

BERICHTE
der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 55

**Die Auswirkungen des Kraftwerkbaues von Obervogau
auf das Grundwasser**

von

H. Fessler

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion
Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung**

Graz 1981

Das Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion, Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung, als Herausgeber dieser Berichtreihe, nimmt im Einvernehmen mit der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-Aktiengesellschaft - STEWEAG die Gelegenheit wahr, die Ergebnisse von Grundwasseruntersuchungen im Zusammenhang mit der Errichtung des Murkraftwerkes Obervogau einem weiteren Kreis von Fachleuten vorzustellen. Es handelt sich hierbei um Ergebnisse, die vor allem im Hinblick auf die angewandte Untersuchungsmethodik und wegen des Zusammenhanges von Fluß und Grundwasser im Murtal von allgemeinem Interesse sind.

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

	Seite
Vorwort	1
Einleitung	2
1. Die hydrographische Lage und der geologische Aufbau	4
1.1 Das tertiäre Relief	5
1.2 Die quartären Terrassen	6
1.2.1 Die eiszeitlichen Sedimente	6
1.2.1.1 Die Würm-Niederterrasse von Obervogau	7
1.2.2 Die holozäne Aue	7
1.2.2.1 Die Vorfluter der Mur-Auen	8
2. Der Kraftwerksbau und die Veränderungen an den Strömungsverhältnissen in der Mur	10
2.1 Bautechnische Zusammenfassung	10
2.2 Die Längsprofile des Murwasserspiegels	12
2.3 Zweck und Wirkung der Begleitgräben	14
3. Das Grundwasser	20
3.1 Das Grundwasserbeobachtungsnetz	21
3.1.1 Die Grundwasserbrunnen der Würm-Terrasse von Leibnitz-Wagna und Gabersdorf-Wagendorf	21
3.1.2 Die Grundwasserbrunnen auf der Würm-Niederterrasse von Landscha bis Straß	22
3.1.3 Die Grundwasserbrunnen in der Mur-Aue	24
3.2 Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers und seine Überdeckung	26
3.2.1 Der Grundwasserhochstand im Juli 1972	27

		Seite
3.3	Die Auswirkungen des Aufstauens der Mur auf den Grundwasserkörper	28
3.3.1	Der Aufstauvorgang	28
3.3.1.1	Der Grundwassergang im Mur-nahen Bereich der holozänen Aue zurzeit der Hauptaufstauphase	31
3.3.1.2	Der Grundwassergang in der Würm-Niederterrasse und im Mur-ferneren Bereich der holozänen Aue	33
3.3.2	Der Abfluß in den Begleitgräben	35
3.3.3	Die Abgrenzung des Einflusses der Mur	37
3.3.3.1	Die Messungen des Grundwasserspiegels	39
3.3.3.1.1	Die Abgrenzung von Grundwasserbereichen durch korrelative Vergleiche mit den Einflußfaktoren	41
3.3.3.1.1.1	Die Würm-Niederterrasse und der Bereich von Landscha (Abb. 16, Zone A)	41
3.3.3.1.1.2	Die retentionsschwachen Hauptinundationsgebiete der holozänen Aue (Abb. 16, Zone B)	43
3.3.3.1.1.3	Die vom Wasserstand der Mur beeinflussten Zonen der holozänen Aue (Abb. 16, Zone C)	46
3.3.3.1.1.4	Die stauwurzelnahen Grundwasserbereiche (Abb. 16, Zone D)	47
3.3.3.1.2	Statistik der Grundwasserganglinien	49
3.3.3.1.2.1	Der arithmetische Mittelwert \bar{x}	50
3.3.3.1.2.2	Die Standardabweichung	52
3.3.3.1.2.3	Der Schiefekoeffizient	52
3.3.3.1.2.4	Die Spannweite der Stichprobe	54
3.3.3.1.2.5	Die Ganghöhe der Trendgeraden	54
3.3.3.1.2.6	Die Ganghöhe der Trendgeraden sukzessiver Differenzen	56
3.3.3.1.2.7	Die Standardabweichung sukzessiver Differenzen	57
3.3.3.1.3	Erfassung der Spiegelhöhenverschiebungen des Grundwassers	59

	Seite	
3.3.3.2	Die Abgrenzung der Murinfiltration aus den physikalisch-chemischen Untersuchungen	62
3.3.3.2.1	Die Abgrenzung der Murbeeinflussung aus der elektrolyt. Leitfähigkeit	63
3.3.3.2.2	Die Karbonat- und Gesamthärte	65
3.3.3.2.3	Die Abgrenzung der Murbeeinflussung aus der Calcium-ligno-sulfonsäure	66
3.3.3.2.4	Die Isotopenmessungen	67
3.3.3.2.4.1	Das Grundwasserfeld am 7. Februar 1977 und die Tritiumwerte vom 10. Februar 1977	68
3.3.3.2.4.2	Das Grundwasserfeld im Juli 1977 und die Tritiumwerte vom 11. Juli 1977	68
3.3.3.2.4.3	Das Grundwasserfeld im September 1977 und die Tritiumwerte vom 28. September 1977	69
3.3.3.2.4.4	Das Grundwasserfeld im Oktober 1977 und die Tritiumwerte vom 17. Oktober 1977	69
4.	Zusammenfassung	71
5.	Verwendete Unterlagen	74

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1	Die hydrographische Lage der Murkraftwerksanlage von Obervogau
Abb. 2	Höhenschichtlinien des präquartären Untergrundes
Abb. 3	Die Terrassen der quartären Talentwicklung
Abb. 4	Profil Sulmspitz
Abb. 5	Franz Ritter v. Hochenburger "Mur-Regulierung in Stmk"
Abb. 6	Querprofil und Wasserspiegellängsprofil der Mur
Abb. 7	Inverse Schlüsselkurven
Abb. 8	Das Grundwasserbeobachtungsnetz im Mur-fernen Bereich des KW Obervogau

- Abb. 9 Das Grundwasserbeobachtungsnetz
im Mur-nahen Bereich des KW Ober-
vogau
- Abb. 10 Die Grundwasserisohypsenkarte am
20. Juli 1976 bei GW-Tiefstand
- Abb. 11 Der Grundwasserhochstand im Juli
1972
- Abb. 12 Ganglinien der Mur-nahen Grundwasser-
meßbrunnen vom 5.4.76 bis 25.7.1977
- Abb. 13 Ganglinien des Niederterrassengrund-
wasserkörpers
- Abb. 14a Gesamtabfluß der Begleitgräben
14b Murwasserinfluenz in den linken
Begleitgraben
- Abb. 15 Die Haupttypen der Grundwasserspiegel-
höhenganglinien
- Abb. 16 Die Abgrenzung der Grundwasserfelder
und Beeinflussungszonen
- Abb. 17 Das Grundwasserfeld der Würm-Nieder-
terrasse
- Abb. 18 Isohypsenkarte der mittleren Grund-
wasserspiegelhöhen
- Abb. 19 Terrainüberdeckung des Grundwassers in
cm am Ort der Meßstellen
- Abb. 20 Schiefekoeffizienten
- Abb. 21 Ganghöhe der Trendgeraden
- Abb. 22 Trend sukzessiver Differenzen
- Abb. 23 Standardabweichung sukzessiver Differenzen
- Abb. 24 Spiegelhöhenverschiebung des Grundwas-
sers
- Abb. 25 Die Ganglinien der elektrolyt. Leitfähig-
keit im Sulmspitz
- Abb. 26 Die Ganglinien der elektrolyt. Leitfähig-
keit östlich der Mur
- Abb. 27 Inkonzanz der elektrolyt. Leitfähigkeit
- Abb. 28 Das CLS-Maximum im Zeitraum Februar 1977 -
August 1978
- Abb. 29 Die Grundwasserisohypsenkarte im Februar
1977 und die Tritiumeinheiten vom 10. Februar
1977

Abb. 30 Die Grundwasserisohypsenkarte
im Oktober 1977 und die Tritium-
einheiten vom 17. Oktober 1977

Verzeichnis der Tabellen

Tab. 1 Die Niederschlagshöhen von Leibnitz
der Jahre 1976 - 78 im Vergleich zum
langjährigen Mittel 1901-70 in mm

Tab. 2 Die statistischen Parameter

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände 76

V O R W O R T

Zur Deckung des künftigen Energiebedarfes werden von der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-Aktiengesellschaft weitreichende Planungen vorgenommen, wobei stets versucht wird, die Einheit von Bau und Landschaft zu wahren. Mit dem Ausbau der Kraftwerke an der unteren Mur in hochwassergefährdeten Talbereichen wurden umfangreiche Arbeiten, die Beziehungen zwischen Mur und Grundwasser betreffend, notwendig, worüber in der vorliegenden Arbeit über das Kraftwerk Obervogau berichtet wird.

Für das Zustandekommen dieser Arbeit bin ich der "Bau-technischen Abteilung" der STEWEAG unter der Leitung von Herrn Dipl.-Ing.Dr.techn. Winfried BRAUNER und seinen Mitarbeitern, den Herren Dipl.-Ing. H. Geymayer, Dipl.-Ing. H. Kuscher und Dipl.-Ing. W. Pacher, zu Dank verpflichtet. Meinem Mitarbeiter, Herrn F. Fuchs, darf ich für seinen Einsatz meinen Dank aussprechen.

Für die Veröffentlichung dieser Arbeit in den "Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung" danke ich Herrn Wirkl.Hofrat Dipl.-Ing.Dr.techn. Lothar BERNHART sowie Herrn Reg.Obbrt.Dr. Hilmar ZETINIGG für die Redaktion.

Graz, im Februar 1981.

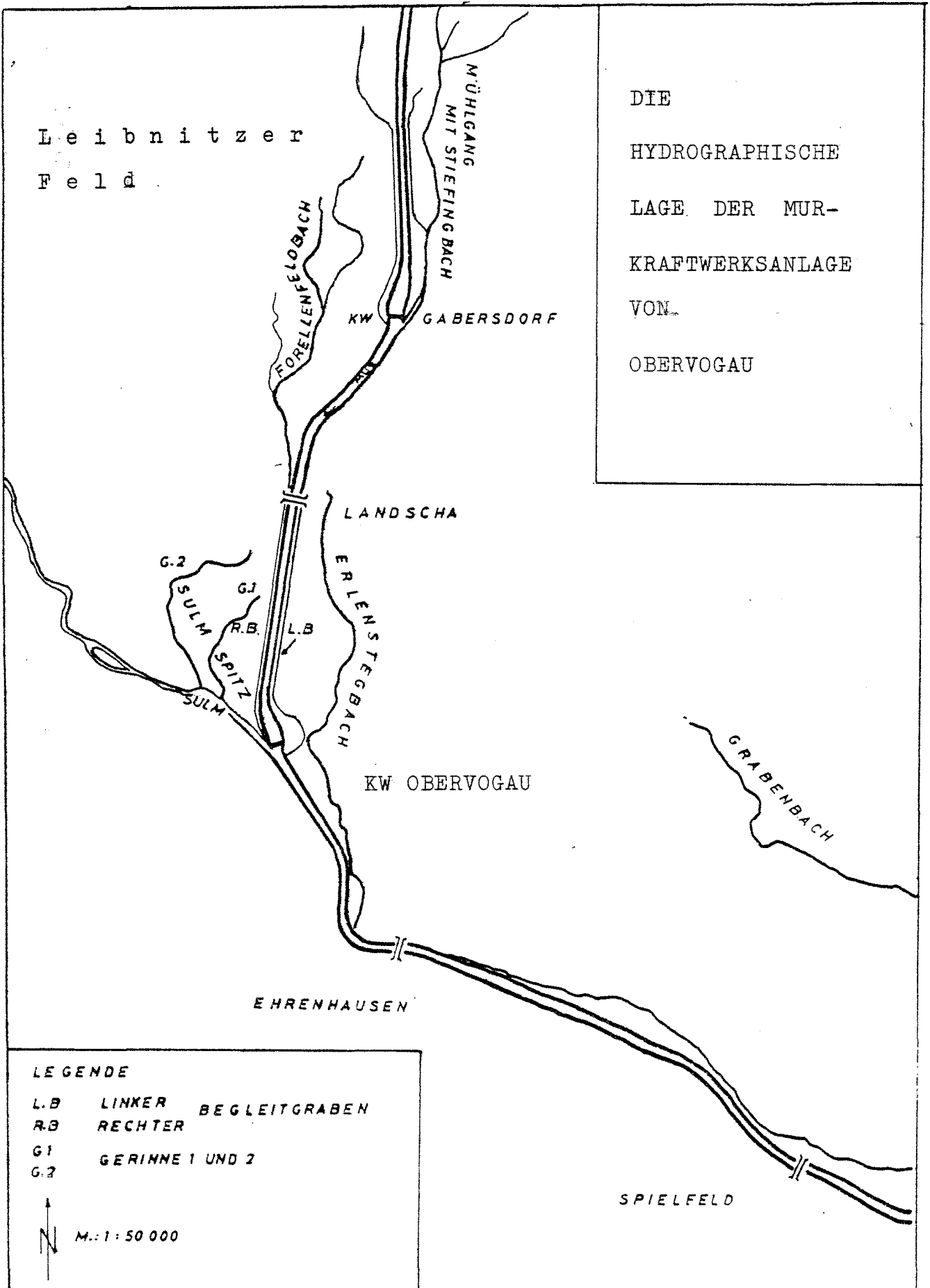
Heinrich Fuchs

E I N L E I T U N G

Das Kraftwerk Obervogau wurde in den Jahren 1975 - 77 als 4. Glied einer geplanten, lückenlosen Laufwerkskette an der unteren Mur errichtet. Weit in die Vergangenheit rückreichendes, erstes und nicht so leistungsstarkes Glied dieser Kette ist das KW Lebring der STEG aus dem Jahre 1903 mit dem Krafthaus bei Flußkilometer 151,4. Das unmittelbar anschließende KW Gralla wurde in den Jahren 1962 - 64 bei Flußkilometer 147,6 errichtet und gehört, wie die bereits bestehenden bzw. in Planung befindlichen Unterlieger, zur STEWEAG. Erwähnt sei, daß der Stauraum des KW Gralla zur Heimat zahlreicher, für unsere Gegend untypischer Vogelarten wurde und im Jahre 1978 zum Naturschutzgebiet erklärt worden ist. Das KW Gabersdorf entstand in den Jahren 1972 - 74 bei Flußkilometer 142,2. Letztes, bis jetzt fertiggestelltes Glied dieser Flußkraftwerkskette ist das Murkraftwerk Obervogau, das in den Jahren 1975 - 77 bei Flußkilometer 137,6 knapp ober der Mündung der Sulm in die Mur erbaut wurde. Der mittlere Abfluß der Mur an dieser Stelle (MQ) beträgt $139,6 \text{ m}^3/\text{sec.}$, wobei der wirtschaftlich optimale Ausbaudurchfluß mit $240 \text{ m}^3/\text{sec.}$ angesetzt worden ist. Die zugehörige Ausbaufallhöhe soll nach endgültiger Fertigstellung der Unterwasser-Eintiefung 7,12 m betragen. Die maximale, elektrische Ausgangsleistung wurde für 13 MW veranschlagt, was einen Anteil von 1,76 % an der gesamten Engpaßleistung (Stand: 1.1.1978) der STEWEAG-Kraftwerke bedeutet. Das Arbeitsvermögen im Regeljahr von 68 GWh bedeutet dagegen immerhin einen Anteil von 2,86 % an der Erzeugung der STEWEAG-eigenen Kraftwerke des Jahres 1977. Leistungs- und arbeitsmäßig ist das Werk etwas vergleichbar mit den übrigen bestehenden Murkraftwerken. Es sei aber erwähnt, daß diese Daten von den Österreichischen Donaukraftwerken durchschnittlich um den Faktor 18 überboten werden, was

auf die etwas größere Fallhöhe und die mehrfach höhere Abflußmenge zurückzuführen ist.

Die bisherigen Laufkraftwerke der STEWEAG an der unteren Mur sind durchwegs auch als Gewinn für das Landschaftsbild zu betrachten. Die ökologischen Auswirkungen auf das betroffene Gebiet werden durch Maßnahmen zur Stabilisierung der Grundwasserverhältnisse minimal gehalten. Die Bevölkerung und der öffentliche Hochwasserschutz profitieren vom Kraftwerksbau insoferne, als die Uferdämme in Verbindung mit einer Eintiefung des Murbettes so dimensioniert werden, daß Ausuferungen erst bei Naturkatastrophen zu erwarten sind. So wurde der in einem bekannten Überschwemmungsgebiet liegende Stauraum des KW Obervogau zwischen dem KW Gabersdorf und dem 4,6 km flußabwärtsliegenden KW Obervogau für ein Hochwasser von $1250 \text{ m}^3/\text{sec}$. bemessen, was einem 100-jährlichen Ereignis entspricht.



1. DIE HYDROGRAPHISCHE LAGE UND DER GEOLOGISCHE AUFBAU

Als südliches Leibnitzer Feld kann im engeren Sinn der Bereich rechtsufrig der Mur zur Mündung mit der Sulm ("Sulmspitz") hin verstanden werden. Im weiteren Sinne soll hier, um die landschaftliche Einheit bei der Sulm-Mur-Mündung zu wahren, auch der linksufrige Bereich der Mur in ihrem Flußknie gegen Ehrenhausen einbezogen werden. Denn dieser Teil wird bereits dem "Unteren Murtal" zugeordnet. Danach wird bei der hydrographischen Beschreibung des Kraftwerkes von Obervogau jener Bereich erfaßt, der mit der Stiefingbachmündung (bzw. "Mühlgang") in die Mur beim Kraftwerk Gabersdorf beginnt und sich über Landscha, Obervogau zum Flußknie der Mur bei Ehrenhausen erstreckt (Abb. 1).

Der geologische Aufbau

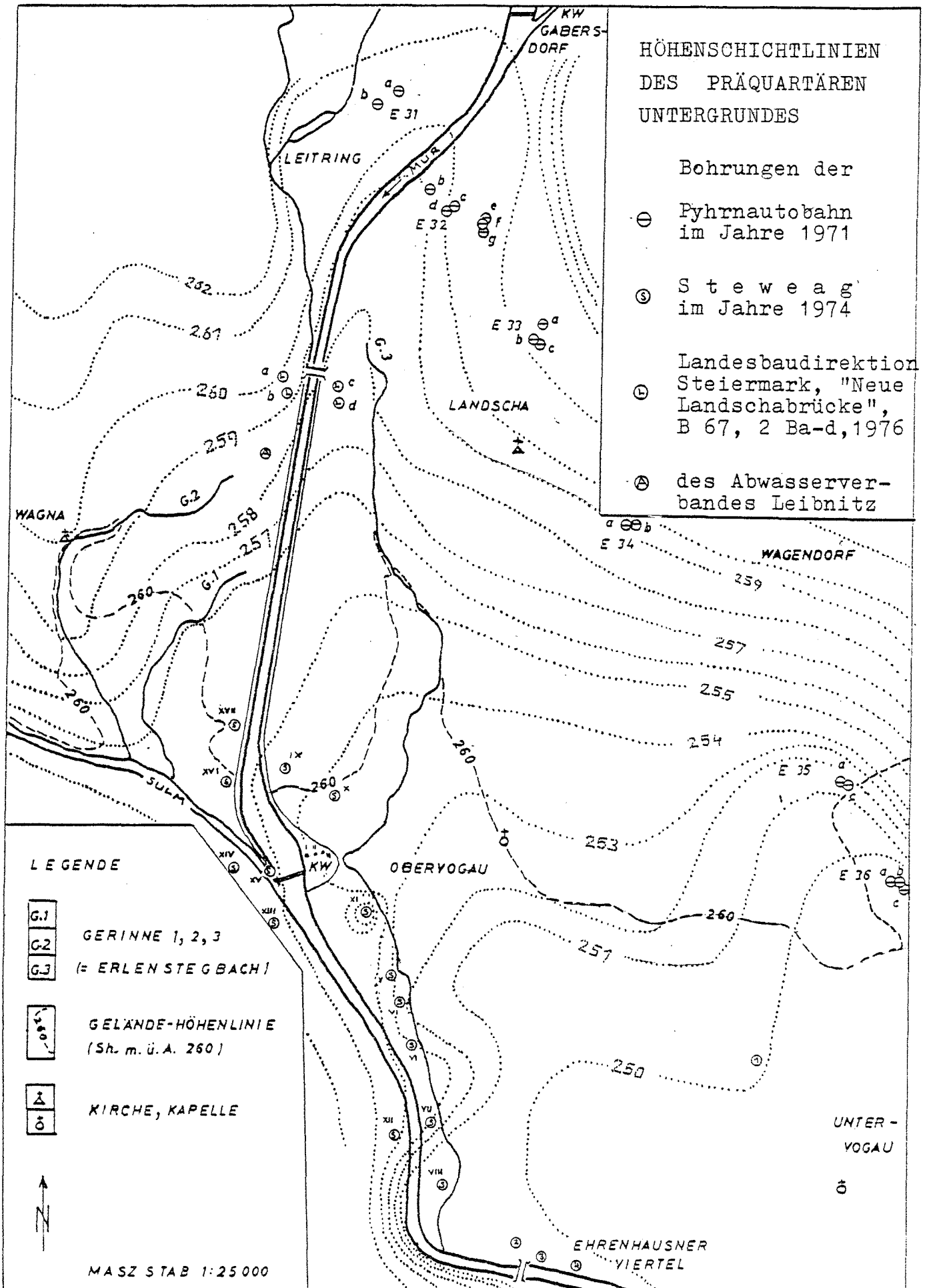
Das weite Schotterfeld des Leibnitzer Raumes hat die Laßnitz und Sulm seit der Eiszeit an den westlichen Rand zum anstehenden Sausal- und Tertiärkörper von Seggauberg bis Retzhei verdrängt. Anschaulich wird die Dammsstufe des eiszeitlichen Terrassenkörpers zur Laßnitz in der Trassenführung der Phyrn-Autobahn vom Kehlsberg ins Laßnitztal abtauchend und in die Jösser Terrasse aufsteigend vor Augen geführt. Mit der Einmündung der Sulm in die Mur endet das Leibnitzer Feld in seinem Nord-Süd-Verlauf. Der Kraftwerksbereich von Obervogau ist so an der Nahtstelle zum "Unteren Murtal" gelegen, daß er in seiner anders gearteten Anlage (West-Ost) in der Mur-Schleife von Obervogau-Ehrenhausen beginnt. In diesem Übergang zweier Landschaften sind zur Ortung des festen, tertiären Untergrundes zahlreiche Bohrungen niedergebracht worden. Mit dem weiteren Ausbau der südlichen Mur-Kraftwerke hat die STEWEAG 17 Sondierbohrungen im Wehr- und Unterwasserbereich vom KW Obervogau ange-

setzt. Neben den Bohrungen entlang der geplanten Phyrn-Autobahn bei Gabersdorf und Wagendorf im Jahre 1971 und der neuen Landschabrücke (1976) sind im Sulmspitz mit dem Ausbau der Kläranlage Leibnitz im Jahre 1976 weitere 9 Sondierbohrungen niedergebracht worden. Mit der Auswertung dieser regen Bautätigkeit soll es nun möglich sein, den festen, wasserstauenden Untergrund sowie die Lockersedimente darüber zu untersuchen.

1.1 Das tertiäre Relief

In einer Geländehöhe bis zu 100 Metern bauen tertiäre Leithakalke die Westflanke bei Retznei auf, deren Abgrenzung im Gelände durch die Sulm und Mur markiert wird. Die Kalke ziehen unter der Sulm in den südlichen Sulmspitz hinein und wurden in einer Tiefenlage von 256 m Sh, 4 m unter Gelände, wieder angetroffen. Im Sulmspitz ist nach Norden ein Ansteigen des tertiären Untergrundes auf Seehöhe m 259,1 (Kläranlage Leibnitz) festzustellen. Für die neue Landschabrücke ist zu beiden Seiten der Mur der feste Untergrund, bestehend aus wasserstauendem Ton, mit 257 bis 258 m Sh erbohrt worden.

Der mergelige Ton baut fast einheitlich das linke Murufer auf, wo nach Südosten ein leichtes Gefälle bemerkbar wird (Bohrung=B IX Sh m 254,03, B X Sh m 252,85). In den Sondierbohrungen zum Kraftwerk Obervogau sind vom Ufer weg Leithakalke mit östlichem Gefälle (B I Sh m 254,37 und B III Sh m 253,17) erbohrt worden. Entlang der geplanten Phyrn-Autobahn haben die Sondierbohrungen eine östliche Begrenzung des untersuchten Raumes ermöglicht. Danach liegt zwischen den Leithakalken von Retznei bzw. der Sulm und Mur und den obertägigen Terrassenkanten von Wagendorf ein tieferer Bereich der tertiären Landoberfläche ("Tiefenrinne von Ober-



vogau"). Somit fließt die seit den Jahren 1874 - 1891 regulierte Mur von der Landschabrücke bis Ehrenhausen auf einer höheren Stufenfläche des tertiären Reliefs gegenüber der östlich gelegenen Tiefenrinne (Abb. 2).

1.2 Die quartären Terrassen

Die Schotterkörper des südlichen Leibnitzer Feldes werden durch einen stufenartigen Aufbau zur Mur hin gegliedert. Wie aus den Autobahnbohrungen im Raume Wagendorf bestätigt wird, entspricht den obertägigen Terrassenkanten weitgehend auch der Abfall im Terrassensockel.




1.2.1 die eiszeitlichen Sedimente

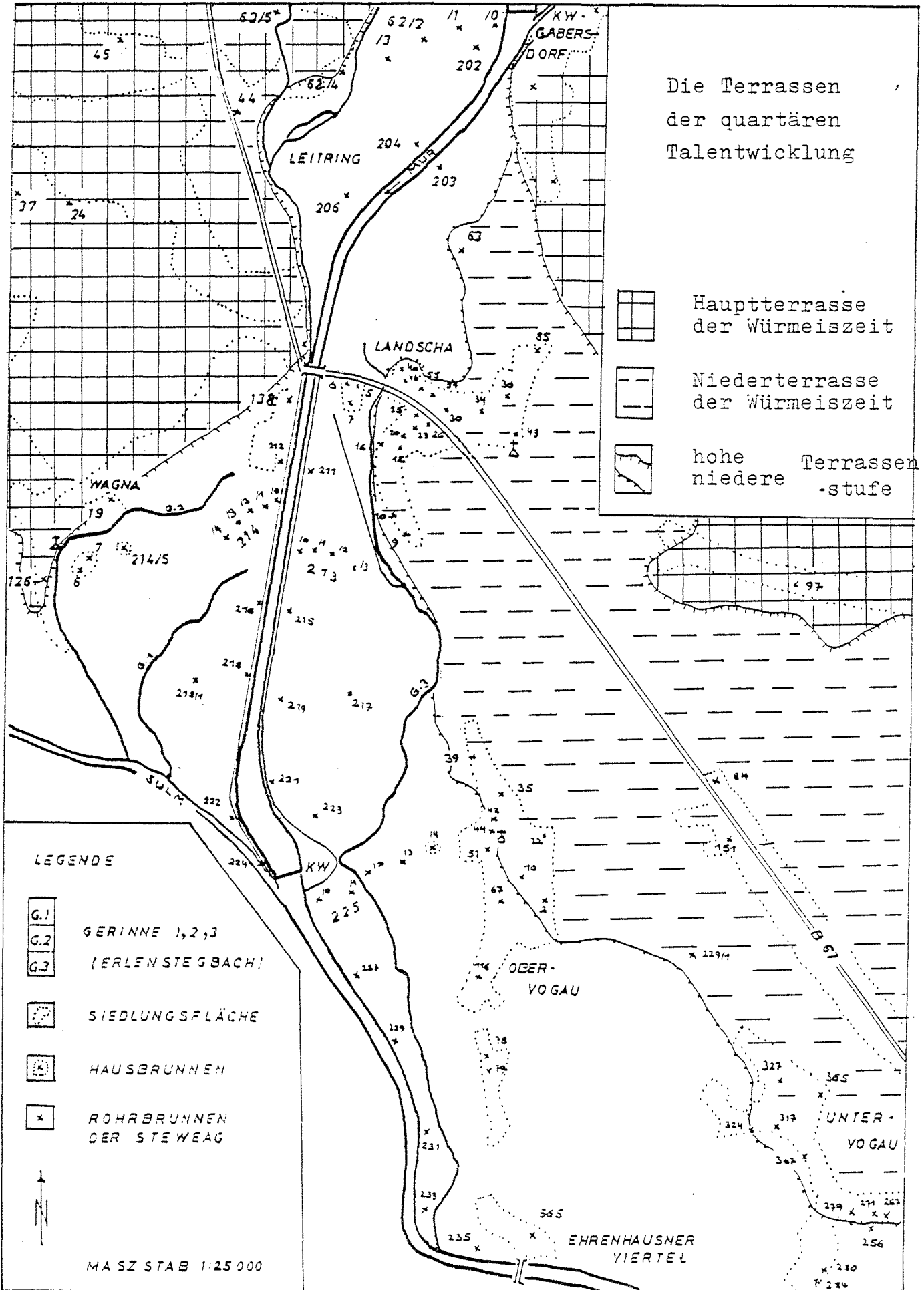
Im Wechsel von Ablagerung und Abtragung sind in der Erosionsphase nach der Aufschüttung der Helfbrunner Terrasse nicht nur die Anlandungen der Helfbrunner Terrasse weitgehend ausgeräumt worden, sogar der tertiäre Untergrund ist vom Fluß eingeschnitten worden (H. Flügel, 1960; J. Zötl, 1968). Aus dieser Sicht wird auch die Genese der Tiefenrinne von Obervogau zu verstehen sein.

Aus dem Verlauf der Terrassenkanten im Gelände ist zu ersehen, daß sowohl die Helfbrunner Terrassen als auch die weiten Fluren der Würm-Hauptterrasse von Leibnitz-Wagna-Gabersdorf-Wagendorf sich auf lange Strecken sprunghaft von der niederen Flur in einer hohen Geländestufe, bzw. Gefällestufe des wasserstauenden Untergrundes absetzen. Austretende Grundwasserquellen und Rinnsale kennzeichnen neben Vernäsungszonen den Terrassenverlauf. So wird der Grundwasserkörper der Mur-Aue beim Dorf Wagna und Gabersdorf vom höheren Grundwasserkörper der Würmterrassen angereichert. Ähnlich ist die Situation bei Wagendorf von der Würm-Hauptflur zur Niederterrasse, wo der "Graben- oder Meßwiesenbach"







Abb. 3

Die Terrassen
der quartären
Talentwicklung

-  Hauptterrasse der Würmeiszeit
-  Niederterrasse der Würmeiszeit
-  hohe Terrasse
niedere -stufe



LEGENDE

-  G.1 GERINNE 1,2,3
-  G.2 (ERLENSTEGBACH)
-  G.3
-  SIEDLUNGSFLÄCHE
-  HAUSBRUNNEN
-  ROHRBRUNNEN DER STEWEG



MA SZ STAB 1:25 000

entspringt. Damit scheiden jene höheren Terrassen aus dem Inundationsbereich der Mur aus, der sich nun auf die holozäne Aue, bzw. Würm-Niederterrasse von Obervogau einengt (Eisenhut, 1971).

1.2.1.1 Die Würm-Niederterrasse von Obervogau

Die weite Verebnung wird im Gelände durch die bäuerlichen Straßensiedlungen Landscha-Obervogau-Untervogau-St.Veit am Vogau und Wagendorf eingerahmt. Die bis 0,5 m mächtige Humusdecke (sandiger Lehm) gibt heute fruchtbares Ackerland ab. Darunter folgen Kiese und Sande von 5 - 7 m Mächtigkeit, die wasserführend sind. Den tertiären Untergrund bildet der zum Teil harte Schluff, der bei St.Veit am Vogau zunehmend von Sand überlagert wird. Die schmale Humusdecke hat die wirtschaftliche Nutzung dieses Schotterkörpers begünstigt und zu den heute zahlreichen Schotterteichen und -gruben geführt.

1.2.2 Die holozäne Aue

Nach der Engstelle beim Kraftwerk Gabersdorf kommt es zur Ausweitung der Mur-Auen im "Leitringer Dreieck" und "Sulmspitz" westlich und über Landscha gegen Obervogau östlich der Mur.

Nach dem Auffüllen fluviatiler Sedimente in der Tiefenrinne von Obervogau ist die Mur nach der Eiszeit in ihre heutige Randlage im südlichen Leibnitzer Feld abgedrängt worden. In der Aue sind vor allem Misch-Sedimente (Sande, Schotter, gröbere Steine) zur Ablagerung gekommen. Darüber ist eine ca. 2 m mächtige Feinsanddecke sedimentiert worden und hat eine Auenlandschaft mit mehreren Flußläufen entstehen lassen. Die Überdeckung durch Feinsande variiert

PROFIL SULMSPITZ

SÜD → NORD

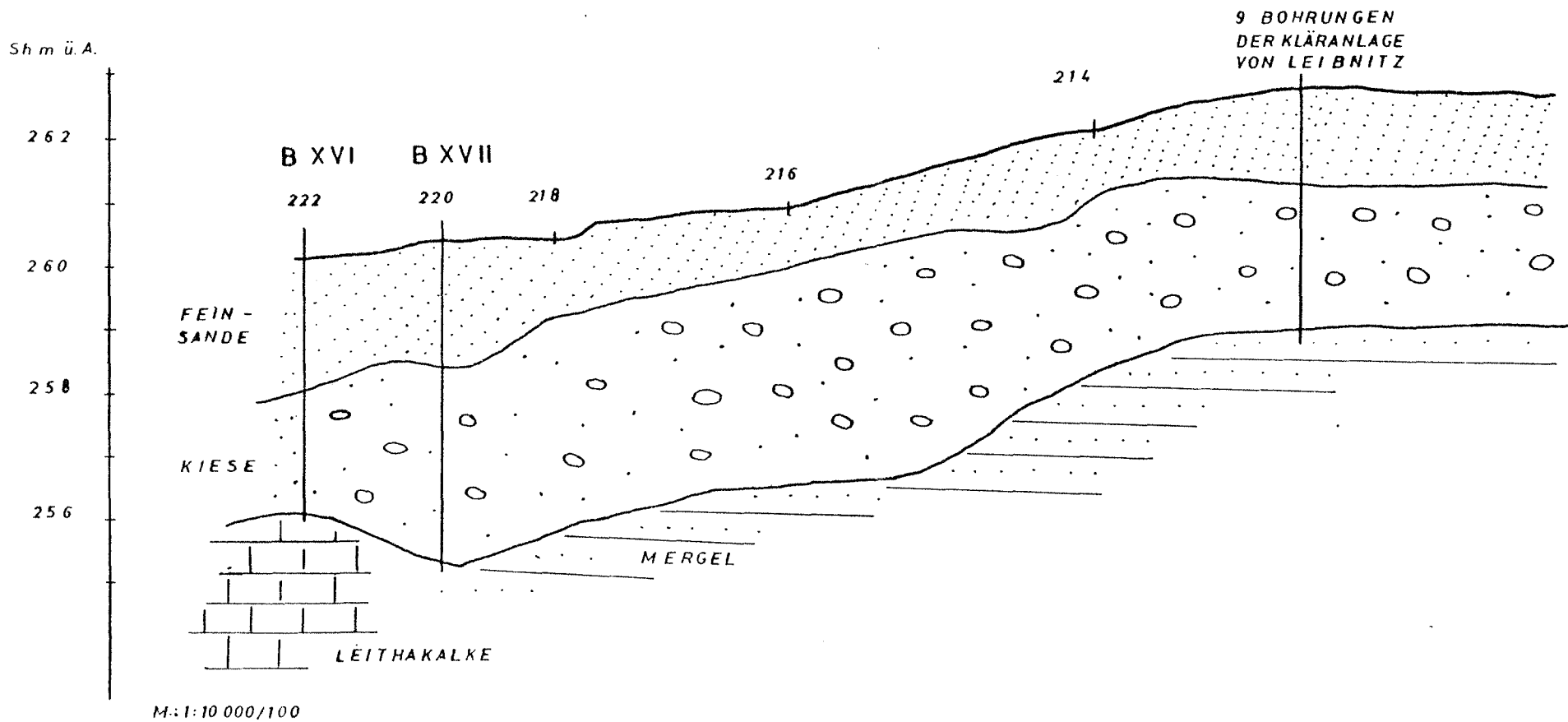
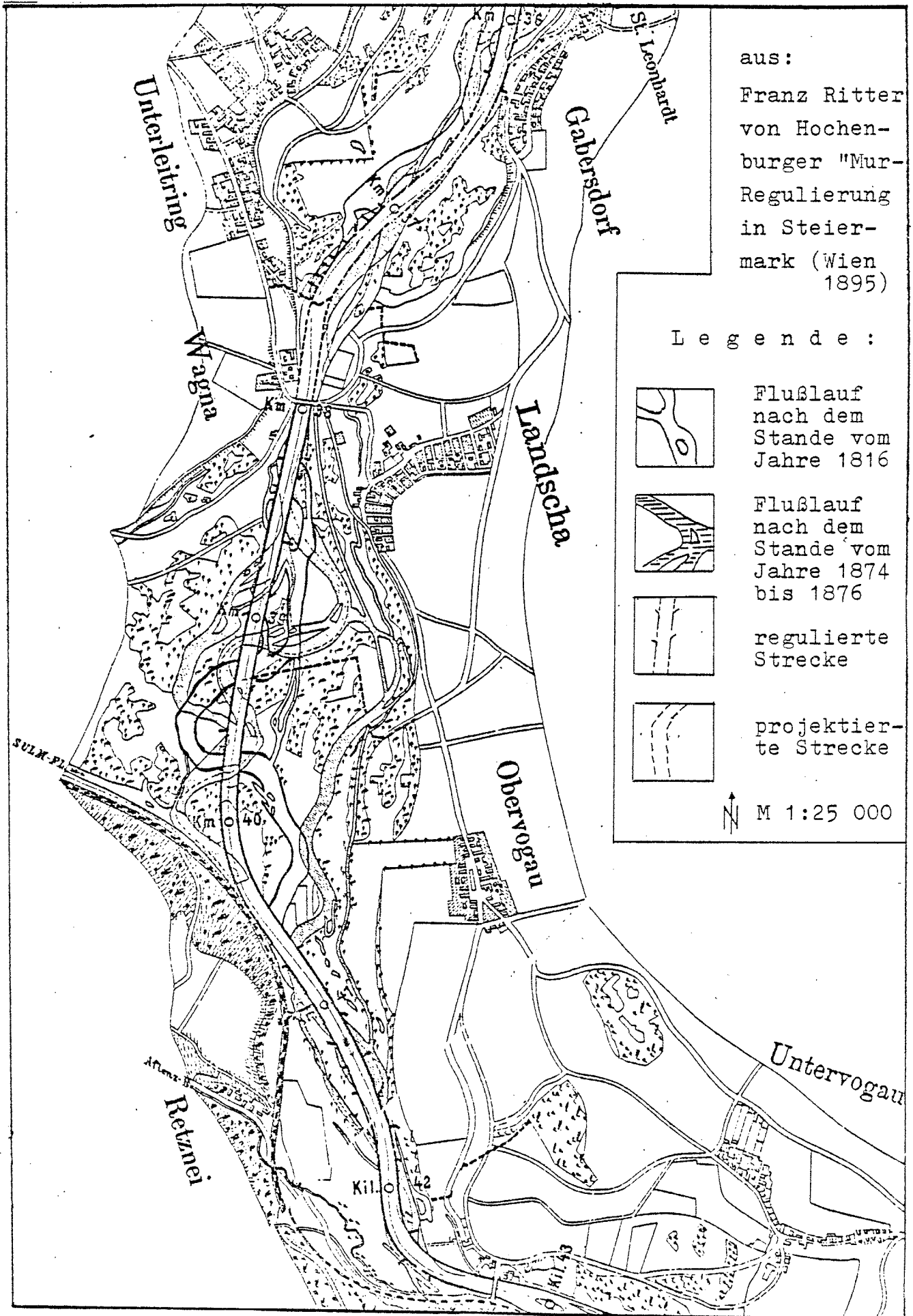


Abb. 4

H. Fessler, 1979



so nur im Bereich der Altarme, wie aus dem Aufbau des Mur-Auenbodens bei der Künette des Abwasserstranges für die Kläranlage Leibnitz im Sulmspitz eingesehen werden konnte (Abb. 4).

1.2.2.1 Die Vorfluter der Mur-Auen

In ihrem natürlichen Verlauf vor der Regulierung (1876) hat die Mur in vielen Haupt- und Nebenarmen die Mur-Auen durchflossen und bei Hochwässern überschwemmt. Franz Ritter von Hochenburger hat in seiner Veröffentlichung "Mur-Regulierung in Steiermark" (Wien, 1895) ein älteres Bild des Verlaufes der Mur bis zum Jahre 1816 ausgeschieden. Der Hauptarm ist dabei von der Landschabrücke in einer Länge von 1000 m parallel linksufrig zur heutigen Mur geflossen. Unterhalb des Flußkilometers 139 zieht dieser Hauptstrom in einem rechten, halbkreisartigen Mäander ($R = 200 \text{ m}$) in den Sulmspitz und in einem linken, parallel zur heutigen Schleife um den linken Begleitgraben im Wehrbereich herum. Mit dem Stande vom Jahre 1874 - 76 durchströmt die Mur in 3 Hauptarmen die Mur-Auen. Von Interesse ist dabei, daß nun der Erlenstegbach in seiner heutigen Anlage aufscheint. Mit der Regulierung vom Jahre 1876 - 91 ist die Mur in ihren heutigen Verlauf eingeleitet worden (Abb. 5).

Ein Blick auf den Verlauf der Gelände-Höhenlinie Sh m 260 im Sulmspitz zeigt, daß eine erste, tiefere Geländeerinne am Terrassenfuß des Dorfes Wagna entlangzieht und längs der Bahntrasse zur Sulm tendiert. Das entwässernde Gerinne 2 wird aus dem höheren Würmterrassenkörper alimentiert und zieht in einer Umfließungsrinne zur holozänen Mur-Aue aber zur Sulm ab. Die Entwässerung der Mur-Aue erfolgt im südlicheren Gerinne 1, das von den Mur-Altarmen her angereichert wird und ebenso zur Sulm hin abfließt. Denn mit

dem Einstau beim KW Obervogau ist gerade dieses Gerinne 1 mit einer Abflußmenge um 20 Liter in der Sekunde aktiv geworden.

Im linken Mur-Auenbereich liegt die tiefere Basis annähernd parallel zur Mur, nämlich entlang des Erlenstegbaches ("Alter Mühlgang der Vogaumühle", Gerinne 3). Der Erlenstegbach markiert in seinem nördlichen Verlauf den Übergang der Mur-Aue zur Würm-Niederterrasse wie auch die "Tiefenrinne des Tertiärs" (Gelände-Höhenlinie Sh m 260). Mit einer Längenerstreckung von ca. 4500 m begleitet der Erlenstegbach gleichsam als östliche Diagonale und tieferer Vorfluter die in einem Bogen fließende Mur. Daraus ist zu ersehen, daß die seit dem Jahre 1891 regulierte Mur in ihrem heutigen Verlauf eine "firstartige" Anlage zu den tieferen "traufseitig" gelegenen Grundwasservorflutern (Gerinne 1 und 3) in den Mur-Auen einnimmt.

2. DER KRAFTWERKSBAU UND DIE VERÄNDERUNGEN AN DEN STRÖMUNGSVERHÄLTNISSEN IN DER MUR

Eine gewissenhafte Aufstauüberwachung im Grundwasserbereich darf sich nicht nur auf die Grundwasserbeobachtung beschränken, sondern hat auch die Niederschläge, die natürlichen und die aus den baulichen Maßnahmen resultierenden Wasserspiegelveränderungen der Mur, die Staubeckensickerung und die Wirksamkeit von Grundwasserstabilisierungsmaßnahmen zu beachten, wenn echte Aussagen im Hinblick auf das diffizile Grundwassergeschehen möglich sein sollen. Es ergab sich daher die Notwendigkeit, zumindest all jene zahlreichen baulichen und betrieblichen Maßnahmen zu verfolgen, die auf das Grundwasser Auswirkungen haben konnten.

2.1 Bautechnische Zusammenfassung

Entgegen dem ursprünglichen Plan, die Wehranlage mitten im natürlichen Murbett zu errichten, konnten Krafthaus und Wehranlage in "trockener" Bauweise am linken Ufer errichtet werden. Baugeologische Untersuchungen (Seelmeier, 1974) hatten nämlich ergeben, daß sich an einer ins Auge gefaßten Stelle ein Leithakalkausläufer des "Retzneier Berges" in einer Tiefe von 4,5 bis 5 m unter Terrain befindet, der sich als standfestes Fundament angeboten hat. Die Aushub- und Betonierarbeiten am Tosbecken der Wehrschwelle und an den vier Wehrpfeilern konnten so kostengünstiger erfolgen. Eine Spundwand schirmte die Baugrube gegen die Mur hin ab, bis am 27. Oktober 1976 die Umleitung des Flusses in die neu erbaute Wehranlage erfolgen konnte.

Bei der Konstruktion der mit Wasser in Kontakt tretenden Bauteile konnte davon ausgegangen werden, daß das Murwasser von der chemischen Beschaffenheit her nicht betonaggressiv und infolge der vorgeschalteten Stauräume auch nicht nennens-

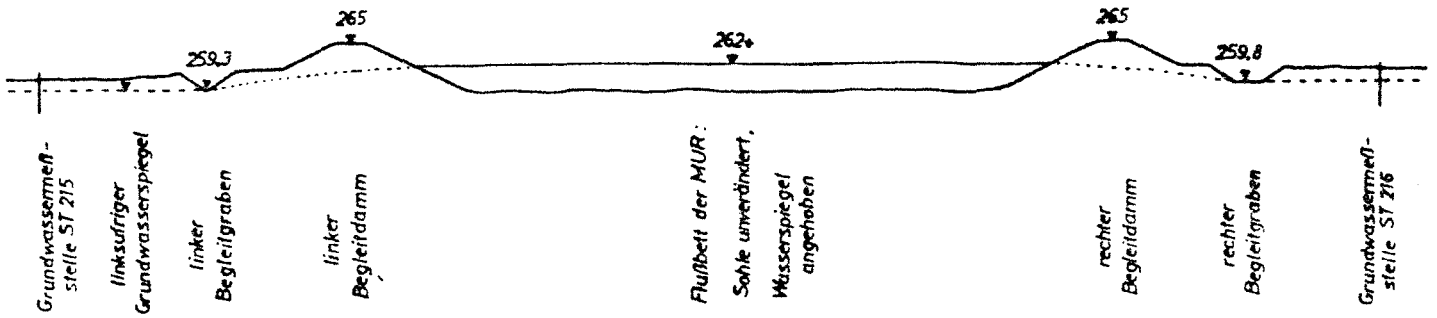
Querprofil der MUR

bei Flußkilometer 138,8 (Stauraum)
nach Fertigstellung des KW. OBERVOGAU

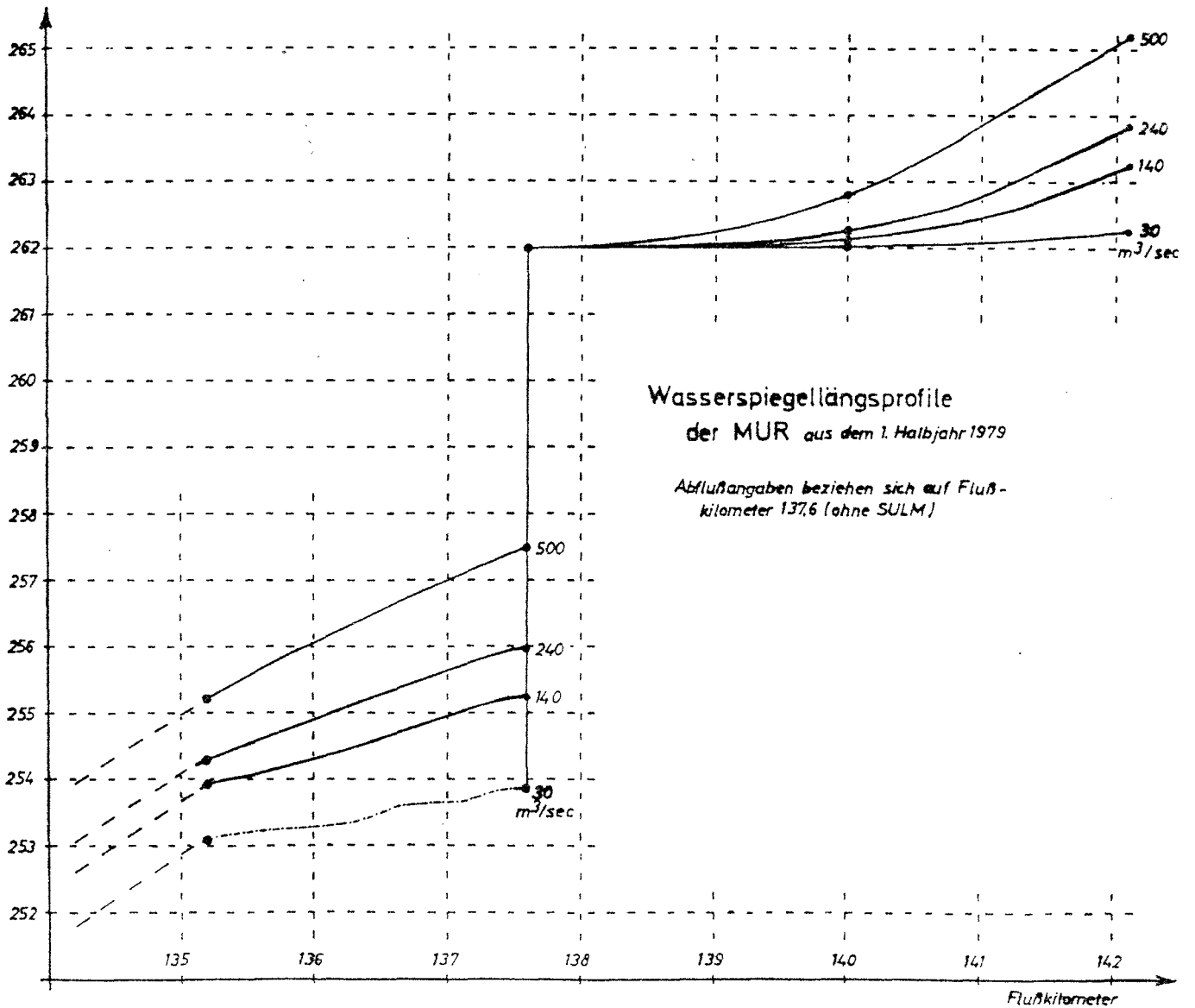
▼ Höhenkoten in m ü.A.

Maßstab 1:1000

← 10m →



Wasserspiegelhöhe
in m ü.A.



wert geschiebeführend ist, so daß Verkleidungsmaßnahmen oder die Verwendung von Sonderzementen entfallen konnten. Krafthaus und Wehranlage wurden in schlaff armierter Sichtbetonbauweise errichtet. Die Wehrpfeiler wurden zusätzlich mit einer Vertikalvorspannung versehen. Die oberwasserseitige Wehrschwelle (zugleich Kontrollgang) und die damit verbundenen Wehrpfeiler sind über Felsanker starr im Leithakalk verankert. Die drei Wehrfelder werden durch stufenlos hydraulisch anhebbare Sektorverschlüsse mit aufgesetzten, absenkbaren Klappen zur Feinregelung des Stauspiegels im Überlaufbereich abgeschlossen.

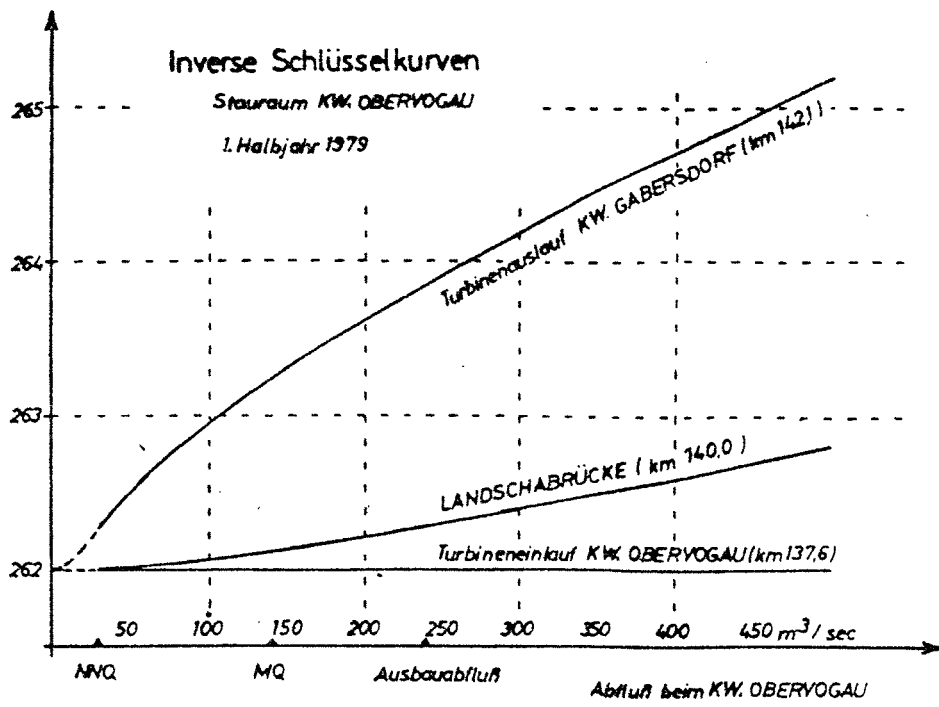
Um die zum Betrieb erforderliche Fallhöhe auf wirtschaftliche Art und mit minimalem Eingriff in die Natur zu erreichen, wurden bis ca. 2 km Länge unterwasserseitig des Kraftwerkes Flußbetteintiefungen vorgenommen, wobei das gewonnene Material unter Gewährleistung des Massenausgleiches zur Schüttung der Begleitdämme verwendet wurde. Da der Stauspiegel nur 2 - 3 m über Gelände reicht, konnte mit relativ kleinen Begleitdämmen das Auslangen gefunden werden. Die Dämme wurden auf der Wasserseite mit einer verdichteten Tegelschicht versehen und auf den letzten 100 m vor dem Kraftwerk zusätzlich durch Schlitzwände bis zum Tegel- bzw. Leithakalkuntergrund abgedichtet. Trotzdem ist bei Dämmen dieser Bauart und Größe beidseitig mit einer Durchlässigkeit von ca. 100 l/s zu rechnen, was mengenmäßig und qualitativ ohne besondere Maßnahmen vom anliegenden Grundwasserkörper nicht verkraftet werden kann. Es wurde daher als wichtigste bauliche Maßnahme zur Grundwasserstabilisierung rechts- und linksufrig je ein Dammbegleitgraben als **V o r f l u t e r** errichtet, der bei der Landschabrücke 2,3 km oberhalb des Kraftwerkes beginnt und unterhalb des Wehres in das Kraftwerksunterwasser einmündet. Seine Hauptaufgabe ist die Ableitung des durch Dämme und Flußsohle sickern den Murwassers. Er muß aber auch in der Lage sein, im Falle katastrophaler örtlicher Niederschläge den

Hochwasserabfluß seines Einzugsgebietes bis zum Ende der Begleitdämme zu transportieren und dort der Mur zuzuführen. Als ergänzende Maßnahme zum Bau der Begleitgräben erwies sich die Reaktivierung des Erlenstegbaches am linken und des Gerinnes 1 am rechten Ufer als erforderlich. Das wasserbauliche System im Stauraum mit der Lage der Begleitgräben und der begleitgrabennahen Grundwassermeßstellen kommt in einem maßstabgetreuen Querprofil auf Höhe der Grundwassermeßstellen 215 und 216 zur Darstellung (Abb. 6a).

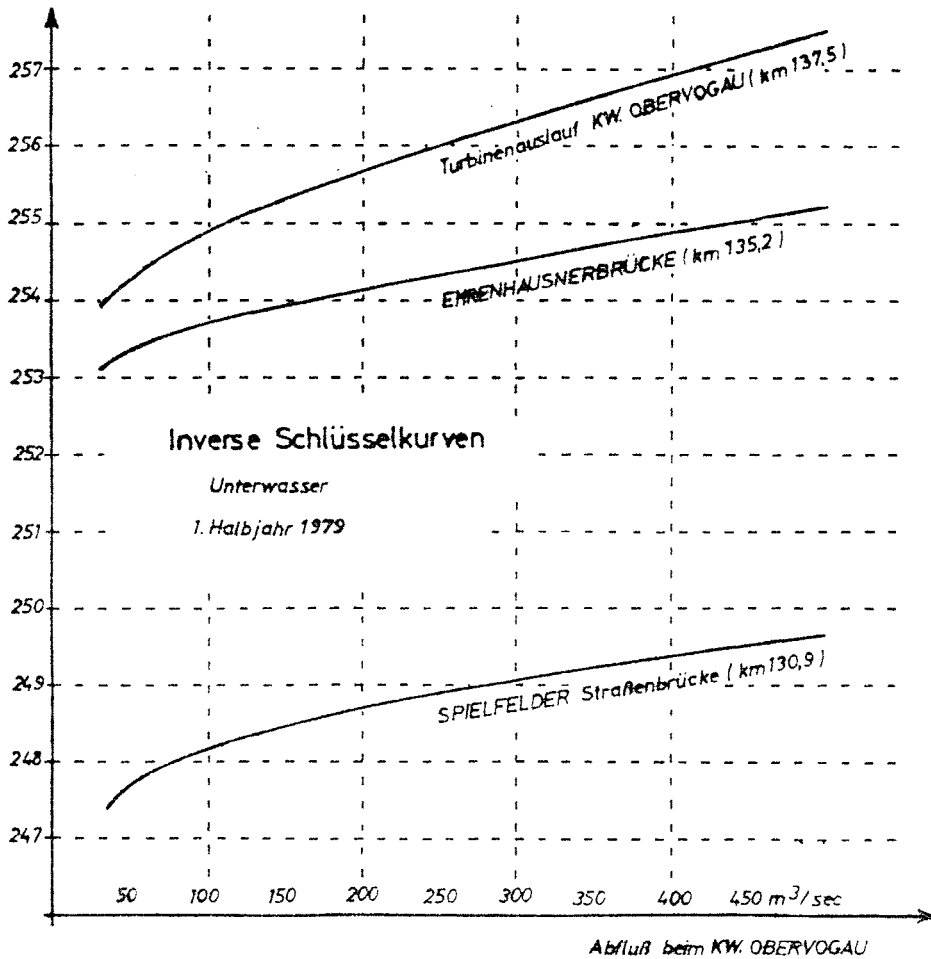
2.2 Die Längsprofile des Murwasserspiegels

Die Wasserspiegellängsprofile der Mur beim Kraftwerk Obervogau bei NNQ ($30 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Oberwasser, $32 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Unterwasser nach Einmündung der Sulm), bei MQ ($140 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Oberwasser, $156 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Unterwasser), bei der Ausbaufleße von $240 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Oberwasser ($260 \text{ m}^3/\text{sec.}$ im Unterwasser) und bei $500 \text{ m}^3/\text{sec.}$ aus der ersten Jahreshälfte 1979 geben einen überschlägigen Überblick über die Wasserspiegelhöhen in Metern über Adria und ihre Schwankungsbreite als Funktion von Ort und Abfluß (Abb. 6 b). Der Mur-nahe Grundwasserspiegel liegt durchwegs auf fast gleicher Höhe und folgt den Schwankungen des Murwasserspiegels (lokale Ausnahme: "Ehrenhausner Viertel"). Nur im Bereich der Begleitgräben, die sich als wirksame Vorfluter zwischen Grundwasser und Mur schieben (Fluß-km 137,7 - 140), wird der Grundwasserspiegel gegen den Einfluß der Mur abgeschirmt. Es lassen sich aus dieser Darstellung aber auch das energiewirtschaftlich nutzbare Gefälle und die Eigenschaften des Flußbettes abschätzen. Auffallend ist der Knick des NNQ-Längsprofiles unterhalb der Ehrenhausner Brücke zum Verlauf der Flußsohle. Als Grundlage für die Wasserspiegellängsprofile dienten die kontinuierlichen Betriebsaufzeichnungen bei den KW Gabersdorf und Obervogau,

Wasserspiegelhöhe
in m.ü.A.



Wasserspiegelhöhe
in m.ü.A.



die wöchentlich einmaligen Ablesungen des Pegels Landschab-
brücke, die wöchentlich dreimaligen Ablesungen des Pegels
Ehrenhausnerbrücke und die Daten des Schreibpegels Spiel-
feld der Hydrographischen Landesabteilung aus der ersten
Jahreshälfte 1979. Dieser Zeitraum erwies sich wegen sei-
nes breiten Spektrums an Abflußwerten als besonders geeig-
net. Wegen der begrenzten Übereinstimmung verschiedener
Meßdaten an sich und des unkontrollierbaren Störeinflusses
durch zu- und abgehende Mühlgänge, Zugänge von kleinen Bä-
chen, wurde auf Verfeinerungen verzichtet, die in der Streu-
ung untergegangen wären. Die Sulm wurde für den begrenzten
Zweck der Darstellung mit einem Proportionalitätsfaktor von
11,7 % in Rechnung gestellt, der Weißenegger Mühlgang mit
dem Stiefingbach hingegen mit einem Festbetrag von $8,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.
Als Funktion dieses Abflusses wurden nun die zugehörigen
Wasserspiegelhöhen an 3 Punkten des Oberwassers und 3
Punkten des Unterwassers aufgetragen und durch die Punkt-
wolken Ausgleichskurven gezeichnet. Die inversen Schlüsselkur-
ven kommen ebenfalls zur Darstellung (Abb. 7). Der digitale
Pegel beim Turbineneinlauf des KW Obervogau bleibt zentime-
tergenau auf Sh 262,00 m ü.A. konstant. Der Wasserspiegel
bei der Landschabbrücke liegt im Rückstaubereich und zeigt
dementsprechend auch einen konkaven Krümmungsverlauf bei
nur schwacher, aber rasch zunehmender Reaktion auf höheren
Abfluß. Hingegen weist der im Eintiefungsbereich liegende
Wasserspiegel beim Turbinenauslauf vom KW Gabersdorf nur
mehr im untersten, theoretischen Abflußbereich konkav ge-
krümmten, also staubeeinflußten Funktionsverlauf auf. Bei
den in der Praxis auftretenden Abflüssen ergibt sich das
Diagramm einer natürlichen Strömung bei geringem Gefälle.
Ein bis auf den untersten Bereich identisches Bild nur mit
geringfügig größeren Schwankungen und einer Verschiebung um
8 m, bietet der Wasserspiegel beim Turbinenauslaß des KW

Obervogau. Durchgezeichnet sind auch die Wasserspiegellinien der im Einflußbereich des natürlichen, stärkeren Gefälles liegenden Pegel Spielfeld und Ehrenhausner Brücke (Knickstelle), wo ansonsten vergleichbare Verhältnisse bezüglich Flußbettbreite und Sohlbeschaffenheit vorhanden sind. Sie verlaufen wesentlich flacher. Um einen zahlenmäßigen Vergleich zu finden, sei angegeben, daß im ersten Halbjahr 1979 eine Abflußveränderung beim Kraftwerk Obervogau von 100 auf 400 m³/sec. mit folgenden Änderungen der Wasserspiegelhöhen in cm verbunden war:

	Wasserspiegelhöhen in cm
Turbinenauslauf Gabersdorf:	180
Landschabrücke:	55
Turbineneinlauf Obervogau:	0
Turbinenauslauf Obervogau:	200
Ehrenhausner Brücke:	108
Spielfelder Brücke:	122

2.3 Zweck und Wirkung der Begleitgräben

Als Folge von Flußregulierungsmaßnahmen in diesem und vorigen Jahrhundert und häufig nachfolgender, weiterer Selbsteintiefung der Grundwasservorfluter kam es bisweilen in ehemals vernästen Auenzonen zur Absenkung des Grundwasserspiegels in der Größenordnung von mehreren Metern (Traun bis ca. 7 m). Dies führte zur sogenannten Versteppung der Auen, da die Wurzeln zahlreicher, typischer Auwaldbäume nicht mehr

bis zum Grundwasser gelangen konnten. In diesen Fällen ist der Einbau von Stauräumen ohne begleitenden Vorfluter im Zusammenhang mit Kraftwerksbauten ein mitunter auch von Ökologen begrüßtes Mittel, um den Grundwasserspiegel wieder um einige Meter anzuheben. Wenn es die Siedlungen zulassen und die Trinkwasserqualität nicht gefährdet wird, kann man oftmals daher auf einen Begleitgraben verzichten. Übliche Agrarpflanzen können bekanntlich ihren Wasserbedarf nur aus dem kapillar gut leitfähigen, obersten Anteil der Deckschichte beziehen und bleiben daher von der Lage des nach oben hin praktisch isolierten, freiaufspiegelnden Grundwassers im grobporigen Aquifer ohnehin unberührt, sofern das Grundwasser nicht direkt mit der Oberschichte kontaktiert.

Auf der nunmehr eingestauten Murstrecke von Landscha bis zur Wehranlage des Kraftwerkes Obervogau war jedoch auf einen Begleitgraben kein Verzicht möglich.

Die Regulierung im vorigen Jahrhundert führte zu keiner wesentlichen Absenkung, was durch zahlreiche, grundwassererfüllte Mur-Altarme rechts- und linksufrig bewiesen wird. Die Mur wirkte auf diesem Teilstück zumindest nicht als Grundwassersenke, sondern es herrschten im Mittel sogar effluente Verhältnisse. Linksufrig war die Situation derart, daß bereits vor dem Aufstau gewisse Mengen aus der Mur stammenden Wassers sich mit reinem Grundwasser mischten und in Richtung der Grundwasser-Tiefenrinne von Obervogau abfloß. Der knapp westlich von der Tiefenrinne liegende Erlenstegbach übernahm im Bereiche des Unterlaufes eine dauernde und bei hohen Grundwasserständen im Bereich des Oberlaufes eine vorübergehende Vorfluterfunktion und unterband daher mehr oder weniger wirksam den Mischwasserstrom zur Tiefenrinne. Ein tief eingeschnittener und in gutem Kontakt zum Grundwasserkörper stehender Vorfluter

fehlte jedoch. Der ganze linksufrige Auenbereich, insbesondere direkt an der Mur, war durch seichte Lage des Grundwasserspiegels gekennzeichnet. Zahlreiche Gräben waren vorübergehend oder ganzjährig mit Grundwasser gefüllt; die Wege lagen örtlich nur knapp über dem Grundwasserspiegel. Eine wesentliche Anhebung des Grundwasserstandes war daher allein schon deswegen nicht zulässig.

Am rechten Ufer des Staubereiches, dem sogenannten Sulmspitz, ergab sich nur im nördlichen Teil ein geringes Gefälle zur Mur hin, dem allerdings ein Oberflächengefälle im Verlauf der Gerinne zur Sulm hin gegenübersteht. Der Grundwasserspiegel lag bereits vor dem Aufstau sehr seicht und ragte großflächig über Terrain. Es mußte daher auch am rechten Ufer ein Vorfluter geschaffen werden, der in diesem Fall sogar eine mehrfache Aufgabe hatte. Es mußte nicht nur das durch Begleitdamm und Sohle sickernde Wasser der Mur abgeführt werden, sondern auch das ursprünglich zur Mur hin abströmende Grundwasser. Für den Fall katastrophaler Niederschläge am Ort selbst wurde der rechte Begleitgraben für mögliche Abflüsse von etwa $6 \text{ m}^3/\text{s}$ bemessen, der mit der Einleitung des Forellenbaches auch das "Leitringer Dreieck" mitentwässert.

Zum Zeitpunkt der Projektierung der Begleitgräben war wohl die Grundwasserhöhe entlang des Ufersaumes durch Messungen aus dem Jahre 1975 bzw. der Niederwasserstand im Jänner 1976 bekannt, doch richtet sich die Sohlhöhe nicht streng nach dem jeweiligen örtlichen mittleren Grundwasserstand. Das Sohlenlängsprofil wurde vielmehr höhenparallel zu den Uferstraßen festgelegt, was besonders am linken Ufer zu einem etwas geringeren Gefälle als dem des Grundwasserprofils führte. Das wirkt sich so aus, daß hier das ufernahe Grundwasser bei den nördlichen Meßstellen (211) auf einem relativ niedrigeren Niveau gekappt wird als bei den fluß-

abwärtsgelegenen (221). Das nicht regelmäßige Gefälle des Grundwasserlängsprofils und bauliche Toleranzen sind weitere Faktoren, die zur Folge haben, daß verschiedenartige Auswirkungen des Begleitgrabens auf die örtlichen Grundwassermeßstellen auftreten.

Nachfolgend wird versucht, anhand einer statistischen Bearbeitung der Spiegelhöhen aus der Phase stabilen Betriebes bei Vollstau (Jahresintervall mit 52 Stützpunkten vom 2.5. 1978 bis 24.4.1979) die Wirkungsweise des Begleitgrabens zahlenmäßig zu erklären. In diesem Zeitraum traten keine baubedingten Stauspiegelschwankungen oder sonstige Veränderungen am wasserbaulichen System des Stauraumes mehr auf. Die Selbstdichtung der Dämme, der Abfluß in den Begleitgraben und der begleitgrabennahe Grundwasserspiegel erreichen bereits weitgehend stationäre Werte.

Daten des Begleitgrabens, bzw. des Wasserspiegels im Begleitgraben (linksufrig und rechtsufrig):

	S o h l h ö h e (Kontrollmessung nach Fertigstellung)	W a s s e r s p i e g e l	
linksufrig	Sh m ü.A.	arithmet. Mittelwert	Standard- abweichung
B-211	260,18	260,30	<u>±</u> 1,6 cm
B-213	259,74	259,91	1,57
B-215	259,14	259,31	1,99
B-219	keine Meßstelle		
B-221	258,26	258,50	1,94
rechtsufrig			
B-214	ca. 260,25	260,43	3,36
B-216	259,64	259,78	3,26
B-218	259,05	259,16	2,60
B-222	257,95	258,04	2,80

Daten des begleitgrabennahen Grundwassers

Grundwasserspiegel

	arithmetischer Mittelwert	Standard- abweichung
Rohrbrunnen		
	Sh m ü.A.	
linksufrig		
211	260,39	+ 2,75
213/0	259,98	3,80
215	259,31	3,95
219	258,87	3,75
221	258,53	2,92
rechtsufrig		
214	260,47	4,30
216	259,78	2,99
218/0	259,24	3,89
222	258,11	6,23

Spiegelhöhendifferenzen der Meßstellenpaare

Rohrbrunnen			Rohrbrunnen
	linksufrig		rechtsufrig
		cm	
211	ca. 9		ca. 7 214
213	7		0 216
215	0		8 218
221	3		7 222

Aus vorstehender Tabelle der Meßstellenpaare (Grundwasser- zu Begleitgrabenmeßpunkt) kann die Überhöhung des Grundwasserspiegels gegenüber dem Wasserspiegel im Begleitgraben ersehen werden.

Die ermittelten Standardabweichungen von den mittleren Begleitgrabenspiegelhöhen sind von sehr geringer Höhe. Sie sind besonders beim rechten Begleitgraben hauptsächlich auf Schwankungen des Verkrautungszustandes (periodische Entfernung von Pflanzen und Fremdkörpern) zurückzuführen. Die Schwankungen des Abflusses im Begleitgraben spielen wiederum praktisch nur im rechten Begleitgraben eine Rolle (Wasserführung des Forellenbaches). Sie können aber wegen der sehr geringen Wassertiefe nur mit einem kleinen Beitrag als Wasserspiegelschwankung zu Buche geschlagen werden.

Wie die Darstellung der näherungsweise Spiegelhöhendifferenzen unter derzeit bereits weitgehend stabilisierten Verhältnissen zeigt, ergab sich in allen Fällen ohne erkennbare Ausnahme der erwartete Zustand, daß der Grundwasserspiegel nur um wenige cm höher liegt als der Wasserspiegel im Begleitgraben. Die Schwankungen in der Größenordnung von einigen Zentimetern dürften auf unterschiedliche Setzung innerhalb der Meßstellenpaare (Begleitgraben- und Grundwassermeßstelle) nach der Höhenbestimmung, auf unterschiedliche Positionierung der Meßstellenpaare, auf Inhomogenitäten im kleinen Bereich, auf Toleranzen im Nivellement u.a. zurückzuführen sein.

3. DAS GRUNDWASSER

Die naturräumliche Lage der Grundwasserkörper

Auf Grund des Stufenaufbaues der Terrassen und der tieferen Basis im Grundwasserkörper der Aue ist zu erwarten, daß verschiedene Grundwasserströme vorhanden sind.

In der Hauptflur der Würm-Terrasse ist der Grundwassergang von der geologischen Situation und von der Alimention des Grundwassers bestimmt. So wird das Grundwasser in den Terrassen des rechten Murbereiches von JÖB bis Wagna vom Niederschlagsdargebot, von der Anspeisung aus dem Karstwasserkörper der Leithakalke und von den Vorflutern der Laßnitz und Sulm beeinflusst.

Östlich der Mur lagern die Terrassen im Stufenaufbau den mergeligen Tonen auf, wo das Ausmaß der Grundwasserbewegungen weitgehend vom einsickernden Niederschlag beeinflusst wird.

Der tiefere Grundwasserkörper im Bereich der Niederterrasse und Mur-Auen hat nun neben dem Zustrom aus den höher gelegenen Terrassen noch die In- und Effluenz der Vorfluter Mur und Sulm als beeinflussende Indikatoren.

Der Niederschlag

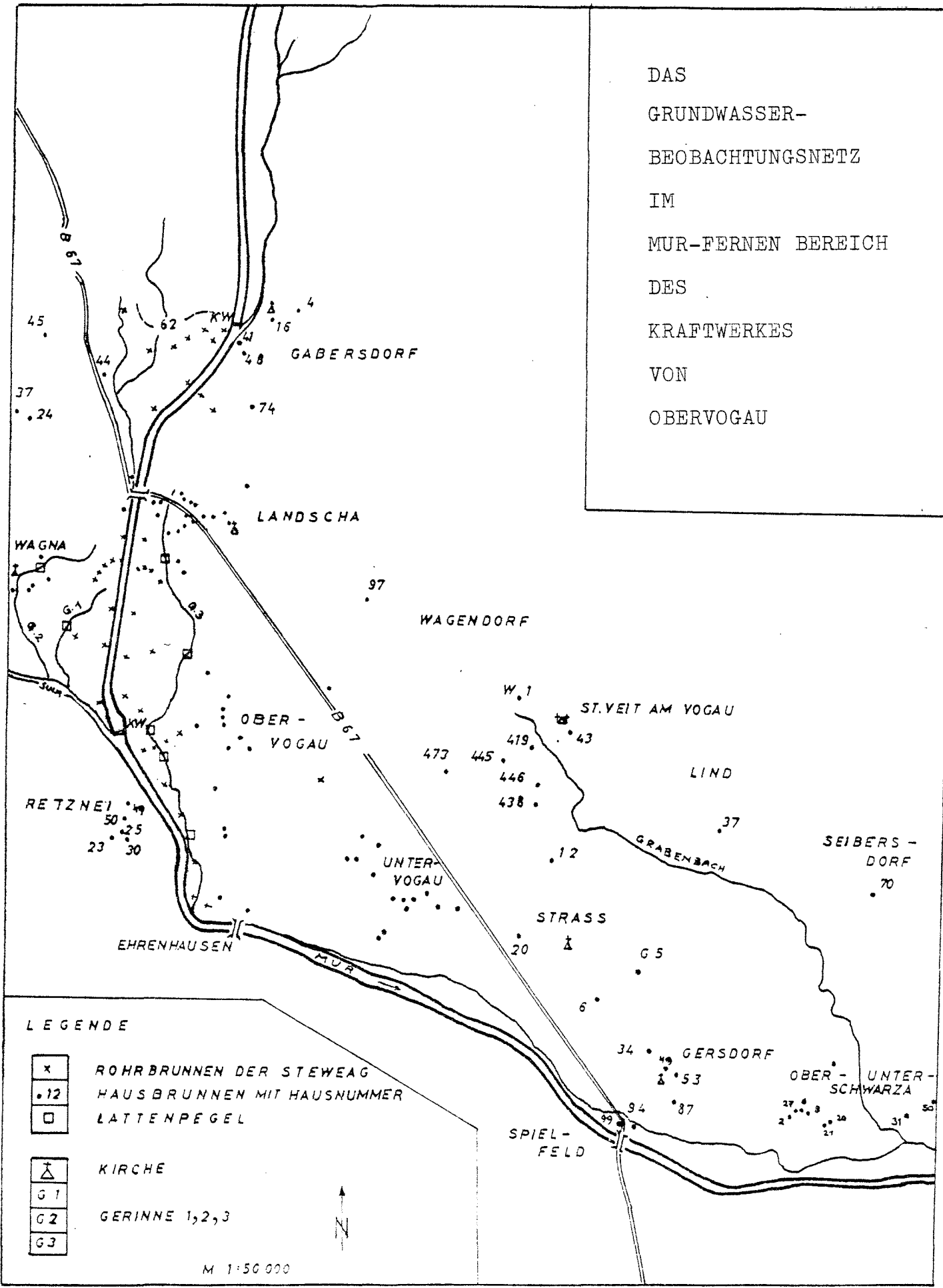
Für das südliche Leibnitzer Feld ermöglicht die meteorologische Meßstation Leibnitz seit dem Jahre 1901 die Erfassung der Niederschlagswerte. Dabei fallen die Jahre 1976 - 78 eher als niederschlagsarme Jahre heraus, wobei die Sommer- und Herbstmonate trocken bleiben. In der Grundwasseranreicherung stellen die Niederschläge das natürliche Dargebot dar. So führen die minimalen Niederschlagshöhen in der zweiten Jahreshälfte 1977 zum steti Grundwasserspiegels von Landscha, Ober- und Untervogau.

Tabelle 1: Die Niederschlagshöhen von Leibnitz der Jahre 1976-78 im Vergleich zum langjährigen Mittel 1901-70 in Millimeter

	1976	1977	1978	1901-70
Jänner	9	61	36	42
Februar	37	54	23	41
März	29	37	46	50
April	62	50	87	71
Mai	92	59	66	92
Juni	17	85	133	120
Juli	134	90	174	114
August	36	97	47	114
September	85	46	55	93
Oktober	90	13	25	86
November	63	43	37	73
Dezember	92	24	12	57
Gesamt:	746	659	741	943

=====

DAS
GRUNDWASSER-
BEOBACHTUNGSNETZ
IM
MUR-FERNEN BEREICH
DES
KRAFTWERKES
VON
OBERVOGAU



3.1 Das Grundwasserbeobachtungsnetz

Zur Erfassung der verschiedenen Grundwasserbereiche wurde vom Bahnhof Leibnitz über Leitring, Wagner, Landscha, Ober- und Untervogau, Straß, Gersdorf, Ober- und Unterschwarza ein weites Grundwassermeßstellennetz eingerichtet. Die Messungen des Wasserstandes erfolgten an 2 Wochentagen, dem Montag und Donnerstag, bei feiertagsbedingten Verschiebungen tags darauf. Mit der Kennziffer 38.. wird auf die amtliche Benennung des weitmaschigen Meßbrunnennetzes der Hydrographischen Landesabteilung im südlichen Leibnitzer Feld verwiesen. Dem kleineren Netz mit 38 Meßstellen westlich der Mur steht östlich ein größerer Beobachtungsraum von 108 Meßstellen zur Verfügung. In die Beobachtungen wurden 7 Lattepegel an den Grundwassergerinnen und 2 an der Mur miteinbezogen. Ebenso standen die laufenden Aufzeichnungen der Schreibpegel Landscha und Spielfeld sowie die Durchflußmengen bei den Kraftwerken Gralla und Gabersdorf zur Verfügung.

3.1.1 Die Grundwasserbrunnen der Würm-Terrasse von Leibnitz-Wagner und Gabersdorf-Wagnersdorf

Die Schwankungen des Grundwassers sind in der direkten Beziehung zur Niederschlagshöhe gekennzeichnet. So folgt dem Grundwasseranstieg, hervorgerufen durch die Regenfälle im Februar 1977, ein stetiger Rückgang des Grundwasserspiegels im laufenden Trockenjahr bis zum Tiefstand im Februar 1978. Mit den einsetzenden Niederschlägen im Frühjahr und Sommer 1978 kommt es zum Grundwasserhochstand in der letzten Juliwoche.

Die Meßbrunnen im Würmterrassenschotter sind durchwegs Hausbrunnen und sind zum großen Teil noch im Beobachtungsnetz der Hydrographischen Landesabteilung, deren Kennziffer in Klammer angeführt wird.

Die Hausbrunnen werden mit der Ortsadresse bezeichnet, und zwar für:

Leibnitz	Ln	Straß	St
Leitring	Lr	Gersdorf	G
Wagna	W	Oberschwarza	Os
Gabersdorf	Gd	Unterschwarza	Us
Wagendorf	Wd	St.Veit am Vogau	V
Landscha	L	Seibersdorf	S
Obervogau	OV	Lind	Li
Untervogau	UV	Retznei	R

Die Hausbrunnen auf der Würm-Terrasse von Leibnitz-Wagna:

Lr 45 (38 18/3), Lr 44 (3820), Lr 24 (28 20/4), Lr 37 (38 20/6), Hausbrunnen "Bahnwärterhaus" (3826), W 126 (3838), Marburgerstraße 223 (3830) Wagna, W 19 (3832)

Die Hausbrunnen aus der Würm-Hauptterrasse von Gabersdorf-Wagendorf:

G 4 (3817), G 16, G 41 (3821), G 48, G 74, Wd 97 (3831), Wd 1 (38 35/1), V 1 (3841/1), Li 37 (38 43)

3.1.2 Die Grundwasserbrunnen auf der Würm-Niederterrasse von Landscha bis Straß

Ein dichtes Netz von Meßstellen wurde in den bäuerlichen Siedlungen Landscha, Ober- und Untervogau, Straß, Gersdorf, Ober- und Unterschwarza eingerichtet. Die Lage dieser Dörfer befindet sich am Terrassenrand zur tieferen und bei Hochwasser überschwemmten Mur-Aue.

Durch den Rückstau aus der überfluteten Mur-Aue ist der Terrassengrundwasserkörper oft über Terrain ausgetreten und hat die bäuerlichen Gehöfte unter Wasser gesetzt.

Die Hausbrunnen von Landscha:

4 A, 4 B, 55, 54, 30, 34, 36, 43, Gd 85 (38 23/2), 25, 26, 23, 20, 18/19, 16, 10, 9 (3825)

Die Hausbrunnen von Obervogau:

39 (=Steweag 219/1), 35, 42, 44 (38 31/5), 151, 51, 10, 2, 67, 84 und Bohrbrunnen 229/1 der Steweag

Die Hausbrunnen von Untervogau:

327 (3837), 365, 22, 226 (38 39/1), 238, 247, 267, 271, 256, 279, 307, 317, 324

Die Hausbrunnen von Untervogau-"St.Veiter Viertel":

478 (3835), 445, 419 (38 41/2), 446, 438, 12 (38 41/6)

Die Hausbrunnen von Straß:

20 (38 41/5), 6 (38 45/5)

Die Hausbrunnen von Gersdorf:

5 (3845), 34, 49 (3849), 50, 53

Die Hausbrunnen von Oberschwarza:

2 (3851), 27, 6, 8, 20, 21

Die Hausbrunnen von Unterschwarza:

31 (3859), 50

- siehe Abb. 8.

3.1.3

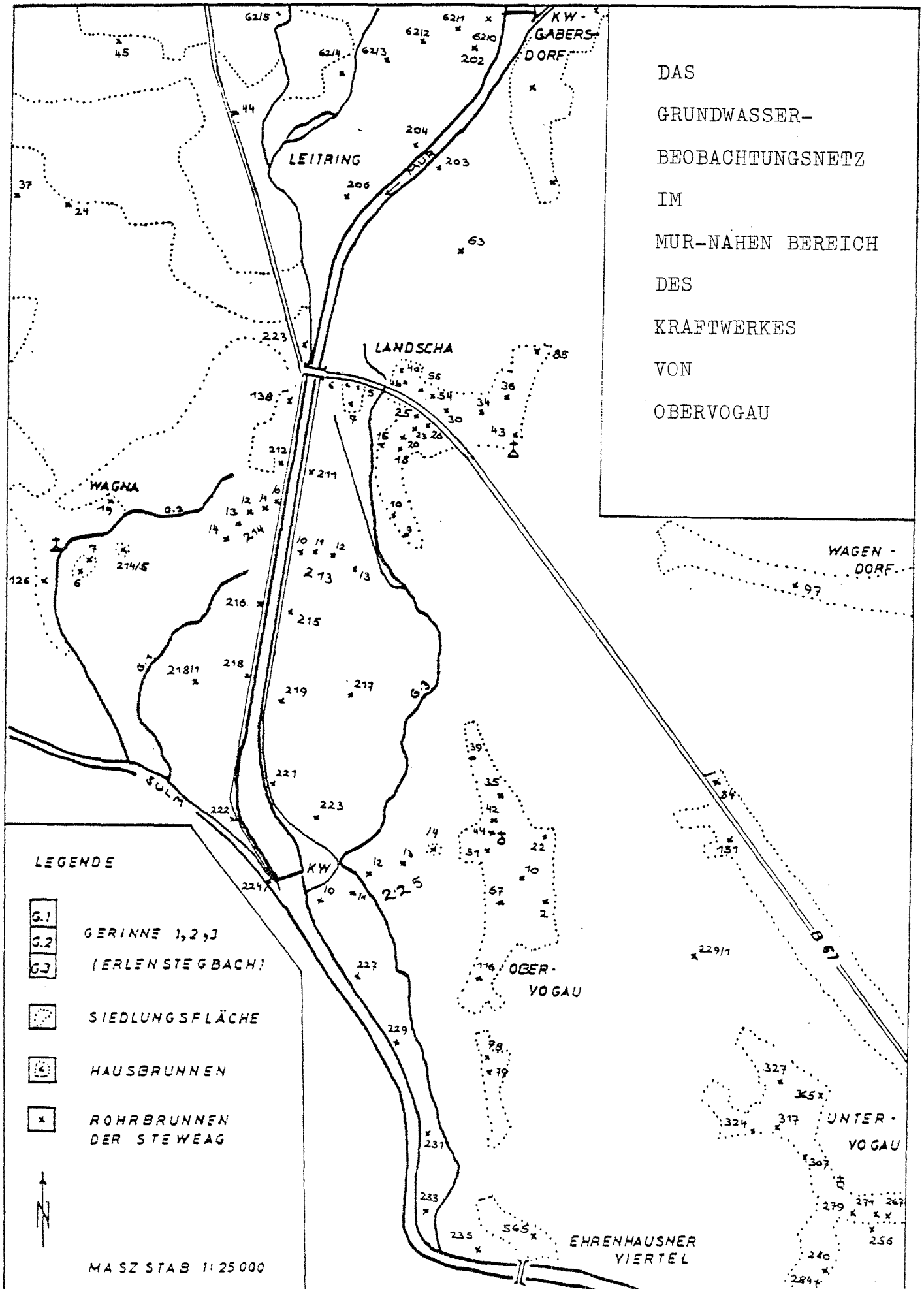
Die Grundwasserbrunnen in der Mur-Aue

Von der Stauwurzel - im Unterwasser des Kraftwerkes Gabersdorf - bis zum Wehr des Kraftwerkes Obervogau fließt die Mur in ihren jüngsten Talsedimenten, die in ihrem pflanzlichen Bewuchs, den Baum-Graskulturen, einen eigenen Lebensraum darstellen. In dieses stetige Inundationsgebiet der Mur hat die Steweag ein dichtes Beobachtungsnetz von Meßbrunnen eingerichtet, um die möglichen Veränderungen im Grundwasserkörper feststellen zu können. Denn mit dem Steigen und Fallen des Murwasserspiegels ist der Grundwasserkörper in den Mur-Auen vor der Regulierung angefüllt und entleert worden. Diese Wechselwirkung des Vorfluters mit dem Grundwasserkörper ist mit der Einleitung der Mur in ihr heutiges Bachbett und der nachfolgenden Verlandung der alten Gerinne im oberflächennahen Bereich gemindert worden. Zu einer weiteren Minderung der kommunikativen Beeinflussung hat die zunehmende stoffliche Belastung der Mur und die damit verbundene Abdichtung des Murbettes geführt. Die Abdichtung wird jedoch wieder unwirksam, wenn die Schwebestoffe (Kiese, Schotter, Sande) der Hochwässer die Silhaut aufreißen oder abtragen.

Die Ausführung der Meßbrunnen erfolgt in korrosionsgeschützten 2" Rohren, die bis 1,5 m über Terrain herausstehen, mit einem verschließbaren Deckel am Abstichpunkt. In den grundwasserführenden Schichten sind die Rohre zwecks gleichmäßigen Durchströmens perforiert. Im rechten Muruferbereich sind 21 solcher Rohrbrunnen, im linken 23 Meßstellen installiert worden, die insgesamt mit den Hausbrunnen ans geodätische Nivellement angeschlossen worden sind (Abb. 9).

Die Rohrbrunnen in der rechten Mur-Aue:

Stauwurzel: 62/0, 62/1, 62/2, 62/3, 62/4, 62/5, 202, 204, 206



Staubereich: 212, 214/0, 214/1, 214/2, 214/3, 214/4, 216,
218, 218/1, 220 (zerstört), 222, 222/1 (zer-
stört), 224

Hausbrunnen: W-Hochweg 15, "In der Küh-Au"
6 und 7, Marburgerstraße 138

Die Rohrbrunnen in der linken Mur-Aue:

Stauwurzel: 63, 203

Staubereich: 211, 213, 213/0, 213/1, 213/2, 213/3, 215,
217, 219, 221, 223, 225/0, 225/1, 225/2,
225/3

Hausbrunnen: 209 (L 6), L 5 (38 23/1), L 7,
225/4 (3829=OV 50)

Unterwasser: 227, 229, 231, 233, 235

Hausbrunnen: OV 116, OV 78 (38 33/5), OV 79,
UV 562, UV 565 (38 37/1),
UV 280, UV 284 (3839)

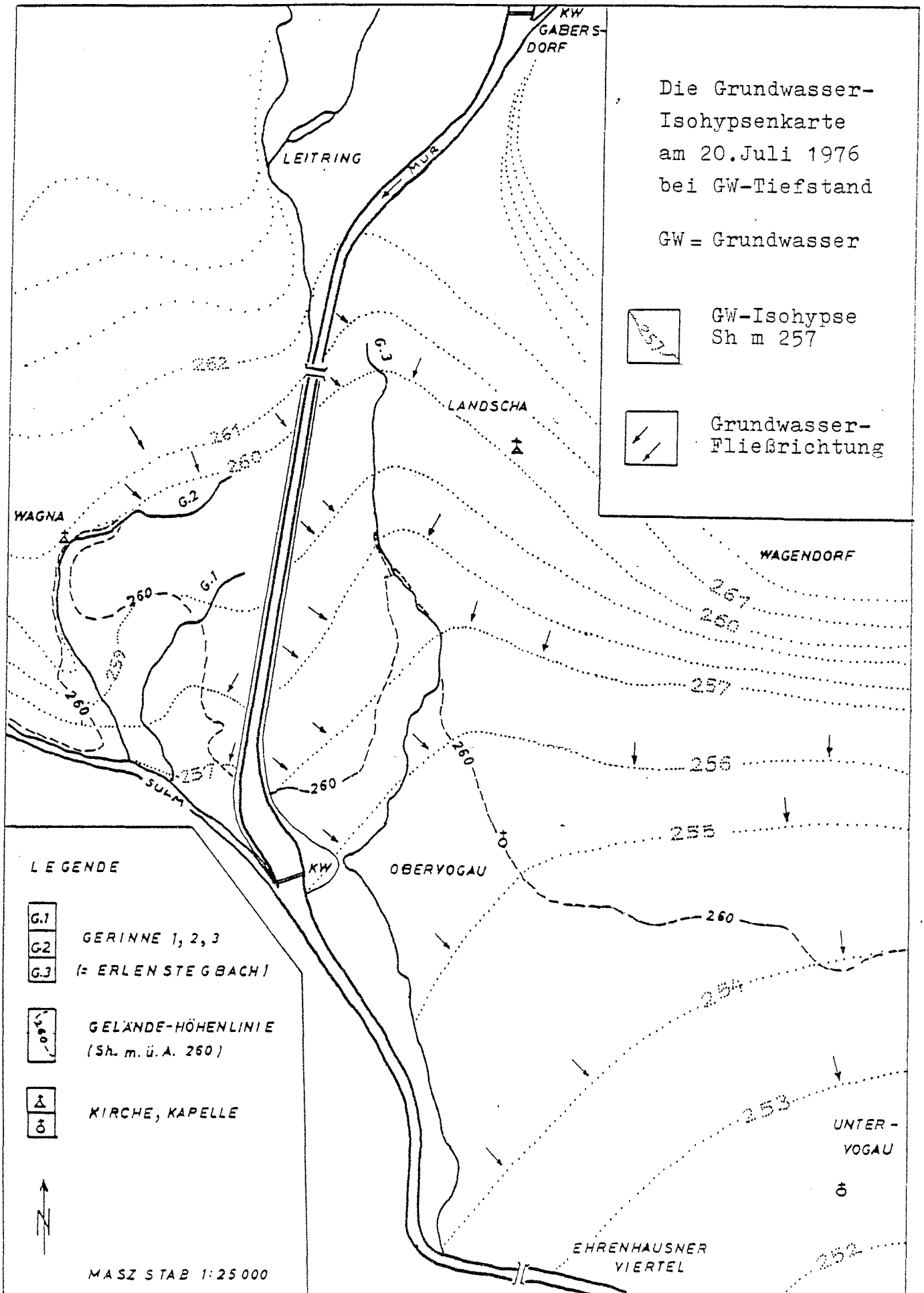
Im Tal des Retzneibaches sind einzelne Hausbrunnen, meist
im Karst der Leithakalke gelegen, ins Meßnetz miteinbezo-
gen worden: 228/0 (R 49), 228/1 (R 50), 228/2 (R 25/26),
228/3 (R 23) und 228/4 (R 30)

3.2 Die Mächtigkeit des Grundwasserkörpers und seine Überdeckung

Die Mächtigkeit eines Grundwasserkörpers wird von mehreren Komponenten bestimmt. Ein erstes Kriterium sind die gemeinsamen jahreszeitlichen Bewegungen, deren Ausmaß wiederum vom Niederschlag, von der Grundwassersohle und von der Mächtigkeit des Grundwasserleiters, vom Einzugsgebiet und von den Vorflutern beeinflusst wird. Die Nähe eines Gerinnes kann kleinere Schwankungen verursachen, während in weiter Entfernung nur Hochwässer noch wirksam werden. Einen ersten Anhaltspunkt zur Ortung der Mächtigkeit eines Grundwasserkörpers bietet die Untersuchung des wasserstauenden Untergrundes und der Höhe der Sedimentdecke. Danach nimmt die Mächtigkeit der fluviatilen Sedimente von 3 - 5 m in der Mur-Aue, auf 7 - 9 m bei Obervogau zu (Abb. 4).

Einen weiteren Hinweis des Zu- und Abflusses im Grundwasserfeld liefert die Untersuchung des Grundwasserschichtenplanes, wobei die Situation bei Grundwassertiefstand von besonderem Interesse ist. Die langanhaltende, heiße Trockenperiode im Juni und Juli des Jahres 1976 hat die Wasservorräte stark reduziert. In der Grundwasserisohypsenkarte vom 20. Juli 1976 (Abb. 10) sind dabei folgende Grundwasserströme stärker hervorgetreten:

1. Im Sulmspitz ist die tiefere Grundwasserrinne annähernd entlang des Grinnes 1 zu verfolgen, wobei von der Mur ein Zustrom in den südlichen Bereich erfolgt.
2. Östlich der Mur markiert der Erlenstegbach den tieferen Grundwasserstrom, der vom Terrassen- und Mur-Auen-Grundwasserkörper angereichert wird. Im Verlauf der Grundwasserrinne kommt es zu einer Verbreiterung bei Obervogau, was auf ein Einfließen in ein größeres Grundwasserbecken, bzw. -reservoir schließen läßt.



Die Grundwasser-
Isohypsenkarte
am 20. Juli 1976
bei GW-Tiefstand

GW = Grundwasser



GW-Isohypse
Sh m 257



Grundwasser-
Fließrichtung

LEGENDE

- G.1
- G.2
- G.3

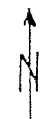
GERINNE 1, 2, 3
(= ERLENSTEGBACH)



GELÄNDE-HÖHENLINIE
(Sh. m. ü. A. 260)

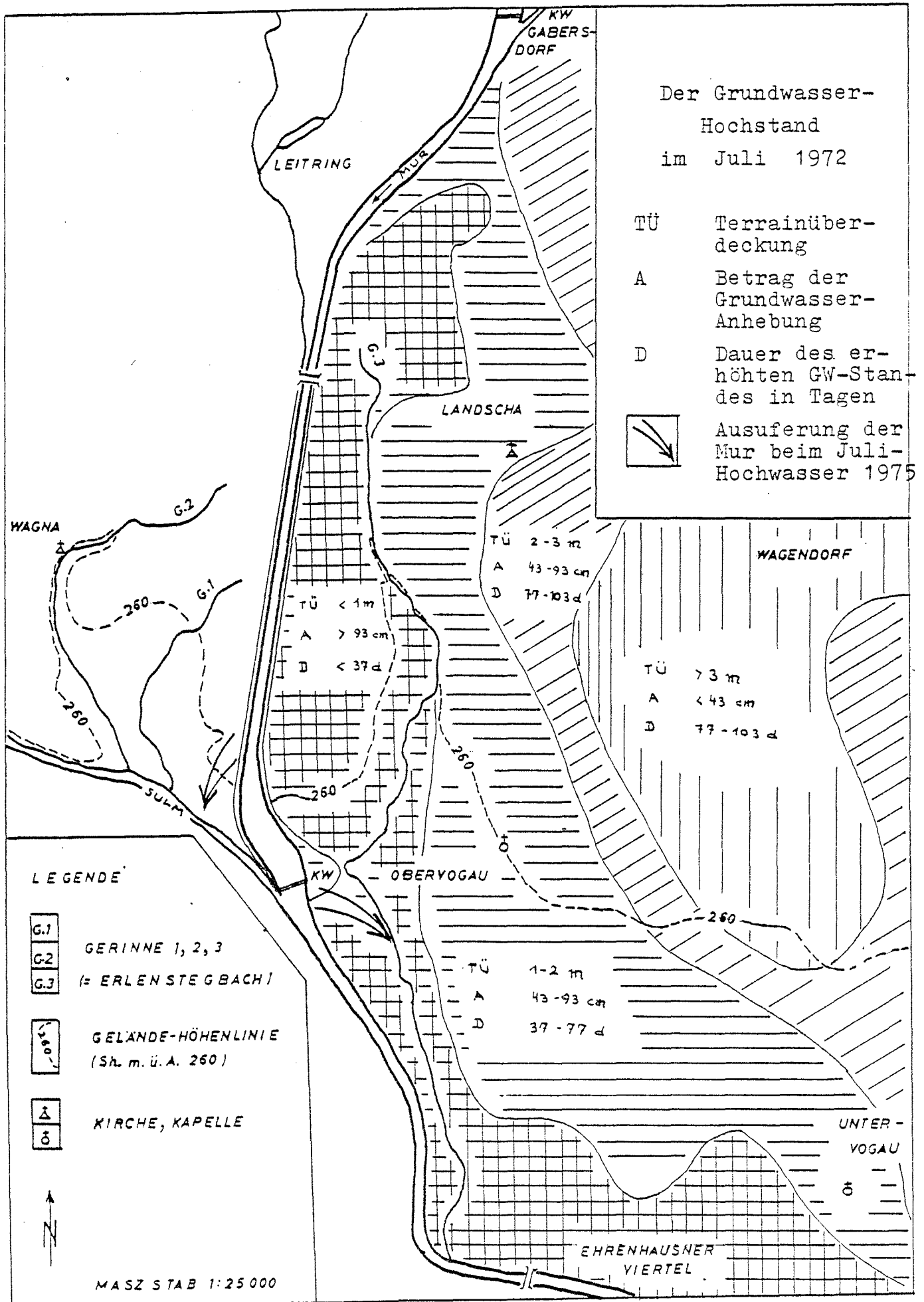


KIRCHE, KAPELLE



MASZ STAB 1:25 000

EHRENHAUSNER
VIERTEL



3.2.1

Der Grundwasserhochstand im Juli 1972

Mit dem Steigen und Fallen des Grundwasserspiegels schwankt die Höhe der Überdeckung. Zu einer extremen Situation im südlichen Leibnitzerfeld haben nach Starkregen stets die Hochwässer der Mur geführt. So sind beim Grundwasserhochstand im Juli 1972 die Mur-Auen von Landscha bis Ehrenhausen durchwegs bis zur Geländekante benetzt, bzw. sogar überflutet worden. Entlang dem Niederterrassenrand ist ein schmaler Streifen noch 1 - 2 m über dem Grundwasserhochstand geblieben, während über 3 m Terrainüberdeckung nur die Würmhochterrasse aufzuweisen hat. Der Betrag des Grundwasseranstieges ist in den Mur-Auen mehr als 93 cm, bei Landscha und Obervogau 43 - 93 cm gewesen. Die Dauer des erhöhten Grundwasserstandes, also die Zeit zwischen dem Anstiegspunkt und dem gleich hohen Grundwasserstand im Abflußrückgang, hat in der Mur-Aue 37 Tage, bei Landscha und Obervogau 37 - 77 Tage, in der Würmhochterrasse bereits 77 - 103 Tage erreicht. In der Anstiegszeit vom Beginn bis zum Maximum des erhöhten Grundwasserstandes sind in der Mur-Aue 4 - 7 Tage und in Landscha und Obervogau 7 - 14 Tage vergangen. Wie aus dieser Darstellung (Abb. 11) zu ersehen ist, treten von der Mur-Aue ins Terrassen-Gelände bei den Werten markante Sprünge auf, die auf eine Erhöhung im Grundwasserspeichervermögen verweisen. Danach ist zu schließen, daß die Kiese und Sande der Mur-Auen eine minimale Retention haben, und der Grundwasserkörper mit einem großen Porenvolumen im Bereich der Würm-Niederterrasse (Landscha, Ober- und Untervogau) liegt.

3.3 Die Auswirkungen des Aufstaus der Mur auf den Grundwasserkörper

Aus der Darstellung des wasserstauenden Untergrundes, der tieferen Grundwasserrinnen und oberflächlicher Grundwasservorfluter ist zu ersehen, daß die retentionsschwachen Mur-Auen, und damit die Mur als Vorfluter sowie der höhere Terrassengrundwasserkörper östlich des Erlenstegbaches im Anströmbereich der tiefer gelegenen Grundwasserrinne von Landscha und Obervogau liegen. Mit dem Einstau im Oberwasser beim KW Obervogau ist nun eine Anhebung des Murwasserspiegels gegeben, was zu einem erhöhten Wasserzufluß in die Mur-Auen geführt hat.

3.3.1 Der Aufstauvorgang

Am 27. Oktober 1976 erfolgte die Umleitung der Mur in das neue Bett, wobei die Mur ohne wesentliche Anhebung des Wasserspiegels über dessen natürliche Höhe durch die geöffneten Wehranlagen abströmen konnte. Am 10. Februar 1977 begann die Aufstauphase und damit auch die Phase verstärkter Grundwasserbeobachtung. Im Beobachtungszeitraum wurde das Oberwasser in Schritten vom abnehmenden Betrag von 257,50 Sh m ü.A. auf 262,00 angehoben. Der nächste Aufstauschritt wurde erst immer dann freigegeben, wenn es als bewiesen galt, daß sich aus dem letzten Aufstauschritt im gesamten Beobachtungsbereich keine nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser ergeben hatten. Die Einhaltung der nominellen Stauhöhe vor dem Turbineneinlauf mußte anfangs händisch gesteuert werden und unterlag gewissen Schwankungen. Seit dem September 1977 (Stauhöhe 261,20) wird die jeweils festgelegte Stauhöhe jedoch durch eine Regelungsautomatik zentimetergenau eingehalten. Der Ausbildung des Kraftwerkes als reines Laufkraftwerk entspricht es, daß der in den Staauraum eintretende Abfluß stets dem abfließenden entspricht. Eine etwaige Speicherung oder

ein Speicherabbau äußern sich in einer Veränderung der Stauhöhe, was die Regelungsautomatik veranlaßt, die Turbinen auf höhere oder geringere Durchflußmenge und damit Leistung zu stellen. Wird die maximale Schluckfähigkeit der beiden Turbinen von zusammen $240 \text{ m}^3/\text{sec.}$ überschritten, erfolgt die darüber hinausgehende Abflußregelung durch dosiertes Öffnen der Wehranlage. Aus dieser Betriebsweise des Murkraftwerkes ergab sich für die Grundwasserbeobachtung die wesentliche Erleichterung, daß mit weitgehend konstantem Wasserspiegel im Stauraum gerechnet werden darf. Das gilt zumindest für den von der Grundwasserbeobachtung mit besonderem Augenmerk beobachten, südlichen Bereich, wo der Stauspiegel höher liegt als der mittlere, natürliche Wasserspiegel der Mur.

Der Aufstau erfolgte in folgenden Schritten:

Tag	Sh m
10. 2.1977	257,50
14. 2.1977	258,00
8. 3.1977	258,50
21. 3.1977	259,00
6. 4.1977	259,50
19. 4.1977	260,00
4. 5.1977	260,50
24. 5.1977	260,75
7. 6.1977	261,00
6. 7.1977	261,20
2.11.1977	261,40
16.11.1977	261,50
23.11.1977	261,60
29.11.1977	261,70
7.12.1977	261,80

Im Jänner und Februar 1978 ist es zu mehrfachen Auf- und Abstauvorgängen im Meterbereich bei der Unterwassereintiefung des KW Gabersdorf, bzw. Stauwurzeleintiefung im Staauraum des KW Obervogau gekommen.

14. 1.1978	nomineller Aufstau auf 261,90
19. 1.1978	nomineller Aufstau auf 262,00
10. 3.1978	Stauspiegel konkret auf 262,00

Mit dem Aufstau wurde auch die Stauwurzel schrittweise nach Norden zurückverlegt. Wie später noch ausgeführt wird, wurde der ufernahe Grundwasserspiegel zu beiden Ufern bis auf Höhe des Begleitgrabens angehoben und mit Einsetzen des Abflusses im Begleitgraben gekappt, bzw. stabilisiert. Wie die Messungen der Wasserspiegel im Begleitgraben und in den ufernahen Mur-Auen zeigen, ist die Koppelung sehr intensiv, denn sie unterscheiden sich nur um wenige Zentimeter. Sowohl Schwankungen im Stauspiegel (Jänner/Februar 1978) als auch natürliche, niederschlagsbedingte Schwankungen im Grundwasserkörper selbst wurden in Begleitgrabennähe aufgefangen, bzw. stark unterdrückt. Die Erscheinung, daß bei den im unteren Staubereich befindlichen Grundwassermeßstellen laut Ganglinien trotz Begleitgräben eine weit höhere, aufstaubedingte Anhebung (knapp über 1 m) zu bemerken ist, ergibt sich nicht zwangsläufig daraus, daß hier der Wasserspiegel der Mur zunehmend über seine natürliche Lage angehoben wird. Durch eine noch tiefere Lage der Begleitgrabensohle hätte man ein Mittel in der Hand gehabt, diese Veränderung eventuell auch ganz zu unterdrücken.

Ab Mai 1978 herrschen praktisch stationäre Verhältnisse im ufernahen Grundwasserbereich. Zu diesem Zeitpunkt ist die Anfangsüberhöhung (bis zu 40 cm) mit ihrem Maximum im Juli 1977 bereits weitgehend abgeklungen. Die Ursachen dafür sind bauliche Verbesserungen an der Dammdichtung, die Selbstdich-

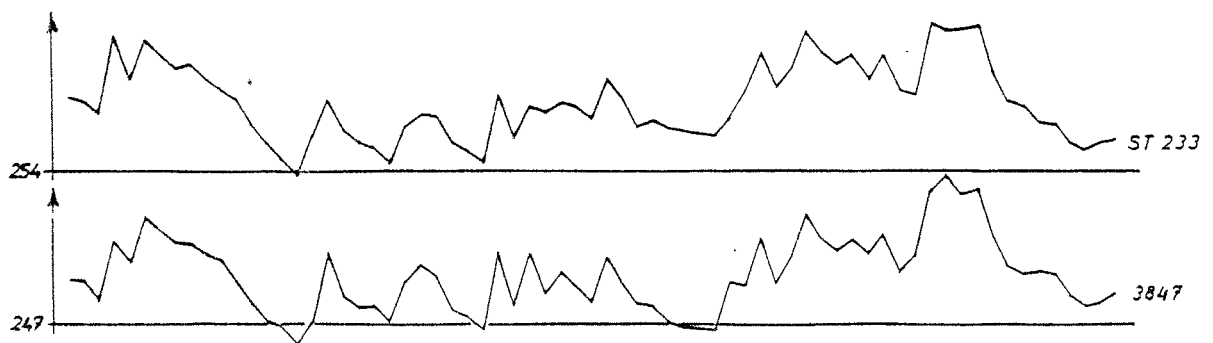
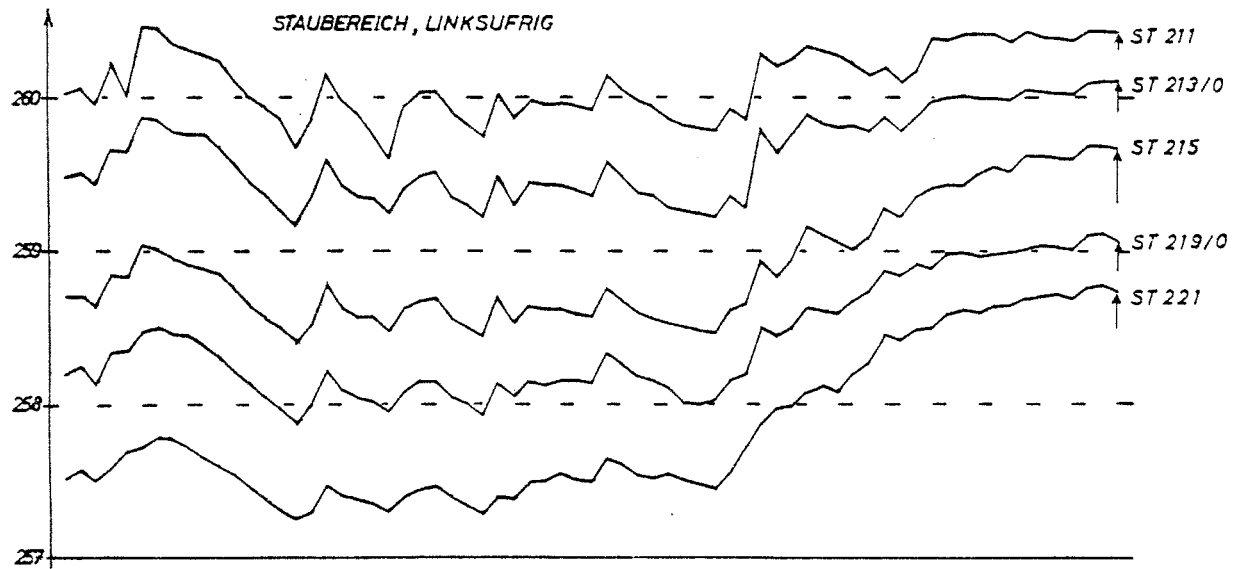
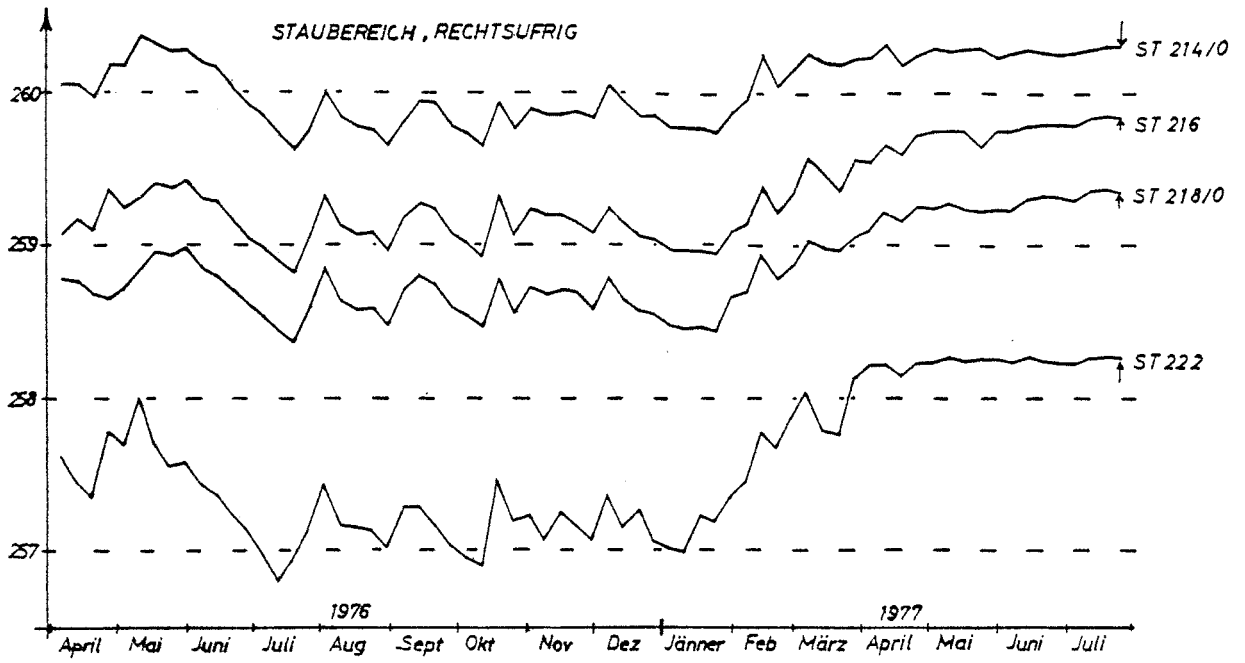
tung von Damm und Sohle durch die Schwebstoffe des Flusses unter ständig effluenten Verhältnissen und die Auswaschung der Sickerwege nahe der Begleitgrabensohle.

3.3.1.1

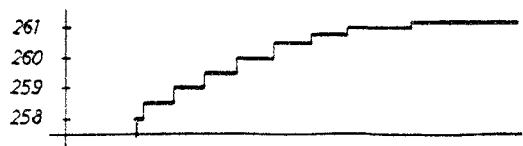
Der Grundwassergang im Mur-nahen Bereich der holozänen Aue zurzeit der Hauptaufstauphase

Die Grundwasserganglinien der Mur-nahen Meßbrunnen vom 5. April 1976 bis 25. Juli 1977 umfassen den natürlichen Gang bis zum Herbst 1976 und teilweise darüber hinaus, die Phase der Umleitung der Mur in das Kraftwerk mit geringfügiger Anhebung auf der Höhe der Umleitung am linken Ufer und in der Streuung untergehender Auswirkung am rechten Ufer, sowie die Aufstauphase vom 10.2.1977 bis Ende Juli 1977. Der Aufstau war hiemit zwar noch nicht abgeschlossen, doch kam es trotz weiteren, langsamen Aufstauens (80 cm in 195 Tagen) bis zum Vollstau von 262 m ü.A. aus oben erwähnten Gründen zu keinem weiteren Anstieg des Grundwassers. Einzige Ausnahme ist die Meßstelle 214/0, die im Einflußbereich eines Begleitgrabenflachstückes mit hoher Wassertiefe und geringer Fließgeschwindigkeit liegt. Die Erhöhung des mittleren Wasserspiegels im Begleitgraben infolge der hohen Wasserspiegelschwankungen aus der Wasserführung des Forellenbaches und zusätzlich noch hoher Verkräutungsanfälligkeit hatte zu einer Rückwirkung auf das Grundwasser geführt. Die Pfeile am Ende der Ganglinien geben die Anfangsüberhöhung über die bereits weitgehend stabile Lage im Zeitraum Mai 1978 - Mai 1979 wieder. Zusätzlich zu den Ganglinien des rechts- und linksufrigen Staubereiches wurden auch zwei vom Kraftwerksbau unbeeinflusste Ganglinien zur Darstellung gebracht. Es betrifft die Meßstelle 233 am Ende der Eintiefungsstrecke des Unterwassers bei Fluß-km. 135,8 und die bei der Spielfelder Brücke liegende Meßstelle 3847 der Hydrographischen Landesabteilung (Abb. 12). Bei der

GANGLINIEN DER MURNAHEN GRUNDWASSERMESSBRUNNEN VOM 5.4.1976 BIS 25.7.1977



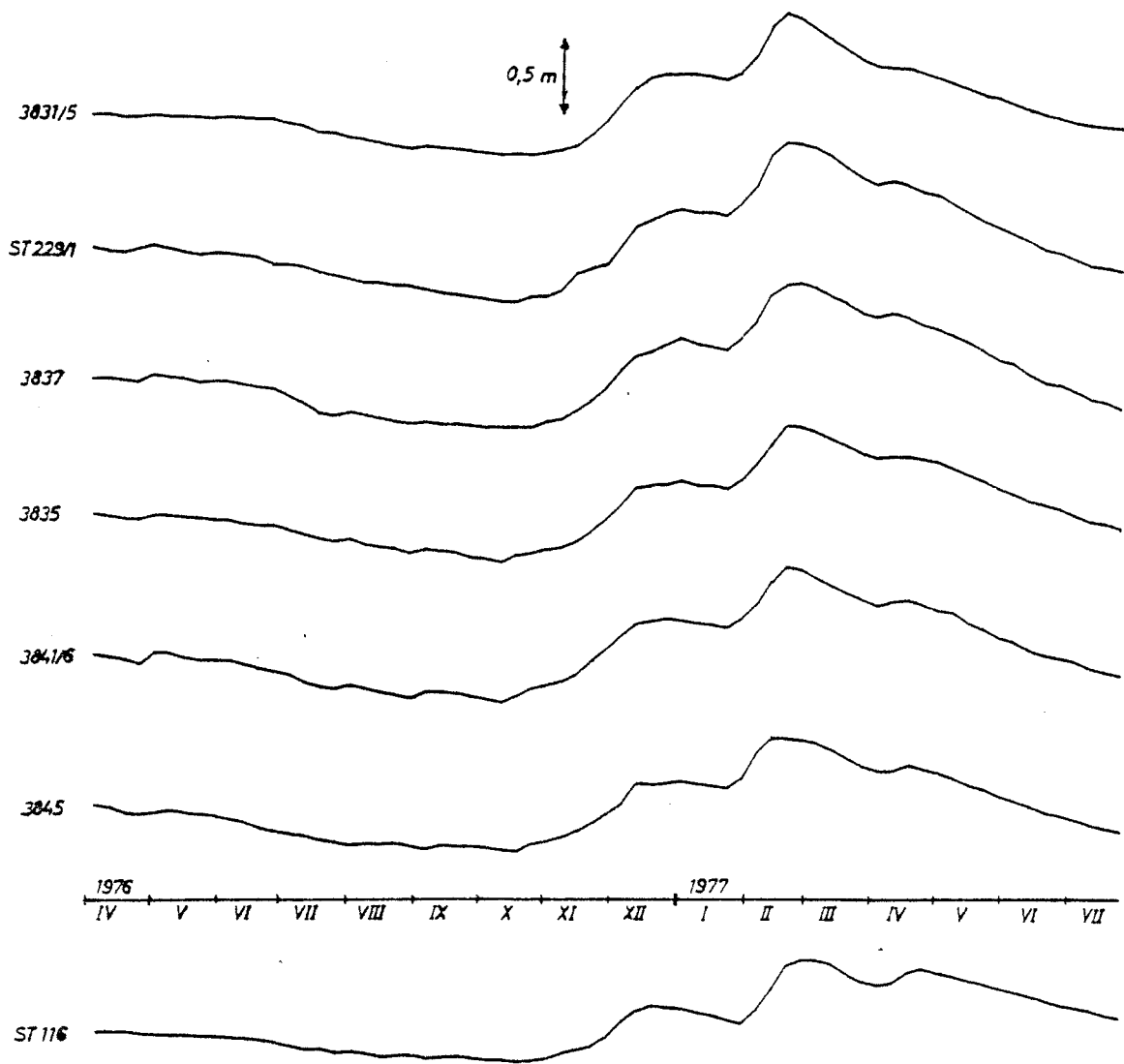
STAUSPIEGELHÖHE in m ü. A. (bei Flußkilometer 137,6)



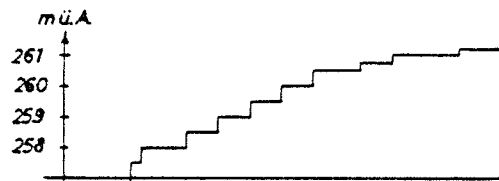
Beurteilung der Ganglinien ist zu beachten, daß das Mur-nahe Grundwasser weitgehend den hohen kurzzeitigen Schwankungen des Murwasserspiegels folgt. Einzelne Zacken dürfen besonders bei nicht kontinuierlichen Ganglinien nicht überbewertet werden, da zeitliche Verzögerungen des Ablesetermins um wenige Stunden das Bild dieser Zacken grundsätzlich verändern. In Abhängigkeit vom Uferabstand und örtlich verschiedenen Gegebenheiten im Grundwasserleiter ergeben sich unterschiedliche Verzögerungen und Verrundungen, die in den dargestellten Ganglinien zum Ausdruck kommen. Der Grundwasserspiegel bei den Meßstellen 222 und 3847 sowie 233 vermag zum Beispiel höhere Schwankungsfrequenzen des Murwasserspiegels unter dem Gesichtspunkt gleicher Dämpfung wiederzugeben als bei den übrigen Meßstellen. Von den dargestellten Ganglinien weist die der Meßstelle 221 die größte Glättung auf. Aber auch in diesem Fall wird eine langsame oder gar dauernde Änderung in fast gleichem Maße beantwortet. Unter Beachtung dieser Einschränkungen kann der Verlauf der dargestellten Ganglinien bis Jänner 1977 als praktisch gleichartig und nur vom Abfluß der Mur beeinflusst bezeichnet werden. Nur bei der Meßstelle 221 zeichnet sich eine geringfügige Aufhöhung als Folge der Umleitung der Mur Ende Oktober 1976 ab.

Rückblickend zeigte es sich, daß die ersten beiden Aufstauschritte vom 10. und 14. Feber 1977 - entsprechend der Lage der jeweiligen Stauwurzel - sich nur bis zu den Meßstellen 221 und 222 auswirken konnten. Durch den Vergleich der Ganglinien des Staubereiches von Abb. 12 untereinander kann man sukzessive den jeweiligen Einsatz der Staubeinflussung und das jeweilige Erreichen des Anhebungsplateaus bei den Meßstellen synchron zur Anhebung der Stauspiegelhöhe verfolgen. Ab 4. Mai 1977 (Stauhöhe 260,50 Sh m ü.A.) geraten dabei auch die obersten Meßstellen 211 und 214 wegen des einsetzen-

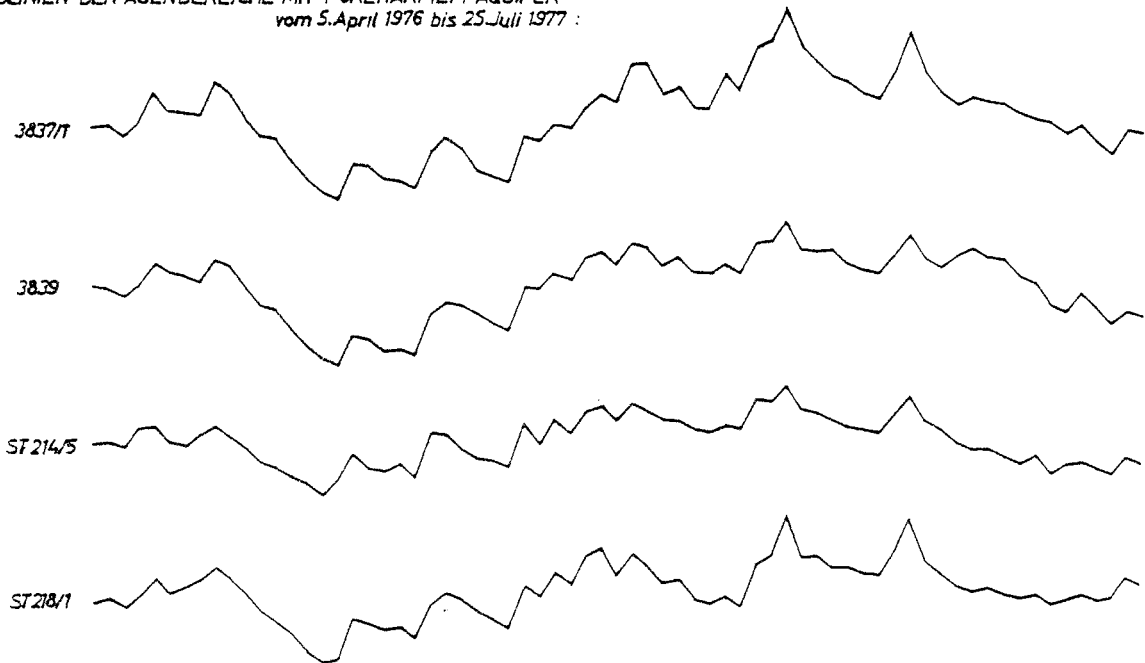
GANGLINIEN DES NIEDERTERRASSENGRUNDWASSERKÖRPERS vom 5. April 1976 bis 25. Juli 1977 :



Stauspiegelhöhe der Mur bei
Flußkilometer 137,5



GANGLINIEN DER AUENBEREICHE MIT PORENARMEM AQUIFER vom 5. April 1976 bis 25. Juli 1977 :



den Abflusses in den Begleitgräben in den Sättigungsbereich. Wegen der anfänglich höheren Durchlässigkeit des Stauraumes und des relativ doch raschen Aufstauverlaufes in der Anfangsphase kommt es trotz Kappung durch den Begleitgraben zu einem geringen, weiteren Anstieg bei den meisten Meßstellen bis Ende Juli 1977.

3.3.1.2

Der Grundwassergang in der Würm-Niederterrasse und im Mur-ferneren Bereich der holozänen Aue

Die Abb. 13 zeigt vier Grundwasserganglinien von den Rohrbrunnen der Steweag und sieben von der "Hydrographischen Landesabteilung" betriebenen Meßstellen. Die auf der linksufrigen Würm-Niederterrasse über die Ortschaften Ober- und Untervogau, Straß und Gersdorf verstreuten Meßstellen sind repräsentativ für einen einheitlichen, von Gerinnen nicht reliefierten, wirksam überdeckten, gut leitfähigen Grundwasserkörper mit einem Porenvolumen in der Größenordnung von 30 %. Die Meßstelle 38 31/5 (= OV 44) in der Ortsmitte von Obervogau nimmt hierbei bereits eine Randlage ein und liegt der Aufstauzone am nächsten. Aber auch in anderen, kleinräumigen Zonen mit Durchmessern von wenigen 100 Metern konnte es zu dieser Zeit zu fast identischen Ganglinien kommen, wenn die Bedingungen der Überdeckung, des Porenvolumens, der Vorfluter-ferneren Position und der gleichen Wetterlage erfüllt waren. Als Beispiel für ähnliches Verhalten im kleinen Raum sei die Meßstelle 38 23/2 am Ortsrand von Landschafta angeführt. Zur Darstellung kam zu Vergleichszwecken auch die ca. 10 km flußaufwärts des KW Obervogau gelegene, rechtsufrige Meßstelle ST 116 in Gralla, die den in ihrem Bereich typischen Verlauf zeigt. Der etwas größere Anstieg im April 1977 dürfte seine Ursache im nicht exakt gleichen Niederschlagsgeschehen haben. Ausgehend vom Meßstellennetz der STEWEAG und von den in die Auswertung einbezogenen Meß-

stellen der "Hydrographischen Landesabteilung" kann daher die Aussage getroffen werden, daß im betrachteten Zeitraum zumindest in allen Grundwasserfeldern von Neudorf bei Wildon bis Unterschwarza ein solcher Ganglinienverlauf vorgefunden werden kann. Eine aufstaubedingte Anhebung des Grundwasserspiegels in der Würmterrasse ist rein visuell anhand der Ganglinien nicht erkennbar. Nur am flacheren Auslauf der Ganglinie 38 31/5 im Juli 1977 läßt sich eine vorwiegend im Niederwasserbereich wirksame, geringe Anhebung beobachten.

Auf der gleichen Abb. 13 sind auch die Ganglinien mit sehr hohen, niederschlagsbedingten, kurzzeitigen Schwankungen dargestellt. Diese treten in den bevorzugten Überschwemmungsgebieten der holozänen Aue mit sandigen oder verlehnten Grundwasserträgern und seichtem, häufig bis in die Deckschicht und örtlich sogar über Terrain reichendem Grundwasserspiegel auf. Linksufrig befindet sich ein solches Gebiet zwischen dem "Ehrenhausner Viertel" und der Ortschaft Untervogau (38 37/1 und 38 39). Durch neueste Messungen im Zusammenhang mit dem Kraftwerksprojekt Spielfeld konnte die vermutete, streifenförmige Ausdehnung in Richtung Südosten bestätigt werden.

Am rechten Ufer zeigt der von Mur und Sulm überflutete Sulm-Spitz ganz ähnliches Verhalten. Der Hausbrunnen 214/5 und überhaupt die gesamte, besiedelte Küh-Au bleiben vom Aufstau unbeeinflusst. Eine deutliche, aufstaubedingte Anhebung, die den natürlichen Schwankungen überlagert ist, läßt sich beim Rohrbrunnen 218/1 feststellen, der-nur knapp über 200 m vom rechtsufrigen Begleitgraben entfernt-im unteren Bereich des Sulmspitzes liegt.

Im Zuge des verstärkten Meßbetriebes ab Februar 1977 wurde eine ganze Reihe von Hausbrunnen in das Meßstellennetz aufgenommen. Dabei ließ sich zwischen Obervogau und dem "Ehren-

hausner Viertel" ein kontinuierlich verlaufender, am Südwestrand des Ortsgebietes von Untervogau hingegen ein eher sprunghafter Übergang zwischen den beschriebenen Typen feststellen.

3.3.2

Der Abfluß in den Begleitgräben

Da sich die Auswirkungen der Aufstauschritte, die über die Sohlhöhe hinausreichten, zu allererst in diesen ankündigen mußten, wurde der Begleitgrabenbeobachtung besonderes Augenmerk geschenkt. Insbesondere sollte man in der Lage sein, Schwachstellen in den geschütteten Erddämmen des Staauraumes unmittelbar zu erkennen. Wie erwähnt, wurden auf Höhe der ufernächsten Rohrbrunnen, die seit 1975 zur Grundwasser-Beobachtung eingesetzt sind, Meßstellen installiert. Der Wasserstand wurde ab Mai 1977 wöchentlich zweimal im Rahmen der Grundwasserbeobachtung auf 0,5 cm genau abgelesen. Der linke Begleitgraben wurde ab Ende Juni 1977 sogar täglich beobachtet. Zusätzlich wurde monatlich mindestens eine Abflußmessung an allen linksufrigen Beobachtungsstellen vorgenommen, ebenso an der rechtsufrigen Meßstelle B-222, wo das Maximum des rechtsufrigen Abflusses im Begleitgraben zu erwarten war. An den weiteren, rechtsufrigen Meßstellen waren brauchbare Abflußmessungen mittels Meßflügels aus Gründen der Wassertiefe, der Sohlbeschaffenheit und der Fließgeschwindigkeit nicht erstellbar. Trotz der günstigen Sohlbeschaffenheit am linken Ufer durch Verwendung von Betonfertigteilgrabenformsteinen ließ sich keine langzeitstabile Beziehung zwischen Wassertiefe und Abflußmenge in Form einer Schlüsselkurve herleiten. Der Wasserstand wurde immer wieder durch Böschungsabspülungen in den Begleitgräben bei Regenfällen (im 1. Jahr) und durch den wechselnden Verkrautungszustand abrupt und langfristig in kaum übersehbarer Weise verändert. Meßwehre als kontinuierliche Abflußmeßvorrichtungen in Verbindung mit Schreibpegeln

Abb. 14a

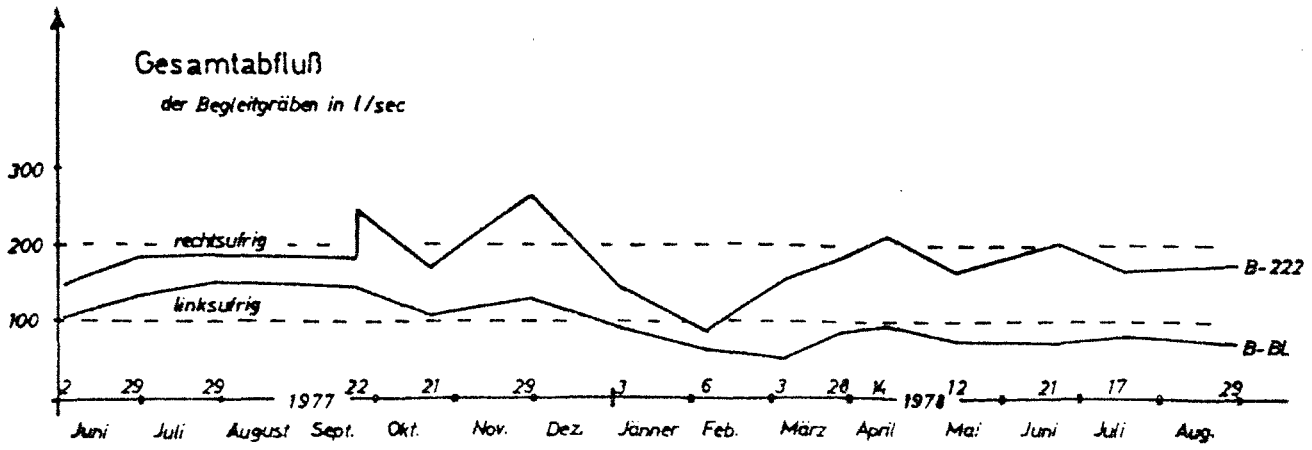
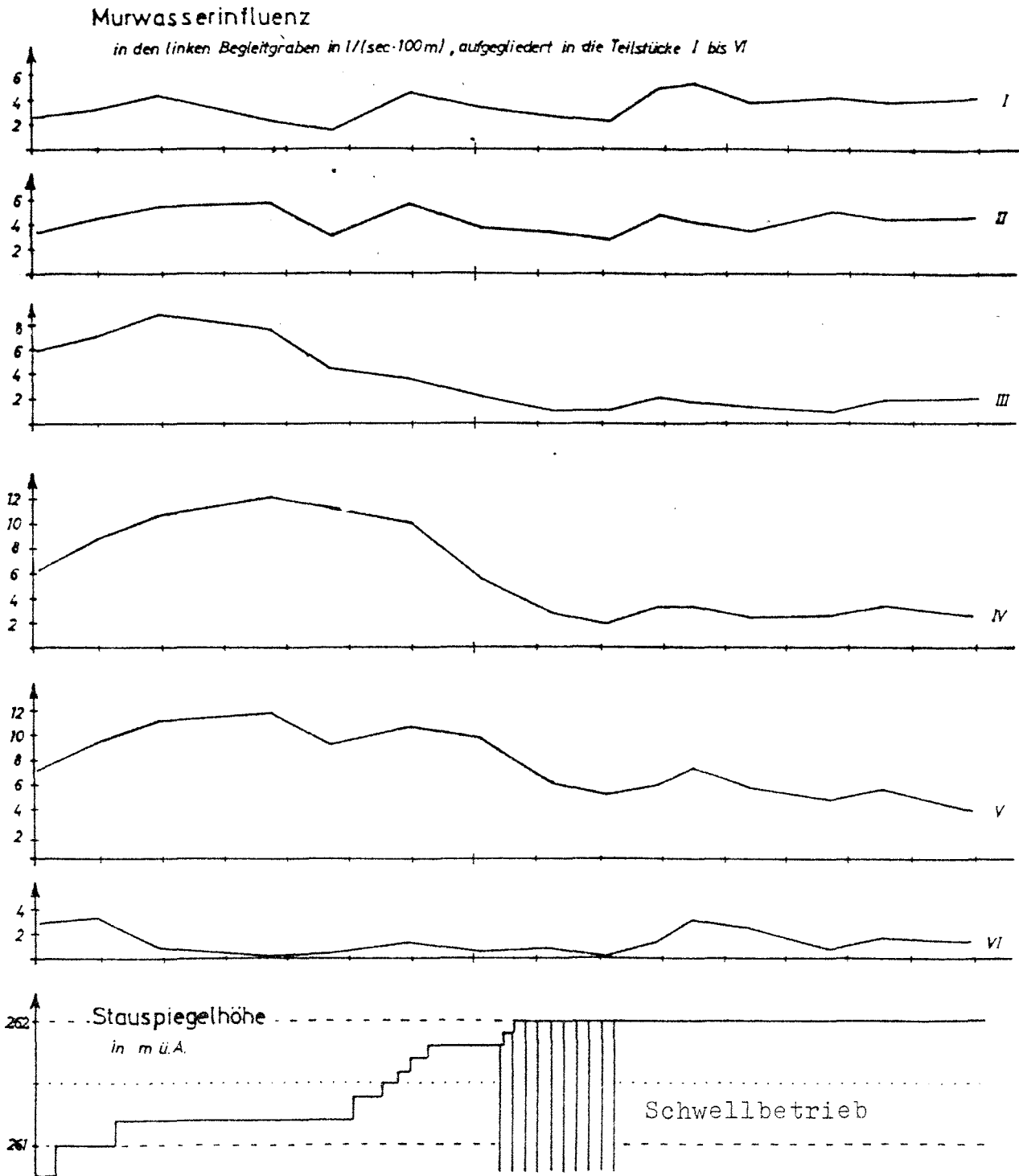


Abb. 14

Abb. 14b



schieden aus Gründen des Aufwandes aus. Dennoch ließen sich Abflußänderungen in kurzen Zeiträumen anhand der täglichen Pegelablesungen gut abschätzen.

Die graphische Darstellung des Gesamtabflusses des rechten und linken Begleitgrabens, die sich auf Messungen mit dem hydrometrischen Flügel stützt, zeigt folgendes: Bereits vor der Einleitung des Forellenbaches in den rechten Begleitgraben weist dieser eine etwas höhere Wasserführung als der linke auf. Der sprunghafte Anstieg Ende September 1977 ist auf die Einleitung des Forellenbaches zurückzuführen, eines kleinen Mur-Zubringers, der ursprünglich in den jetzigen Stauraum der Mur gemündet war und wegen der Anhebung des Wasserspiegels am Ort der Mündung notwendigerweise unter Umgehung des Stauraumes in das Unterwasser des Kraftwerkes eingeleitet werden mußte. Der Abfluß im rechten Begleitgraben ist seit diesem Zeitpunkt doppelt so groß wie im linken und unterliegt auch stärkeren Schwankungen, die ihre Ursachen hauptsächlich im Abflußgeschehen des Baches haben (Abb. 14a).

Der linke Begleitgraben führt hingegen ganzjährig zu 100 % Murwasser mit geringen Mengen in Schwebefindlichen Tegelmaterials. Die Aufstauschritte vom 2., 16. und 23.11.1977 werden mit einem Anstieg des Abflusses beantwortet. Über diesen Zeitraum wurde anhand der täglichen Pegelablesungen eine differenziertere Darstellung versucht (Abb. 15).

Die Abflußmessungen wurden am linken Begleitgraben an insgesamt 6 Meßstellen durchgeführt. Durch Differenzbildung aufeinanderfolgender Meßstellen und genaue Berücksichtigung der Länge der Begleitgrabenzwischenstücke wurde eine spezifische Murwasserinfluenz ermittelt. Mit dieser Methode soll es möglich sein, Teilstücke mit besonders hoher Durchlässigkeit zu erkennen. In zwei Fällen wurde nachträglich die Dichtung des Dammes mit einer Tegelschicht verbessert. Die graphische Dar-

stellung zeigt auch die Ganglinien der Teilstücke (Abb. 14b). Auffallend sind besonders die starken Rückgänge bei den mittleren und unteren Teilstücken im Oktober bzw. Dezember 1977. Im untersten Teilstück VI wird kurz unter der Meßstelle B-221 intensiv Wasser aufgenommen, aber sogleich wieder größtenteils ans Grundwasser verloren. Die Ursachen sind hoch wirksame Schlitzwandabdichtungen im untersten Bereich, relativ hohe Lage des Begleitgrabens über dem natürlichen Grundwasserspiegel verbunden mit der Sogwirkung des tiefer liegenden Erlenstegbaches.

3.3.3

Die Abgrenzung des Einflusses der Mur

Da das Grundwasser der Würmniederterrasse zwischen Landscha und dem Schwarzaubach durch mehrere Hunderte von Hausbrunnen sowie durch den Großbrunnen des überregionalen Wasserverbandes Ehrenhausen bereits genutzt wird und eine weitere, mengenmäßige Steigerung der Förderung im Bereich des Möglichen liegen dürfte, kommt der quantitativen und besonders der qualitativen Erhaltung des Grundwassers eine besondere Bedeutung zu. Von einer Absenkung des Unterwasserspiegels war linksufrig im nennenswerten Ausmaß nur der unbewohnte Auenbereich zwischen Murufer und Erlenstegbach betroffen, wobei sich dieser Einfluß zumindest im unteren Teil der Eintiefungsstrecke vermutlich mit dem Bau der nächsten Kraftwerksstufe weiter verringern wird. Der Hauptteil der vorgenommenen Absenkung fiel auf den Jahresanfang 1977. Der Erlenstegbach gibt das im Staubereich gesammelte Überschußwasser in seinem Unterlauf wieder praktisch vollständig durch Versickern ab, so daß die erhöhte Sogwirkung von der eingetieften Mur her auf Höhe des Erlenstegbaches bereits weitgehend kompensiert ist. Wie die Beispiele der Kraftwerksoberlieger gezeigt haben (Zötl, 1968), ist aber

auch ohne eine solche Kompensation der Einfluß von Unterwassereintiefungen auf den Grundwasserspiegel schon in geringer Entfernung von der Mur von überraschend geringer Wirkung. Das hängt damit zusammen, daß das ufernahe Grundwasser unter natürlichen Bedingungen auf Höhe des bereits tiefliegenden Murwasserspiegels liegt und nur eine sehr geringe Mächtigkeit von zumeist weit unter 1 m aufweist. Auch eine starke Absenkung kann sich daher maximal so auswirken, als sei sie bis auf Höhe der Mur-nahen Grundwassersohle abgesenkt worden. Zudem sinkt die Transmissivität in der verbleibenden, dünnen, strähnigen und ufernahen Grundwasserschicht so ab, daß sich die Sogwirkung des Vorfluters auf das entferntere Grundwasserfeld mit tiefliegender Sohle (Grundwassertiefenrinne) bereits innerhalb der Aue weitgehend abbaut. Eventuell in unmittelbarer Murnähe befindliche, noch im Betrieb stehende Hausbrunnen werden jedoch auch für Brauchwasser unverwendbar und müssen durch Anschlüsse an zentrale Wasserversorgungen ersetzt werden, was zugleich auch das Problem der stark schwankenden und zumeist ungenügenden Wasserqualität dieser Brunnen löst. Qualitative Verschlechterungen der Grundwasserqualität sind mit einer künstlichen Absenkung des Vorfluters in der Regel nicht verbunden, solange eine ausreichende Mächtigkeit und damit an allen Stellen ein Fließen des Grundwassers gewährleistet ist.

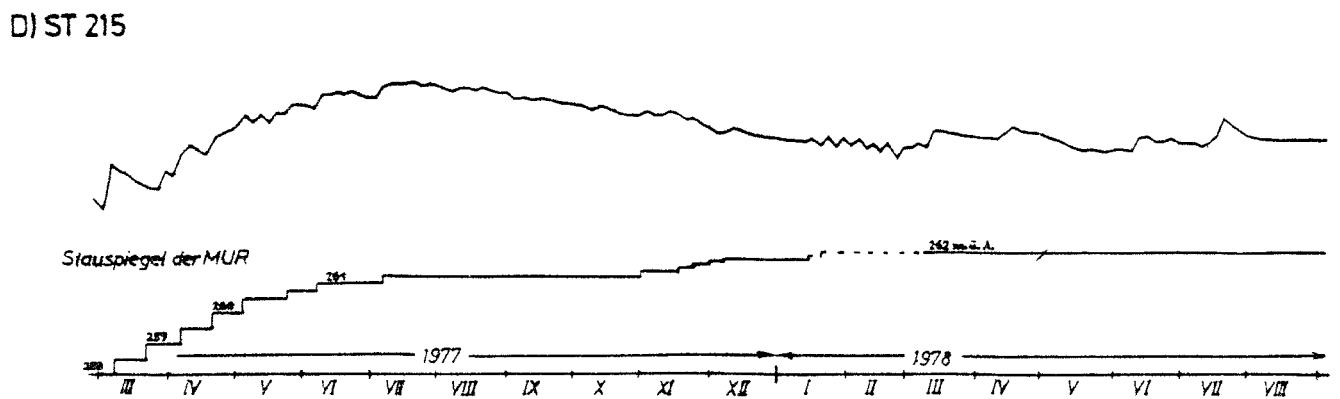
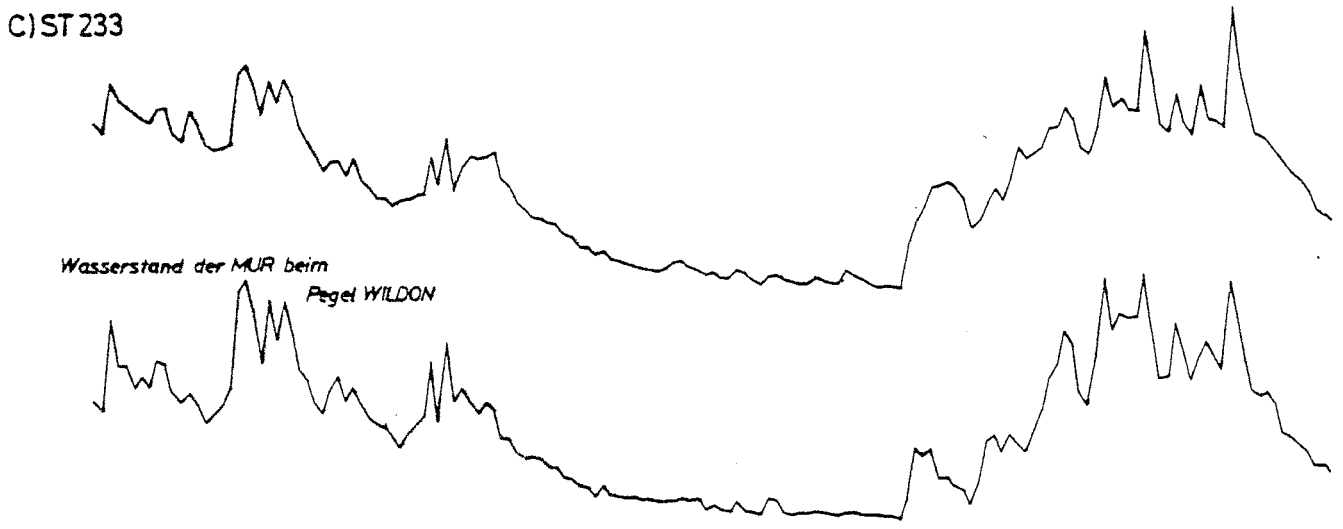
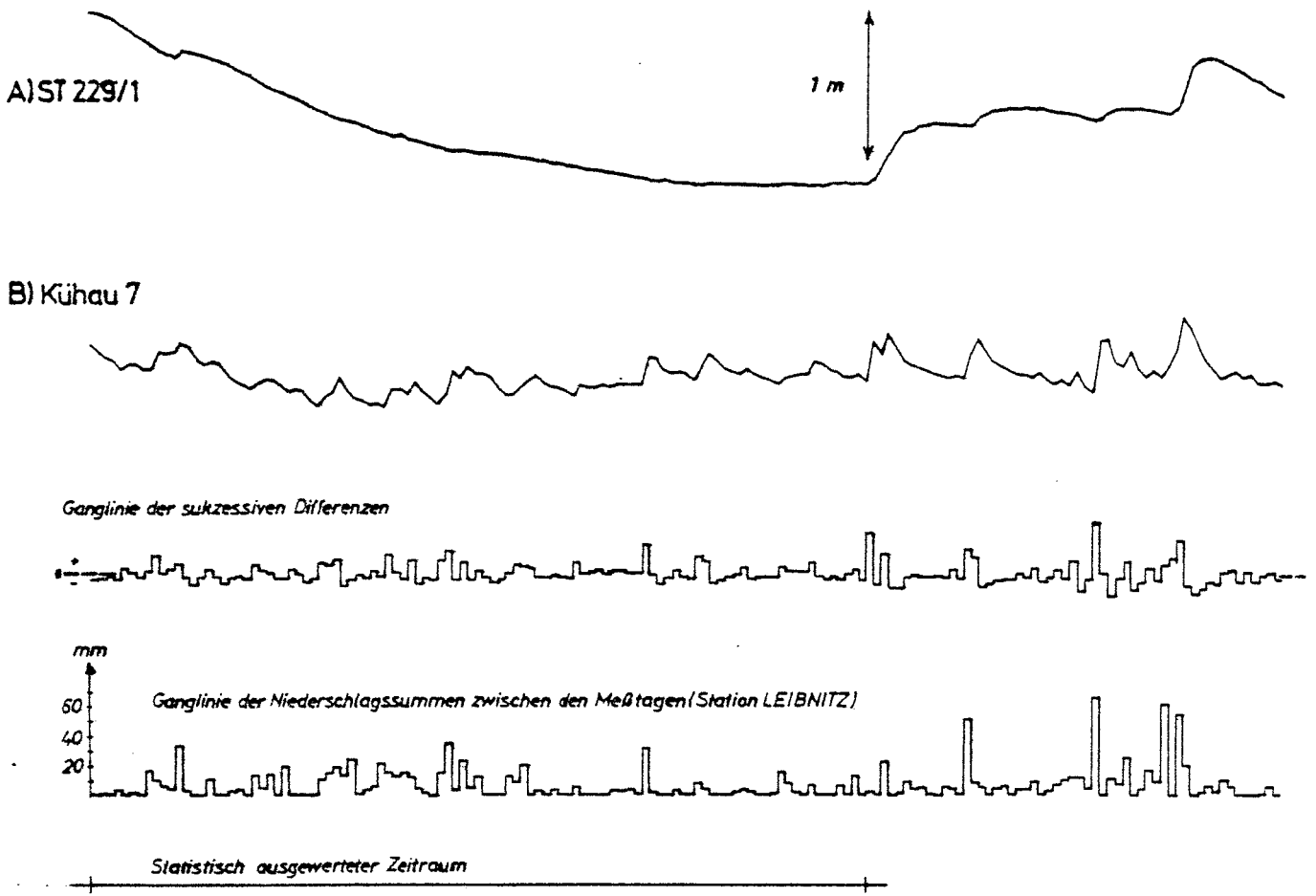
Umso größer sind die Gefahren einer Anhebung ohne Grundwasserstabilisierung in den vorliegenden Gebieten mit gering überdecktem Grundwasser. Neben der Beeinträchtigung durch Landwirtschaft und Siedlungsbau war auch eine Drehung der Einzugsparabel des Großbrunnens in Untervogau direkt in Richtung Stauraum zu befürchten. Selbst wenn sich auf diesem Strömungsweg von ca. 2500 m eine ausreichende Filterung des Murwassers ergeben hätte, wäre eine durch die Anhebung des Grund-

wasserspiegels und die Drehung der Fließrichtung bewirkte, chemische Beeinträchtigung nicht zu vermeiden gewesen. Die Brunnenanlage befindet sich am westlichen Rand der Würmniederterrasse und hätte bei starkem Murwasserzustrom die notwendige Überdeckung ihrer Einzugsparabel verloren. Aus diesen Gründen wurde der Erfolg der Stabilisierungsmaßnahmen über ein Netz von etwa 170 Meßstellen mit den Methoden der Grundwasserspiegelmessungen, der chemischen Untersuchungen und im kleinen Rahmen auch mit der Tritium-Isotopenmethode beobachtet.

3.3.3.1

Die Messungen des Grundwasserspiegels

Die Grundwasserspiegelmessungen ermöglichen im ungespannten und nicht karstbeeinflussten Grundwasserkörper trotz ihres verhältnismäßig geringen Aufwandes umfangreiche, hydrogeologische Aussagen. Insbesondere lassen sich Grundwasserfließrichtung, Zu- und Abgänge bzw. Rückstauerscheinungen und Hinweise auf die geologische Beschaffenheit des Grundwasserleiters entnehmen. Den Inhomogenitäten im Grundwasserleiter und den raschen zeitlichen Veränderungen des Grundwassers kann aus Kostengründen praktisch nur mit dieser Methode durch ein dichtes Netz von Meßstellen und eine dichte Meßfolge, die sich an den kurzfristigen Schwankungen der Meßstelle orientiert, vollkommen entsprochen werden. Deshalb wurde im Februar 1977 mit dem Beginn des Aufstaus das Meßstellennetz rasch möglichst über die gesamte Fläche des möglicherweise noch aufstaubeeinflussten Gebietes ausgedehnt und auf ca. 170 Meßstellen verdichtet. Grundwasserschreibpegel wurden zwar nicht eingesetzt, doch ermöglichten die wöchentlich zweimaligen Messungen mittels Kabellichtlotes, die vom 28. Februar 1977 bis zum 4. September 1978 lückenlos durchgezogen wurden, zumindest auf der Niederterrasse eine fast vollständige Erfassung der den



Grundwasserspiegelschwankungen entnehmbaren Information. In Bereichen mit hohen kurzzeitigen Schwankungen handelte es sich hingegen selbst bei dieser Meßfolge eher um eine Art statistischer Probennahme aus der Gesamtinformation und es kam darauf an, die Daten möglichst gleichzeitig zu erfassen und örtlich benachbarte Meßstellen auch zeitlich benachbart zu messen. Zusätzlich zu dieser Gesamtmessung wurden tägliche Messungen an insgesamt 24 Grundwassermeßstellen und Lattenpegeln vorgenommen, so daß jede Reaktion ohne wesentliche Verzögerung registriert werden konnte und der tatsächliche Verlauf der wöchentlich nur zweimalig abgetasteten Ganglinien ergänzt werden konnte. Selbst die Verdichtung der 30.000 zwischen Februar 1977 und August 1978 wöchentlich zweimal gemessenen Grundwasserspiegelhöhen auf 170 gezeichnete Ganglinien würde die Übersichtlichkeit noch nicht ausreichend erhöhen, zumal der örtliche Bezug stets mit in die Betrachtungen eingeschlossen werden muß.

Das relativ dichte Netz von Meßstellen läßt jedoch mit gutem Genauigkeitsgrad die Darstellung der örtlich punktuell erfaßten Meßdaten in flächenhafter Art als Isoplethenkarte zu. Das gilt insbesondere für die Siedlungsgebiete an den Terrassenrandlagen, wo zahlreiche Hausbrunnen in das Meßstellennetz einbezogen werden konnten und teilweise recht komplizierte hydrogeologische Strukturen sichtbar werden. Es ist in diesem Fall aber notwendig, mittels geeigneter mathematischer Operationen eine Reduktion der Meßinformation der Ganglinie bis auf eine einzige Zahl vorzunehmen. Je nach dem herauszuarbeitenden Merkmal (fallender oder steigender Trend, kurzfristige Schwankungen, Krümmung, direkte Korrelation zu den Einflußfaktoren u.a.) wird man sich dabei verschiedener Operationen statistischer Art bedienen. Bedeutungsvoll ist auch die Wahl des Auswertungszeitraumes, den man so wählt, daß die Merkmale optimal

zur Geltung kommen. Hauptsächlich aus diesem Grunde wurde die statistische Gesamtbearbeitung der Grundwasserspiegelmöhen auf den Zeitraum vom 28. Februar 1977 bis zum 23. Februar 1978 begrenzt.

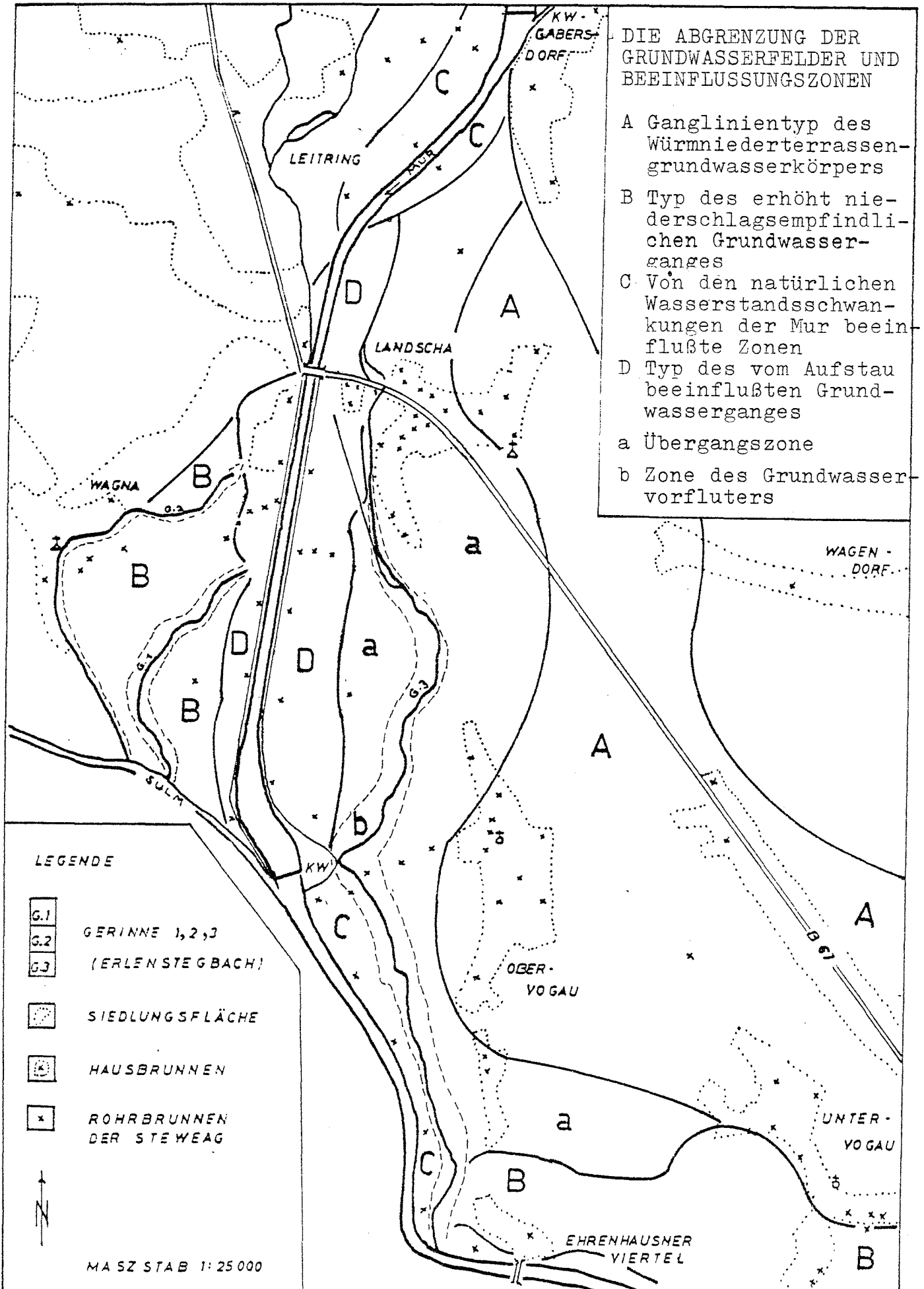
3.3.3.1.1 Die Abgrenzung von Grundwasserbereichen durch korrelative Vergleiche mit den Einflußfaktoren

Beim Betrachten von Ganglinien fällt ins Auge, daß es im Niederterrassen- und Auenbereich 4 Grundtypen von Ganglinien gibt. In der Abb. 16 sind sie samt ihren Haupteinflußfaktoren dargestellt.

3.3.3.1.1.1 Die Würmniederterrasse und der Bereich von Landscha (Abb. 16, Zone A)

Bereits anhand der Ganglinien zeigte es sich deutlich, daß die Würmniederterrasse zwischen Landscha und Oberschwarza einen einheitlich reagierenden Grundwasserkörper mit hoher kurzzeitiger Stabilität bildet, was auf hohen Porengehalt der Schotter, große Transmissivität und wirksame Überdeckung hinweist. Der Grundwassergang wird von der niederschlagsbedingten Grundwasserneubildung am Ort, von den Zuflüssen aus der Wagendorfer Terrasse, die nicht vom Grabenbach abgeführt werden, und den Abflüssen in die Auenbereiche der Mur bestimmt. Die Grundwassersohle ist gegen die Aue hin schwellenartig hochgezogen. Das dürfte der entscheidende Faktor für den stark gekrümmten Verlauf der Trockenwetterganglinie mit raschem Abfall bei hohem und langsamem Abfall bei niedrigem Grundwasserstand sein. Die Eingrenzung der Würmniederterrassengrundwasserkörper wurde mit Hilfe der Korrelation aller Ganglinien zur Ganglinie der zentral gelegenen Meßstelle 229/1 vorgenommen.

Versuche hatten ergeben, daß sich bei der Wahl dieser Bezugs-



meßstelle die größtmögliche Ausdehnung des Isoplethenfeldes ergibt , sowie das bei der gesamten statistischen Auswertung der Fall war, wurde nur der Zeitraum zwischen dem 28.2.1977 und dem 23.2.1978 (104 Meßwerte) bearbeitet. Die Korrelationskoeffizienten waren außerordentlich hoch und lagen bereits nahe bei +1, wobei bemerkenswert ist, daß die Isoplethe für $r = 0,998$ von Obervogau bis Gersdorf reicht. An den Rändern des Isoplethenfeldes (besonders zur Aue hin) erfolgt ein sehr steiler Abfall, was die Abgrenzung erleichtert. In der Abb. 17 kommen die Korrelationsisoplethen von $r = 0,990$ bis $r = 0,999$ zur Darstellung. Diese zahlenmäßig winzigen, an den Ganglinien aber durchaus merkbaren Unterschiede und der steile Abfall an den Rändern sind teilweise in der quadratischen Bewertung kleiner Abweichungen durch den Korrelationskoeffizienten begründet. Die entsprechenden Korrelationskoeffizienten zu den anderen Grundtypen ergeben folgende Werte:

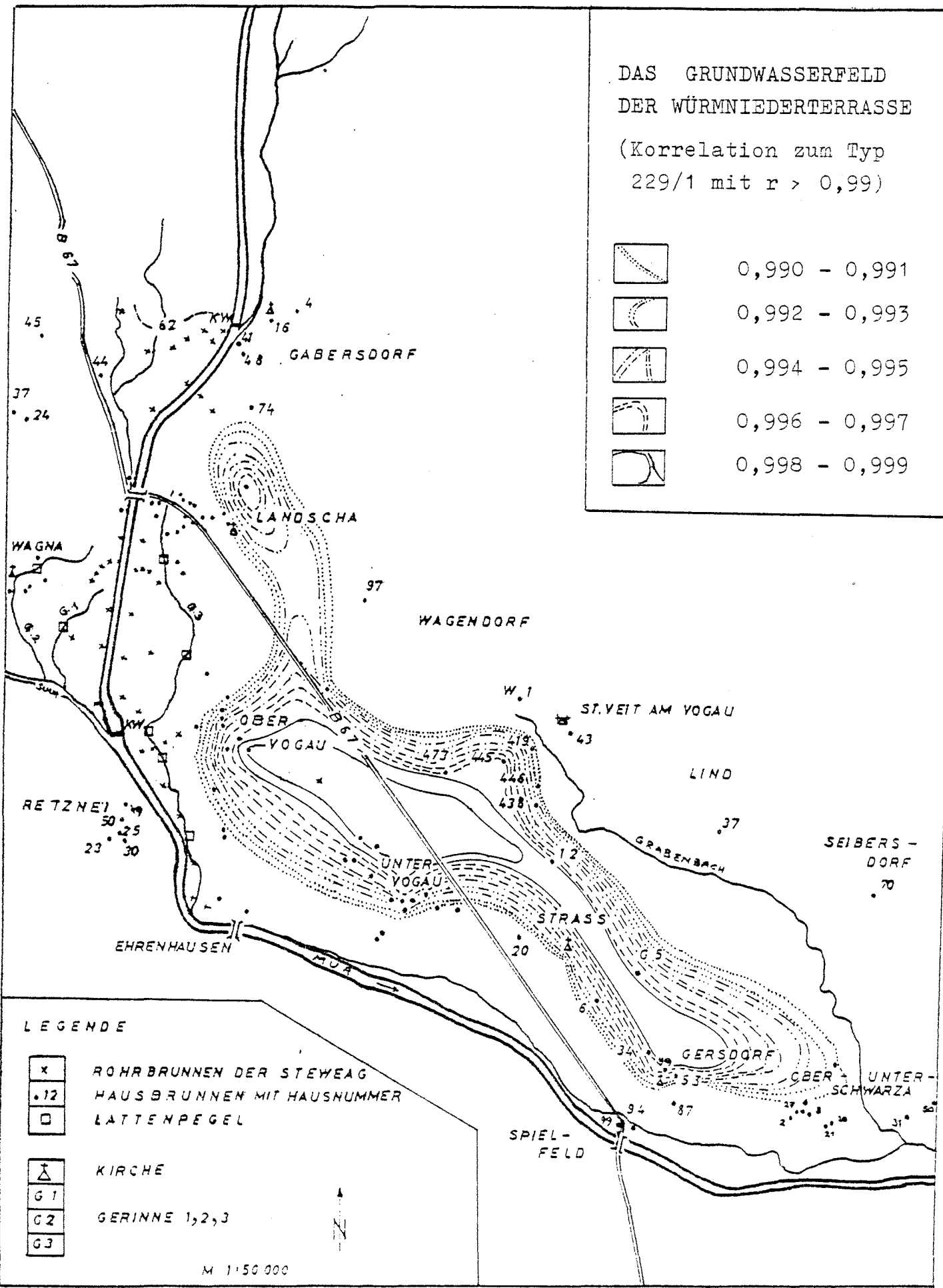
229/1	&	Küh-Au 7	0,293
229/1	&	223	0,900
229/1	&	215	- 0,410

Ergänzend sei bemerkt, daß auch die ebenfalls in die Auswertung einbezogenen Meßstellen auf der Würmhauptterrasse im Raum Leibnitz - Wagna Korrelationskoeffizienten bis 0,995 aufweisen, was beweist, daß in diesem Grundwasserfeld sehr ähnliche hydrogeologische Verhältnisse herrschen.

An den Niederterrassengrundwasserkörper schließt sich nach Nordwesten hin eine geringmächtige, durch den Aufstau leicht erhöhte Auslaufzone an, die auf Niederschläge deutlicher und einheitlicher reagiert und die den Trockenwetterabfall etwa des Jahres 1977 nur mit deutlich geringerer Höhe vollzieht. Diese Auslaufzone umfaßt die Ortschaft Landscha und setzt sich bis Obervogau hinein fort. Der Erlenstegbach bildet einen Einschnitt. Jenseits des Erlenstegbaches zeigen die Rohrbrunnen

DAS GRUNDWASSERFELD
DER WÜRMNIEDERTERRASSE
(Korrelation zum Typ
229/1 mit $r > 0,99$)

	0,990 - 0,991
	0,992 - 0,993
	0,994 - 0,995
	0,996 - 0,997
	0,998 - 0,999



LEGENDE

	ROHRBRUNNEN DER STEWEAG
	HAUSBRUNNEN MIT HAUSNUMMER
	LATTENPEGEL
	KIRCHE
	GERINNE 1,2,3

M 1:50 000

213/3 und 217 ähnliche Charakteristika und lassen vermuten, daß sich die hydrogeologischen Verhältnisse von Landschaft auch in der Aue bis in Murnähe fortsetzen, wo sie aber durch die Mur- und Aufstaubeinflussung maskiert werden.

3.3.3.1.1.2

Die retentionsschwachen Hauptinundationsgebiete der holozänen Aue (Abb. 16, Zone B)

Ein Mur-naher Streifen nördlich der Landschaftsbrücke (ca. 150 m beidseitig der Mur), der Sulmspitz außerhalb der Mur-nächsten Zone, das Gebiet zwischen Erlenstegbach und Unterwasser und das Ehrenhausner Viertel bis hin nach Untervogau sind typisch für einen Grundwassergang mit außerordentlich hohen und raschen Schwankungen. Die Schwankungen aufeinanderfolgender Meßwertdifferenzen gestatten eine flächenmäßige Gesamterfassung, aber keine sichere Differenzierung hinsichtlich der Ursachen. Denn diese könnten sowohl in der Niederschlagsbeeinflussung als auch in der Beeinflussung durch die großen Vorfluter Mur und Sulm liegen. In allen Fällen könnten sich Schwankungen dieser Größenordnung und Zeitdauer ergeben. Auch die Lage direkt an der Mur ist nicht Gewähr dafür, daß eine Murbeeinflussung vorliegt, wie an dem - allerdings seltenen - Beispiel des Ehrenhausner Viertels nachgewiesen werden kann. Es ist also in jedem einzelnen Fall durch Vergleich der Niederschlagsganglinie und der Ganglinie des Murwasserstandes mit der Grundwasserganglinie zu prüfen, welche die ausschlaggebende Komponente ist. Eine fundierte Interpretation des Verhaltens der hochniederschlagsempfindlichen Ganglinien würde den Einsatz von Schreibpegeln und genaue Bodenuntersuchungen erforderlich machen. Fest steht, daß die zumeist in der Nähe befindlichen kleinen Gerinne und wassergefüllten Gräben um eine Zehnerpotenz weniger schwanken als der Grundwasserspiegel und daher als direkte Ursache ausscheiden. Der hohe An-