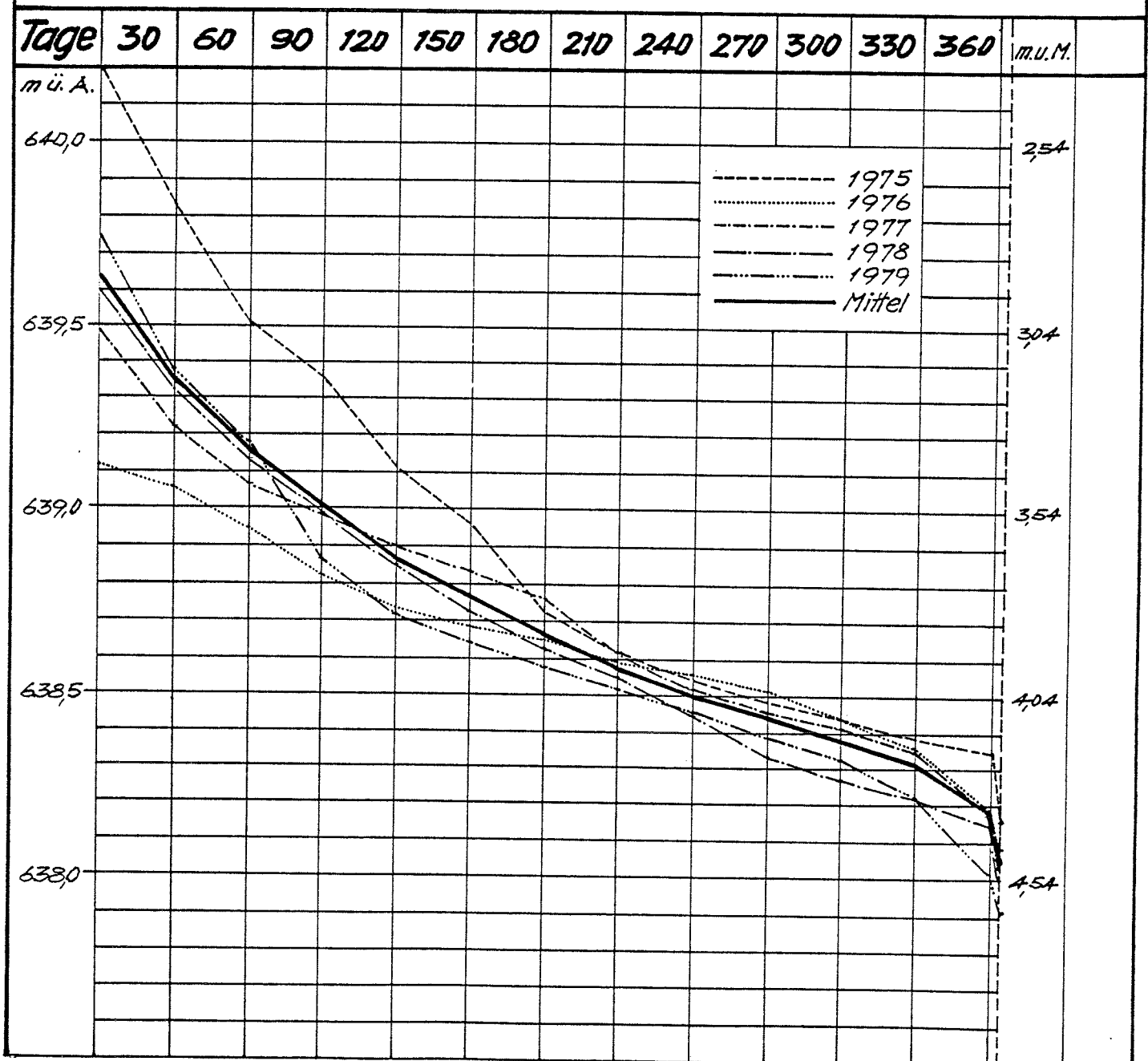
Häufigkeitslinie der Grundwasserstände der Meßstelle 24821



Dauerlinie der Grundwasserstände der Meßstelle 24821

Tage	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	NW	HW
1975	2,72	3,03	3,18	3,42	3,58	3,82	3,92	4,00	4,05	4,10	4,15	4,19	4,38	2,34
1976	3,43	3,60	3,72	3,81	3,85	3,89	3,94	3,98	4,03	4,10	4,17	4,35	4,45	3,43
1977	3,32	3,47	3,56	3,64	3,71	3,78	3,93	4,03	4,08	4,13	4,18	4,36	4,51	3,05
1978	3,22	3,41	3,55	3,69	3,82	3,91	3,99	4,10	4,21	4,27	4,33	4,39	4,54	2,94
1979	3,16	3,36	3,68	3,83	3,90	3,96	4,03	4,09	4,15	4,22	4,33	4,53	4,63	2,80
Mittel	3,18	3,37	3,54	3,68	3,77	3,87	3,96	4,04	4,10	4,16	4,23	4,36	4,50	2,91

Maßangaben in m



Meßpunkt : 642,54 m.ü. A.
0,50 m.ü. G.

m.ü. A. m über Adria
m.ü. G. m über Gelände
m.ü. M. m unter Meßpunkt

DIE GRUNDWASSERBESCHAFFENHEIT IM MUR-
TAL ZWISCHEN KNITTELFELD UND ZELTWEG

von

H.Krainer und H.Ertl.

1. EINLEITUNG

Das Referat für Gewässeraufsicht und Gewässerschutz führte in Zusammenarbeit mit dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung in den Jahren 1976 bis 1980 Grundwasseruntersuchungen im Aichfeld - Murboden im Bereich Zeltweg bis Knittelfeld durch.

Zweck dieser Untersuchungen war es, Aufschluß über die Eignung des erschoteten Grundwassers als Trink- und Brauchwasser im Sinne des ÖNORM-Entwurfes M 6250 „Öffentliche Trinkwasserversorgung, Anforderung an die Beschaffenheit des Trinkwassers“ zu erhalten. Durch eine Untersuchung des Wassers murnaher Brunnen auf das Vorhandensein von Calziumlignosulfonat (CLS), eine im Murwasser durch Abwässer der Zellstoffindustrie vorhandene Verunreinigung, sollte überdies festgestellt werden, ob und inwieweit Murwasser in den ufernahen Grundwasserbereich eindringt.

2. UNTERSUCHUNGSSTELLEN

Zur Erreichung des Untersuchungszieles wurden im Untersuchungsgebiet 7 vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung errichtete Bohrbrunnen, 15 Hausbrunnen, die Brunnen der Stadtgemeinde Knittelfeld und der Gemeinde Spielberg, der Probebrunnen der Gemeinde Großlobming, der Feuerwehrbrunnen Einöd, ein murnaher Schotterteich und eine Quelle untersucht.

Im einzelnen sind die Untersuchungsstellen in der nachfolgenden Tabelle 1 angeführt. Die in der anschließenden Darstellung der Untersuchungsergebnisse angeführten Zahlen entsprechen dieser Aufstellung und stimmen mit den Zahlen in den Planunterlagen überein.

3. DARSTELLUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Als Kriterien für die Beurteilung der erschoteten Wässer im Hinblick auf deren eventuelle spätere Nutzung als Trinkwasser wurden unter Berücksichtigung des ÖNORM-Entwurfes M 6250 „Öffentliche Trinkwasserversorgung, Anforderungen an die Beschaffenheit des Trinkwassers“ vor allem ihr Sauerstoffgehalt, der Gehalt an Eisen und Mangan, ihr Gehalt an Verschmutzungsindikatoren wie Ammonium, Nitrit und Phosphat, der Kaliumpermanganatverbrauch - als Maßzahl für eine Verunreinigung mit organischen Stoffen - sowie ihr bakteriologischer Befund herangezogen. Die Untersuchungsergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 übersichtlich zusammengefaßt.

Das Wasser des westlich der Uitz-Mühle gelegenen Brunnens der Wasserversorgungsanlage Knittelfeld (Nr. 1) ist von dem die Ingöring begleitenden Grundwasserstrom beeinflusst und nimmt unter den untersuchten Wässern wegen seines ungewöhnlich niederen Ionengehaltes (elektrolytische Leitfähigkeit $81 \mu\text{S/cm}$) eine Sonderstellung ein. Das leicht saure und äußerst weiche Wasser (Gesamthärte $1,9^\circ\text{dH}$) weist einen hohen Sauerstoffgehalt von $8,8 \text{ mg/l}$ auf, verursacht aber Materialangriff, da es in den Leitungsrohren keine Schutzschicht bildet.

Der Bohrbrunnen B III (Nr. 2) wurde in der alluvialen Ebene nordöstlich von Einödhof niedergebracht. Sein leicht alkalisches Wasser weist ebenfalls ausreichende Sauerstoffverhältnisse auf und ist als mittelhart zu bezeichnen. Primäre Verschmutzungsindikatoren, wie ein Gehalt an Ammonium und Nitrit, sind nicht nachzuweisen; auch die bakteriologischen Verhältnisse sind sehr günstig. Einen ähnlichen Chemismus wie B III (Nr. 2) haben auch das Wasser aus dem Feuerwehrbrunnen Einöd (Nr. 5) und dem Bohrbrunnen B I (Nr. 7), die ebenfalls in der alluvialen Ebene liegen.

Eine Gesamthärte von $18,2^{\circ}\text{dH}$ bzw. $17,9^{\circ}\text{dH}$ weist hingegen das Wasser der auf der späteiszeitlichen Terrasse liegenden Hausbrunnen Grangl (Nr. 4) und des Hauses Apfelberg 19 (Nr. 6) auf; auch die Hausbrunnen Kasper (Nr. 3) und der Brunnen beim Sportplatz Großlobming (Nr. 8) sind von diesem harten Wasser aus der späteiszeitlichen Terrasse beeinflusst.

Auffallend ist, daß die Wässer mit den höheren Härten auch einen höheren Sulfatgehalt haben. Mittelhartes Wasser und ähnlichen Chemismus wie das Wasser des Bohrbrunnens B I haben die in der alluvialen Ebene gelegenen Hausbrunnen Kogler (Nr. 9), der Bohrbrunnen B IV (Nr. 12), der linksufrig der Mur gelegene Brunnen der Wasserversorgungsanlage Spielberg (Nr. 17) und der Bohrbrunnen Blickner (Nr. 19). Das Wasser der in der Nähe des Bohrbrunnens IV gelegenen Quelle (Nr. 20) kommt aus der Hauptterrasse und weist wie das Wasser des Probebrunnens Großlobming (Nr. 11) ziemlich hartes Wasser auf.

Eine der Versuchsbohrungen (FB), in deren Bereich zur Zeit ein Horizontalfilterbrunnen des Wasserverbandes Aichfeld - Murboden errichtet wird, wurde als vertikaler Filterbrun-

nen mit einem $\varnothing$ von 500 mm errichtet. Das leicht alkalische Wasser ist von mittlerer Härte und weist in chemischer Hinsicht keine Besonderheiten auf. Der Gehalt der analysierten Wasserinhaltsstoffe liegt im Bereich der im zitierten ÖNORM-Entwurf festgelegten Richt- und Grenzwerte. Lediglich der am 15.10.1976 gemessene Sauerstoffgehalt von 2,4 mg/l liegt unter dem im ÖNORM-Entwurf festgelegten Richtwert von 5 mg/l. Dies ist aber mit großer Wahrscheinlichkeit auf Verunreinigungen während der Bauzeit zurückzuführen, da bei den Untersuchungen am 15.6.1977 und 13.9.1977 5,7 bzw. 7,2 mg/l O_2 gemessen werden konnten. Auch in bakteriologischer Hinsicht konnte ein günstiges Ergebnis erzielt werden; die geringe Anzahl von Keimkolonien/ml (Grenzwert 100 Keimkolonien/ml) sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf das Abpumpen zurückzuführen.

Die einzige Stelle, in der im untersuchten Bereich in der alluvialen Ebene rechtsufrig der Mur nahezu hartes Wasser gefunden worden ist ($17,9^{\circ}\text{dH}$), ist ein Schotterteich (Nr. 10) nahe der Holzbrücke über die Mur in Großlobming. Bemerkenswert ist auch der hohe Sulfatgehalt dieses Wassers von 125 mg/l. Ob dieser Umstand auf anthropogene Einflüsse (Düngung, Ablagerungen) zurückzuführen ist, kann auf Grund dieser einen Untersuchung nicht beurteilt werden. Ein Wasser ähnlicher Härte und ebenfalls hohen Sulfatgehaltes (101 mg/l) konnte allerdings auch im Wasser des Hausbrunnens Jandl (Nr. 13) bei der Untersuchung am 15.6.1976 nachgewiesen werden. Dieser Brunnen liegt linksufrig der Mur südlich einer alten Schottergrube in der alluvialen Ebene knapp südlich der Hauptterrasse. Bei einer Untersuchung dieses Wassers am 19.5.1980 wurde jedoch nur mehr eine Härte von $15,2^{\circ}\text{dH}$ und ein Sulfatge-

halt von 59 mg/l aufgefunden. Ein Wasser ganz ähnlicher Zusammensetzung wurde an diesem Tage auch bei der Untersuchung des bereits in der Hauptterrasse liegenden Hausbrunnens Silbernagel (Nr. 16) vorgefunden. Wasserhärten zwischen 13 und 15°dH haben auch die Wässer der Wasserversorgungsanlage Spielberg (Nr. 15) und der Hausbrunnen Maier (Nr. 14) und Eichberger (Nr. 18). Auch hier fällt auf, daß die Wässer der Brunnen nahe oder in der Hauptterrasse größere Härte und höheren Sulfatgehalt haben als der bereits erwähnte Bohrbrunnen B II (Nr. 17) in der Murschlinge.

Die in der alluvialen Ebene am Rande der Hauptterrasse liegenden Hausbrunnen Kreuzer (Nr. 21), Ehgartner (Nr. 22) sowie die Bohrbrunnen B V (Nr. 23) und B VI (Nr. 24) weisen weiches Wasser auf und werden offensichtlich von sehr weichem Wasser des Granitzenbaches beeinflusst. Die Sulfatwerte der Wässer der Brunnen Nr. 21, 22 und 23 schwanken zwischen 23 und 27 mg/l, der Sulfatwert des Brunnens Nr. 24 ist mit 10 mg/l der niedrigste aller untersuchten Wässer.

Mittelhartes Wasser wie die in der alluvialen Ebene der Mur liegenden Brunnen Nr. 7, 9, 12, 17 und 19, aber einen niedrigeren Sulfatgehalt haben die Wässer der Hausbrunnen Leitner (Nr. 25), Schmid (Nr. 27) und Steinbrugger (Nr. 28). Das Wasser des ganz nahe der Mur gelegenen Hausbrunnens Fehberger (Nr. 26) ähnelt in seinem Chemismus dem des Bohrbrunnens B III (Nr. 2).

Außer den routinemäßigen chemischen Untersuchungen wurden bei den murnahen Brunnen Nr. 2, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27 und 28 versucht, Cal-

ziumlignosulfonat (CLS) - ein Bestandteil des Murwassers - nachzuweisen. Mittels der Litrosoligninmethode bzw. durch Ultraviolett-Absorptionsmessungen konnte aber in keinem der untersuchten Wässer diese Substanz nachgewiesen werden.

Die bakteriologischen Befunde der untersuchten Wässer sind durchwegs günstig. Ausnahmen bilden nur die Wässer der Brunnen Nr. 17, 22 und 23. Dies dürfte aber, wie beim Schotterteich (Nr. 10), auf lokale Ursachen (z.B. undichte Brunnenringe, Einsinktrichter beim Bohrloch u.a.) zurückzuführen sein.

4. Z U S A M M E N F A S S U N G

Die vom Referat für Gewässeraufsicht und Gewässerschutz im Aichfeld - Murboden im Bereich Zeltweg bis Knittelfeld durchgeführten Grundwasseruntersuchungen haben gezeigt, daß im Untersuchungsbereich kein einheitliches Grundwasserfeld vorliegt und daß sich die untersuchten Wässer vorwiegend im bezug auf die Härte und ihren Sulfatgehalt unterscheiden. So schwanken die Wasserhärten zwischen $1,9^{\circ}\text{dH}$ bis $18,5^{\circ}\text{dH}$ und die Sulfatgehalte zwischen 10 und $125 \text{ mg/l SO}_4^{=}$. Während die Wässer der in der alluvialen Ebene nahe der Mur gelegenen Brunnen mittelhartes Wasser und Sulfatgehalte zwischen 12 und 33 mg/l aufweisen, haben die auf oder am Rande der späteiszeitlichen Terrasse bzw. der Hauptterrasse südlich und nördlich der Mur gelegenen Brunnen durchwegs höhere Härten und höhere Sulfatgehalte, wobei die höchsten Sulfatgehalte die Brunnen südlich der Hauptterrasse bei Lind aufweisen. Eine Ausnahme

bildet hier lediglich das Wasser des Schotterteiches (Nr. 10), das gleichfalls hohe Härte und hohen Sulfatgehalt aufweist. Die in den Schwemmfächern des Granitzen-Baches bzw. der Ingering gelegenen Brunnen werden durch die extrem weichen Wässer dieser Bäche beeinflusst und weisen weiches bzw. sehr weiches Wasser und niedere Sulfatgehalte auf.

Bemerkenswert ist, daß in keinem der Brunnen Ammonium und Mangan und nur in den Brunnen Nr. 8, 9 und 10 ein geringer Nitrit- sowie in den Brunnen 4 und 20 ein geringer Phosphatgehalt nachgewiesen werden konnte. Ein geringer Eisengehalt wurde im Wasser der Brunnen Nr. 5, 6, 8, 9, 11, 13, 21, 22, 25 und 28 nachgewiesen. Die Sauerstoffverhältnisse der untersuchten Wässer sind als gut zu bezeichnen; lediglich der Brunnen Nr. 12 hatte am 15.10. 1976, wahrscheinlich verursacht durch Verunreinigungen während des Baues, sowie der Brunnen Nr. 19 Sauerstoffgehalte, die unter dem in der ÖNORM M 6250 empfohlenen Richtwert von 5 mg/l liegen.

Dieser Umstand und die Tatsache, daß in keinem der untersuchten murnahen Wässer Calziumlignosulfonat nachgewiesen werden konnte, beweisen, daß Murwasser nicht oder nur in unbedeutenden Mengen in das Grundwasser des Untersuchungsgebietes eindringt. Das Wasser im Bereich des Bohrbrunnens B IV (Nr. 12), wo zur Zeit ein Horizontalfilterbrunnen des Wasserverbandes Aichfeld - Murboden errichtet wird, ist in chemischer und bakteriologischer Hinsicht als einwandfrei zu bezeichnen, wobei der Gehalt der analysierten Wasserinhaltsstoffe im Bereich der im zitierten ÖNORM-Entwurf festgesetzten Richt- und Grenzwerte liegt.

Anschrift der Verfasser:

W.Hofrat Dipl.-Ing.H.Ertl u.ROBR.Dipl.-Ing.Dr.H.Krainer
beide

Referat für Gewässeraufsicht und
Gewässerschutz, Fachabteilung Ia
Landhausgasse 7, 8010 Graz

VERZEICHNIS DER UNTERSUCHUNGSSTELLEN

- 1 WVA Knittelfeld, Pumpwerk Uitz
- 2 Bohrbrunnen B III, Einödhof
- 3 Hausbrunnen, Johann Kamper, Einödhofweg 9
- 4 Hausbrunnen, Franz Grangl, Einödhof 18
- 5 Feuerwehrbrunnen Einöd
- 6 Hausbrunnen, Apfelberg 19
- 7 Bohrbrunnen B I
- 8 Brunnen beim Sportplatz Großlobming
- 9 Hausbrunnen, Anton Kogler, Murweg 28, Großlobming
- 10 Schotterteich bei Brücke nach Großlobming
- 11 Probebrunnen von Großlobming (FB)
- 12 Bohrbrunnen B IV, Murhof
- 13 Hausbrunnen, Friedrich Jandl, Lind 15
- 14 Hausbrunnen, Maria Maier, vulgo König, Lind 17
- 15 WVA Spielberg, Hausanschluß Johann Wieser, Lind 19
- 16 Hausbrunnen, Valentin Silbernagel, Lind 14
- 17 Bohrbrunnen B II, Lind
- 18 Hausbrunnen, Eichberger, Lind 20
- 19 Bohrbrunnen Blickner
- 20 Quelle bei Blickner
- 21 Hausbrunnen, Jakob Kreuzer, Möbersdorfsiedlung 5
- 22 Hausbrunnen, Josef Ehgartner, Möbersdorfsiedlung 21
- 23 Bohrbrunnen B V
- 24 Bohrbrunnen B VI
- 25 Hausbrunnen, Benno Leitner, Granitzenweg 19, Zeltweg
- 26 Hausbrunnen, Josef Fehberger, Granitzenweg 17a, Zeltweg
- 27 Hausbrunnen, Michael Schmied, Weißkirchnerstr. 51, Zeltweg
- 28 Hausbrunnen, F.Steinbrugger, Weißkirchnerstr. 59, Zeltweg

TABELLE 2

Entnahme- stelle	Datum	pH- Wert	el. Lf. uS/cm	KMnO ₄ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Fe ²⁺ mg/l	Mn ²⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	GH dH	KH dH	m-Wert mval/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	CLS
1	19.5.80	6,6	81	2,8	n.n.	11,2	1,4	n.n.	n.n.	1,9	2,8	1,9	1,3	0,45	27	n.n.	5	11	4	n.n.	n.b.
2	20.5.76	7,1	362	4,1	n.n.	79,2	8,8	n.n.	n.n.	4	4	13,2	11,1	3,95	241	n.n.	12	27	9	n.n.	n.n.
3	20.5.76	7,1	434	3,8	n.n.	101,6	4,9	n.n.	n.n.	3,8	3,7	15,4	13	4,65	284	n.n.	14	31	8	n.n.	n.b.
4	20.5.76	6,5	545	6,6	n.n.	120	5,8	n.n.	n.n.	11	5	18,2	15,3	5,45	332	n.n.	14	42	14	0,03	n.b.
5	25.5.76	7,2	372	4,7	n.n.	83,2	8,8	0,35	n.n.	3,4	3,2	13,7	11,6	4,15	253	n.n.	12	27	8	n.n.	n.b.
6	25.5.76	7,1	470	5,4	n.n.	110,4	10,5	0,14	n.n.	3,4	3,6	17,9	15,3	5,45	332	n.n.	10	36	9	n.n.	n.b.
7	25.5.76	7,3	328	2,2	n.n.	68,8	9,1	n.n.	n.n.	2,7	3,4	11,8	9,8	3,5	214	n.n.	12	23	9	n.n.	n.n.
8	25.5.76	6,9	407	5,1	n.n.	93,6	6,3	0,35	n.n.	3,9	4	14,6	12,6	4,5	275	0,01	5	33	7	n.n.	n.b.
9	15.10.76	7,3	300	3,8	n.n.	61,6	9,7	0,12	n.n.	2,8	3,1	10,9	9,2	3,3	201	0,05	8	24	6	n.n.	n.n.
10	1.6.76	8	508	11,7	n.n.	96	19,2	n.n.	n.n.	5,8	9,8	17,9	10,8	3,85	235	0,05	11	125	12	n.n.	n.n.
11	1.6.76	7,5	376	7	n.n.	79,2	10	0,2	n.n.	2,4	4,5	13,4	11,2	4	244	n.n.	14	25	10	n.n.	n.n.
12	15.10.76	7,6	319	5,4	n.n.	61,6	9,7	n.n.	n.n.	2,6	4,1	10,9	9	3,2	195	n.n.	10	28	7	n.n.	n.n.
12	15.6.77	7,4	323	2,8	n.n.	61,6	9,7	n.n.	n.n.	3,1	4,1	10,9	9	3,2	195	n.n.	5	33	6	n.n.	n.n.
12	13.9.77	7,1	300	5,7	n.n.	61,6	10,3	n.n.	n.n.	3,5	4,2	11	8,8	3,2	195	n.n.	7	32	8	n.n.	n.b.
13	15.6.76	7	536	3,8	n.n.	108	14,4	n.n.	n.n.	8	7,4	18,5	12,2	4,35	265	n.n.	14	101	14	n.n.	n.b.
13	19.5.80	7	461	3,2	n.n.	91,2	10,4	0,09	n.n.	7,2	8	15,2	11,6	4,15	253	n.n.	18	59	9	n.n.	n.b.
14	15.6.76	7	412	2,8	n.n.	35,2	43,8	n.n.	n.n.	4,3	3,7	15,1	12	4,3	262	n.n.	12	42	10	n.n.	n.b.
15	19.5.80	7,5	406	2,8	n.n.	80	10,1	n.n.	n.n.	4,3	3,7	13,8	11,5	4,0	244	n.n.	7	36	8	n.n.	n.b.
16	19.5.80	7,1	461	3,3	n.n.	88,8	10,9	n.n.	n.n.	9	7,4	15	11,8	4,2	256	n.n.	18	55	8	n.n.	n.b.
17	15.6.76	7,8	299	3,2	n.n.	44,8	17,6	n.n.	n.n.	2,8	3	10,4	8,4	3	183	n.n.	8	27	7	n.n.	n.n.
18	15.6.76	7,1	405	4,4	n.n.	45	36,8	n.n.	n.n.	6,3	3,8	14,5	11,2	4	244	n.n.	12	55	10	n.n.	n.b.
19	1.6.76	7,5	254	2,8	n.n.	48	12	n.n.	n.n.	2,6	2,8	9,5	7,8	2,8	174	n.n.	5	16	13	n.n.	n.n.
20	1.6.76	7,3	362	3,8	n.n.	73,6	8,6	n.n.	n.n.	4	6,4	12,3	10,2	3,65	223	n.n.	16	19	15	0,07	n.b.
21	21.10.76	6,6	251	1,9	n.n.	44	4,8	0,12	n.n.	3,8	8,2	7,3	5,2	1,9	113	n.n.	22	27	10	n.n.	n.n.
22	21.10.76	6,7	199	1,6	n.n.	35,2	3,7	0,38	n.n.	4,3	4,6	5,8	4,2	1,5	92	n.n.	14	23	7	n.n.	n.n.
23	21.10.76	6,5	177	1,6	n.n.	30,2	5	n.n.	n.n.	4	4,3	5,4	3,9	1,4	85	n.n.	10	24	6	n.n.	n.n.
24	7.10.76	6	166	0,6	n.n.	35,2	2,4	n.n.	n.n.	2,1	2,5	5,5	5	1,8	110	n.n.	3	10	3	n.n.	n.n.
25	7.10.76	6,8	316	1,3	n.n.	68	7,1	0,75	n.n.	3,7	4,4	11,2	9,8	3,5	214	n.n.	12	18	8	n.n.	n.n.
26	7.10.76	6,9	366	1	n.n.	76,8	11,5	n.n.	n.n.	4,1	4,4	13,2	11,5	4,1	250	n.n.	12	28	8	n.n.	n.n.
27	7.10.76	6,9	291	1,6	n.n.	60	4,7	n.n.	n.n.	2,6	3,2	9,5	8,4	3	183	n.n.	8	12	8	n.n.	n.n.
28	7.10.76	7	260	0,6	n.n.	54,6	5,9	0,1	n.n.	2,35	3,1	8,9	7,8	2,8	171	n.n.	10	14	6	n.n.	n.n.

TABELLE 3

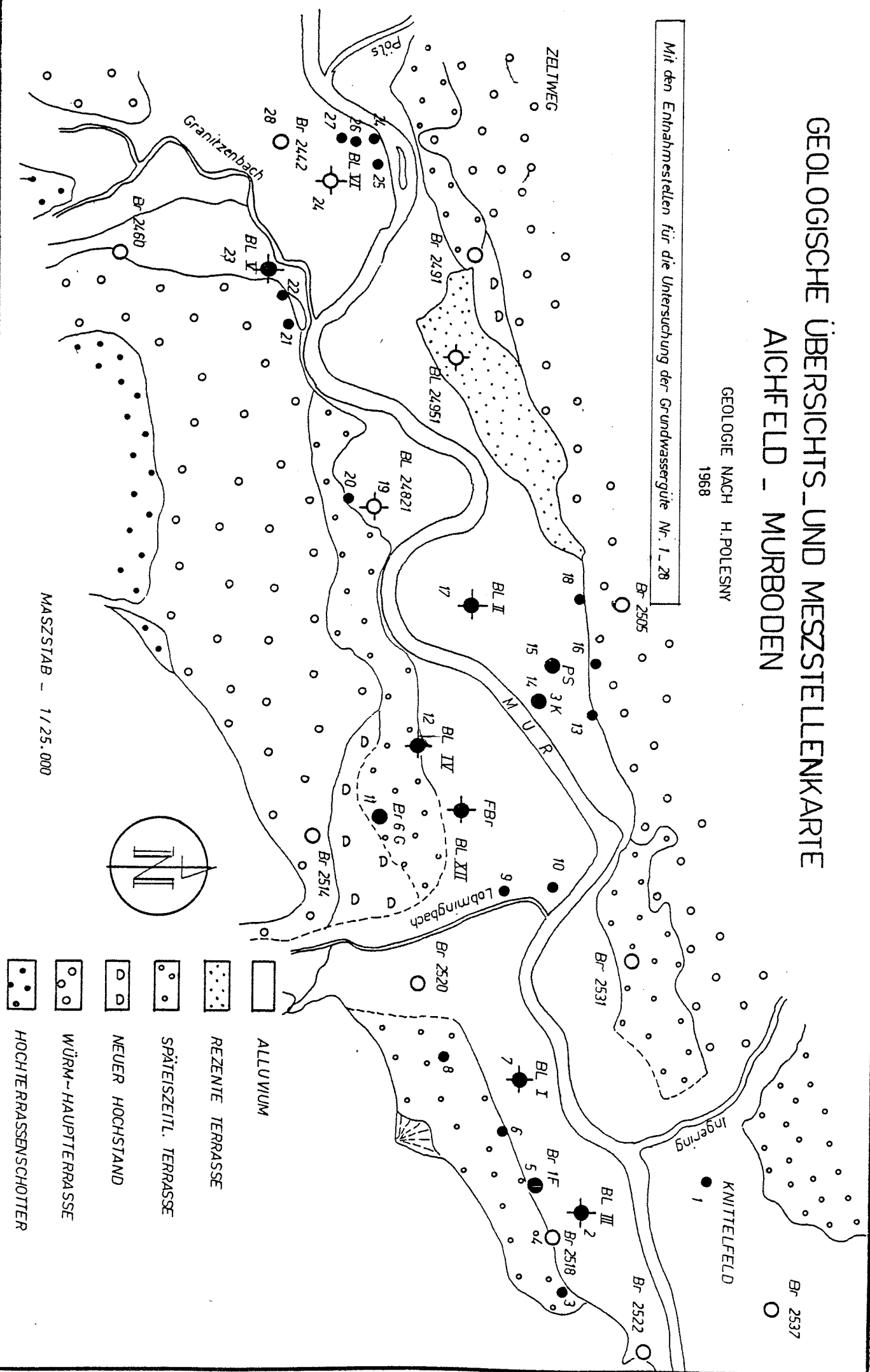
Entnahme- stelle	Datum	Temp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ %	Keimzahl 1 ml	Coli 100 ml
1	19. 5.80	8,5	8,8	84	0	0
2	20. 5.76	9	7,6	72	2	0
3	20. 5.76	9,7	9	87	24	0
4	20. 5.76	10,6	8,2	81	13	0
5	25. 5.76	6,6	4,8	43	29	0
6	25. 5.76	10	6,8	68	29	0
7	25. 5.76	9,7	7,2	70	3	0
8	25. 5.76	18	5,8	68	22	0
9	15.10.76	9,9	6,3	63	22	0
10	1. 6.76	16,3	13,5	152	118	5
11	1. 6.76	9,4	8,4	81	12	0
12	15.10.76	9	2,4	23	10	0
12	15. 6.77	9,3	5,7	55	33	0
12	13. 9.77	10,1	7,2	71	13	0
13	15. 6.76	12,5	7,8	81	31	0
13	19. 5.80	10	8,4	83	1	0
14	15. 6.76	11,5	8,4	86	68	0
15	19. 5.80	12	8,7	89	0	0
16	19. 5.80	8,6	8,5	80	45	0
17	15. 6.76	9,8	8,8	86	2	2
18	15. 6.76	12,5	7,8	81	10	0
19	1. 6.76	8,9	4,7	45	14	0
20	1. 6.76	9	10	95	8	0
21	21.10.76	9,7	10	98	22	0
22	21.10.76	11,5	8,4	86	unzählbar	2
23	21.10.76	10,2	7,2	71	13	1
24	7.10.76	8,5	7,2	67	2	0
25	7.10.76	11,4	6	60	5	0
26	7.10.76	12,7	6,2	64	1	0
27	7.10.76	12	8,2	84	5	0
28	7.10.76	12,2	8	82	3	0

Abb. 1

GEOLOGISCHE ÜBERSICHTS- UND MESZSTELLENKARTE AICHFELD - MURBODEN

GEOLOGIE NACH H. POLESNY
1968

Mit den Entnahmestellen für die Untersuchung der Grundwassergüte Nr. 1 - 28



MASSSTAB - 1/25.000

BOHRUNGEN UND PUMPVERSUCHE IM MURTAL
ZWISCHEN KNITTELFELD UND ZELTWEG

von

H.Zetinigg.

1. E I N L E I T U N G

Schon im Jahre 1970, als sich ein vorläufiges Ende der Feldarbeiten im Gebiete von St. Stefan ob Leoben¹⁾ abzeichnete, wurde als nächstes Arbeitsgebiet das Aichfeld und der Murboden in Erwägung gezogen und die diesbezüglichen Unterlagen, insbesondere die Arbeit von E. Worsch über die Geologie und Hydrologie des Aichfeldes, die bereits 1963 erschienen war, einer eingehenden Sichtung unterzogen.

Nach einer ergänzenden hydrogeologischen Arbeit von A. Turner, die im Jahre 1970 ausgeführt wurde, konnten für ein erstes Bohrprogramm 3 Ansatzpunkte fixiert werden. In dieser Arbeit wurde eine nähere Untersuchung der Grundwasserführung im Bereich der holozänen Flur empfohlen. Diese Bohrungen wurden im Jahre 1971 am rechten Murufer bei St. Benedikten (Lenzmaierhof), weiters zwischen Ugendorf und Obermur sowie beim Anwesen Blickner nordwestlich Großlobming, niedergebracht und sollten zur Schaffung eines ersten Überblickes und einer generellen Charakteristik der hydrogeologischen Verhältnisse dienen.

Trotz befriedigender Ergebnisse, soweit es die Mächtigkeit des Grundwasserleiters betrifft, konnten die weiteren Untersuchungsarbeiten wie Pumpversuche und chemisch-bakteriologische Wasseruntersuchungen damals nicht durchgeführt werden, da andere Untersuchungsarbeiten, wie z.B. im südöstlichen Grazerfeld²⁾ und Leibnitzerfeld³⁾, vordringlich waren.

- 1) Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St. Stefan o.L. und Kraubath. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 34, Graz 1976.
- 2) Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 22, Graz 1973.
- 3) Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Leibnitzerfeld. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 23, Graz 1973.

Im Zuge der Arbeiten für das Raumordnungskonzept Aichfeld - Murboden wurde inzwischen vom Raumordnungs- und Wirtschaftsförderungsverband Aichfeld - Murboden auch die Frage der Wasserversorgung und ihrer zukünftigen Sicherung aufgegriffen und an das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung um diesbezügliche Beratung herangetreten. Aus dem sich daraus ergebenden Meinungsaustausch zwischen dem Raumordnungs- und Wirtschaftsförderungsverband Aichfeld - Murboden, dem Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung und einigen Gemeinden, darunter vor allem der Stadtgemeinde Knittelfeld, entsprang im Jahre 1974 die Absicht, verschiedene anstehende wasserwirtschaftliche Fragen einer gemeinsamen Regelung zuzuführen. In mehreren Besprechungen wurde die damalige Versorgungssituation der Gemeinden dieses Raumes, insbesondere die Leistungsfähigkeit der Wasserspenden ihrer kommunalen Wasserversorgungsanlagen, eingehend besprochen.

Dann wurde vom Referat ein Programm zur Durchführung von Grund- und Quellwasseruntersuchungen entwickelt und den Gemeinden vorgestellt. Durch dieses Untersuchungsprogramm sollten die Wasservorkommen dieses Raumes so gründlich erkundet werden, daß auch der zukünftige Wasserbedarf gedeckt und die Vorkommen entsprechend gesichert werden könnten. Die Aufnahme von Quellwasseruntersuchungen in das Arbeitsprogramm erfolgte vor allem im Hinblick auf die Teilnahme der Randgemeinden des Aichfeldes und Murbodens, die sich mit ihrem Gemeindegebiet weit in den Gebirgsrahmen dieses Talbeckens erstrecken. Die Durchführung und die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden im vorliegenden Berichtsband jedoch nicht behandelt.

Noch im Jahre 1975 wurde zur Durchführung dieses Programmes die Bildung eines Wasserverbandes in Aussicht genommen. Hierbei sollte sich der Verband vor allem um die aus den Untersu-

chungsergebnissen folgenden Konsequenzen, z.B. die Sicherung der Wasservorkommen, kümmern. Die Grundwasseruntersuchungen selbst sollten weitgehendst durch das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung besorgt werden.

Als Grundlage für die Bildung des Wasserverbandes wurden sodann Satzungen ausgearbeitet. In § 2 dieser Satzungen sind Zweck und Aufgabe des Verbandes klar umrissen. Es wird daher der einleitende Satz dieses Paragraphen an dieser Stelle wiedergegeben: „Der Wasserverband hat den Zweck und die Aufgabe, die zur Versorgung mit Trink- und Nutzwasser im Verbandsgebiet nötigen Wasservorkommen festzustellen und zu schützen, den Wasserbedarf zu ermitteln, eine Zuordnung von Wasservorkommen und Bedarfsgebieten vorzunehmen und gegebenenfalls bei der Nutzung der Gewässer zusammenzuwirken“.

Nach eingehenden weiteren Beratungen der Gemeinden fand am 21.6.1976 in Knittelfeld die Gründungsversammlung des Wasserverbandes „Aichfeld - Murboden“ statt. Noch im November des gleichen Jahres erfolgte die Anerkennung und Genehmigung der Satzungen durch die Steiermärkische Landesregierung⁴⁾, in denen die Gemeinden Fohnsdorf, Judenburg, Zeltweg, Apfelberg, Feistritz, Großlobming, Knittelfeld, Kobenz, Spielberg und St. Margarethen als Mitglieder angeführt sind. Im Jahre 1977 traten dann noch die Gemeinden St. Marein bei Knittelfeld, Weißkirchen und Maria Buch dem Verband bei.

Schon im Jahre 1974 - als erstmals der Gedanke, eine gemeinsame Vorgangsweise der Gemeinden herbeizuführen, auftrat -, wurde - wie bereits erwähnt - vom Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung ein Programm für Grundwasseruntersuchungen im Aichfeld und Murboden den interessierten

4) GZ. 3-350 A 4/5 - 1976 vom 19. November 1976

Gemeinden unterbreitet. Gerade für die Durchführung dieses Programmes und insbesondere für die Realisierung sich allenfalls daraus ergebender Konsequenzen wurde vom Referat die Bildung eines Wasserverbandes konsequent betrieben.

Dieses Programm hatte die Arbeiten von E. Worsch (1963) sowie die im Jahre 1972 erschienene Arbeit über den Murboden, weiters die Arbeiten von H. Polesny (1970) und A. Thurner (1970) zur Grundlage. Auch das damals 42 Meßstellen umfassende Grundwasserbeobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung und die praktischen Erfahrungen der Gemeinden Judenburg, Knittelfeld und Spielberg bei der Grundwassererschließung wurden hiefür herangezogen.

Als wesentlich wurden weiters die Grundwasseruntersuchungen und Erschließungen der ÖDK in Pfaffendorf sowie die nicht abgeschlossenen Untersuchungen des Referates im Raume Ugendorf - St. Benedikten und vor allem westlich von Großlobming (Blickner), für die bis zum Jahre 1974 3 Versuchsbrunnen mit einer Verrohrung von 200 mm Nennweite hergestellt worden waren, erachtet. Dies, obwohl Pumpversuche und chemisch-bakteriologische Untersuchungen bis zu diesem Zeitpunkt noch nicht durchgeführt waren. Eine weitere Bohrung in Laing war bereits der Hydrographischen Landesabteilung zur Ergänzung des Grundwasserbeobachtungsnetzes zur Verfügung gestellt und von dieser mit einem Schreibpegel ausgerüstet worden.

Aus allen diesen Unterlagen ging hervor, daß der gesamte Raum des Aichfeldes und Murbodens in hydrogeologischer Hinsicht in 2 große Teilbereiche gegliedert werden kann. Einerseits in die holozäne Talflur, die unmittelbar dem

Murlauf folgt bzw. diesen begleitet sowie die späteiszeitliche Terrasse und andererseits in die höheren Fluren bzw. eiszeitlichen Terrassen, die im Norden und Süden von der Mur weg zu den begrenzenden Bergzügen verlaufen (siehe I. Arbeiter, Tafel 1). Zum Verständnis des vorgeschlagenen Untersuchungsprogrammes wird die damalige Beurteilung dieser 2 Groseinheiten kurz wiedergegeben, wobei die höheren Terrassen zusammengefaßt werden:

- a.) Die eiszeitlichen Terrassen (Riß- und Würm-Terrassen sowie Terrassen des neuen Hochstandes) im Norden und Süden der Mur sind durch Schotterkörper gekennzeichnet, die oft 30 bis 40 m, ja im Westen sogar wesentlich größere Mächtigkeiten (bis zu 80 m) erreichen. Wesentlich dabei ist die tiefe Lage des Grundwasserspiegels - vielfach 20 bis 30 m unter Terrain - und die teilweise geringe Mächtigkeit (wenige Meter) des Grundwasserkörpers.
- b.) Bei der holozänen Flur einschließlich der späteiszeitlichen Terrasse entlang der Mur handelt es sich um einen Schotterkörper, der durchschnittlich 15 bis 25 m Gesamtmächtigkeit erreicht. Wesentlich ist weiters im Bereich der holozänen Flur die seichte Lage des Grundwasserspiegels, zum Teil nur 1 - 2 m unter Terrain und die dadurch bedingte große Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, die zwischen 10 und 15 m beträgt. Die holozäne Flur ist vor allem östlich von Zeltweg gut entwickelt, während sie flußaufwärts gegen Westen nur eine geringe Ausdehnung besitzt.

Aus dieser Charakteristik ergaben sich für Grundwassererschließungen ganz wesentliche Konsequenzen. Während im Be-

reich der eiszeitlichen Terrasse für die Grundwassererschließung mit einem hohen finanziellen Aufwand auf Grund der großen Bohrtiefen bis zum Grundwasserspiegel zu rechnen war, schien im Bereich der holozänen Flur schon mit geringen Bohrtiefen eine vollständige Aufschließung des Grundwasserkörpers möglich zu sein. Weiters wurde im Bereich der eiszeitlichen Terrassen auf Grund der geringen Mächtigkeit der Grundwasserführung in diesen Schotterkörpern mit geringeren Wassermengen als im Bereich der Niederflur, wo selbstverständlich auch Uferfiltrate der Mur zu berücksichtigen sind, gerechnet.

Auf Grund des arbeitsmäßigen und finanziellen Aufwandes und vor allem aber auf Grund der Erwartungen bezüglich der Mächtigkeit der Grundwasserführung erfolgte daher eine Konzentration der Untersuchungsmaßnahmen auf die niederen Fluren.

Erst später wurde auch im Bereich der Würmterrassen je eine Bohrung im Aichfeld bei Pausendorf und im Murboden nördlich Maria Buch ausgeführt. Die Auswahl des Ansatzpunktes im Aichfeld bereitete auf Grund der dichten Verbauung in den Siedlungsgebieten von Fohnsdorf und Zeltweg sowie auf Grund des Flughafens Zeltweg und des Bergbaugesbietes von Fohnsdorf Schwierigkeiten, so daß nur ein kleiner Bereich nördlich von Pausendorf für Untersuchungen geeignet erschien. Im Bereich des Murbodens wurde der Raum zwischen dem Wasserwerk Judenburg und dem Schwemmkegel des Granitzen-Baches für die Untersuchung ausgewählt. Die höheren Terrassen zeigen östlich des Granitzen-Baches eine flächenmäßig geringe Entwicklung, so daß dort von einer Untersuchung abgesehen wurde.

Es wurde daher der Schwerpunkt des Untersuchungsprogrammes in den östlichen Teil des Aichfeldes und Murbodens gelegt. Hierzu wurde nach hydrogeologischen Gesichtspunkten unter Mitberücksichtigung des damaligen Verbauungs- und Nutzungsgrades ein der holozänen Flur und späteiszeitlichen Terrasse angehörender Teilbereich, der sich zwischen Zeltweg und Knittelfeld sowohl links- als auch rechtsufrig der Mur bis zum Rande der Würm-Terrassen bzw. im Südosten bis zur Terrasse des neuen Hochstandes erstreckt, ausgewählt. In diesem gesamten Gebiet wurde mit Schottermächtigkeiten von 15 - 20 m gerechnet. Für diesen Teilbereich wurde vorerst die Herstellung von insgesamt 6 Versuchsbohrungen und 50 Pegelrohren für notwendig erachtet. Die Bohrtiefen ergaben sich aus den vermuteten Schottermächtigkeiten, während die Verrohrungsdurchmesser so gewählt wurden, daß Pumpversuche mit Förderleistungen von 20 - 30 l/s durchführbar erschienen.

Im übrigen sollte mit den Versuchsbohrungen das Grundwasserbeobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung so ergänzt werden, daß im Untersuchungsraum die Erstellung von genaueren Grundwasserschichtenlinienplänen ermöglicht wird. Diese Schichtenlinienpläne schienen letztlich zur Erfassung der Strömungsverhältnisse im Untersuchungsbereich notwendig. Weiters sollten diese Schichtenlinienpläne in der Folge zur Abgrenzung allfälliger Schutzgebiete bei zukünftigen Wassergewinnungsanlagen dienen. Auch die Feststellung der Grundwasserfließgeschwindigkeit wurde in das Programm einbezogen, mit dessen Verwirklichung im Jahre 1975 begonnen wurde.

Da die hydrogeologischen Verhältnisse des Raumes Aichfeld

Murboden, wie einleitend angeführt, von E. Worsch (1963 und 1972) in zwei Arbeiten ausführlich beschrieben und die für das Untersuchungsprogramm relevanten Kriterien zuvor aufgezeigt sind, soll von weiteren diesbezüglichen Darlegungen abgesehen werden. In der Folge wird daher über die wichtigen Punkte des Untersuchungsprogrammes, insbesondere die Bohrungen und Pumpversuche, berichtet. Weiters werden die bisherigen Meßergebnisse der Fließgeschwindigkeit des Grundwassers, da sie für den Schutz des Grundwassers besonders wichtig erscheinen, hier zusammengefaßt. Die Schwankungen des Grundwasserspiegels werden von I. Arbeiter eingehend behandelt. Diese Arbeit gibt an Hand von Grundwasserisohypsen auch Auskunft über die Fließrichtung des Grundwassers. Über die Qualität des Grundwassers wird von H. Ertl und H. Krainer berichtet.

Die Ergebnisse der gesamten Untersuchung werden sodann, insoweit sie durch die Konzentration der Untersuchungsarbeiten auf den engeren Raum zwischen Knittelfeld und Zeltweg eine Ergänzung der Darlegungen von E. Worsch (1963 und 1972) bilden und soweit sie für die beabsichtigte Nutzung dieses Grundwasservorkommens - wofür ja bereits ein Horizontalfilterbrunnen in Bau ist - von Bedeutung sind, noch zusammengefaßt.

2. DIE BOHRUNGEN UND PUMPVERSUCHE

Die Auswahl der Ansatzpunkte der Bohrungen erfolgte unter dem Gesichtspunkt, die alluviale Flur zwischen Knittelfeld und Zeltweg von Osten gegen Westen fortschreitend-systematisch zu untersuchen. Die Bohrungen I und III sollten dabei Auskunft über den rechtsufrigen Anteil zwischen dem Lobmingbach und dem Auspendeln der Mur an den südlichen Talrand bei Landschach geben. Die gleichlaufende, linksufrige alluviale Flur wurde auf Grund der Verbauung, des Einflusses der Ingering und des bestehenden Brunnens der Stadtgemeinde Knittelfeld bei der Uitz-Mühle nicht in die Untersuchungen einbezogen. Während über den Bereich der Murschlinge nördlich des Anwesens Blickner die Versuchsbohrung des Referates und nachherige Meßstation der Hydrographischen Landesabteilung (Nr. 24821) Auskunft gibt, wurde im Pfarrfeld die Bohrung Nr. II angeordnet. Diese Bohrung sollte zusammen mit den Erschließungsergebnissen der Gemeinde Spielberg, die am Ostrand des Pfarrfeldes eine kommunale Brunnenanlage betreibt, ausreichenden Aufschluß über diesen Teil der Alluvialebene gewähren. Die sich daran anschließend talaufwärts erstreckende alluviale Flur, Raum Laing, wurde auf Grund des Heranreichens des Siedlungsgebietes von Zeltweg wiederum aus dem Untersuchungsprogramm ausgenommen. Rechtsufrig wurden sodann durch die Anordnung der Bohrungen IV und XII der murferne an der Grenze zur späteiszeitlichen Terrasse gelegene Bereich der Alluvialebene näher untersucht. Hier wurde auf Grund der guten Bohrerergebnisse und der günstigen topographischen Verhältnisse der großkalibrige Versuchsbrunnen (FB) als Vorbereitung für eine Wassergewinnungsanlage des Wasserverbandes Aichfeld - Murboden hergestellt. Um den Einflüssen der Seitenzubringer auf die Beschaffenheit des

Grundwasserleiters und natürlich auch auf die Grundwasserführung nachzugehen, wurden im Bereich der den Grannitzen-Bach begleitenden holozänen Flur die Bohrungen VI und V niedergebracht. Die Bohrung V wurde dabei am Fuße des Abfalles der Würm-Hauptterrasse hergestellt. Insgesamt wurden die Bohrungen - abgesehen von den beiden letztgenannten - im Hinblick auf die Möglichkeit, bei günstigen Ergebnissen der Untersuchungen, eine Wassergewinnungsanlage errichten zu können, situiert. Es wurde also darauf geachtet, daß talaufwärts wenigstens zum Zeitpunkt der Auswahl der Ansatzpunkte unverbaute und nur landwirtschaftlich genutzte Flächen vorhanden waren. Aus dieser Sicht und auf Grund der günstigen Ergebnisse konzentrierten sich die Arbeiten auf den Raum Murhofwald, Pfarrfeld und Grund, der Umgebung des Anwesens Blickner.

Die Versuchsbohrungen wurden in den Jahren 1975 - 1977 von verschiedenen Bohrfirmen als Schlagbohrungen niedergebracht und mit verzinkten Stahlrohren von 200 mm (B I, II, III - 24821) bzw. 250 mm (B IV, V, VI, VII, VIII, XII) Nennweite ausgebaut. Der als Vertikalfilterbrunnen ausgeführte Versuchsbrunnen beim Murhof in Großlobming (FB) besitzt eine Nennweite von 500 mm. Nach Fertigstellung der Versuchsbohrungen, deren Bohrprofile und Verrohrungen aus den Abbildungen zu entnehmen sind, wurden an allen Versuchsbohrungen Dauerpumpversuche durchgeführt. Die Durchführung dieser Pumpversuche erfolgte mit mehreren Abstufungen der Förderleistung. Die Messung der Förderleistungen wurde mittels eines geeichten Meßüberfalles vorgenommen. Die Beurteilung der Pumpversuche besorgte H. Novak (1978), der hierüber einen detaillierten Be-

richt vorlegte. Für diesen Bericht wurden die Pumpversuchsdaten, also die Absenkung des Brunnenwasserspiegels und die Fördermenge bei Erreichen des Beharrungszustandes nach Thiem und Dupuit ausgewertet. Konnte ein Stationärzustand nicht erreicht werden, wurde die Auswertung nach der Methode der zeitlichen Absenkung von Wiederhold vorgenommen.

In der nachstehenden Tabelle (Nr. 1) sind die Zeiträume und Förderleistungen sowie die Absenkungen der Brunnenwasserspiegel übersichtlich zusammengefaßt. Weiters ist vermerkt, ob im Zuge der jeweiligen Förderstufe der Beharrungszustand erreicht wurde. Die k_f -Werte sind in einer gesonderten Tabelle im Vergleich zu den im Labor aus den gestörten Bodenproben ermittelten k_f -Werten dargestellt.

In der Folge wird über den mehrstufigen Pumpversuch am Filterrohrbrunnen in Großlobming (FB) sowie über die Pumpversuche an der Versuchsbohrung und dem Filterrohrbrunnen der Gemeinde Spielberg gesondert berichtet. Während der erste auf Grund der in Tabelle 2 zusammengefaßten Ergebnisse der Untersuchungsbohrungen hergestellt wurde, erfolgte die Errichtung der Probebohrung und des Vertikalfilterbrunnens der Gemeinde Spielberg bereits im Jahre 1973 bzw. 1975.

Am Filterrohrbrunnen (FB) in Großlobming, der eine Nennweite von 500 mm besitzt, wurde in der Zeit vom 12.9. - 18.9.1977 ein Dauerpumpversuch mit drei Förderstufen durchgeführt. Zur Erfassung des Absenkungstrichters wurde hiezu ein Pegelkreuz errichtet. Dieses Pegelkreuz umfaßte 6 Peilrohre von 50 mm Durchmesser und Tiefen von 10 - 13 m, die im Schlagbohrverfahren hergestellt worden

waren. Der Versuchsbrunnen ist zur leichteren Messung des Brunnenwasserspiegels mit einem im Kiesmantel bis 13,60 m Tiefe verlaufenden Peilrohr ausgestattet. Dieser Pumpversuch brachte nachstehende Ergebnisse:

Stufe	I	Dauer	17 ^h	Förderleistung	47 l/s
Stufe	II	Dauer	28 ^h	Förderleistung	82 l/s
Stufe	III	Dauer	70,5 ^h	Förderleistung	123 l/s

Bei allen drei Stufen wurde der Stationärzustand erreicht. Die Auswertung erfolgte unter Einbeziehung der Pegelrohre sowohl für den Stationär- als auch Instationärzustand, die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

Im Jahre 1973 ließ die Gemeinde Spielberg für die Errichtung einer kommunalen Wasserversorgungsanlage am östlichen Rand des Pfarrfeldes eine Versuchsbohrung mit einer Nennweite von 250 mm herstellen. An dieser Versuchsbohrung wurde in der Zeit vom 8. - 12.6.1973 ein Pumpversuch mit einer Förderleistung von 45 l/s durchgeführt und hiebei nur eine Absenkung des Brunnenwasserspiegels von 1,11 m erzielt. Dieser Pumpversuch wurde von E.P. Nemecek (1975) nachträglich ausgewertet und eine Felddurchlässigkeit $k_f = 3 \times 10^{-3}$ m/s ermittelt. Desgleichen wurden gestörte Bodenproben aus dieser Bohrung im Labor untersucht. Im Zuge des gegenständlichen Untersuchungsprogrammes erfolgte eine weitere Auswertung durch H. Novak, der mit einem k_f -Wert von $3,1 \times 10^{-3}$ m/s zum gleichen Ergebnis kommt.

Auf Grund des Ergebnisses dieses Pumpversuches wurde nun im Auftrage der Gemeinde Spielberg im Jahre 1975 ein Vertikalfilterbrunnen von 800 mm Nennweite der Verrohrung hergestellt. An diesem Brunnen wurde in der Zeit vom 21. - 29.10.1973 ein Pumpversuch mit 4 Förderstufen, und zwar

20, 40, 60 und 80 l/s, vorgenommen. Die drei ersten Stufen wurden hierbei über einen Zeitraum von 70 Stunden und die vierte Förderstufe (80 l/s) über 130 Stunden gefahren und nur eine Absenkung des Brunnenwasserspiegels von 0,67 m erreicht. Auch dieser Versuch wurde nachträglich von H. Novak ausgewertet und ein k_f -Wert von $7,2 \times 10^{-3}$ m/s festgestellt.

Insgesamt fügen sich, wie die Übersichtstabellen zeigen, alle von der im Bereich der linksufrigen holozänen Flur gelegenen Versuchsbohrung und dem Vertikalfilterbrunnen der Gemeinde Spielberg gewonnenen Daten - wie vor allem die k_f -Werte und die Tiefenlage der Grundwassersohle - gut in die Ergebnisse der Versuchsbohrungen des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung ein und ergänzen das Untersuchungsprogramm.

Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchungsbohrungen stellen die Auskünfte bezüglich Tiefenlage der Grundwassersohle dar. Wie die einzelnen Bohrprofile bzw. Tab. 6 u. 7 zeigen, sind keinerlei Hinweise auf ein ausgeprägtes Relief der Grundwassersohle im Bereich der holozänen Flur vorhanden. Es ist also hier mit einer annähernd ebenen Grundwassersohle zu rechnen. Unter Berücksichtigung der Schwankungen des Grundwasserspiegels, die von I. Arbeiter mit Hilfe des Meßstellennetzes erfaßt wurden, ergibt sich im Untersuchungsgebiet bei tiefliegendem Grundwasserspiegel eine durchschnittliche Mächtigkeit der Grundwasserführung von 14 m. Diese Ergebnisse sind nun in einem Talquerprofil (Abb. 11) zusammengefaßt. Dieses Profil läuft durch den Filterrohrbrunnen der Gemeinde Spielberg, wobei die benachbarten Untersuchungsbohrungen in dieses Profil projiziert sind. Die gute Übereinstimmung der Bohrergebnisse

gestattet diese Vorgangsweise. Aus diesem Querprofil wurde als wichtigstes Ergebnis die durchströmte Fläche festgestellt und H. Novak für die Ermittlung des Grundwasserdurchflusses zur Verfügung gestellt.

Die Überlegungen, die zur Begrenzung dieser Fläche im Bereich der steilen Anstiege zu den beidseitigen Würm-Terrassen geführt haben, sollen hier kurz aufgezeigt werden. Grundsätzlich wird auch hier - wie in anderen Abschnitten des Murtales erwiesen ist - mit einem Ansteigen des präquartären Untergrundes und damit der Grundwassersohle, annähernd im Bereich der Terrassenabfälle, gerechnet. Hiefür gibt E. Worsch (1963 und 1972) einige Hinweise aus dem Raum Aichfeld - Murboden. Dies sowie die tiefe Lage des Grundwasserspiegels im Bereich der Würm-Terrassen verursachen eine geringere Mächtigkeit der Grundwasserführung. So ist z.B. bei der auf der linksufrigen Würm-Terrasse gelegenen Bohrung B VIII Pausendorf nur mehr eine Mächtigkeit der Grundwasserführung von rund 10 m feststellbar. Diese Ausführungen gelten jedoch nicht für den westlichen Teil vom Aichfeld und Murboden, da dort durch glaziale Übertiefung des präquartären Untergrundes - wie E. Worsch ausführt - die Mächtigkeit der grundwasserführenden Lockergesteine generell zunimmt und das Maximum dieses Talbeckens erreicht.

Nach den Grundwasserisohypsen von E. Worsch (1972) und I. Arbeiter verläuft die Fließrichtung des Grundwassers im Bereich der holozänen Flur, abgesehen von den Einflüssen des Vorfluters, annähernd in Tallängsrichtung. Demgegenüber ist im Bereich der Würm-Terrassen ein zur holozänen Flur gerichteter Strömungsverlauf zu bemerken, der erst im Grenzbereich dieser beiden Fluren (also im Bereich der Terras-

senabfälle) in die Tallängsrichtung einschwenkt. Es ist daher generell ein Abströmen des Grundwassers in den Bereich des Lockergesteinskörpers der holozänen Flur anzunehmen, so daß dort aus quantitativer Sicht die besten Wassergewinnungsmöglichkeiten bestehen. Dies bedeutet weiters, daß dort auch das Grundwasser aus dem Bereich der höheren Terrassen wenigstens zum Großteil konzentriert wird. Auf Grund dieser Feststellungen besitzen sohin die anscheinend willkürlich im Bereich der Terrassenabfälle der Würm-Terrassen gezogenen Grenzen der durchströmten Fläche doch eine eingeschränkte Berechtigung. Grundsätzlich kann daher nach dieser Grenzziehung das Grundwasserdargebot nur größer als die im Querschnitt erfaßte Menge sein.

Die Übersichtstabellen mit den Ergebnissen der Bohrungen und Pumpversuche lassen deutlich erkennen, daß im Bereich der holozänen Flur zwischen Knittelfeld und Zeltweg bzw. zwischen der Ingering und dem südlichen Talrand sowie dem Granitzen-Bach und der Südgrenze der linksufrigen Würm-Terrasse bei Zeltweg trotz Inhomogenität ein Grundwasserleiter von insgesamt günstiger Beschaffenheit vorhanden ist. Die Grundwasserführung weist eine gleichmäßige im Durchschnitt bei tiefen Grundwasserständen 14 m betragende Mächtigkeit auf. Nachteilig im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers ist jedoch die geringmächtige, lehmig-feinsandige Deckschicht von nur 0,6 - 2,0 m. Zum Grundwasserleiter wäre noch zu bemerken, daß dieser einen durchschnittlichen, in der Größenordnung von 10^{-3} m/s gelegenen k_f -Wert besitzt, der ebenfalls als günstig für eine Wassergewinnung anzusehen ist. Nach den hydrologischen Untersuchungen von I. Arbeiter beträgt hier der Schwankungsbereich des Grund-

wassers ca. 2 m, so daß zeitweilig sogar eine Mächtigkeit des grundwasserführenden Lockergesteinskörpers von 16 m erreicht wird.

Nach den hier in den Tabellen wiedergegebenen, aus den Pumpversuchen und gestörten Bodenproben der Bohrungen und Filterrohrbrunnen ermittelten k_f -Werten wird von H. Novak (1978) die mittlere Felddurchlässigkeit, also der Durchlässigkeitswert des grundwasserführenden Lockergesteinskörpers der holozänen Flur einschließlich der späteiszeitlichen Terrasse bei Großlobming, mit $k_f = 6,5 \times 10^{-3}$ m/s angegeben. Die gute Übereinstimmung der aus den Pumpversuchen gewonnenen k_f -Werte (Mittel $6,3 \times 10^{-3}$ m/s) mit den aus den gestörten Bodenproben gewonnenen k_f -Werten (Mittel $6,6 \times 10^{-3}$ m/s) soll hier besonders hervorgehoben werden.

Der auf Grund hydrogeologischer, bereits zuvor dargelegter Erwägungen abgegrenzte Talquerschnitt wird trotz Inhomogenitäten für die Ermittlung des Grundwasserdurchflusses als undifferenzierter Lockergesteinskörper behandelt, wobei eine mittlere Felddurchlässigkeit von $k_f = 6,5 \times 10^{-3}$ m/s angenommen wird. Bei einem durchströmten Talquerschnitt von 1100 m Länge und nur 13 m Mächtigkeit des Grundwasserkörpers - diese Reduzierung der Mächtigkeit wurde im Hinblick auf die zuvor erwähnten Inhomogenitäten im Lockergesteinskörper vorgenommen - gelangt H. Novak unter Verwendung eines Gefälles des Grundwasserspiegels von 3,8 ‰ sowie einer $V_f = 2,1$ m/d zu einem Grundwasserdurchsatz von 350 l/s im Bereich dieses Querprofiles, der als Minimum aufzufassen ist.

3. DIE FLIESSGESCHWINDIGKEITEN DES GRUNDWASSERS

Wesentlich für die Beurteilung eines Grundwasservorkommens sind auch die Strömungsrichtung und Fließgeschwindigkeit des Grundwassers, die hier in Form der Abstandsgeschwindigkeit (V_a) behandelt wird. Da über die Strömungsrichtung des Grundwassers im Bereich der holozänen Flur zwischen Knittelfeld und Zeltweg I. Arbeiter durch die Vorlage eines Planes der Grundwasserisohypsen Auskunft gibt, soll hier nur über Messungen und Ermittlungen der Fließgeschwindigkeit berichtet werden.

Im Zuge der Grundwassererschließung der Gemeinde Spielberg im östlichen Teil des Pfarrfeldes wurde von H. Zetnigg (1973) ein Markierungsversuch durchgeführt, um Grundlagen für die Abgrenzung von Brunnenschutzgebieten zu erhalten. Hierbei wurden am 1.12.1973 in einem Pegelrohr 100 g Uranin AP eingebracht und in Intervallen über einen Zeitraum von 2 Tagen Wasserproben aus 5 Pegelrohren entnommen. Die Bestimmung der Konzentration des Markierungsmittels erfolgte durch das Wasserbaulabor der Fachabteilung IIIc mittels eines Turner-Fluorometers. Im Zuge dieses Versuches konnte in 4 Pegelrohren ein Farbdurchgang konstatiert werden, woraus die nachfolgend angeführten maximalen und mittleren Fließgeschwindigkeiten ermittelt werden konnten. Bei den Pegelrohren ist weiters noch der Abstand zur Einspeisungsstelle angegeben, um über die vom Farbstoff zurückgelegte Weglänge Auskunft zu geben. Gerade in diesem inhomogenen Grundwasserleiter kommt der Weglänge sicherlich große Bedeutung zu. Nur längere Strecken können als repräsentativ für ein derartiges Grundwasservorkommen gelten.

Pegel Nr.	Abstand zur Einspeisungsstelle	Va max	Va mittel
P 4	5,0 m	18,6 m/d	9,8 m/d
P 5	20,5 m	15,1 m/d	12,7 m/d
P 6	20,5 m	38,4 m/d	20,0 m/d
P 7	20,5 m	25,6 m/d	15,1 m/d

Aus diesen Einzelergebnissen läßt sich ein, auch für den größeren Bereich des Pfarrfeldes, repräsentativer Mittelwert der Abstandsgeschwindigkeit bilden, und zwar:

$$\begin{array}{ll} \text{Va max} & 24 \text{ m/d} \\ \text{Va mittel} & 14 \text{ m/d} \end{array}$$

Für den gesamten Untersuchungsbereich wurden von H. Novak, wie zuvor dargelegt, aus Pumpversuchen zahlreiche k_f -Werte bestimmt und mit den Ergebnissen der Laboruntersuchungen der zentralen Bodenprüfstelle verglichen. H. Novak gelangte dabei für den Grundwasserleiter im Bereich der holozänen Flur beidseits der Mur zu einem mittleren k_f -Wert von $6,5 \times 10^{-3}$ m/s. Unter Verwendung eines Spiegelgefälles des Grundwassers (J) von 3,8 ‰ sowie eines wirksamen Porenvolumens (ξ) von 20 ‰ ergibt sich nach der Beziehung

$$Va = \frac{k_f \cdot J}{\xi}$$

eine mittlere Fließgeschwindigkeit $Va \text{ mittel} = 10,5 \text{ m/d}$. Wird nun diese Fließgeschwindigkeit mit dem Ergebnis des Markierungsversuches verglichen und vor allem auf die Streuung der k_f -Werte, wie sie aus den einzelnen Pumpversuchen gewonnen werden konnten, Rücksicht genommen, so kann für das Untersuchungsgebiet eine Abstandsgeschwindigkeit

$$Va \text{ mittel} = 10 - 14 \text{ m/d}$$

angeschätzt werden. Hiezu muß weiters noch bemerkt werden,

daß das Spiegelgefälle des Grundwassers nach I. Arbeiter im östlichen Teil des Untersuchungsraumes bis auf 2,5 ‰ absinkt und weiters auch ein größeres wirksames Porenvolumen als 20 ‰ zumindest bereichsweise nicht ausgeschlossen werden kann. Hiedurch können örtlich noch geringere Fließgeschwindigkeiten auftreten.

Der Vollständigkeit halber soll, trotz des unbefriedigenden Ergebnisses, darüber berichtet werden, daß auch von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal, Wien (1977), Messungen der Filtergeschwindigkeit nach der Einbohrloch- oder Verdünnungsmethode durchgeführt wurden. Diese Messungen erfolgten in den Bohrungen B I, II, IV, V, VI und 24821, wobei sich aus der Filtergeschwindigkeit unter Verwendung effektiver Porenvolumina (ϵ) von 20 und 30 ‰ nach der Beziehung

$$V_a = \frac{V_f}{\epsilon}$$

Abstandsgeschwindigkeiten ergeben, die generell eine Zehnerpotenz höher liegen als die zuvor dargelegten. Die Meßwerte der Versuchsbohrung 24821 lassen sich in das hier vorgestellte Bild dieses Grundwasservorkommens überhaupt nicht einordnen. Das Ergebnis läßt sohin vermuten, daß bei diesen Messungen methodische oder technische, z.B. aus dem Ausbauzustand der Versuchsbohrungen resultierende, Schwierigkeiten aufgetreten sind, die eine Verwendung dieser Meßergebnisse zur Charakterisierung dieses Grundwasservorkommens nicht angebracht erscheinen lassen.

Im Zuge dieses Programmes wurden von der Bundesversuchsanstalt auch Messungen der Vertikalgeschwindigkeit in den Versuchsbohrungen ausgeführt. Auf Grund der reichlichen

Grundwasserführung und der im Vergleich dazu geringen Leistung der verwendeten Pumpe von nur 280 l/min gelang außer bei Bohrung B V keine gleichmäßige bzw. repräsentative Beanspruchung der Filterstrecke, die sich in den geringen Absenkungen der Brunnenwasserspiegel bis höchstens 10 cm zeigt.

Insgesamt lassen sich aber auch aus diesen Messungen Inhomogenitäten des Grundwasserleiters, wie sie ja auch die Übersicht der k_f -Werte zeigt bzw. bevorzugte Anströmgebiete erkennen. Dies bestätigen die aus den übrigen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse. Auch dieser Grundwasserleiter weist somit eine für alpine Täler typische Beschaffenheit auf, wie sie ja z.B. im stromabwärts gelegenen Talabschnitt von Kraubath bis St. Stefan o.L.⁵⁾ durch Untersuchungen nachgewiesen ist. In den Bohrungen Nr. 24821, B I, II und III wurden von H. Janschek (1976) Temperaturmessungen vorgenommen, wobei der Temperaturverlauf mit der Teufe in Meterintervallen verfolgt wurde. Da sich im strömenden Grundwasser gegenüber Bereichen ohne oder mit nur geringer Durchströmung kein Temperaturgradient ausbildet, können auch hiedurch Inhomogenitäten in der Materialbeschaffenheit des Grundwasserleiters festgestellt werden. Auch diese Messungen bestätigen durch den Temperaturverlauf in den Bohrungen die zuvor erwähnte unterschiedliche Materialbeschaffenheit des Grundwasserleiters. Im übrigen zeigt sich hier gleich wie im Raume von St. Stefan o.L. und Kraubath ein Temperaturanstieg bei Annäherung an die Grundwassersohle.

5) Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St. Stefan o.L. und Kraubath. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd 34, Graz 1976.

4. ZUR BESCHAFFENHEIT DES GRUNDWASSERS

Um einzelne Grundwasserbereiche im Aichfeld und Murboden gegeneinander abzugrenzen, wurden von H. Goldbrunner im Jahre 1977 im Auftrage des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung hydrochemische Untersuchungen durchgeführt. Im hier behandelten Talbereich zwischen Zeltweg und Knittelfeld wurden an rund 35 Versuchsbohrungen und Brunnen, darunter auch den Meßstellen des Grundwasserbeobachtungsnetzes der Hydrographischen Landesabteilung, Wasserproben entnommen und die elektrolytische Leitfähigkeit (korrigiert auf 16°C) sowie der Gehalt an Calcium und Magnesium sowie Natrium und Kalium bestimmt. Weiters wurde auch die Gesamthärte ermittelt.

Die Auswahl dieser Parameter erfolgte vor allem im Hinblick auf die Erfassung eines Ionenaustausches im Sinne einer Aufnahme von Ca^{++} und Mg^{++} Ionen durch den Grundwasserleiter und einer Abgabe von Na^+ und K^+ Ionen an das Grundwasser. Hiefür werden als Permutite Tonmineralien im Grundwasserleiter verantwortlich gemacht; man versucht hieraus Rückschlüsse auf die Durchlässigkeit zu ziehen, da angenommen wird, daß durch das Vorhandensein von Tonsubstanzen die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters herabgesetzt wird. Während im Bereich der Hochterrassen und des Ingering-Schwemmfächers hohe Austauschraten feststellbar sind, treten im Bereich der Würm-Terrasse und aller tieferen Fluren wesentlich geringere Austauschraten auf. Besonders weitere Aussagen im zuvor erwähnten Sinne können jedoch nicht daran geknüpft werden.

Eindeutig ist diesen Untersuchungen jedoch zu entnehmen, daß das Grundwasser im Bereich der holozänen Flur sowie der rezenten und späteiszeitlichen Terrasse durch einen geringe-

ren Anteil an Na^+ und K^+ als im Bereich der höheren Fluren gekennzeichnet ist. Weiters ist ein im Verhältnis zur holozänen Flur größerer und gleichbleibender Ca^{++} -Anteil (65 - 85 %) der Wässer der Würm-Terrasse festzustellen.

Während die rißeiszeitliche Hochterrasse - in deren Verbreitungsgebiet sich das hier behandelte Untersuchungsgebiet nicht erstreckt - durch niedere elektrolytische Leitfähigkeiten - also eine geringe Mineralisierung der Wässer - gekennzeichnet ist, treten im Bereich der Würm-Terrassen diesbezüglich die höchsten Werte ($649 \mu\text{s}$) des Untersuchungsgebietes auf. Hierbei zeigen sich nördlich der Mur im Aichfeld uneinheitliche und südlich der Mur demgegenüber einheitliche Werte.

Die elektrolytische Leitfähigkeit des Grundwassers im Bereich der holozänen Flur schwankt zwischen 245 und $441 \mu\text{s}$.

Insgesamt lassen die hydrochemischen Untersuchungen deutlich den Einfluß der Seitenzubringer der Mur durch eine geringere Menge gelöster Stoffe im Grundwasser erkennen. Diesbezüglich ist auf die Ingering und Feistritz, sowie den Granitzen-Bach und Thanner-Bach zu verweisen. Die geringsten Leitfähigkeiten, mit denen die Gesamthärte konform geht, sind mit einem niedersten Wert von $82 \mu\text{s}$ im Einflußbereich der Ingering festzustellen. Diese Gliederung nach hydrochemischen Gesichtspunkten deckt sich dabei mit dem von I. Arbeiter entworfenen Strömungsbild des Grundwassers im Untersuchungsgebiet. Diesbezüglich ist vor allem der bereits von E. Worsch (1963) aufgezeigte Einfluß der Ingering auf das Grundwasser hervorzuheben.

5. Z U S A M M E N F A S S U N G

Durch dieses Untersuchungsprogramm wird ein Grundwasservorkommen mit nachstehender Charakteristik im Bereich der holozänen Talflur und späteiszeitlichen Terrasse des Murtales zwischen Knittelfeld und Zeltweg nachgewiesen. Diese Charakteristik wird nun in übersichtlicher Form kurz zusammengefaßt:

a) Die Beschaffenheit des Grundwasserleiters

Durch 7 Bohrungen, einen großkalibrigen Versuchsbrunnen sowie die Versuchsbohrung und den Filterrohrbrunnen der Gemeinde Spielberg ist ein quartärer kiesig-sandiger Grundwasserkörper von mindestens 14 m Mächtigkeit bei tiefliegendem Grundwasser nachgewiesen. Die Grundwassersohle besteht aus tonig-schluffigen Anteilen der tertiären Schichtfolge. Dieser Grundwasserleiter ist als inhomogen und anisotrop zu bezeichnen, was auf den raschen Wechsel der jeweiligen Anteile von Kiesen und Sanden zurückzuführen ist. Die Grundwassersohle weist nur ein schwaches Relief auf (ca 1 - 2 m).

Die Durchlässigkeitswerte dieses Grundwasserleiters zeigen daher eine entsprechend große Streuung, und zwar:

k_f -Werte der Pumpversuche	$1,1 \times 10^{-2} - 6,7 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
k_f -Werte der gestörten Bodenproben	$1,0 \times 10^{-2} - 7,5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

Aus diesen zahlreichen Einzelergebnissen ermittelt H. Novak für das Untersuchungsgebiet einen durchschnittlichen k_f -Wert $= 6,5 \times 10^{-3} \text{ m/s}$, der sodann für die überschlägige Feststellung der durch einen abgegrenzten Talquerschnitt strömenden Grundwassermenge herangezogen wird. Diese wird von H. Novak im Minimum mit 350 l/s beziffert. Dieser Betrag ist auf Grund

der verwendeten Parameter als vorsichtige Schätzung aufzufassen, wobei durch die Abgrenzung des verwendeten Talquerschnittsprofiles eine nach diesen Untersuchungen nicht quantifizierbare größere Wassermenge vorhanden sein dürfte. Die von der Gemeinde Spielberg im östlichen Pfarrfeld entnommene Wassermenge von maximal $2165 \text{ m}^3/\text{d}$ ⁶⁾ (Konsensmenge) fällt daher nicht ins Gewicht.

b) Die Strömungsrichtung ist auf dem vom Referat ergänzten Grundwasserbeobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung beruhenden Plan der Grundwasserisohypsen von I. Arbeiter ersichtlich. Hier soll nur vermerkt werden, daß neben dem Einfluß der Seitenzubringer die Grundwasserströmung beidseits der Mur dieser folgt. Erst im Grenzbereich zur Würm-Terrasse zeigt sich ein vom Talrand zur Talmitte bzw. Vorflut gerichtetes Strömen. Der Schwankungsbetrag des Grundwasserspiegels wird im Maximum mit 3 m beziffert.

c) Die Fließgeschwindigkeit wurde sowohl durch einen Markierungsversuch mit Uranin als auch aus den bei Pumpversuchen gewonnenen Parametern bestimmt. Aus diesen Unterlagen läßt sich eine mittlere Abstandsgeschwindigkeit von 10 - 14 m/d anschätzen. Hiefür ist neben den unterschiedlichen k_f -Werten vor allem auch das Gefälle des Grundwasserspiegels verantwortlich zu machen, das im Untersuchungsraum einer ständigen Änderung unterworfen ist. Während im Osten ein Gefälle von ca. 2,5 ‰ aus den Plänen der Grundwasserisohypsen zu entnehmen ist, steigt es gegen Westen an und erreicht 3,8 ‰.

d) Die Beschaffenheit des Grundwassers wurde von H. Krainer und H. Ertl an insgesamt 28 Probennahmestellen untersucht. Demnach ist das Grundwasser des Untersuchungsgebietes für

6) GZ. 3-348 Si 29/4 - 1974 v. 8.11.1974

den menschlichen Genuß geeignet. Vor allem ist kein weiter landeinwärts reichender Einfluß der hier bereits die Gewässergüteklasse III - IV aufweisenden Mur zu bemerken. Im übrigen unterscheiden sich die Grundwässer der holozänen Flur in ihrer Mineralisierung deutlich von denen der Würm-Terrasse und vor allem den Grundwässern der Einflußbereiche der Seitenzubringer. Während die letzteren Härten von nur einigen Graden d.H. (Minimum $1,9^{\circ}$ d.H.) aufweisen, steigt die Härte der ersten auf ca. 12° d.H. und die der Grundwässer aus der Würm-Terrasse sogar bis $18,5^{\circ}$ d.H. an. Die Menge der gelösten Stoffe und das Strömungsbild des Grundwassers stimmen überein bzw. lassen deutliche Grenzen zwischen Teilbereichen erkennen.

Die Neubildung des Grundwassers erfolgt wie I. Arbeiter ausführt - vor allem aus den Niederschlägen. Der Einfluß der Mur beschränkt sich - wie aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels zu schließen ist - auf die ufernahen Bereiche. Nur bei Hochwasserführung sind etwas stärkere Infiltrationen zu vermuten. So ergibt sich eine gute Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der chemischen und hydrographischen Untersuchungen.

Bei der Auswahl des Ansatzpunktes für den großkalibrigen Versuchsbrunnen (FB) wurde auf eine größere Entfernung zur Mur geachtet, die im Minimum 450 m beträgt und sich in der Anströmungsrichtung des Grundwassers noch wesentlich vergrößert.

Da dieses Grundwasservorkommen im Bereich der holozänen Flur liegt bzw. der in Bau befindliche Horizontalfilterbrunnen dort im wesentlichen sein Einzugsgebiet besitzt und dieser Bereich durch einen seichtliegenden Grundwasserspiegel aus-

gezeichnet ist, kommt der Abgrenzung der Schutzgebiete und vor allem der Einhaltung der diesbezüglichen Anordnungen für die Erhaltung der Qualität des gewonnenen Wassers die größte Bedeutung zu.

Es soll hier ausdrücklich hervorgehoben werden, daß bei Hochständen bereichsweise der Grundwasserspiegel nur 1 - 2 m unter Terrain, ja im Bereich eines verlandeten Altarmes der Mur noch seichter liegt.

Die unverletzte Erhaltung der obersten schützenden Bodenschichte ist daher innerhalb der Schutzgebiete eine unbedingte Notwendigkeit. Desgleichen sollte auch der weitere Einzugsbereich-zumindest soweit er die holozäne Flur betrifft- unter Kontrolle gehalten werden.

Diesbezüglich würde zur Sicherung der Qualität dieses Wasservorkommens die Einrichtung eines Grundwasserschongebietes von Vorteil sein.

6. VERWENDETE LITERATUR

- Goldbrunner, H.: Bericht über eine hydrochemische Untersuchung im Judenburg-Knittelfelder Becken. - Unveröffentl., 11 S, 4 Kt., 1 Taf., Graz 1977.
- Janschek, H.: Bericht über die geothermischen Messungen in den Untersuchungsbohrungen 2482, I, II, III Aichfeld-Murboden. - Unveröffentl., 7 S, 5 Beil., Ferlach 1976.
- Nemecek, E.P.: Gemeinde Spielberg-Trinkwasserversorgung. Bodenuntersuchungen, Gutachten. - Unveröffentl., 7 S, Graz 1973.
- Novak, H.: Grundwassererschließung Aichfeld-Murboden. - Unveröffentl., Referat wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 31 S, zahlreiche Beil., Graz 1978.
- Polesny, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. - Phil.Diss., 233 S, zahlreiche Abb., 1 Kt 1:50.000, Wien 1970.
- Thurner, A.: Geologie und Hydrogeologie des Judenburger-Knittelfelder Beckens. - Unveröffentl., Referat wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, 4 S, zahlreiche Abb., 7 Beil., Graz 1970.
- Worsch, E.: Geologie und Hydrologie des Aichfeldes. - Mitteil. des Museums f. Bergbau, Geologie u. Technik am Landesmuseum „Joanneum“ Graz, H 25, 1963.
- Worsch, E.: Geologie und Hydrologie des Murbodens. - Mitteil. des Museums f. Bergbau, Geologie u. Technik am Landesmuseum „Joanneum“ Graz, H 32, 1972.
- Zetinigg, H.: Die Fließgeschwindigkeiten des Grundwassers im Bereich der Brunnenanlage der Gemeinde Spielberg. - Unveröffentl., 5 S, Graz 1973.
- Bericht über Grundwasserströmungsmessungen im Raum Aichfeld-Murboden. - Unveröffentl., Bundesversuchs-u. Forschungsanstalt ARSENAL, 10 S, 1 Kt., 1 Taf., Wien 1977.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hilmar Zetinigg, Regierungsoberbaurat
Referat für wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
Landhausgasse 7, 8011 Graz

TABELLE 1

ÜBERSICHT DER PUMPERVERSUCHE DER VERSUCHSBOHRUNGEN
(k_f -Werte siehe Tabelle)

Bohrung Nr.	Stufe I					Stufe II			
	Dauer Stunden	Förder- leistung	Absen- kung	stationär instat.	Dauer Stunden	Förder- leistung	Absen- kung	stationär instat.	
BI Großlobming 24.-27.5.1976	16	20,5 l/s		instat.	23	23,0 l/s	0,5 m	stat.	
BII Pfarrfeld 14.-18.6.1976	17	14,0 l/s		instat.	51	19,0 l/s	0,33 m	stat.	
BIII Einödhof 19.-22.5.1976	2	22,2 l/s	0,10 m	stat.	25	21,0 l/s	0,08 m	stat.	
24821 Blickner 31.5.-4.6.1976	16	11,65 l/s	0,30 m	stat.	49	19,0 l/s	0,46 m	stat.	
BIV Murhofwald 12.-16.10.1976	22	16,5 l/s	0,15 m	stat.	26	22,6 l/s	0,22 m	stat.	
-"- Stufe III	26	46,0 l/s	0,59 m	stat.					
BV Möbersdorf 19.-23.10.1976	4	9,5 l/s		instat.	36	6,2 l/s	1,74 m	stat.	
BVI Neu Fisching 4.-6.10.1976	19	10,1 l/s	0,12 m	stat.	24	20,2 l/s	0,27 m	stat.	
-"- Stufe III	24	37,5 l/s	0,45 m	stat.					

TABELLE 2

ÜBERSICHT DER AUS DEN VERSUCHSBOHRUNGEN UND FILTERROHRBRUNNEN ERMITTELTEN k_f -WERTE

Bohrung	k_f -Wert aus Pumpvers. m/s	k_f -Wert aus gestörten Bodenproben m/s	Entnahmetiefe der Bodenproben
BI Groß- lobming	Stufe I $5,8 \times 10^{-3}$ in	$7,5 \times 10^{-4}$	5,5 - 5,7 m
	Stufe II $7,0 \times 10^{-3}$ in	$2,2 \times 10^{-3}$	11,5 - 13,5 m
	$3,5 \times 10^{-3}$ st	$9,7 \times 10^{-3}$	13,5 - 15,5 m
	Mittel $5,4 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$	15,5 - 17,5 m
		Mittel $3,5 \times 10^{-3}$	GW-Sohle 19,3 m
BII Pfarr- feld	Stufe I $8,0 \times 10^{-3}$ in	$3,1 \times 10^{-4}$	3,5 - 5,5 m
	Stufe II $8,4 \times 10^{-3}$ in	$3,2 \times 10^{-3}$	6,5 - 8,5 m
	$3,8 \times 10^{-3}$ st	$2,6 \times 10^{-2}$	8,5 - 10,5 m
	Mittel $6,7 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-2}$	12,5 - 14,5 m
		Mittel $3,6 \times 10^{-3}$	GW-Sohle 19,8 m
BIII Einöd- hof	Stufe I $1,4 \times 10^{-2}$ st	$2,3 \times 10^{-4}$	4,5 - 6,5 m
	Stufe II $1,5 \times 10^{-2}$ st	$2,6 \times 10^{-4}$	5,0 - 8,0 m
		$2,7 \times 10^{-3}$	8,0 - 10,0 m
	Mittel $1,5 \times 10^{-2}$	$7,4 \times 10^{-3}$	10,0 - 13,0 m
		$1,1 \times 10^{-3}$	13,0 - 16,0 m
		$8,8 \times 10^{-4}$	16,0 - 18,0 m
		Mittel $2,1 \times 10^{-3}$	GW-Sohle 18,6 m

Auswertung der Pumpversuche H. Novak (1978), bei Erreichen des Beharrungszustandes nach Thiem-Dupuit (Stationärzustand = st), ansonsten nach der Methode der zeitlichen Absenkung nach Wiederhold (instationär = in).

Die k_f -Werte der Bodenproben wurden in der zentralen Material- und Bodenprüfstelle der Landesbaudirektion ermittelt.

TABELLE 3

ÜBERSICHT DER AUS DEN VERSUCHSBOHRUNGEN UND FILTERROHRBRUNNEN ERMITTELTEN k_f - WERTE

Bohrung	k_f -Wert aus Pumpvers. m/s	k_f -Wert aus gestörten Bodenproben m/s	Entnahmetiefe der Bodenproben
24821 Blickner	Stufe I $7,0 \times 10^{-3}$ in $3,0 \times 10^{-3}$ st Stufe II $3,1 \times 10^{-3}$ st Mittel $4,3 \times 10^{-3}$		GW-Sohle 17,8 m
BIV Murhof- wald	Stufe I $6,4 \times 10^{-3}$ st Stufe II $6,5 \times 10^{-3}$ st Stufe III $5,8 \times 10^{-3}$ st Mittel $6,2 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-3}$ $2,4 \times 10^{-2}$ Mittel $1,3 \times 10^{-2}$	$2,5 - 10,5$ m $13,8 - 17,3$ m GW-Sohle 18,0 m
BV Möbers- dorf	Stufe I $2,0 \times 10^{-4}$ in Stufe II $6,7 \times 10^{-4}$ st Mittel $4,4 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-2}$ $1,1 \times 10^{-2}$ Mittel $1,2 \times 10^{-2}$	$5,0 - 6,8$ m $8,2 - 10,2$ m GW-Sohle 10,9 m

Auswertung der Pumpversuche H. Novak (1978), bei Erreichen des Beharrungszustandes nach Thiem-Dupuit (Stationärzustand = st), ansonsten nach der Methode der zeitlichen Absenkung nach Wiederhold (instationär = in).

Die k_f -Werte der Bodenproben wurden in der zentralen Material- und Bodenprüfstelle der Landesbaudirektion ermittelt.

TABELLE 4

ÜBERSICHT DER AUS DEN VERSUCHSBOHRUNGEN UND FILTERROHRBRUNNEN ERMITTELTEN k_f -WERTE

Bohrung	k_f -Wert aus Pumpvers. m/s	k_f -Wert aus gestörten Bodenproben m/s	Entnahmetiefe der Bodenproben
BVI Neu- fischung	Stufe I $5,2 \times 10^{-3}$ st	$1,0 \times 10^{-2}$	7,0 - 9,0 m
	Stufe II $5,2 \times 10^{-3}$ st	$1,5 \times 10^{-2}$	11,9 - 15,0 m
	Stufe III $5,5 \times 10^{-3}$ st		
	Mittel $5,3 \times 10^{-3}$	Mittel $1,3 \times 10^{-2}$	GW-Sohle 15,9 m
Gemeinde Spielberg Versuchs- bohrung	$3,0 \times 10^{-3}$	$7,5 \times 10^{-4}$ *	3,4 - 4,0 m
	$3,1 \times 10^{-3}$ st	$3,0 \times 10^{-3}$ *	6,0 - 7,0 m
		$2,2 \times 10^{-3}$ *	9,0 - 11,0 m
		$1,8 \times 10^{-3}$ *	14,8 - 16,7 m
		Mittel $1,9 \times 10^{-3}$	GW-Sohle 19,5 m
Gemeinde Spielberg Brunnen	$7,2 \times 10^{-3}$ st		GW-Wohle 18,4 m

* Ermittlung durch E.P. Nemecek (1973)

Auswertung der Pumpversuche H.Novak (1978), bei Erreichen des Beharrungszustandes nach Thiem-Dupuit (Stationärzustand = st), ansonsten nach der Methode der zeitlichen Absenkung nach Wiederhold (instationär = in).

Die k_f -Werte der Bodenproben wurden in der zentralen Material- und Bodenprüfstelle der Landesbaudirektion ermittelt.

TABELLE 5

ÜBERSICHT DER AUS DEN VERSUCHSBOHRUNGEN UND FILTERROHRBRUNNEN ERMITTELTEN k_f - WERTE

Bohrung	k_f -Wert aus Pumpvers. m/s	k_f -Wert aus gestörten Bodenproben m/s	Entnahmetiefe der Bodenproben
FB Vertikal- filter- brunnen Großlobming	Stufe I FB	Bodenproben von B XII	2,3 - 2,5 m 3,8 - 4,1 m 8,5 - 8,8 m 10,4 - 10,7 m 13,7 - 14,0 m 17,5 - 17,8 m 19,5 - 19,8 m
	P1 P2	3,2 x 10 ⁻³	
	P4 P3	2,4 x 10 ⁻³	
	P3	1,8 x 10 ⁻³	
	P3	1,2 x 10 ⁻²	
	P6	1,7 x 10 ⁻³	
	Stufe II FB	Mittel 1,9 x 10 ⁻³	GW-Sohle 20,0 m (GW-Sohle beim FB 19,1 m) Entfernung B XII - FB 28,8 m
	P1 P2	9,6 x 10 ⁻⁴	
	P4 P3	2,4 x 10 ⁻³	
	P3		
	P6		
	Stufe III FB		
	P1 P2	8,9 x 10 ⁻³	
	P4 P3	4,6 x 10 ⁻³	
	P6	4,8 x 10 ⁻²	
	Mittel	8,0 x 10 ⁻³	

Zur Auswertung des Pumpversuches an FB standen 6 Pegelrohre (2" Ø) zur Verfügung
Auswertung der Pumpversuche H. Novak (1978), bei Erreichen des Beharrungszustandes nach
Thiem-Dupuit (Stationärzustand = st), ansonsten nach der Methode der zeitlichen Absenkung
nach Wiederhold (instationär = in).

Die k_f -Werte der Bodenproben wurden in der zentralen Material- und Bodenprüfstelle der
Landesbaudirektion ermittelt.

E R G E B N I S S E D E R B O H R U N G E N

TABELLE 6

* aus 2-jähriger Grundwasserbeobachtung

** längerer Beobachtungszeitraum

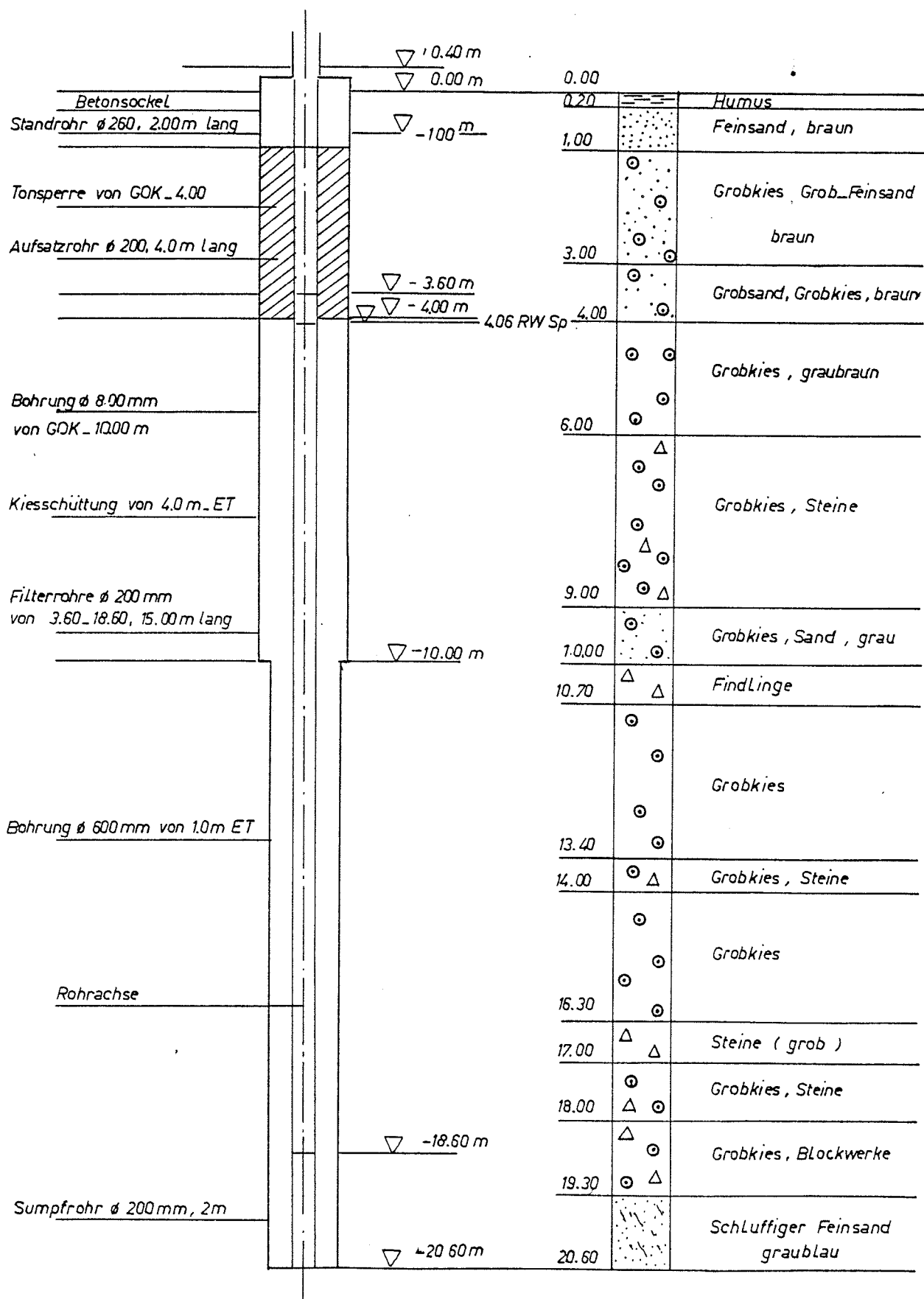
	BI	BII	24821	BIII	BIV	BXII	FB	BR Spiel- berg
Untersuchungsbereich holozäne Flur zwi- schen Zeltweg und Knittelfeld	1,0 m	0,6 m	0,8 m	1,0 m	1,0 m	1,2 m	0,6 m	2,0 m
Mächtigkeit der bin- digen Deckschichte	4,87 m	4,93 m	4,63 m**	3,22 m	3,28 m	4,50 m	3,72 m	3,94 m
bisher tiefste Lage* des Grundwasserspie- gels nach I.Arbeiter	19,3 m	19,8 m	17,8 m	18,6 m	18,0 m	20,0 m	19,10 m	18,4 m
Tiefenlage der Grund- wassersohle	14,0 m	15,0 m	13,0 m	15,0 m	15,0 m	15,5 m	15,4 m	14,5 m
~Mächtigkeit der grundwasserführenden Lockergesteine	5,4x10 ⁻³ m/s	6,7x10 ⁻³ m/s	4,3x10 ⁻³ m/s	1,5x10 ⁻² m/s	6,2x10 ⁻³ m/s		8,0x10 ⁻³ m/s	3,5x10 ⁻³ m/s
~k _f -Wert der Locker- gesteine nach den Pumpversuchen nach H.Novak	schluff. Feinsand	schluff. Feinsand	schluff. sandig	schluff. Grobkies	Konglo- merat	Sand- stein	Geröll Ton	lehmiges Geröll Mergel
Ausbildung der Grund- wassersohle	1,96 m	1,96 m	3,22 m**	2,00 m	1,88 m	1,81 m	1,81 m	1,64 m
Schwankung des * Grundwasserspiegels nach I.Arbeiter								

TABELLE 7

E R G E B N I S S E D E R B O H R U N G E N

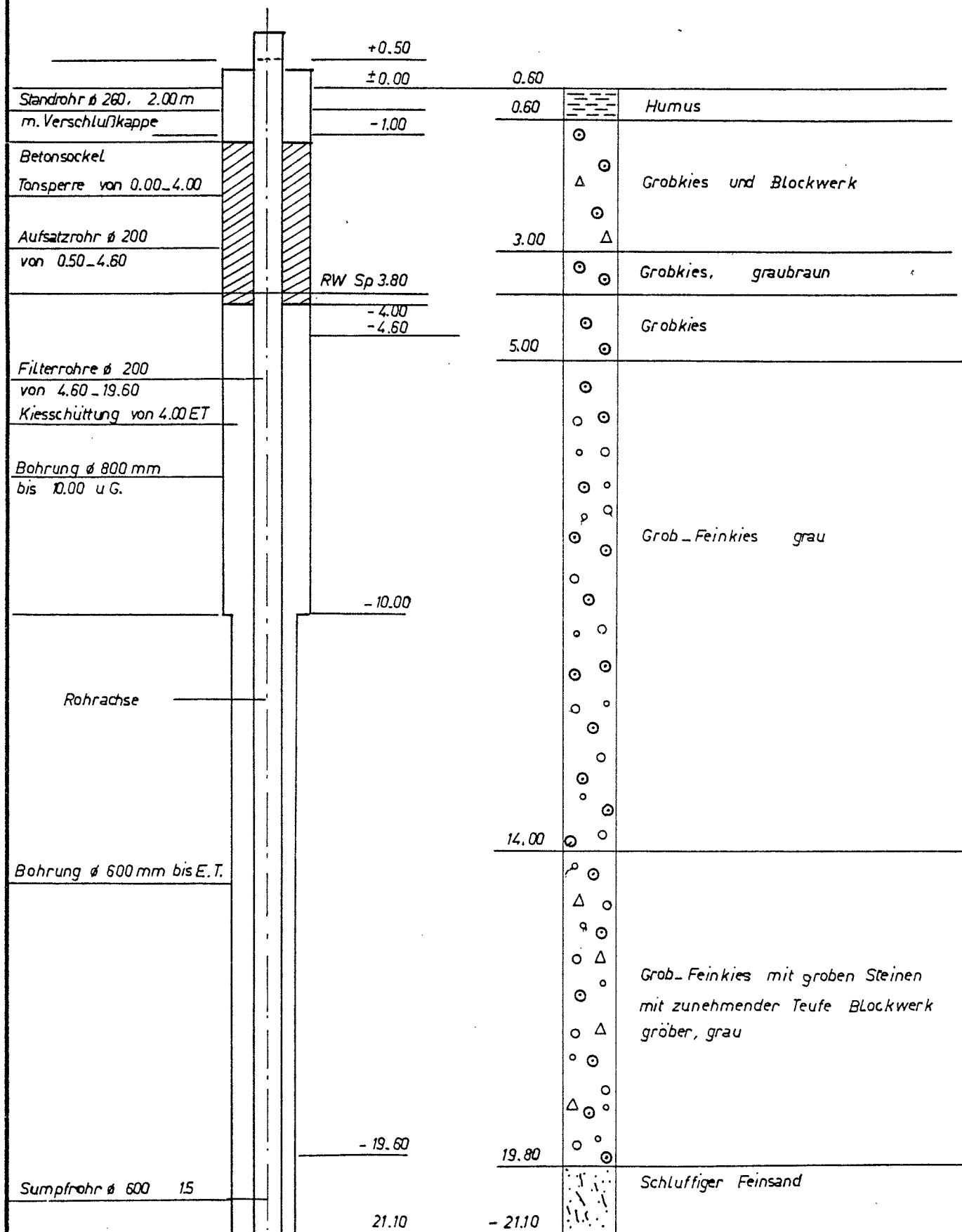
Untersuchungsbereich Holozän des Granitz- baches	BV	BVI
Mächtigkeit der bindigen Deck- schichte	1,8 m	1,4 m
bisher tiefste Lage des Grundwasserspie- gels nach I.Arbeiter	5,35 m	3,22 m
Tiefenlage der Grund- wassersohle	10,9 m	15,9 m
~ Mächtigkeit der grundwasserführenden Lockergesteine	5,5 m	12,7 m
~ k_f -Wert der Locker- gesteine nach den Pump- versuchen nach H.Novak	$4,4 \times 10^{-4}$ m/s	$5,3 \times 10^{-3}$ m/s
Ausbildung der Grund- wassersohle	Konglo- merat	Feinsand lehmig
Schwankungen des Grund- wasserspiegels nach I.Arbeiter	0,83 m	1,71 m

BOHRUNG I, GROSSLOBMING

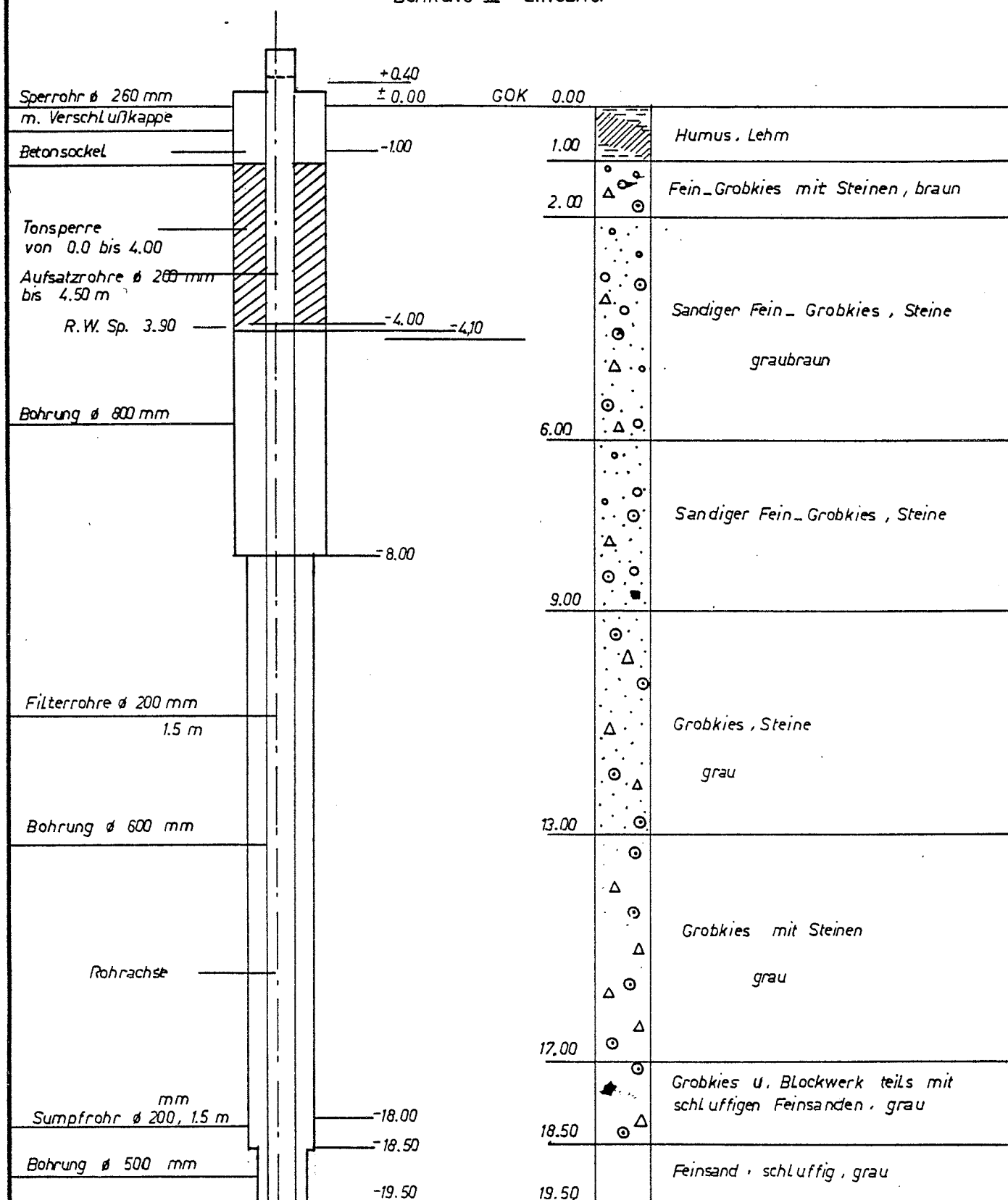


ROK - 632.75 m
TOK - 631.87 m

BOHRUNG B II PFARRFELD

 ROK 641.107 m
 TOK 640.417 m


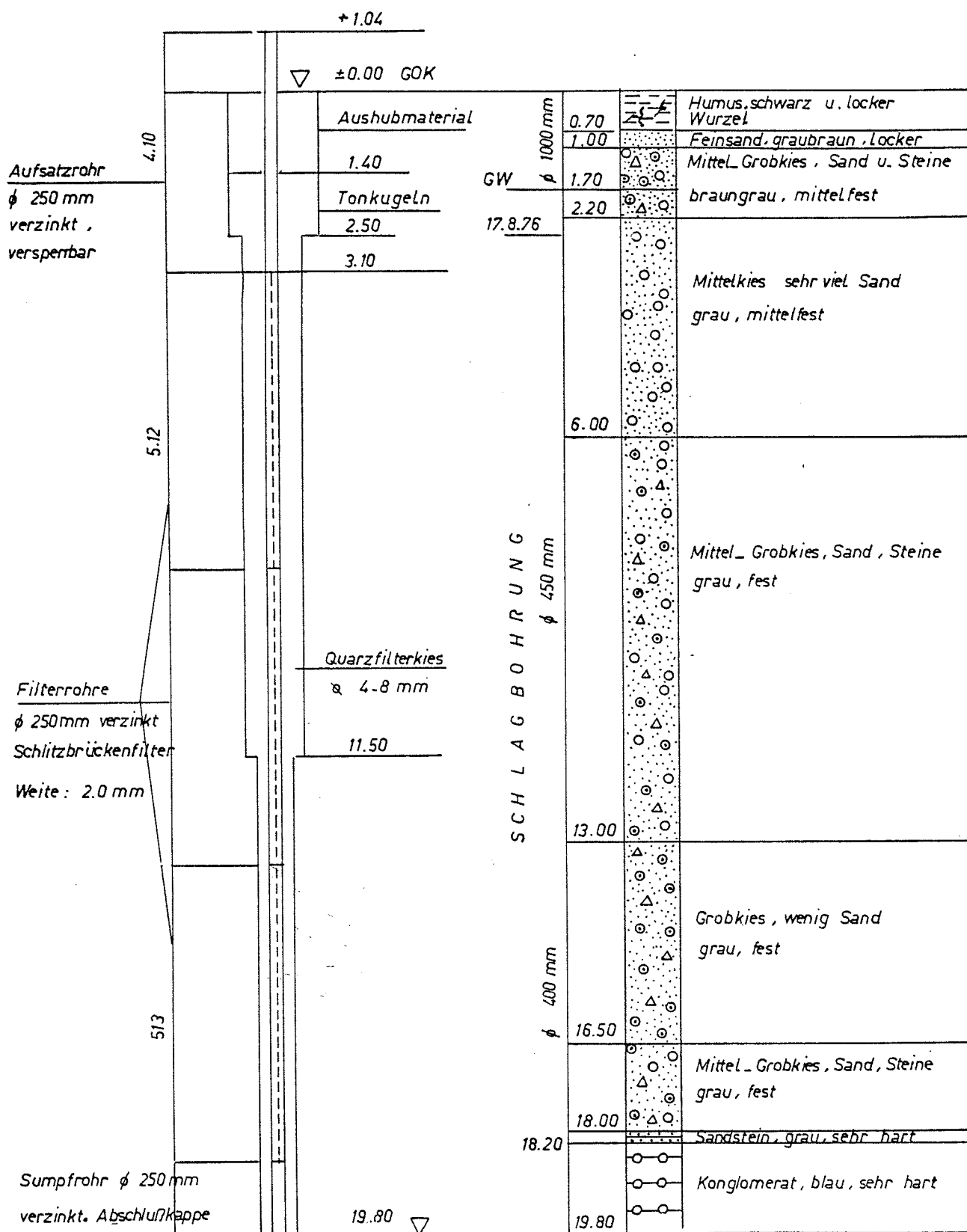
BOHRUNG III EINÖDHOF



ROK 629.118 m

TOK 628.088 m

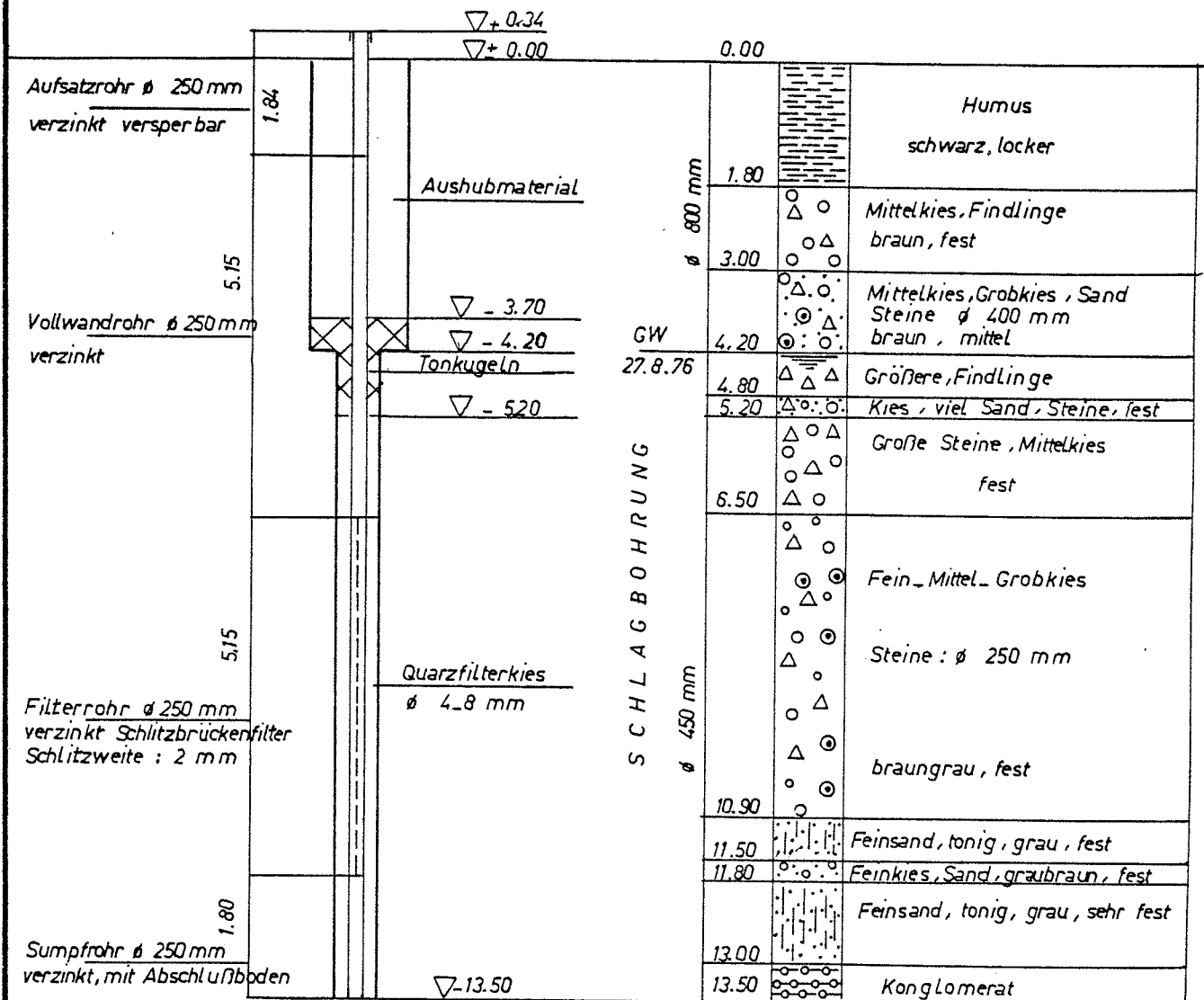
BOHRUNG IV , MURHOFWALD



ROK 636.697 m

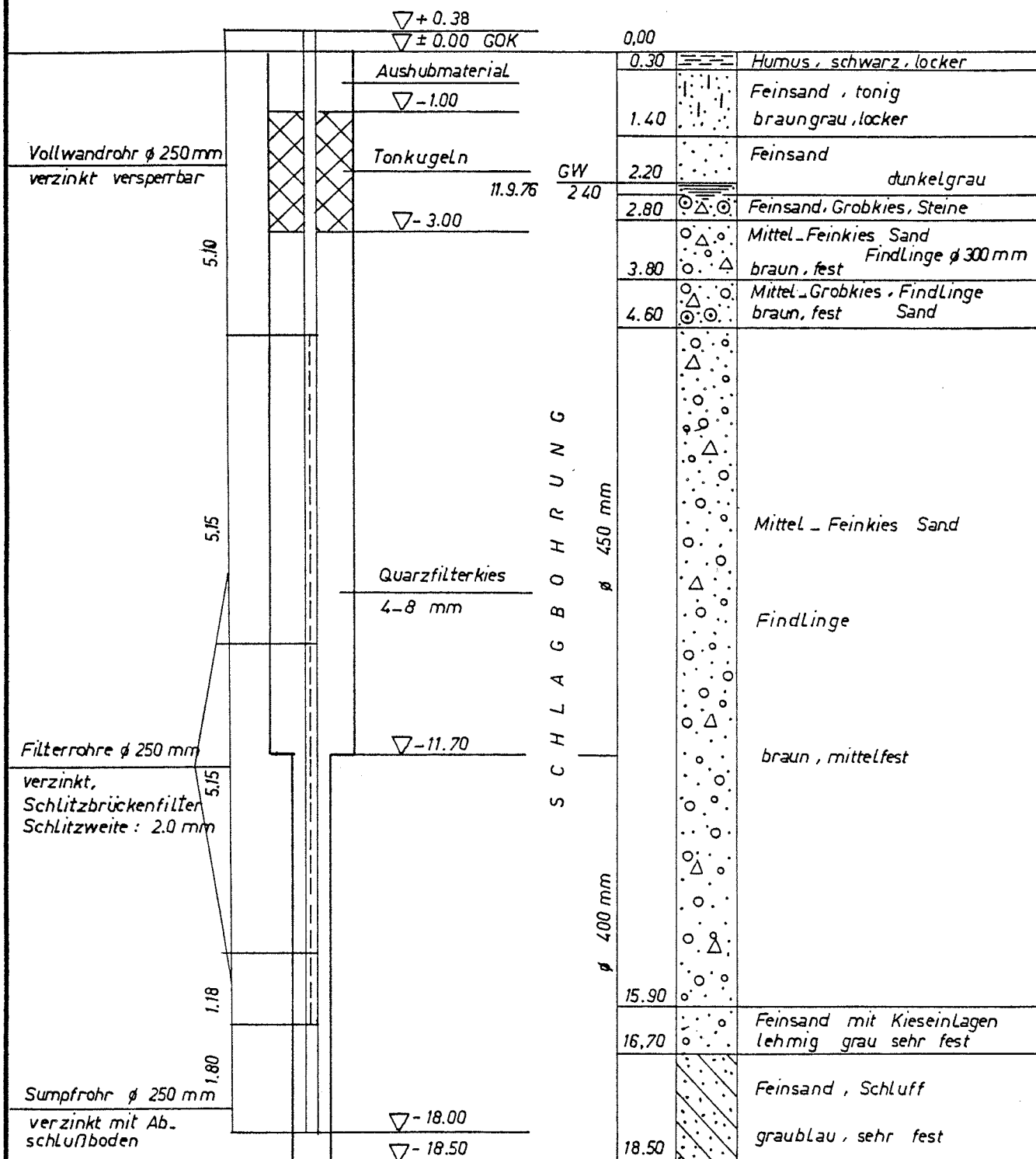
TOK 635.627 m

BOHRUNG V, MÖBERSDORF

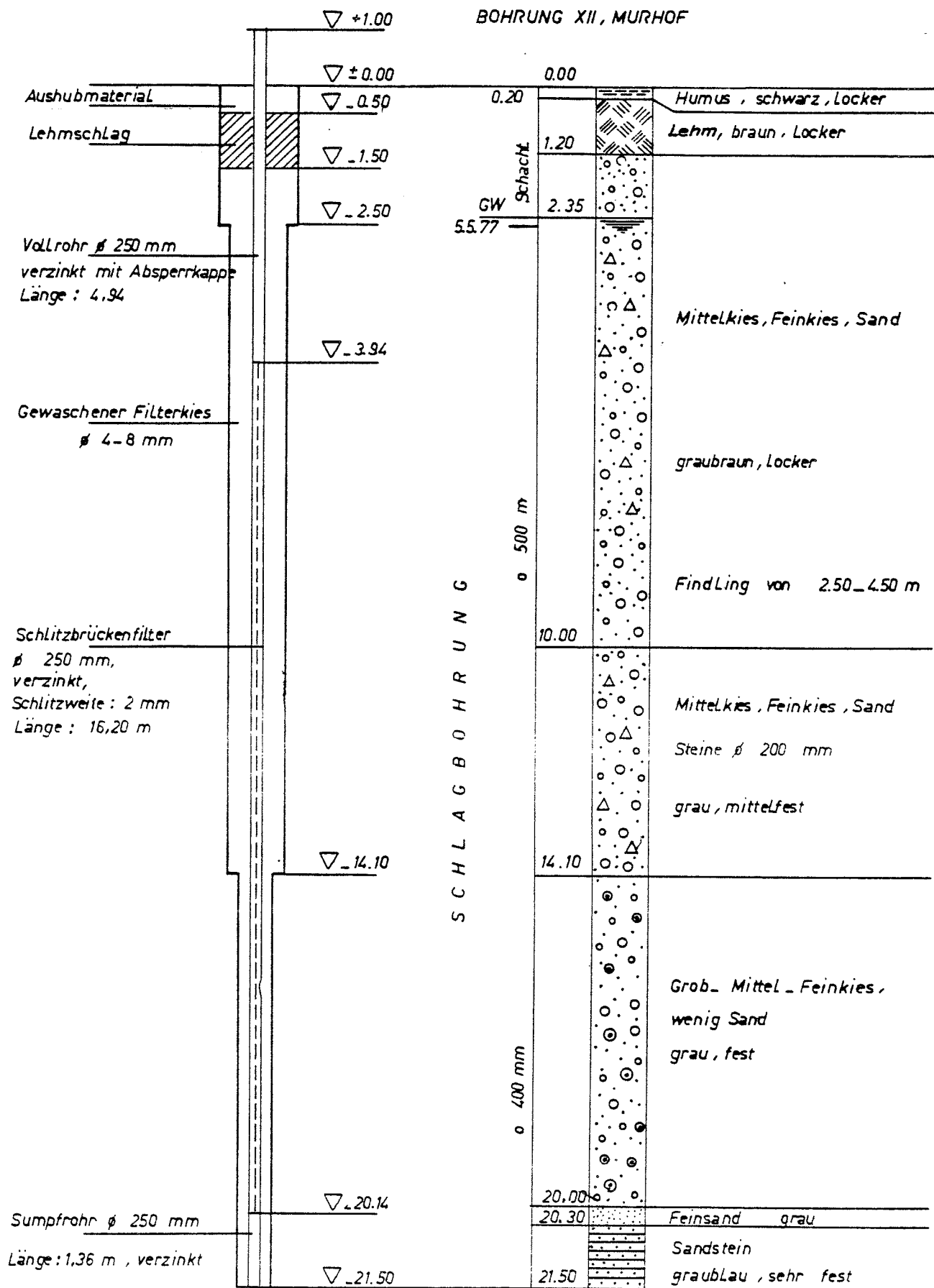


ROK 653.920 m
 TOK 652.910 m

BOHRUNG VI NEUFISCHING



ROK 651.394 m
TOK 651.554 m



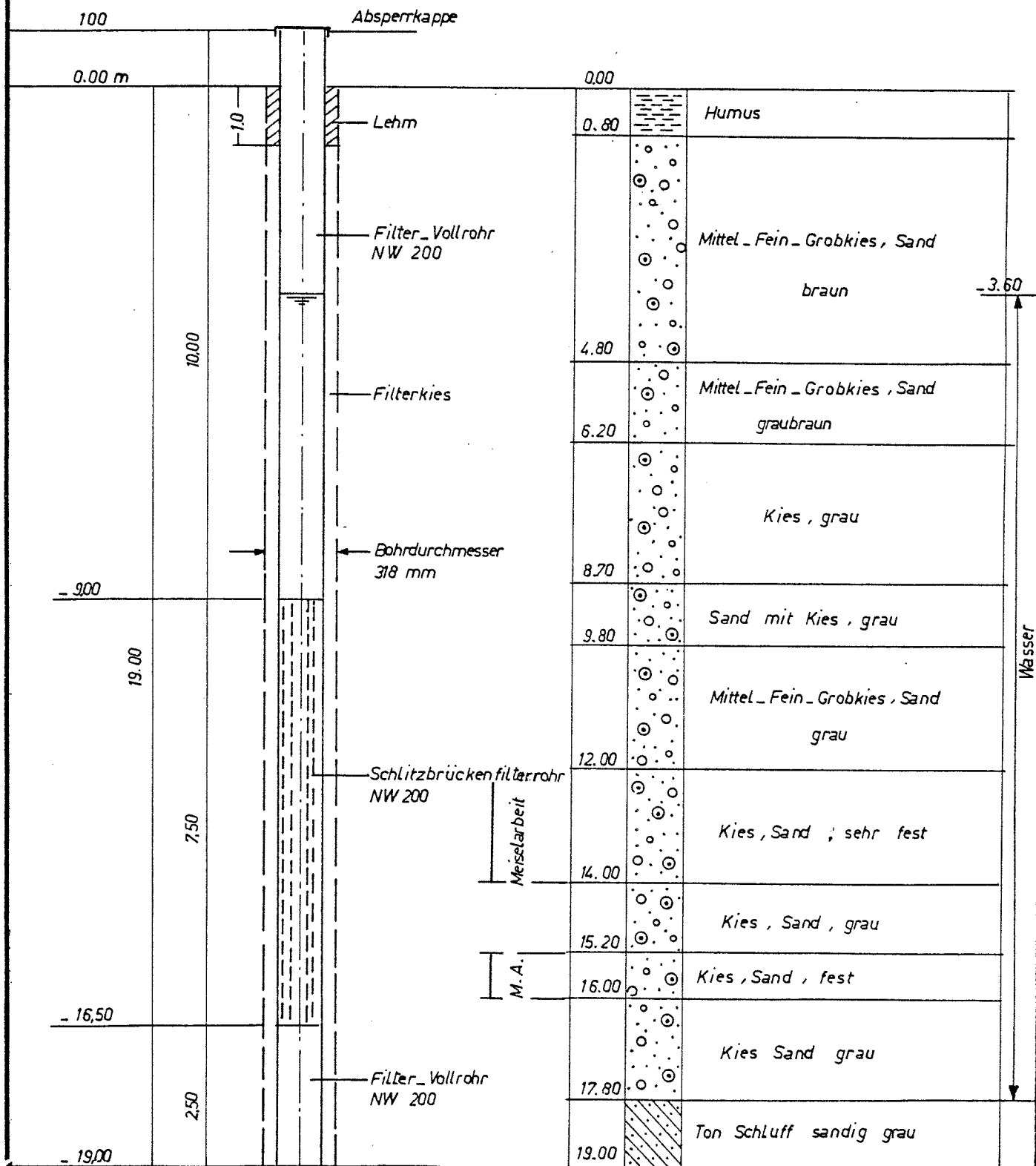
ROK 637,22 m

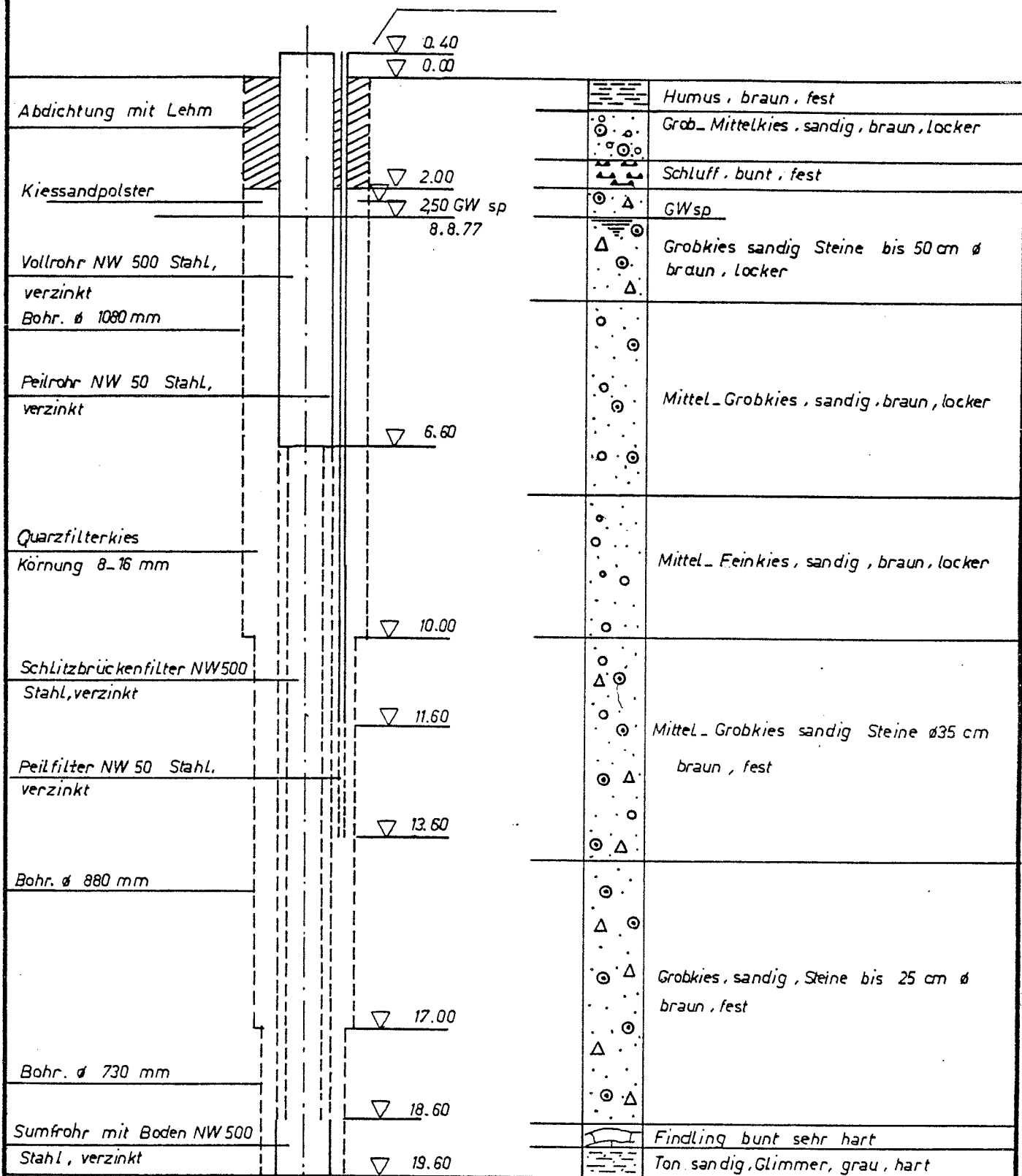
TOK 636,29 m

BOHRUNG 24821, BLICKNER

ROK 642.54 m

TOK 642.04 m

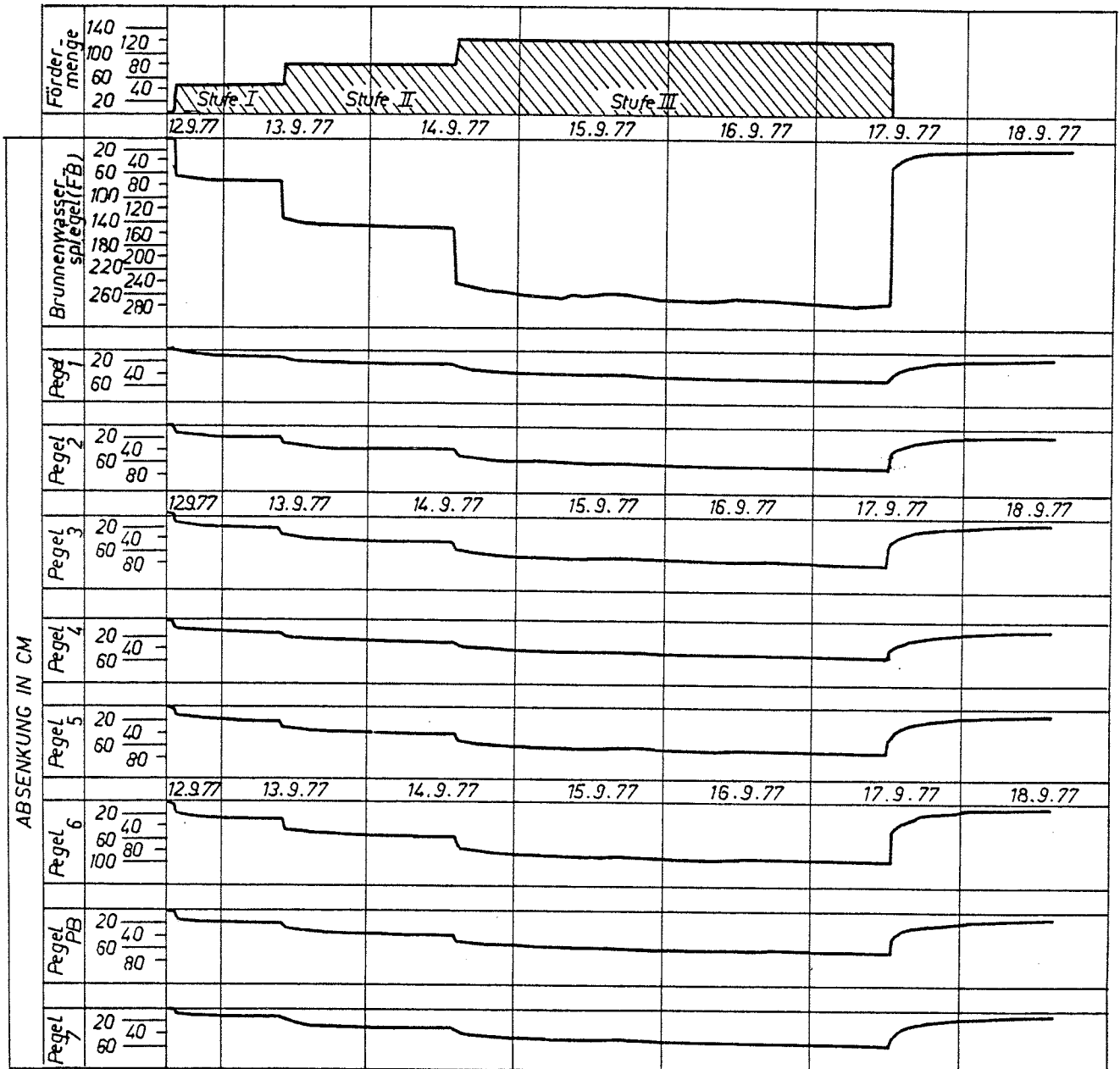




ROK 636,376 m

TOK 635,976 m

DAUERPUMPVERSUCH FILTERROHRBRUNNEN (FB) GROSSLOBMING

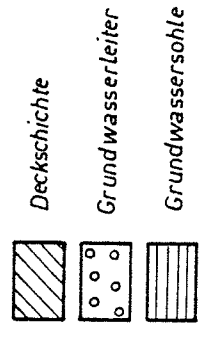
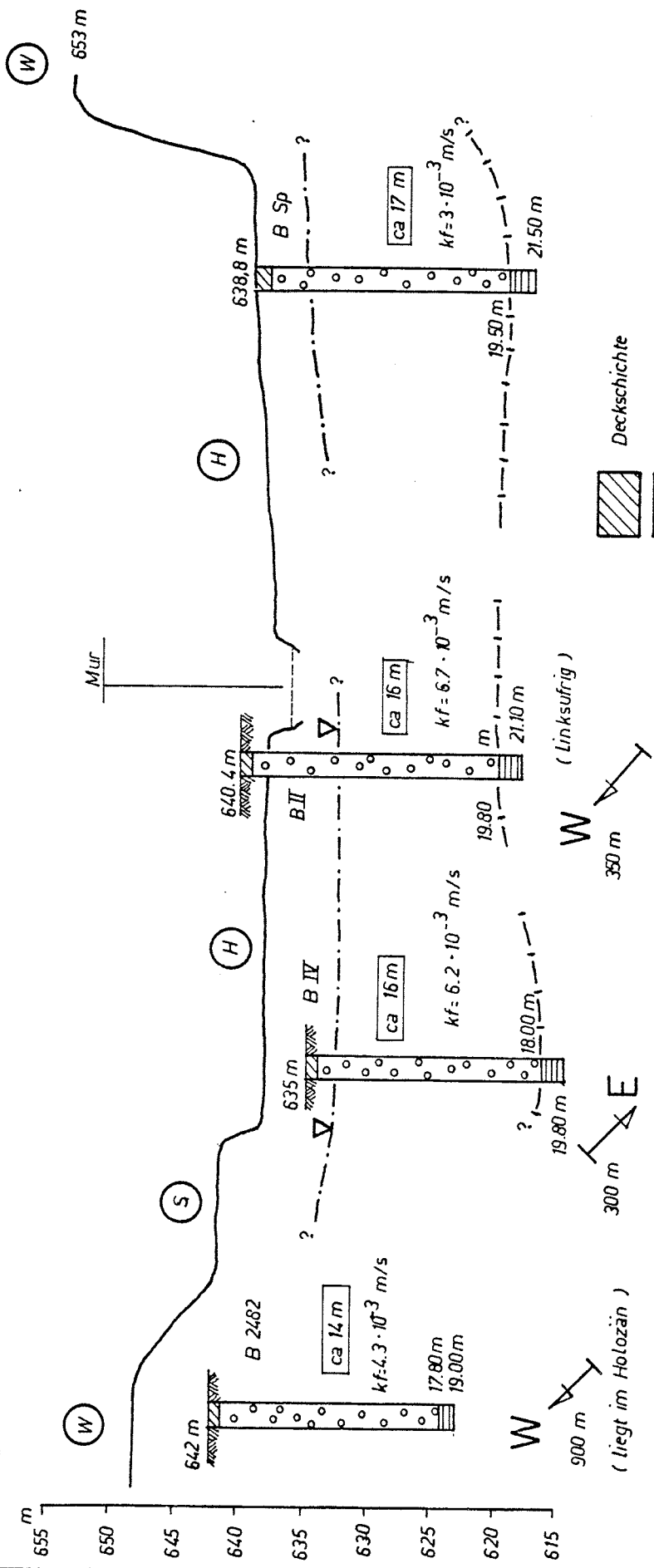


TALQUERSCHNITT PFARRFELD - MURHOFWALD

Nord

Lind

Süd



W Würmterrasse, (H) Holozäne Flur, (S) Spätereiszeitl. Terr., —∇— Grundwasserspiegel, Entfernung vom Profilschnitt, —|— Grundwassersohle, [ca 14 m] Mächtigkeit des Grundwasserkörpers, kf Mittelwert der Pumpversuche

Längenmaßstab : 3 cm = 200 m

300 m W (liegt im Holozän)

W 350 m (Linksüßig)

E 300 m

W 900 m

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.Krai- ner, F.Hahne, H.Kalloch, F.Schönbeck, H.Moosbrugger, L.Bernhart, W.Tronko, 1965	S 56.--
Band 5	Die Müllverbrennungsanlage, Versuch einer zusammenfassenden Darstellung von F.Heigl, 1965	S 140.--
Band 6	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.November 1965 von F.Schönbeck, H.Sontheimer, A.Kern, H.Raswor- schegg, J.Wotschke, J.Brodbeck, R.Spinola, K.Stundl, W.Tronko, 1966	S 112.--
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grundwas- serfeld Friesach nördlich von Graz von H.Zetinigg, Th.Puschnik und H.Novak, F.Weber, 1966	S 140.--
Band 8	Der Mürzverband von E.Fabiani, P.Bilek, H.Novak, E.Kauderer, F.Hartl, 1966	S 140.--
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden von J.Krainer, H.Wengert, K.Eberl, F.Planckensteiner, G.Gorbach, H.Egger, H.Hoffmann, K.Freisitzer, W.Tronko, H.Bullmann, I.E.Holub, 1966	S 140.--

Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H.Erhard, 1967	S	66.--
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Flußgebiet der Mürz von H.Wengert, E. Hillbrand, K.Freisitzer, 1967	S	131.--
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von N.Anderle, 1969	S	131.--
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969 von L.Bernhart, H.Sölkner, H.Ertl, W.Popp, M.Noë, 1969	S	112.--
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks, 1970 (Das vorläufige Schwerpunktsprogramm 1964 und das Schwerpunktsprogramm 1966) von F.Schönbeck, L.Bernhart, E.Gangl, H.Ertl)	S	66.--
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steiermarks von L.Bernhart, 1970	S	187.--
Band 16/ 17	Tätigkeiten und Organisation des Wirtschaftshofes der Landeshauptstadt Graz Abfallbehandlung in Graz		
- - -			
	Literaturangaben zum Thema Abfallbehandlung von A.Wasle	S	112.--
Band 18	Abwasserfragen aus Bergbau und Eisenhütte von L.Bernhart, K.Stundl, A. Wutschel, 1971	S	66.--
Band 19	Maßnahmen zur Lösung der Abwasserfragen in Zellstoffabriken von B.Walzel-Wiesentreu, W.Schönauer, 1971	S	150.--
Band 20	Bodenbedeckung und Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze von E.Fabiani, M.Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971	S	168.--
Band 21	Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zetinigg, 1972	S	112.--

Band 22	Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld von L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Novak, W.Popp, 1973	S	90.--
Band 23	Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzerfeld von L.Bernhart, E.Fabiani, M.Eisenhut, F.Weber, E.P.Nemecek, Th. Glanz, W.Wessiak, H.Ertl u.H.Schwinghammer, 1973	S	250.--
Band 24	Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld von L.Bernhart, 1973	S	150.--
Band 25	Wärmebelastung steirischer Gewässer von L.Bernhart, H.Niederl, J.Fuchs, H.Schlatter und H.Saliger, 1973	S	150.--
Band 26	Die artesischen Brunnen der Süd-West-Steiermark von H.Zetinigg, 1973	S	120.--
Band 27	Die Bewegung von Mineralölen in Boden und Grundwasser von L.Bernhart, 1973	S	150.--
Band 28	Kennzahlen für den energiewirtschaftlichen Vergleich thermischer Ablaugeverwertungsanlagen von L.Bernhart, D.Radner und H.Ariedter, 1974	S	100.--
Band 29	Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks, Entwurfsstand 1973, von L.Bernhart, E.Fabiani, E.Kauderer, H.Zetinigg, J.Zötl, 1974	S	400.--
Band 30	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 1. Teil, Einführung Hydrogeologie, Klimatologie von L.Bernhart, J.Zötl und H.Zojer, H.Otto, 1975	S	120.--
Band 31	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 2. Teil, Geologie, von L.Bernhart, P.Beck-Mannagetta, A.Alker, 1975	S	120.--
Band 32	Beiträge zur wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung in Steiermark von L.Bernhart, 1975	S	200.--
Band 33	Hydrogeologische Untersuchungen an Bohrungen und Brunnen in der Oststeiermark von H.Janschek, I.Küpper, H.Polesny, H.Zetinigg, 1975	S	150.--

Band 34	Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St.Stefan o.L. und Kraubath von I.Arbeiter, P.Hacker, H.Janschek, H.Krainer u. H.Ertl, J.Novak, D.Rank, F.Weber, H.Zetinigg, 1976	S 200.--
Band 35	Wasservorsorge für das Umland von Graz. Zur Gründung des Wasserverbandes Umland Graz von L.Bernhart, K.Pirkner, 1977	S 180.--
Band 36	Grundwasserschongebiete von W.Kasper und H.Zetinigg, 1977	S 150.--
Band 37	Vorbereitung einer Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark von L.Bernhart, 1978	S 140.--
Band 38	Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark. Entwicklung eines Konzeptes von L.Bernhart, 1978	S 200.--
Band 39	Grundwasseruntersuchungen im „Unteren Murtal“ von E.Fabiani, H.Krainer u. H.Ertl, W.Wessiak, 1978	S 250.--
Band 40	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 3. Teil. Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld von H.Feßler, 1978	S 80.--
Band 41	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 4. Teil. Grundwassererschließungen im Tal der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld von H.Zetinigg, 1978	S 100.--
Band 42	Zur Geologie im Raum Eisenerz-Radmer und zu ihrem Einfluß auf die Hydrochemie der dortigen Grundwässer von U.Mager, 1979	S 120.--
Band 43	Die Grundwasserverhältnisse im Kainachtal (St.Johann o.H. - Weitendorf) von M.Eisenhut, J.Novak und H.Zojer, H.Krainer und H.Ertl, H.Zetinigg, 1979	S 150.--

Band 44	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil I. Naturräumliche Grundlagen Geologie - Morphologie - Klimatologie von E.Fabiani, V.Weissensteiner, H.Wakonigg, 1980	S	180.--
Band 45	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil II. Die Untersuchungen Geschichte - Durchführung - Methodik von E.Fabiani, 1980	S	80.--
Band 46	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil III. Geophysik - Isotopenuntersuchungen - Hydrochemie von Ch.Schmid, H.Zojer, H.Krainer und H.Ertl, R.Ott, 1980	S	200.--
Band 47	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil IV. Die Untersuchungen im Tragöstal von E.Fabiani, 1980	S	200.--
Band 48	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil V. Untersuchungen in den südlichen Hochschwabtälern (Ilgenertal bis Seegraben) von E.Fabiani, 1980	S	180.--
Band 49	Untersuchung über die Möglichkeit zur Entnahme von Grundwasser im südlichen Hochschwabgebiet und deren Bewirtschaftung von Ch.Meidl, J.Novak, W.Wessiak, 1980	S	150.--
Band 50	Konzept der Zentralwasserversorgung Hochschwab-Süd von L.Bernhart, 1980	S	200.--
Band 51	Regionale Abwasseranlagen in der Steiermark, Bemühungen und Ergebnisse, von P.Bilek, E.Kauderer, H.Senekowitsch, O.Thaller, 1980	S	300.--
Band 52	Grundwasseruntersuchungen im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg von I.Arbeiter, H.Krainer und H.Ertl, H.Zetinigg, 1980	S	100.--

In diesen Preisen ist die 8 %ige Mehrwertsteuer nicht enthalten.

Soweit lagernd, sind sämtliche Berichtsbände bei der Steiermärkischen Landesdruckerei (Verlag: A 8010 Graz, Hofgasse Nr. 15) erhältlich.