

BERICHTE
der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 67

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

von

H. Fessler

Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion
Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung

Graz 1985

H E I N R I C H F E S S L E R

Am 12. Juli 1984 starb plötzlich und unerwartet Dr. Heinrich Fessler, der in Graz seit dem Jahre 1976 ein Büro für Hydrogeologie führte und mehrfach für das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung tätig war.

Dr. Heinrich Fessler wurde am 5. Juli 1943 in Maierdorf bei Gnas (Bezirk Feldbach, Oststeiermark) als Sohn des Landwirtes und späteren Bergmannes Johann Fessler und seiner Frau Josefa geboren. Nach dem Besuch der Volksschule in Gnas und der Hauptschule in Köflach kam er aus kinderreicher Familie in das Bischöfliche Seminar und Gymnasium in Graz, wo er im Juni 1964 maturierte. In den folgenden Jahren studierte er als Werkstudent an der Universität Graz Geographie und Geologie und wurde im November 1974 zum Dr. phil. promoviert. Bereits während seines Studiums spezialisierte sich Heinrich Fessler auf die Hydrogeologie, was sich vor allem im Thema seiner Dissertation, nämlich "Hydrologie des Sulmtales, Südweststeiermark" und in seiner Mitarbeit bei der Vereinigung für hydrogeologische Forschungen, sowie durch Arbeiten für das Institut für Baugeologie der Technischen Hochschule in Graz zeigte. Im Jahre 1972 gründete er eine Familie mit Katharina geb. Müller. Dieser Ehe entsprossen drei Kinder.

Schon vor Beendigung seines Studiums begann er im Rahmen eines Werkvertrages mit hydrogeologischen Arbeiten für die Steweag im Murtal. Es waren dies vor allem Grundwasserstandsmessungen und deren Auswertung. Ab dem Jahre 1976 war er sodann als Konsulent für Hydrogeologie bei Wasserkraftwerksbauten der Steweag beschäftigt, so insbesondere bei den Kraftwerken Obervogau und Spielfeld.

Diese Konsulententätigkeit für die Steweag wurde von H. Fessler ab dem Jahre 1976 im Rahmen eines eigenen Büros für Hydrogeologie, in dem er mehrere Mitarbeiter beschäftigte, ausgeübt. Immer mehr und mehr dehnte er seine hydrogeologischen Arbeiten auch auf andere Bereiche aus. So übernahm er für das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung die Bearbeitung von Quellen des Koralpengebietes, des Rabenwaldes und einiger anderer Bergregionen. Weiters betätigte er sich als Berater einzelner Gemeinden bei der Erschließung von Trinkwasser. Auch für das Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum war H. Fessler zeitweilig tätig, wobei vor allem seine Aufnahme der artesischen Brunnen des steirischen Grabenlandes hervorzuheben ist. Zuletzt war H. Fessler mit hydrogeologischen Arbeiten im südlichen Grazerfeld im Zusammenhang mit dem Kraftwerksbau der Steweag in Mellach beschäftigt.

Sein großes Interesse an diesen hydrogeologischen Arbeiten zeigte sich in der über den jeweiligen Auftrag hinausgehenden Beschäftigung mit Fachfragen. So konnten schon einmal Ergebnisse, die die Kenntnisse über die Grundwasserverhältnisse des Murtales ganz wesentlich erweitern, in den "Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung" veröffentlicht werden. Da diese Arbeit in der Fachwelt reges Interesse fand, soll auch seine letzte, abgeschlossene Arbeit über die Grundwasserverhältnisse in einem Abschnitt des Murtales in der gleichen Schriftenreihe vorgestellt werden.

Durch all diese meist mit Bauarbeiten in Zusammenhang stehenden Arbeiten hat H. Fessler in kurzer Zeit reiche hydrogeologische Erfahrungen sammeln können und die Kenntnisse über die hydrogeologischen Verhältnisse Steiermarks ganz wesentlich erweitert. Wenn von seiner fachlichen Tätigkeit auch nur drei Publikationen vorliegen, so leistete sie doch einen be-

achtlichen Beitrag zum steirischen Planungs- und Baugeschehen im Kraftwerksbau und in der Wasserversorgung. Viele seiner Berichte und Gutachten haben zu den Arbeiten anderer steirischer Hydrogeologen ganz wesentlich beigetragen.

Sein allzu früher Tod entriß nicht nur seiner Familie den Vater, sondern auch uns einen anerkannten Fachmann und lieben Kollegen.

Hilmar Zetinigg

Wissenschaftliche Veröffentlichungen

von

Dr. Heinrich Feßler

Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 40 (Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 3. Teil) 41 S, 18 Abb., Graz 1978.

Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Obervogau auf das Grundwasser. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 55, 75 S, 30 Abb., Graz 1981.

Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Spielfeld auf das Grundwasser. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 67, Graz 1983.

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

	Seite
1. Die hydrographische Lage und der geologische Aufbau	3
1.1. Die hydrographische Situation	3
1.2. Der geologische Aufbau	4
1.2.1. Die tertiäre Landoberfläche	4
1.2.2. Die quartären Terrassenflächen	4
1.2.2.1. Die eiszeitlichen Sedimente	4
1.2.2.2. Die holozäne Aue	5
2. Die Mur	6
2.1. Wasserkraftwerksstufenplan der Mur unterhalb Graz	6
2.2. Die empirischen Konsumtionskurven der Mur zwischen Kraftwerk Obervogau und Spielfelder Straßenbrücke	7
2.3. Das Hochwasserverhalten der Mur	8
3. Das Grundwasser	10
3.1. Die Lage der Grundwasserfelder und ihre Hydrologie	12
3.1.1. Der rechtsufrige Auensaum	12
3.1.2. Die tiefere und höhere holozäne Aue, die niedere Teilflur der Würmniederterrasse und die Würmniederterrasse am linken Ufer	15
3.2. Das Grundwasserbeobachtungsnetz	19
3.3. Die langjährig mittleren Grundwasserspiegelhöhen vor dem Kraftwerksbau	26
3.4. Die Grundwassermächtigkeit des linksufrigen Grundwasserkörpers vor dem Kraftwerksbau	28
3.5. Die Überdeckung des Grundwasserspiegels vor dem Kraftwerksbau	32

	Seite	
3.6.	Die Abgrenzung der Würmniederterrasse von der Aue aufgrund der typischen Grundwasserspiegelganglinien	35
3.7.	Die Abgrenzung der Zonen des murkorrelierenden Grundwasserganges von den Zonen des erhöht niederschlagsempfindlichen Grundwasserganges in den Äuen zwischen Ehrenhausener Brücke und Zierberger Wehr	39
3.8.	Tabelle der hydrogeologischen Basisdaten vor dem Kraftwerksbau	42
3.9.	Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues auf den Grundwasserspiegel	48
3.9.1.	Der rechtsufrige Oberwasserbereich zwischen Krafthaus Obervogau und Krafthaus Spielfeld	49
3.9.1.1.	Das Werksgelände der Perlmooser AG Retznei	50
3.9.1.2.	Der Retzneibachspitz unterhalb des Werksgeländes der PAG	51
3.9.1.3.	Der rechtsufrige Auensaum zwischen der Retzneibach-Mündung und dem Krafthaus Spielfeld	53
3.9.2.	Der rechtsufrige Unterwasserbereich zwischen Krafthaus Spielfeld und Wehr Zierberg	58
3.9.3.	Der linksufrige Oberwasserbereich zwischen Krafthaus Obervogau und Krafthaus Spielfeld	62
3.9.3.1.	Die linksufrige höhere Austufe zwischen Krafthaus Obervogau und Erlenstegbачmündung und das südliche Ortsgebiet der Gemeinde Obervogau	63
3.9.3.2.	Die linksufrige, tiefere Austufe zwischen der Mündung des Erlenstegbaches und dem Krafthaus Spielfeld	68
3.9.4.	Der linksufrige Unterwasserbereich zwischen Krafthaus Spielfeld und Wehr Zierberg	73
3.10.	Die chemischen Untersuchungen	77
4.	Verwendete Unterlagen	78
	Verzeichnis der bisher erschienenen Bände	80

1. DIE HYDROGRAPHISCHE LAGE UND DER GEOLOGISCHE AUFBAU.

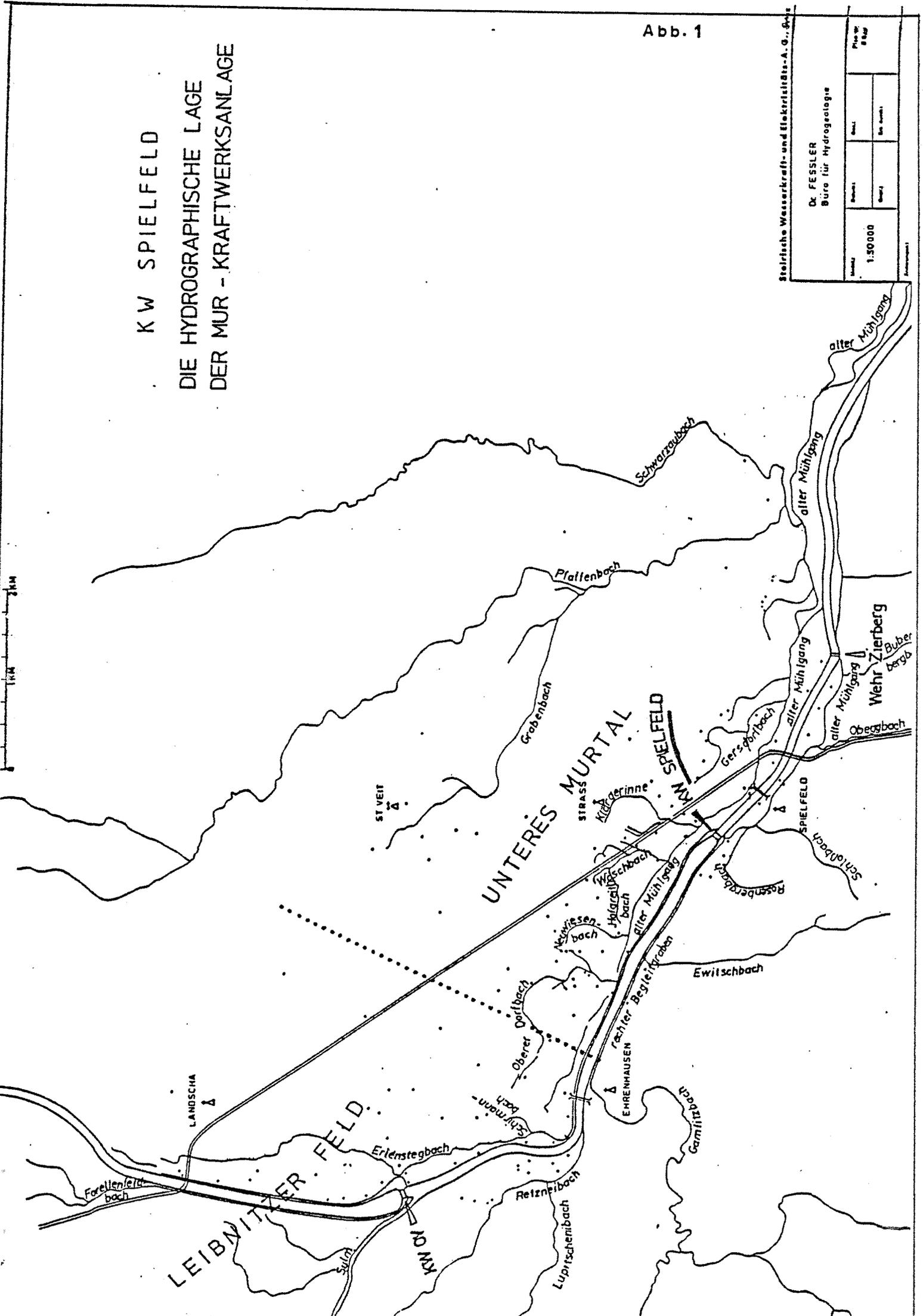
Mit dem Ausbau des Murkraftwerkes Spielfeld ist jener Flußabschnitt erfaßt worden, der bei Hochwässern zu großflächigen Überflutungen bis in die Siedlungen von Vogau und Gersdorf - Straß geführt hat. Mit dem Ansteigen des Murwasserspiegels ist es besonders am Rand des Siedlungsgebietes und in der Aue zu einem Ansteigen des Grundwasserspiegels gekommen, was bei der dortigen seichten Grundwasserspiegellage zur Bildung weiterer Vernässungszonen, Grundwasserblänken und Bachgerinnen innerhalb der genutzten Kulturen aber außerhalb der schützenswerten Auenbiotope geführt hat. Letztere Situation ist ebenso bei ergiebigen Starkregen eingetreten.

1.1. Die hydrographische Situation.

Die letzteiszeitliche Würmniederterrasse und die holozänen Murauen bilden im wesentlichen die Talfüllung der Mur im südlichen Leibnitzer Feld. Im Norden bietet sich der Würzingbach bei der Engstelle von Wildon als natürliche Trennlinie zwischen dem Grazer und dem Leibnitzer Feld in jeder Hinsicht an. Die Grenze zwischen dem Leibnitzer Feld und dem unteren Murtal hingegen ist eine künstlich festgelegte Verbindungslinie zwischen dem Ehrenhausener Schloßberg und Wagendorf, welche noch dazu einen bestehenden einheitlichen Grundwasserkörper zwischen Landscha und Oberschwarza in zwei Teile spaltet. Dieser sehr unnatürlichen Grenzziehung zum unteren Murtal, die sich aber allgemein eingebürgert hat, ist es zuzuschreiben, daß die KW-Anlage mit ihrer Längenausdehnung vom Krafthaus Obervogau (Mur-Km 137,6) bis zum Zierberger Wehr (Mur-Km 129,6) sowohl im Leibnitzer Feld als auch im unteren Murtal zu liegen kommt.

KW SPIELFELD
 DIE HYDROGRAPHISCHE LAGE
 DER MUR - KRAFTWERKSANLAGE

Abb. 1



Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A. G., Graz

Dr. FESSLER
 Büro für Hydrogeologie

Maßstab	1:50000	Blatt		Blatt	
Plan Nr.		Blatt		Blatt	
		Blatt		Blatt	

Projekt
 Blatt

1.2. Der geologische Aufbau

Das in der Murschleife von Obervogau - Ehrenhausen beginnende "Untere Murtal" ist in der regen Bautätigkeit der letzten Jahre (Pyhrn-Autobahn, B 67 - Brückenbau, Kraftwerksanlagen) durch zahlreiche Sondierbohrungen erschlossen worden.

1.2.1. Die tertiäre Landoberfläche.

Der dem Torton zuzuordnende Untergrund baut sich linksufrig aus mergeligem Ton auf, der obertägig die Hochterrassen von Wagendorf - St. Veit und die Würmhauptflur entlang der B 67 trägt, deren Verlauf die nördliche Tiefenrinne des präquartären Untergrundes ("Niederterrassengrundwasserkörper") kennzeichnet. Hier erfolgt der lithologische Übergang zu den Leithakalken und Sanden, die obertägig rechtsufrig der Mur die Geländestufe von Retznei - Ehrenhausen aufbauen.

1.2.2. Die quartären Terrassenflächen.

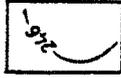
Die im Anlagenbereich des Kraftwerkes relevanten fluvialen Aufschüttungen beschränken sich auf das Ende der Eiszeiten in der Würm-Niederterrasse und rezent in der holozänen Mur-Aue.

1.2.2.1. Die eiszeitlichen Sedimente.

Im gestuften Abfall der Terrassen zur Mur ist die Würmniederterrasse bedeutend großflächiger als die nur saumförmige

KW SPIELFELD

Höhenschichtlinien
des präquartären
Untergrundes



Bohrungen der
Pyhrnautobahn
im Jahre 1971



STEWEAG

im Jahre 1961



GW-Peilrohre 1978

GW-Peilrohre 1975
(KW Obervogau)



LBD - Strmk

im Jahre 1968



Abb. 2

Österreichische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.G., Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

Maßstab:
1:80 000

Übersicht:

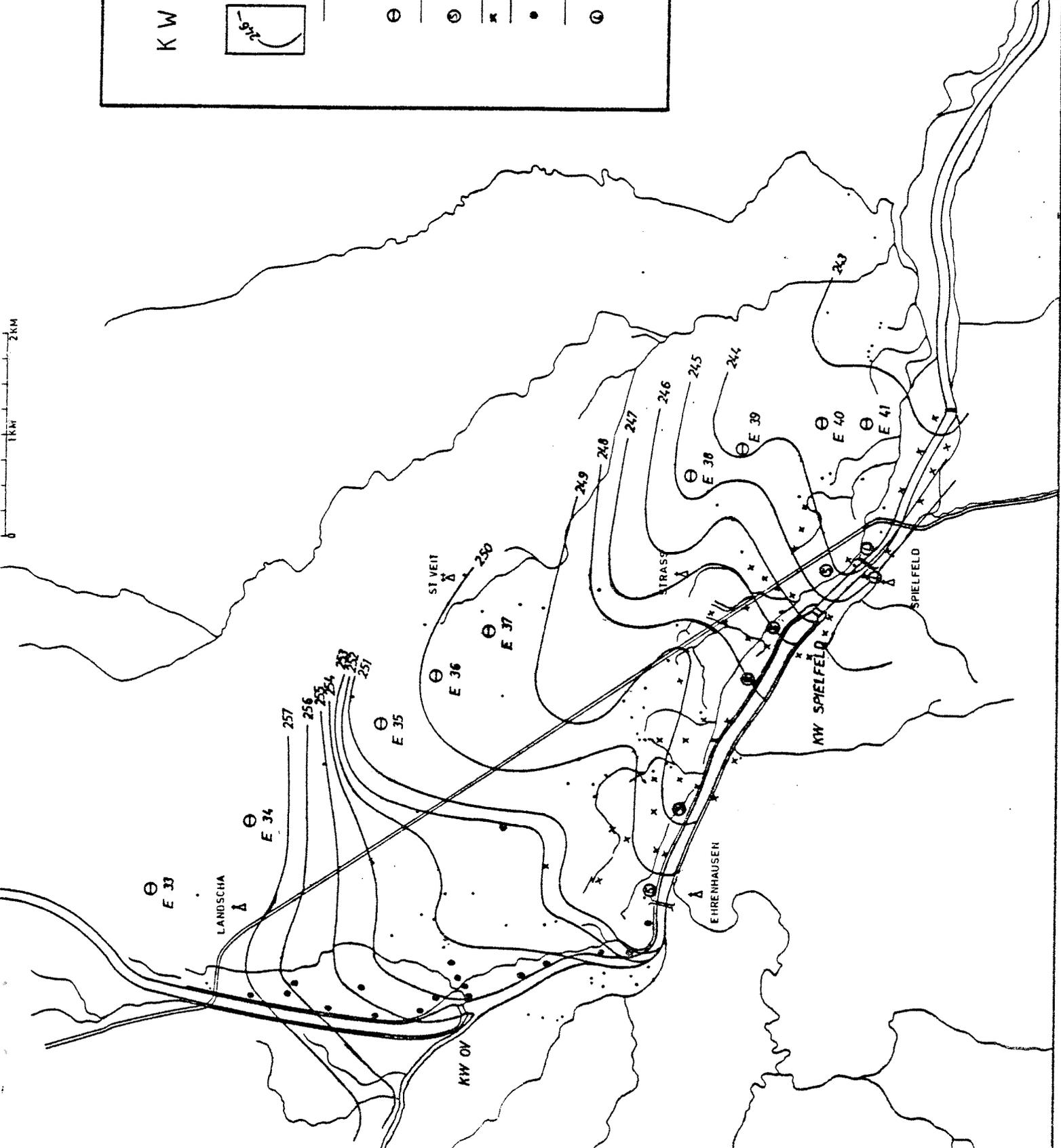
Detail:

Plan Nr.
11 000

Blatt Nr.
11 000

Abmessungen:

1 KM 2 KM



ge Würmhauptterrasse. Im Aufbau der Sedimente folgen auf die bis zu 0,5 Meter mächtige Humusdecke wasserführende Kiese und Sande bis zu 7 m Mächtigkeit. Dieser wasserführende Grundwasserkörper der Würmniederterrasse alimentiert den Brunnen des Wasserverbandes Ehrenhausen. Zur Mur hin verläuft gleichsam als schmaler Saum eine tiefere Teilflur, auf der die Siedlungen Obervogau und Vogau liegen.

1.2.2.2. Die holozäne Aue.

Die im Wechsel von Acker-, Baum- und Graskulturen bedeckten Flächen sind linksufrig der KW-Anlage von Obervogau einer höheren Austufe zuzuordnen. Daran schließt vom "Ehrenhausner Viertel" bis zum KW - Spielfeld eine tiefere Austufe. Diese jüngsten Talsedimente sind von Mur - Schwemmsanden, Schottern und gröberen Gesteinen aufgebaut. Die kleinere Transmissivität gegenüber der Würmniederterrasse hat eine Auenlandschaft mit vielen kleinen Gerinnen entstehen lassen, die bei hohem Grundwasserstand stets wieder aktiv werden und so die natürliche Vorflut darstellen. Mit der Vereinheitlichung der Ackerflächen in der heutigen Kulturtechnik wurden diese ursprünglichen Gerinne in den Acker und Wiesenfluren meist verdrängt.



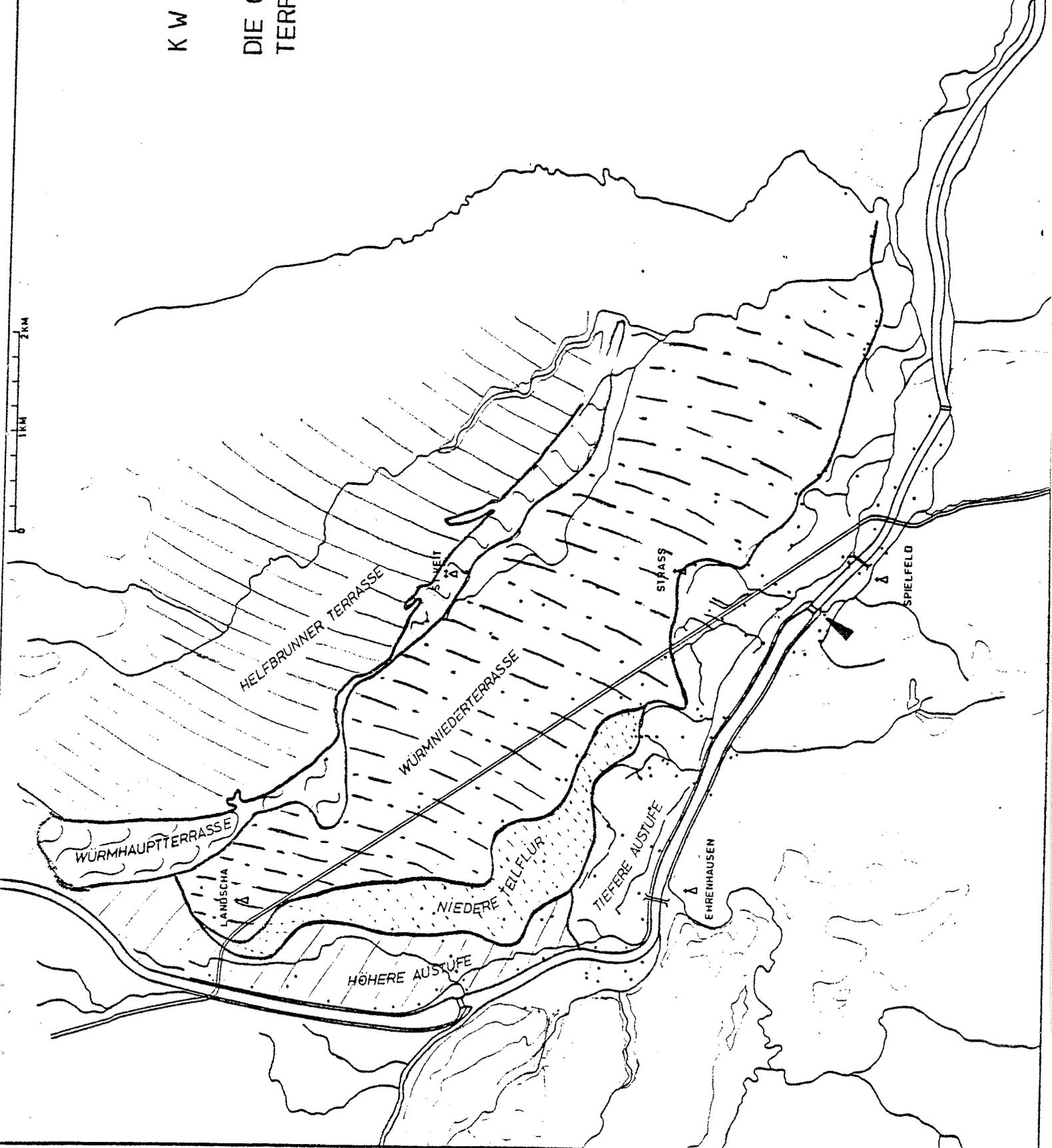
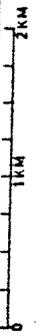
KW SPIELFELD DIE QUARTÄREN TERRASSENFLÄCHEN

Stöhrleche Wasserkraft- und Elektrizitätsw.-A. G., Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

Maßstab: 1:50.000	Datum:	Blatt:	Plan Nr.:
	Bezirg:	Einr. nach:	Blatt:

Autorengezeichnet



2. DIE MUR,

Die Wasserspiegelhöhe des Hauptvorfluters Mur, sowie die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen sind die beherrschenden Einflußfaktoren auf das Grundwasser. Der Bau von Wasserkraftwerken bedingt Einwirkungen auf das Wasserspiegellängsprofil der Mur, die sich mittelbar auch auf das Grundwasser übertragen, sofern nicht mit Abdichtungen und Dränagen diesem Effekt entgegengewirkt werden kann.

2.1. Wasserkraftwerksstufenplan der Mur unterhalb Graz,

	mittlerer Kraft- werksdurchfluß in m ³ /s	Stauziel in m ü.A.
Mellach	113,5	305,50
Lebring	125	288,10 (im Projekt 292,0)
Gralla	128	281,00
Gabersdorf	128	271,50
Obervogau	139	262,00
Spielfeld	158	254,00
Weitersfeld	159	246,00 (Projekt)

Die angegebenen Kraftwerksdurchflüsse umfassen sowohl den Turbinendurchfluß als auch die Überlaufverluste am Wehr. In verschiedenen Elaboraten sind Angaben zu finden, die bis zu 3 % über oder unter diesen Werten liegen. Für die größeren Zu- und Abgänge der Mur wurden veranschlagt:

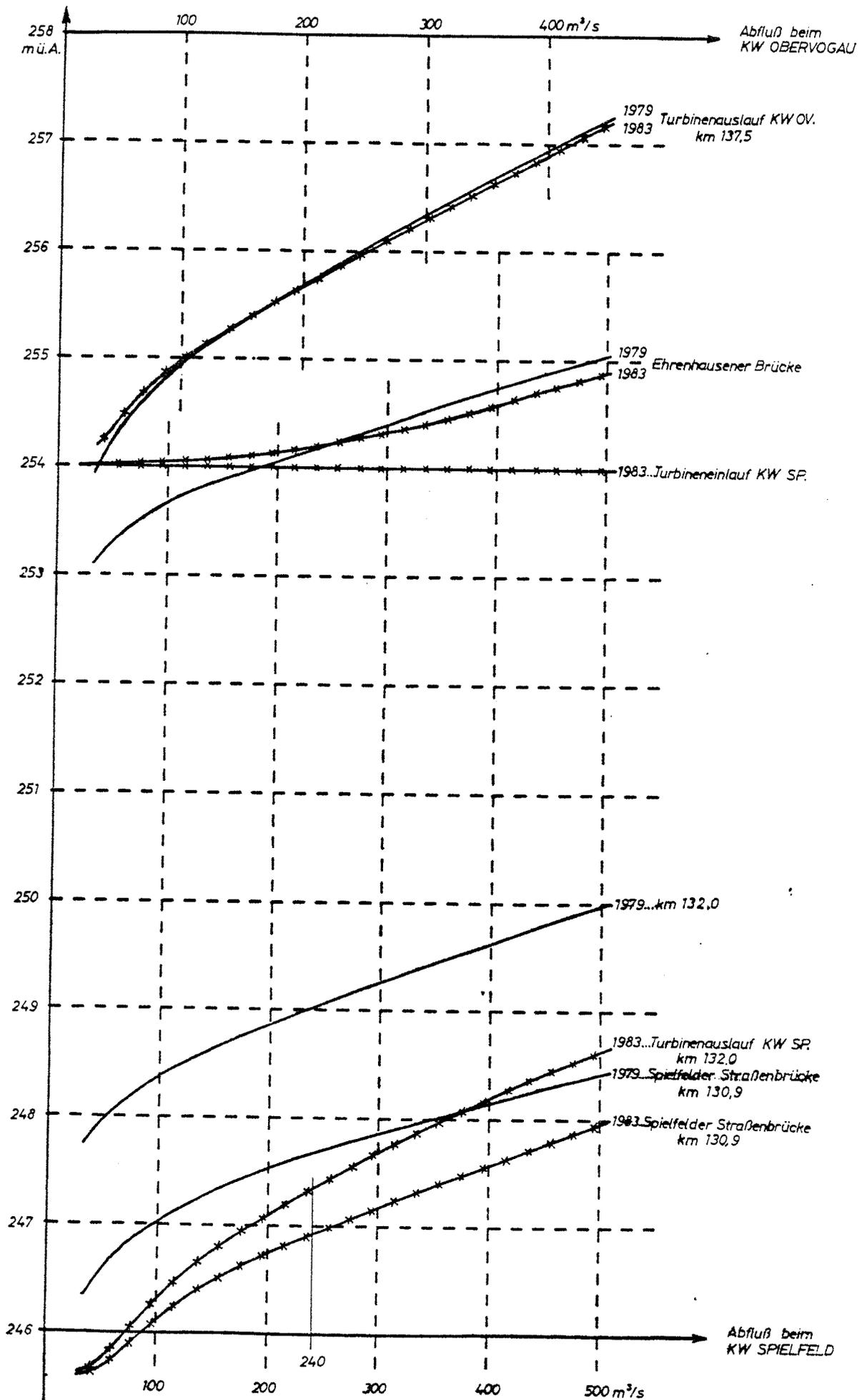
Abgang in den Weißenegger Mühlkanal beim Kleinkraftwerk Weißenegg	12,0 m ³ /s
Zugang Kainach/Wildon	11,5 m ³ /s
Zugang aus dem Weißenegger Mühlka- nal beim Kleinkraftwerk Ödt	3,0 m ³ /s
Zugang Weißenegger Mühlkanal ein- schließlich Stiefingbach unterhalb Gabersdorf	11,0 m ³ /s
Zugang Sulm unterhalb Obervogau ...	19,0 m ³ /s

2.2. Die empirischen Konsumtionskurven der Mur zwi-
schen Kraftwerk Obervogau und Spielfelder Stra-
ßenbrücke.

Die gezeichneten Kurven basieren auf der genauen Auswertung der Unterwasserschreibpegel LW Obervogau, Kraftwerk Spielfeld und Spielfelder Straßenbrücke und auf der Auswertung der täglichen Lattenpegelablesungen bei der Ehrenhausener Brücke und bei den Kontrollpegeln der oben erwähnten Schreibpegelanlagen. Weiters wurden sämtliche Werksaufzeichnungen über den Kraftwerksdurchfluß in Obervogau und Spielfeld und die Abflußmessungen der Hydrographischen Landesanstalt zur Auswertung herangezogen.

Es fällt auf, daß sich beim Kraftwerk Obervogau und bei der Ehrenhausener Murbrücke im unteren und mittleren Abflußbereich der Einstau bemerkbar macht, daß jedoch in beiden Fällen ein günstigeres Abflußverhalten im Hochwasserbereich gegenüber dem Jahr 1979 gegeben ist. Der neue Verlauf der Konsumtionskurve der Mur bei der Spielfelder Straßenbrücke ist verantwortlich für den Ausfall zahlreicher Hausbrunnen. Im übrigen wird auf die Abbildung und auf die Kommentare im Kapitel Grundwasser verwiesen.

KONSUMTIONSKURVEN



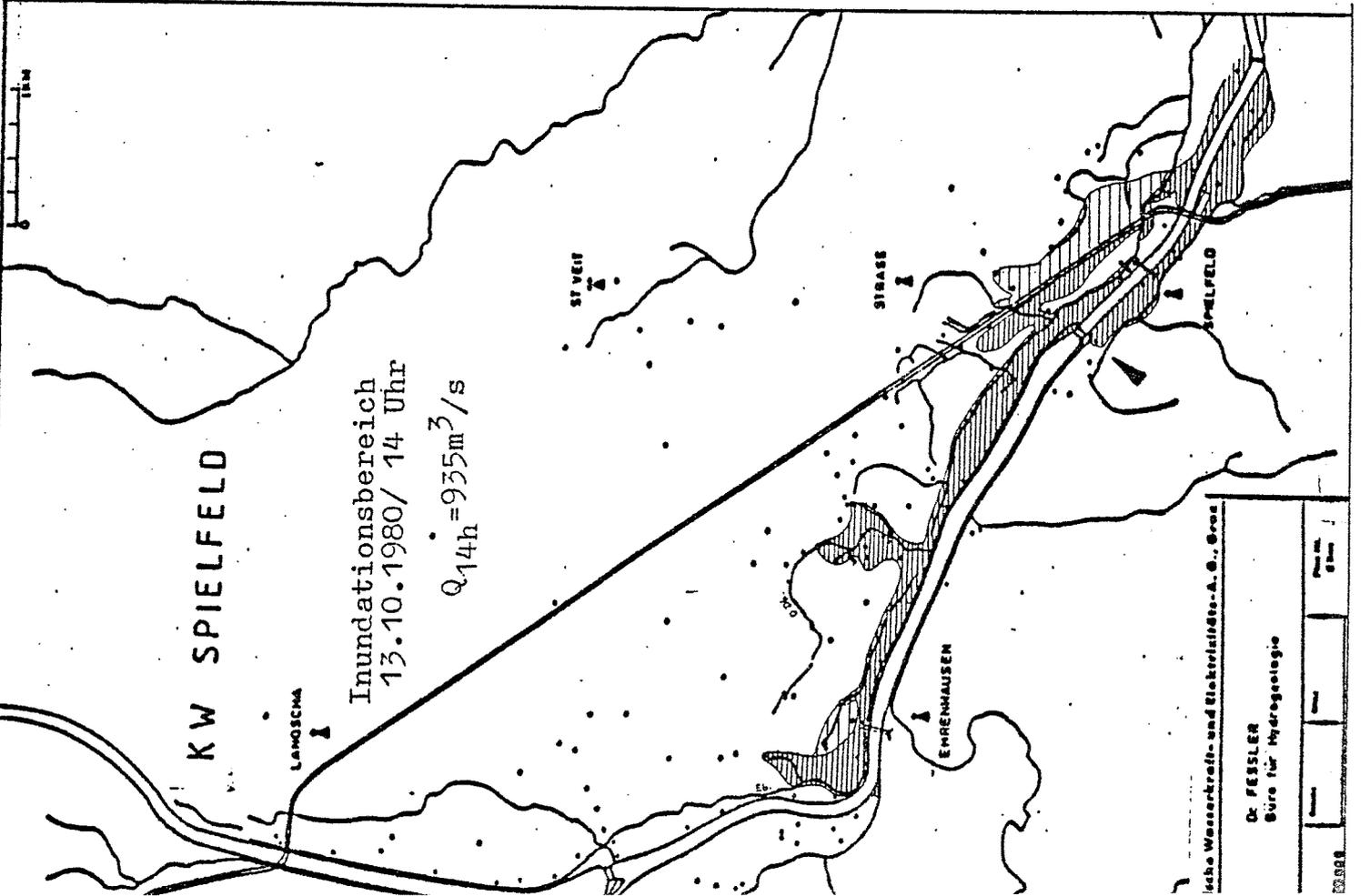
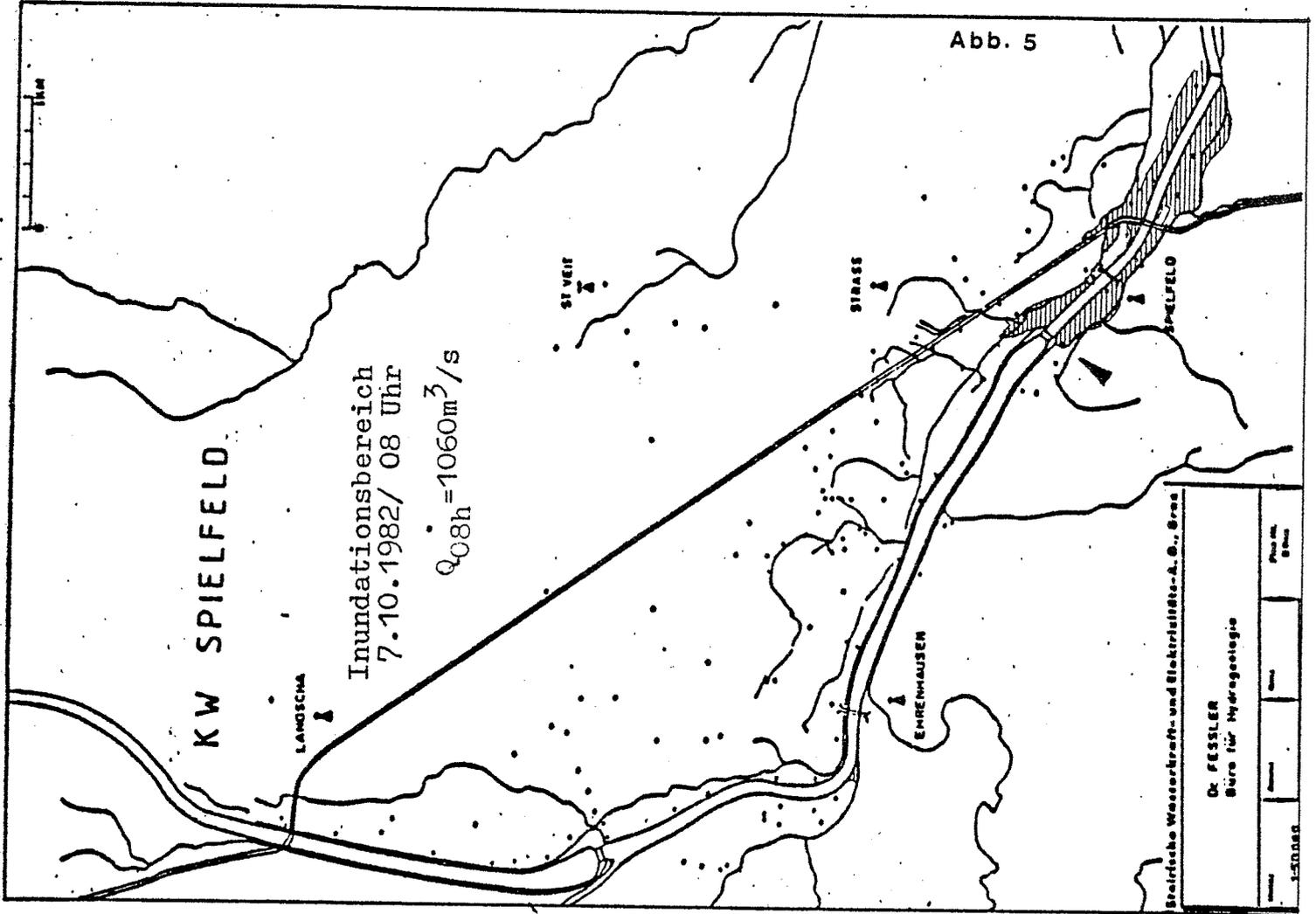
2.3. Das Hochwasserverhalten der Mur.

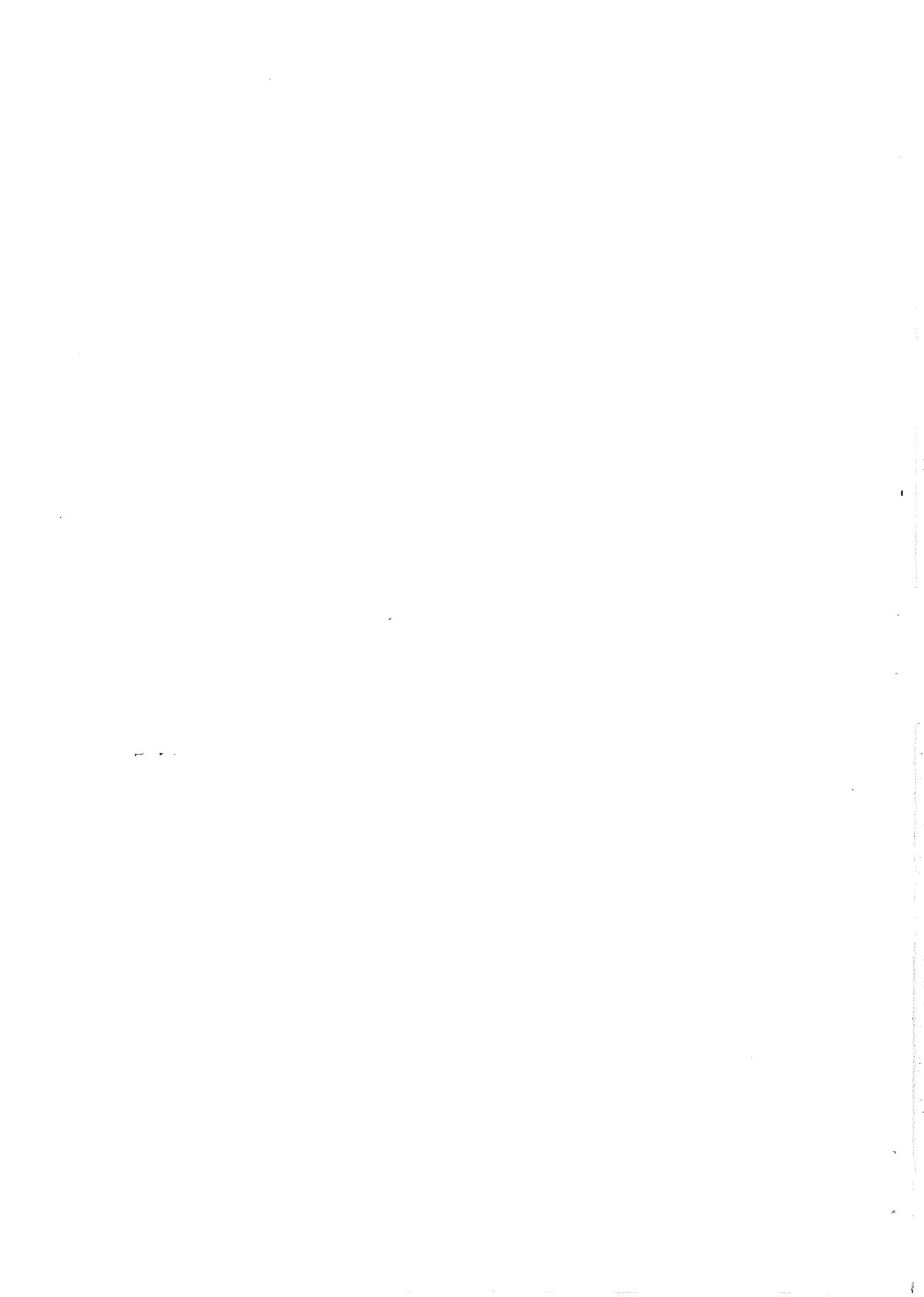
Der Wasserrechtsbescheid für das Mur-Kraftwerk Spielfeld beinhaltet auch die Errichtung eines Hochwasserschutzdammes am linken Ufer der Mur flußabwärts des Kraftwerkes Obervogau, welcher im linken Staudamm und schließlich im Gersdorfer Hochwasserschutzdamm seine Fortsetzung findet. Da durch die Dimensionierung des linken Dammes eine Ausuferung bis zum HQ_{100} verhindert wird, war bei sehr großen Abflüssen eine Anhebung der Konsumtionskurve mit erhöhter Ausuferung an den nicht geschützten Stellen zu erwarten, so daß auch rechtsufrig im Retzneibachspitz ein Hochwasserschutzdamm errichtet werden mußte. Zwischen Ehrenhausener Brücke und Kraftwerk Spielfeld erstreckt sich der rechte Staudamm. Flußabwärts des Kraftwerkes wurde der Spielfelder Hochwasserschutzdamm errichtet. Mit Ausnahme des Retzneibaches wurden alle Zuflüsse zur Mur um den Stauraum herumgeleitet und münden jetzt in das eingetiefte Unterwasser des Kraftwerkes oder in die ehemaligen Mühlgänge, so daß keine Rückflußgefahr aus der hochwasserführenden Mur besteht und somit diese Schwachstellen im Hochwasserschutz ausgeschaltet werden konnten.

Während der Zeit der intensiven Grundwasserbeobachtungen fanden zwei Hochwasserereignisse statt, wobei am 13. Okt. 1980, also im früheren Baustadium des Kraftwerkes Spielfeld, die Strömungsverhältnisse der Mur und der Hochwasserschutz noch weitgehend dem ursprünglichen Zustand entsprachen. Das zweite Hochwasser vergleichbaren Ausmaßes erfolgte am 7. Okt. 1982 zu einem Zeitpunkt, als die Hochwasserschutz- und Staudämme im Oberwasserbereich bereits wirksam waren. Allerdings fehlten die Hochwasserschutzdämme im Unterwasserbereich und die Unterwassereintiefung flußabwärts der Spielfelder Straßenbrücke war noch ausständig.

Beide Ereignisse wurden kartiert, doch konnte beim Hochwasser 1980 das Maximum nicht erfaßt werden. Die Kartierung des Inundationsbereiches des Hochwassers 1980 ist auf den Zeitpunkt 13.10.1980/14.00 Uhr bezogen bei einem $Q_{14 \text{ Uhr}} = 935 \text{ m}^3/\text{s}$, während die maximale Ausuferung zwischen 18 und 20 Uhr auftrat ($Q_{18 \text{ Uhr}} = 1002 \text{ m}^3/\text{s}$). Die Kartierung zeigt, daß Hochwasserrückflüsse in den Erlenstegbach, in den Oberen Dorfbach, in die Mühlgänge und in ganz besonderem Maß in das Straßer Klärgerinne erfolgten, von wo aus sich das Hochwasser in die Geländetiefenrinne von Gersdorf ergoß. Beim Hochwasser 1982 (7.10.1982/8 - 10 Uhr, $Q_8 \text{ Uhr} = 1060 \text{ m}^3/\text{s}$) kam die Unterwassereintiefung zwischen Kraftwerk Spielfeld und Spielfelder Straßenbrücke in der Weise zum Tragen, daß trotz 13 % höherer Wasserführung kein Rückfluß in das Klärgerinne mehr eintrat. Die Auswirkungen auf das Gersdorfer Brückenviertel waren aber größer als 1980. Im Jahre 1984 wurden die Hochwasserschutzdämme im Unterwasserbereich fertiggestellt, so daß jetzt die gleiche Hochwassersicherheit wie im Oberwasserbereich gegeben ist.

Abb. 5





3. DAS GRUNDWASSER.

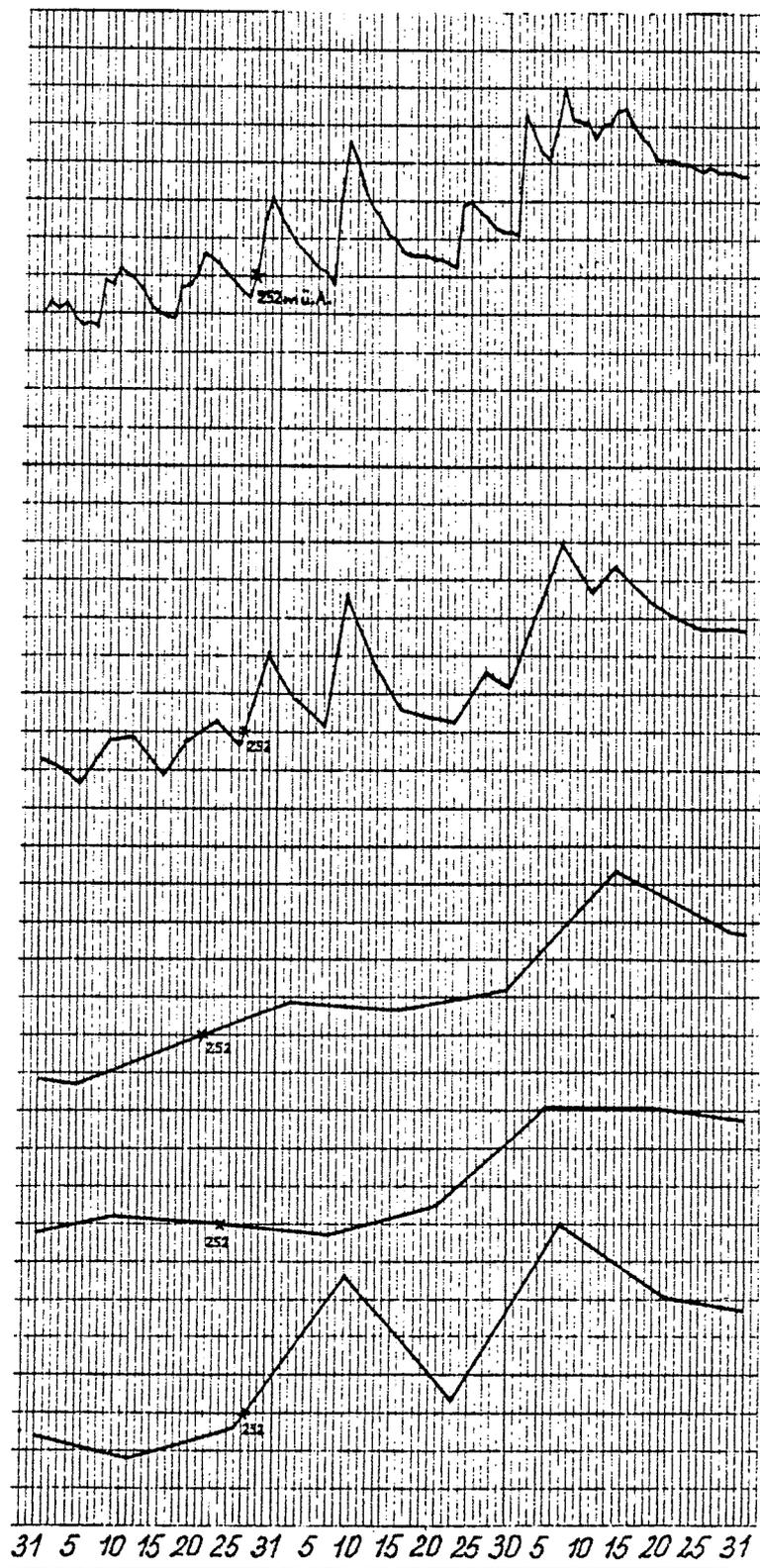
Im Zusammenhang mit der Aufstauüberwachung beim Kraftwerk Spielfeld wurden chemische Analysen des Grundwassers hinsichtlich der üblichen Parameter und zusätzlich intensive Messungen der Grundwasserspiegelhöhen durchgeführt. Letztere lassen umfangreiche Aussagen über die Grundwasserfließrichtung, Zu- und Abgänge, Rückstauerscheinungen, sowie die Durchlässigkeit des Grundwasserleiters und seiner Überdeckung zu. Im untersuchten Bereich ergaben sich durch die Wasserentnahme aus Hausbrunnen keine nennenswerten Störungen des Meßbetriebes (Ausnahmen Hausbrunnen in Retznei und Wagendorfer Terrasse). Die Transmissivität ist so hoch, daß während der kurzzeitigen und meist deutlich hörbaren motorischen Entnahme nur Absenkungen im Millimeterbereich auftreten und die Wiederaufspiegelung innerhalb kürzester Zeit erfolgt. Die Meßfrequenz orientiert sich an den meßstellenspezifischen, kurzfristigen Schwankungen des Grundwasserspiegels in der tieferen Austufe, wo stets der Schwerpunkt der Aufstauüberwachung liegt. Eine halbwegs vollständige Erfassung der Ganglinie des Grundwasserspiegels in diesem Bereich ist nur mit täglichen Messungen möglich, gibt es doch Meßstellen, die pro Tag um mehr als 10 cm fallen und bei Grundwasserneubildung aus Niederschlägen um beispielsweise 50 cm ansteigen können, das ist 40 % des überhaupt vorkommenden Schwankungsbereiches dieser Meßstellen (St 309). Um wenigstens alle größeren Grundwasserspitzen halbwegs befriedigend wiedergeben oder zumindest erfassen zu können, muß die Meßfolge nach der Sampling - Theorie mindestens doppelt so groß sein wie die größte Folgefrequenz dieser größeren Grundwasserspitzen. Da diese selten rascher als im Wochenintervall aufeinanderfolgen, genügt eine wöchentlich zweimalige Messung gerade noch. Was aus einer Ganglinie entsteht, wenn zu große Meßintervalle gewählt werden

(z.B. 14-tägige Messungen), zeigt die Abbildung 6. Es sei darauf verwiesen, daß auch der Hydrographische Dienst in Österreich seine wenigen in der Mur-Aue gelegenen Grundwassermeßstellen nach Möglichkeit öfter als wöchentlich einmal ablesen läßt, wenngleich die Mehrzahl aller Messungen in den Flachgebieten des Grazer und Leibnitzer Feldes und des unteren Murtales leider nur mehr wöchentlich einmal durchgeführt wird. Die meisten amtlichen Meßstellen liegen auf der Würmniederterrasse mit ihrem trägen Grundwasserkörper; nur wenige liegen in der murnahen Aue mit seichtliegendem Grundwasserspiegel und raschen Grundwasserspiegelschwankungen infolge Vorflut- und Niederschlagseinflusses. Während bei ersteren der ursprünglich für alle Meßstellen geltende wöchentlich zweimalige Meßrhythmus herabgesetzt wurde, werden die amtlichen Meßstellen in der Aue weiterhin wöchentlich zweimalig gemessen, außer wenn nur eine erschwerte Beobachtung möglich ist.

Da es bei einer Aufstauüberwachung jedoch nicht nur darum geht, die Erfassung der Mittelwerte und Extremwerte zu ermöglichen und eine möglichst alle Bewegungen des Grundwasserspiegels erfassende Ganglinie zu erhalten, sondern vielmehr darum, die Beeinflussungskomponenten bei jeder einzelnen Ganglinie rasch und richtig zu identifizieren, um notfalls rechtzeitig in den Aufstauverlauf eingreifen zu können, sind höhere Anforderungen notwendig. Aus Aktualitäts- und Präzisionsgründen wurden 17 ausgewählte Meßstellen in Anlehnung an das Vorgehen beim Kraftwerk Obervogau täglich gemessen. Kleine Zeit- und Amplitudenunterschiede ermöglichen es erst, gleichsinnig zusammenfallende Auswirkungen eines künstlichen oder natürlichen Wasserspiegelanstiegs der Mur und eines örtlichen Niederschlagsereignisses voneinander zu trennen. Eine Grundwassermeßstelle im ungespannten, nicht karstbeeinflussten Grundwasser reagiert beispiels-

Gangliniendarstellung
 eines identischen Grundwasserspiegelhöhenganges
 bei unterschiedlichem Meßrhythmus

Grundwasserpeilrohr St 308,
 Straß, Ortsteil Hofgreith



täglicher Meßrhythmus

wöchentlich zweimaliger
 Meßrhythmus
 (Montag/Donnerstag)

14-tägiger Meßrhythmus

14-tägiger Meßrhythmus,
 um 5 Tage verschoben

14-tägiger Meßrhythmus,
 um weitere 2 Tage
 verschoben

31 5 10 15 20 25 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 31

AUGUST	SEPTEMBER	OKTOBER
--------	-----------	---------

weise hauptsächlich auf den am Ort versickerten Niederschlag, wenn ihr Wasserspiegel gleichzeitig oder sogar früher (1 Tag) zu steigen beginnt als der Wasserstand der Mur. Ebenso verhält es sich in der Regel, wenn die Anstiegshöhe des Grundwassers größer ist als die Anstiegshöhe der Mur. Erfolgt jedoch ein Anstieg im Grundwasserkörper, der sich vom Ufer der Mur mit erkennbarer Zeitverschiebung in den Grundwasserkörper hinein fortpflanzt, wobei der Peak immer kleiner wird, liegt eine typische Beeinflussung von der Mur vor. Es gilt auch hier das allgemeine Kriterium, daß die Wirkung nicht vor der Ursache auftreten kann und daß sie nicht energiereicher als die Ursache sein kann. In gleicher Weise muß sich auch die Auswirkung des Aufstaus und der Unterwassereintiefung ausbreiten. Bei den entlang eines Querprofils von Meßstelle zu Meßstelle auftretenden Zeitverschiebungen handelt es sich um Bruchteile von Tagen bis zu mehreren Tagen, wobei die horizontal verlaufende Vorfluterbeeinflussung häufig von der vertikalen Beaufschlagung mit Niederschlägen überlagert wird. Bei guter Kenntnis der Meßstellen und täglicher Messung kann die Auswirkung eines Aufstauschrittes zumeist schon am Tag danach zuverlässig beurteilt werden.

3.1. Die Lage der Grundwasserfelder und ihre Hydrologie.

3.1.1. Der rechtsufrige Auensaum.

Die Mur löst sich bei Gabersdorf vom linken Talrand, pendelt zum rechten Rand hinüber, erreicht diesen bei Retznei und folgt sodann dem Hangfuß der steil ansteigenden tertiären Hügelkette. Mehrere senkrecht zur Mur hin strömende

Seitenbäche gliedern diese Höhenkette, die bei Retznei (Sulmmündung, Kraftwerk Obervogau) erstmals von der Mur tangiert wird. Das Tertiär setzt sich bis zum Spielfelder Bubenberg und anschließend jenseits der Staatsgrenze bis Radkersburg fort.

Tabelle der rechtsufrigen Seitenbäche zwischen Retznei und der Staatsgrenze:

Einzugsgebiet (km ²) bis zur Mündung in		
Lupitschenibach	2,9	Retzneibach
Retzneibach (= Aflenzbach)	14,0	Mur
Gamlitzbach	50,9	Mühlgang
Ewitschbach	2,5	Mühlgang
Rosenbergbach	0,4	Mühlgang
Schloßbach	1,1	Mühlgang
Obeggbach	5,8	Mühlgang
Bubenbergbach	0,9	Mühlgang

Rechtsufrig zwischen dem regulierten Flußlauf der Mur und dem tertiären Hügelland verbleibt ein Talsaum bzw. Auen-saum von unregelmäßiger Breite, der im untersuchten Ge-biet zwischen 0 und 400 m schwankt. Bei der Sulmmündung, der Ehrenhausener Murbrücke und schließlich kurz vor dem Zierberger Wehr tangiert die Mur das Tertiär unmittelbar; die angegebene Maximalbreite des rechten Talsaumes wird bei Retznei erreicht. Direkt am Fuß der Höhenstufe fungie-ren im Norden der Retzneibach und im Süden der rechte Mühl-gang als leistungsfähige Vorfluter, die die Seitenbäche und Hangabflüsse aufnehmen.

Da rechtsufrig zwischen dem Kraftwerk Obervogau und dem Wehr Zierberg die höherliegenden, zumeist nicht wasserführenden tertiären Sedimentgesteine durchwegs fast bis an die Mur heranreichen, kann man rechtsufrig eher von einem Grundwassersaum mit drei breiteren Stellen als von Grundwasserfeldern sprechen. Die hydrologischen Verhältnisse sind einfach. Der Grundwasserspiegel liegt zumeist ein wenig höher als der Wasserspiegel der Mur und schwankt mit diesem. Die Anspeisung aus den Karstwasserkörpern der kleinflächigen Leithakalkstöcke und aus dem versickernden Oberflächenabfluß des übrigen, möglicherweise nur gering karstwasserführenden Tertiärs wird vom Retzneibach, dem Gamlitzbach und dem rechtsufrigen Mühlgang weitgehend abgefangen; die Grundwasserneubildung am Ort, meist auch die Speicherwirkung des Grundwasserkörpers, ist wegen der geringen Talbreite bedeutungslos. Entsprechend verhalten sich auch die Grundwasserganglinien. Eine gewisse Ausnahme bilden hier die drei Verbreiterungen des Grundwassersaumes, insbesondere der Retzneibachspitz, wo die fluvialen Sedimente zur Mur hin in der Tendenz deutlich feinkörniger und daher undurchlässiger werden. Aus diesem Grund korrelieren zumindest die Grundwasserganglinien der murfernen Meßstellen (S 1 und S 4) unmittelbar, über dem Retzneibachwasserspiegel auch mittelbar mit dem örtlichen Niederschlag und nicht mehr ausschließlich mit dem Wasserspiegel der Mur. Die auf das Grundwasser übertragenen Wasserspiegelschwankungen der Mur werden mit der örtlichen Annäherung zum Retzneibach hin zunehmend gedämpft. Ein Teil dieser Dämpfungswirkung ist den Ausgleichsreaktionen des Grundwasserspiegelquerprofils zuzuschreiben, also der Transmissivität und dem nutzbaren Porengehalt des Grundwasserleiters sowie der jeweiligen Entfernung zum schwankenden Vorfluter mit dem Effekt der Schwankungsdämpfung und Zeitverzögerung. Der andere Teil ist unmittelbar der stabilisierenden Einwirkung des Retznei-

baches auf den begleitenden Grundwasserspiegel zuzuschreiben; der Retzneibach weist nämlich aufgrund seiner geringen Wassertiefe im Vergleich zur Mur auch nur geringe Wasserspiegelschwankungen auf. Er wirkt in der Weise stabilisierend, daß er bei einem z.B. von der Mur hervorgerufenen Anstieg des Grundwasserspiegels Grundwasser aufnimmt oder bei einer Umkehr der Gefälleverhältnisse Bachwasser an das Grundwasser abgibt. Die nächste breitere Stelle im rechtsufrigen Grundwassersaum liegt auf Höhe des Kraftwerkes Spielfeld und der ehemaligen Sauritschmühle. Der im Zentrum liegende, tief eingeschnittene Feilbach dämpft den Einfluß der Mur auf die Grundwasserganglinien besonders bei hohen Grundwasserständen beträchtlich. Am rechten Rand befindet sich der Mühlgang, dessen Sohle und Ufer jedoch derart kolmatiert sind, daß eine Auswirkung auf das Grundwasser kaum erfolgt. Einströmendes Hanggrundwasser dürfte am äußersten Rand jedoch für einen gewissen Teil niederschlagsbedingter Auswirkungen auf das Grundwasser verantwortlich sein. Es verbleibt noch das rechtsufrige Gebiet zwischen Spielfelder Straßenbrücke und Zierberger Wehr, bzw. zwischen Mur und rechtem Mühlgang, welches im Grundwassergang vor allem von der Mur beeinflußt ist.

3.1.2. Die tiefere und höhere holozäne Aue, die niedrigere Teilflur der Würmniederterrasse und die Würmniederterrasse am linken Ufer.

Zwischen der Stelle, wo sich die Mur vom Ostrand des Leibnitzer Feldes löst und zum Westrand pendelt, nämlich bei der Mündung des Weissenegger Mühlkanals in die Mur in Gabersdorf, und der tiefsten Stelle auf Höhe des Pfaffenbachs in Oberschwarza, bzw. zwischen der Mur als rechter Begrenzung und dem Saum der höheren Würmhauptterrasse von Gabersdorf bis Seibersdorf als linker Begrenzung erstreckt sich

ein hydraulisch zusammenhängendes Grundwasservorkommen. Die Grundwassersohle dieses Grundwasservorkommens wird von der tertiären Landoberfläche gebildet, welche aus blaugrauem Tegel besteht. Das Relief dieser Grundwassersohle weist gewisse Unregelmäßigkeiten auf; insbesondere ist auch neben zwei größeren Mulden eine sanfte Schwelle entlang der Ortschaften Untervogau und Straß ausgebildet, die jedoch vom Grundwasser auch bei niederem Grundwasserstand noch so deutlich überstaut wird, daß noch keine hydraulische Beeinflussung oder Trennung durch die Schwelle erfolgt.

Die durch Stufen scharf abgegrenzten, ebenen Flächen der Aue und der quartären Terrassen finden im tertiären Untergrund bzw. in der Grundwassersohle keine entsprechende Nachbildung, sondern es überwiegt ein sanftes, muldenförmiges Ansteigen gegen die Randzonen hin. Entlang der obertägigen Stufe von der Würmniederterrasse zur Würmhauptterrasse steigt die aus tertiären Tegeln bestehende Grundwassersohle an, ja beißt bereits teilweise sogar über Terrain aus, so daß an diesen Stellen Quellen auftreten. Diese "Geländestufe" ist gleichzeitig die linke Grenze des behandelten Grundwasserfeldes und wirkt im elektrischen Widerstands - Kondensator - Modell als offenes Ende. Anzumerken ist, daß die Menge der weichen Wässer der Würmhauptterrasse, die dem tieferen "Grundwasserkörper" der Würmniederterrasse zufließen, nur gering ist im Verhältnis zur gesamten Wasserbilanz dieses Feldes. Da die Würmhauptterrasse nur aus einem schmalen Saum besteht, kann auf diesem Areal nur eine geringe Grundwasserneubildung erfolgen. Die anschließende, nächsthöhere und wesentlich ausgedehntere Helfbrunner Terrasse ist lehmbedeckt und weist nur an wenigen Störungsstellen der Überdeckung eine Grundwasserneubildung auf, so daß auch von hierher fast kein Nachschub erfolgt. Zudem wird ein Teil des Grundwasserabflusses bereits obertägig in Terrassenfußgerinnen abgefangen.

Während das Grundwasserfeld links (in Fließrichtung) durch einen Rand begrenzt ist, nämlich durch die Terrassenstufe mit konformgehender Grundwassersohle, ist es rechts mit geringem Übergangswiderstand an die Vorfluter geknüpft. Die Hauptvorfluter sind hierbei die Mur und in den Stauräumen der Kraftwerke die dazwischengeschalteten Begleitgräben.

Eine Verkomplizierung erfolgt insofern, als in der tieferen, holozänen Austufe bei mittlerem und hohem Grundwasserstand zahlreiche Gerinne aktiv werden, die örtlich unterschiedlich stark an das Grundwasser geknüpft sind und sich daher auf den Abfluß auswirken. Da diese im allgemeinen sehr seichten Gerinne als Überlauf mit fast konstantem Niveau für das ansteigende Grundwasser wirken, wird der natürliche Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels in der Aue verringert bzw. werden die Hochstände gekappt. In diesem Fall kommt es gleichzeitig häufig zu großflächigen Grundwasseraustritten über Gelände. Entsprechend dem Grundwasserdurchfluß liegt auch der oberirdische Abfluß in den Gerinnen nur in der Größenordnung von maximal einigen l/s. Das Gefälle ist zumeist diskontinuierlich. Natürliche Sohlschwellen als grundwehrartige Strömungshindernisse unterteilen das Gerinne in eine Serie von breiten und seichten Staustufen mit jeweils einigen Zentimetern bis Dezimetern Fallhöhe. Aufgrund der Abflußfunktion solcher Strömungshindernisse steigt der Wasserspiegel auch nur um wenige Zentimeter im Intervall vom Beginn des Fließens bis zu den höchsten in der Praxis vorkommenden Abflüssen. Diese Gerinne in ihrem aktivierten Zustand und die Begleitgräben sind also Vorfluter mit praktisch konstantem Wasserspiegel und wirken stabilisierend, während die Mur als Vorfluter ihre schwankenden Wasserstände auf den begleitenden Grundwasserstrom überträgt.

Es handelt sich bei diesem nur wenig speicherfähigen Hauptüberschwemmungsgebiet der Mur um ein besonders komplizier-

tes hydraulisches System, da sprunghaft ein- und aussetzender oberirdischer Abfluß, ineinander verzahnte Bereiche unterschiedlicher Leitfähigkeit sowohl des Aquifers als auch seiner Deckschichte in Abhängigkeit vom jeweiligen Grundwasserstand bringen. Der Aquifer ist weder homogen noch isotrop; die Deckschichten keilen bereichsweise aus oder sind zumindest unterschiedlich durchlässig. Da der Grundwasserspiegel in der tieferen Austufe zumeist in die feinkörnige Deckschichte mit ihrem geringen nutzbaren Porenvolumen hineinreicht, ist für die Ganglinien auch eine hohe Empfindlichkeit für Niederschläge typisch. Die An- und Abstiegsgeschwindigkeiten der Amplituden der Ganglinien sind besonders groß, zum Teil auch weil die Ausbildung der Deckschichte bereichsweise und vorübergehend zu einem gespannten Grundwasserspiegel führen kann. Die hohen Abstiegsgeschwindigkeiten sind der raschen Exfiltration des Grundwassers in die Gerinne, der Evapotranspiration und Ausgleichsvorgängen zuzuschreiben, die darauf zurückzuführen sind, daß die Poren gering leitfähiger Teile des Grundwasserleiters im Bereich des Grundwasserspiegels sich von unten her nur langsam mit Grundwasser füllen, was mit einem Abbau des anfänglich überhöhten Druckniveaus einhergeht.

Die Wasserspiegelschwankungen der Mur liegen in der gleichen Größenordnung wie die Schwankungen des Niederterrassengrundwasserspiegels zufolge der wechselnden Grundwasserneubildung am Ort. Während letztere allein von den lokalen Niederschlägen und anderen lokalen Gegebenheiten abhängt, wird die Wasserführung des Mittelgebirgsflusses Mur auch von zahlreichen nichtkorrelierenden Ereignissen beeinflusst, etwa der Schneeschmelze im Gebirge mit ihrem Maximum im Mai oder Juni. Daher ist es möglich, den Einflußbereich der Mur abzugrenzen. Dieser Einflußbereich ist jedoch laut Theorie und meßbarer Wirklichkeit abhängig von der Frequenz der Wasserspiegelän-

derungen der Mur. Langsame oder gar dauernde Änderungen können, wenn eine entsprechende Abschirmung durch einen zwischengeschalteten Vorfluter fehlt, sehr weit in das Grundwasserfeld hineinreichen. Das von der Mur ausgehende Änderungssignal wird jedoch selbst unter der hypothetischen Annahme eines homogenen Grundwasserfeldes so stark verzögert und verzerrt, daß schon allein deswegen visuell eine Mur - Beeinflussung anhand der Ganglinien nur bis in eine Mur - Entfernung von rund 300 m festgestellt werden kann.

3.2. Das Grundwasserbeobachtungsnetz.

Um den Ist - Zustand vor dem Kraftwerksbau erfassen sowie sichere Prognosen stellen zu können und um schließlich während und nach der Aufstauphase alle potentiellen Wasserstands-, Fließrichtungs- und Hydrochemieveränderungen des Grundwassers als Folge des Kraftwerksbaues eruieren zu können, wurde ein rund 140 Grundwasserbrunnen umfassendes Meßstellennetz eingerichtet und durch ständige Reparaturen und Neuvermessungen auch dafür gesorgt, daß keine Unterbrechungen der lückenlosen Meßreihen entstanden. Ein Großteil dieser Meßstellen in Form von Hausbrunnen oder speziellen Rohrbrunnen wurde bereits ab Herbst 1978 beobachtet; von diesen wiederum waren mehrere schon im Zusammenhang mit der Aufstauüberwachung beim Kraftwerk Obervogau beobachtet worden. Von besonderem Wert war auch die Einbeziehung des schon langjährig betriebenen Meßstellennetzes der Hydrographischen Landesabteilung. Dieses bildete das Gerüst für die Schätzung der langjährig - mittleren Grundwasserspiegelhöhen auch aller anderen Meßstellen. Die Meßfrequenz orientierte sich an den meßstellenspezifischen kurzfristigen Schwankungen, die in der tiefen Austu-

fe besonders hoch sind. Die Mehrzahl der Meßstellen wurde in wöchentlich zweimaliger Folge gemessen. Siebzehn ausgewählte Meßstellen wurden zwischen Februar 1982 und Ende August 1983 aus Präzisions- und Aktualitätsgründen überhaupt täglich gemessen, so daß eine ähnliche Genauigkeit der Erfassung wie mit Grundwasserschreibpegeln möglich war.

a) Die Grundwassermeßstellen auf der Würmhauptterrasse von Gabersdorf - Wagendorf - St.Veit - Lind - Seibersdorf:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
BR*	3831 Wagendorf 97	1964 (?)	S
BR	3835/1 Wagendorf 1	1964	S
BR	3841/1 St.Veit 43	1965	S
BR	3843 Lind 37	1965	S

b) Die Grundwassermeßstellen auf der Würmniederterrasse (höhere und niedere Teilflur) zwischen Gabersdorf und Schwarza:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
BR	3823/2 Gabersdorf 85	1964	S
ST**	219/1 Obervogau 39	1975	S
OV	35 Obervogau 35	1977	S
BR	3831/5 Obervogau 44	1964	S
OV	22 Obervogau 22	1977	S
OV	2 Obervogau 2	1977	S
OV	116 Obervogau 116	1977	S
BR	3833 Obervogau 84	1964	S
ST	229/1 Obervogau	1975	R
ST	301 Untervogau	1978	R
BR	3837A Untervogau 327	1965	S

*BR = Grundwassermeßstelle der Hydrographischen Landesabteilung
**ST = Grundwassersonde der Steweag

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
UV	365A Untervogau 365	1977	S
UV	324 Untervogau 324	1977	S
UV	317 Untervogau 317	1977	S
UV	307 Untervogau 307	1977	S
UV	279 Untervogau 279	1977	S
UV	271 Untervogau 271	1977	S
UV	256 Untervogau 256	1977	S
UV	267 Untervogau 267	1977	S
UV	247 Untervogau 247	1977	S
UV	22 Untervogau 22	1977	S
BR	3835 Untervogau 473	1972	S
UV	445 Untervogau 445	1977	S
BR	3841/2 Untervogau 419	1972	von Terrassen- S
UV	446 Untervogau 446	1977	zuflüssen S
UV	438 Untervogau 438	1977	beeinflußt S
BR	3841/6 Straß,Waldweg 12	1966	"- S
BR	3845/6 Straß,Spielfelder Straße 13	1977	S
BR	3845 Gersdorf 5	1965(?)	S
Ge	34 Gersdorf 34	1977	S
BR	3849 Gersdorf 49	1965	S
Ge	53 Gersdorf 53	1977	S
BR	3853 Oberschwarza, Streitfeld 45	1963	S

c) Die Grundwassermeßstellen auf der Würmniederterrasse (niedere Teilflur) im Rückwirkungsbereich der Aue:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
UV	238 Untervogau 238	1977	S
BR	3839/1 Untervogau 226	1962	S
Hg	4 Hofgreith 4	1978	S
BR	3841/5 Straß, Hauptstraße 20	1964	S

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
BR 3851/1	Oberschwarza <u>2</u>	1976	S
OS 27	Oberschwarza <u>2</u>	1977	S
OS 6	Oberschwarza 6	1977	S
OS 8	Oberschwarza 8	1977	S
OS 21	Oberschwarza 21	1977	S
OS 20	Oberschwarza 20	1977	S

d) Die Grundwassermeßstellen auf der Würmniederterrasse (niedere Teilflur) jenseits des Pfaffenbaches:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
BR 3857	Seibersdorf 70	1973	S
BR 3859	Unterschwarza 31	1975	S
US 50	Unterschwarza 50	1977	S

e) Die Grundwassermeßstellen in der linken Mur-Aue (höhere und tiefere Austufe):

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
ST 209	Landscha 6	1975	S
ST 211	Landscha	1975	R
ST 213/2	Landscha	1975	R
ST 213/3	Landscha	1975	R
ST 215	Landscha	1975	R
ST 217	Landscha	1975	R
ST 219	Obervogau	1975	R
ST 223	Obervogau	1975	R
ST 225/1	Obervogau	1975	R
ST 225/2	Obervogau	1975	R

Kurzbe- zeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungs- beginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
ST 225/3	Obervogau	1975	R
BR 3829 = ST 225/4	Obervogau 50	1974	S
ST 227	Obervogau	1975	R
ST 229	Obervogau	1975	R
ST 231	Obervogau	1975	R
ST 233	Untervogau	1975	R
ST 235	Untervogau	1975	R
BR 3833/5	Obervogau 78	1975	S
OV 79	Obervogau 79	1977	S
BR 3837/1	Untervogau 565	1966	S
ST 302	Untervogau	1978	R
ST 303/1	Untervogau	1978	R
ST 303/2	Untervogau	1978	R
ST 303/3	Untervogau	1978	R
ST 303/4	Untervogau	1978	R
ST 304	Untervogau	1978	R
ST 305/1	Untervogau	1978	R
ST 305/2	Untervogau	1978	R
ST 305/3	Untervogau	1978	R
BR 3839	Untervogau 284	1974	S
UV 280	Untervogau 280	1977	S
UV 308	Untervogau 308	1977	S
ST 306/2	Untervogau	1978	R
ST 306/1	Untervogau	1978	R
ST 307	Untervogau	1978	R
ST 308	Straß, Hofgreith	1978	R
Hg 9	Straß, Hofgreith 9	1978	S
ST 309	Straß, Hofgreith	1978	R
ST 310	Straß, Hofgreith	1978	R
ST 311/2	Straß, Mühlstraße	1978	R

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Haushummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
ST 311/3	Straß, Mühlstraße	1978	R
ST 311/4	Straß, Mühlstraße	1978	R
ST 311/5	Straß, Mühlstraße	1978	R
ST 312	Straß, B 67	1978	R
ST 313/2	Straß, neue Kläranlage	1978	R
ST 313/3	Straß, B 67	1978	R
ST 313/4	Straß, Murweg	1978	R
ST 313/5	Straß, Murweg	1978	R
ST 314	Gersdorf	1978	R
ST 315	Gersdorf	1978	R
ST 316	Gersdorf	1978	R
Ge 100	Gersdorf 100	1978	S
ST 317	Gersdorf	1978	R
BR 3847	Gersdorf 99	1974	S
Ge 94	Gersdorf 94	1977	S
Ge 87	Gersdorf 87	1977	S
ST 318	Gersdorf	1978	R
ST 319	Gersdorf	1978	R
ST 320	Gersdorf	1978	R

f) Die Grundwassermeßstellen von Retznei:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
ST 228/0	Retznei 49	1975	S
ST 228/1	Retznei 50	1975	S
ST 228/2	Retznei 25/26	1975	S
ST 228/3	Retznei 23	1975	S
ST 228/4	Retznei 30	1975	S
S 1	Retznei	1981	R
S 2	Retznei	1981	R
S 3	Retznei	1981	R

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
S 4	Retznei	1981	R
S 5	Retznei	1981	R
S 6	Retznei	1981	R
S 7	Retznei	1981	R

g) Die Grundwassermeßstellen am rechten Murofer

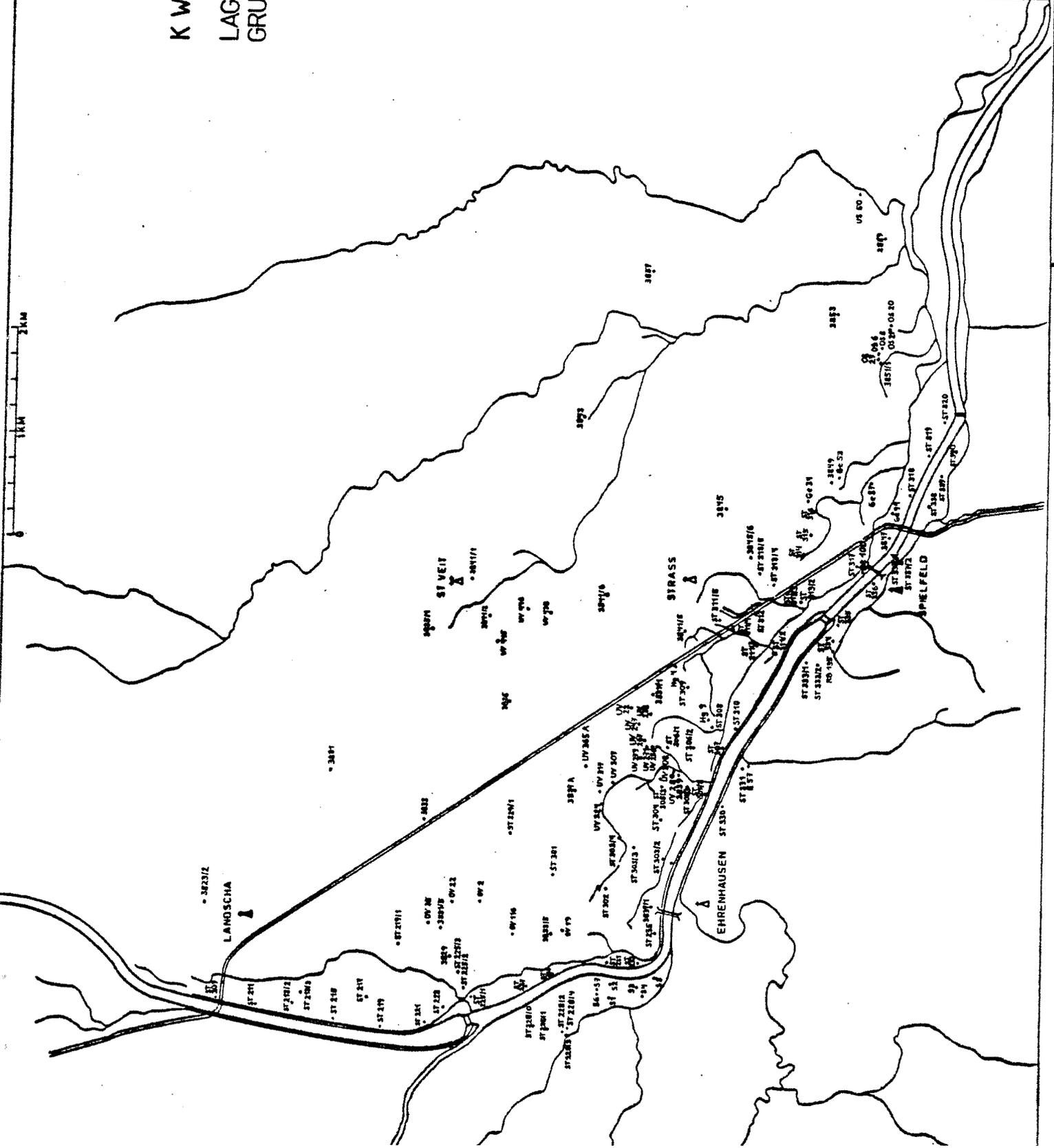
Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
ST 330	Ehrenhausen	1978	R
ST 331	Ehrenhausen	1978	R
ST 333/1	Spielfeld	1978	R
ST 333/2	Spielfeld	1978	R
RB 135	Spielfeld, Rosenberg 135	1978	S
ST 334	Spielfeld	1978	R
ST 335	Spielfeld	1978	R
ST 336	Spielfeld	1978	R
ST 337/1	Spielfeld	1978	R
ST 337/2	Spielfeld 25	1978	S
ST 338	Spielfeld	1978	R
ST 339	Spielfeld	1978	R
ST 340	Spielfeld	1978	R

h) Die Flußpegel an der Mur:

KW-UW-OV ... Turbinenauslauf Kraftwerk Obervogau (Fluß-km 137,5)
 EBRÜ Ehrenhausener Straßenbrücke (Fluß-km 135,2)
 KW-OW-SP ... Turbineneinlauf Kraftwerk Spielfeld (Fluß-km 132,1)
 KW-UW-SP ... Turbinenauslauf Kraftwerk Spielfeld (Fluß-km 132,0)
 SBRÜ Spielfelder Straßenbrücke (Fluß-km 130,9)

KW SPIELFELD LAGEPLAN DER GRUNDWASSERPEILSTELLEN

Abb. 7



Steirische Wasserkraft- und Elektrizitätsgesellschaft, Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

Maßstab:	1:50 000	Blatt:		Plan Nr.:	8 500
Vermaß:		Geogr.:		Blattgröße:	

Vermaßstab:

i) Ergänzende Meßstellen im Spielfelder Viertel/ Ort Gersdorf während der UW - Eintiefung:

Kurzbezeichnung	Adresse, Ort, Hausnummer	Beobachtungsbeginn	Brunnentyp (S=Schachtbrunnen) (R=Rohrbrunnen)
Ge 91	Gersdorf 91	1983	S
Ge 91a	Gersdorf 91a	1983	S
Ge 93	Gersdorf 93	1983	S
Ge 97	Gersdorf 97	1983	S

3.3. Die langjährig mittleren Grundwasserspiegelhöhen vor dem Kraftwerksbau.

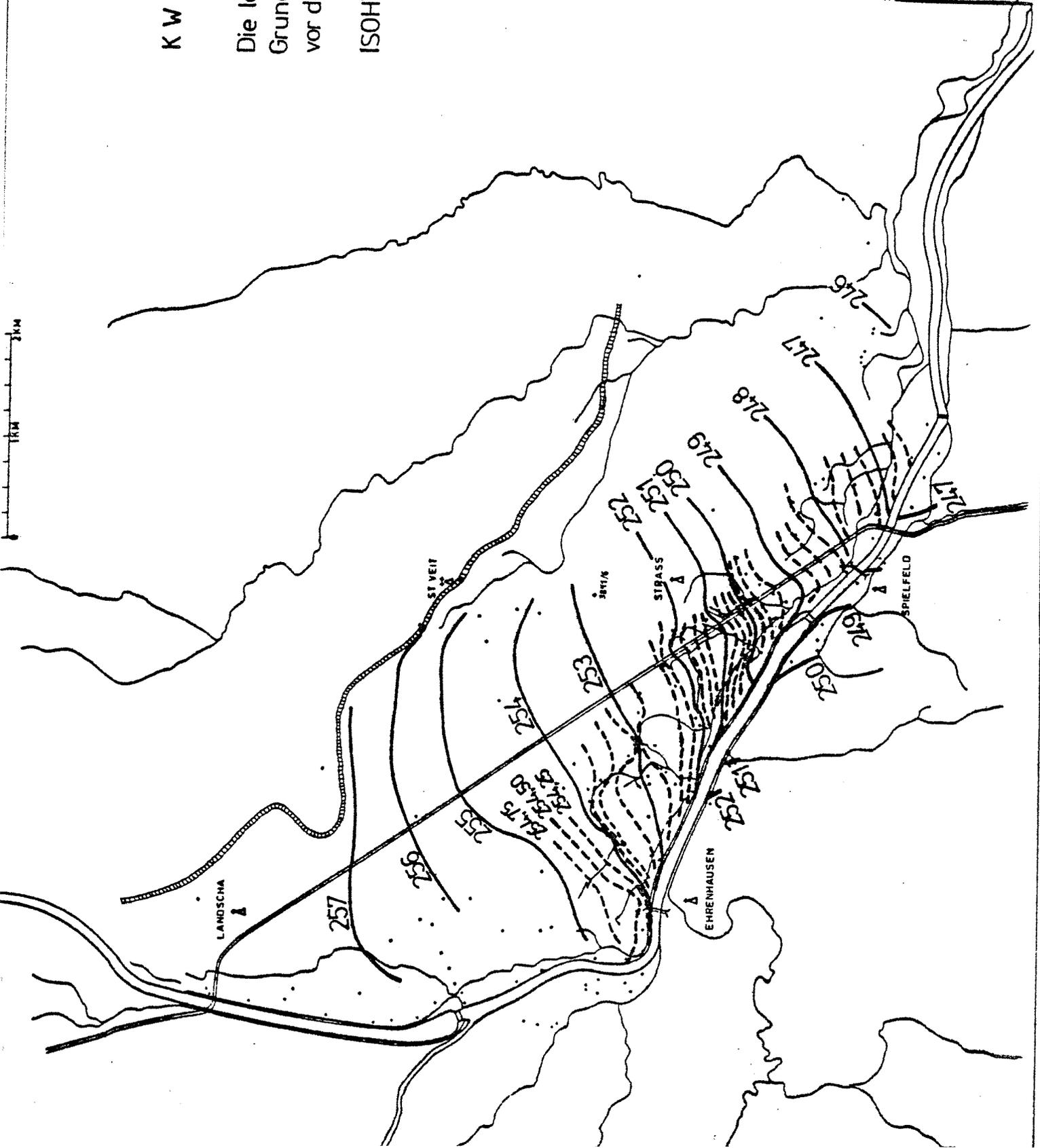
Mit Hilfe langjährig beobachteter Grundwassermeßstellen der Hydrographischen Landesabteilung, deren mittlere Grundwasserspiegelhöhen bekannt sind, ist ein Rückschluß auch auf andere Grundwassermeßstellen möglich, die nicht so lang beobachtet wurden. Voraussetzung ist, daß aus den synchronen Meßreihen eine hohe Korrelation abgeleitet werden kann (gleiche Ganglinientypen) und daß keine Eingriffe in den ursprünglichen Zustand des Grundwasserfeldes vorgekommen sind, die die Grundwasserneubildung oder die Vorfluterbeeinflussung oder sonstige Faktoren der Grundwasserspiegelbeeinflussung betreffen. Jede Abweichung von der idealen Korrelation muß durch aufwendige Korrekturen, die sich an der betreffenden Niederschlagshöhe, dem Grundwassernachschub aus den Terrassen oder am Wasserstand der Vorfluter orientieren, berücksichtigt werden. Seit November 1947 gibt es in der Steiermark eine systematische Grundwasserbeobachtung; allerdings standen nur wenige Grundwassermeßstellen über diesen langen Zeitraum von über 36 Jahren unter Dauerbeobachtung. Im Murtal südlich von Graz besteht jedoch bei allen Typen von Grundwasserganglinien eine perfekte Übereinstimmung des Mittels der Jahre 1947 - 1983 mit dem Mittel der Jahre 1971 - 1975, welches letztere aber

Abb. 8

KW SPIELFELD

Die langjährig mittleren
Grundwasserspiegelhöhen
vor dem Kraftwerksbau

ISOHYPSENPLAN



Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-A. G., Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

Maßstab:	1:30 000	Blatt:		Blatt-Nr.:	
Vermaß:		Blatt:		Blatt-Nr.:	
Vermaß:		Blatt:		Blatt-Nr.:	

insofern praktikabler ist, als sich das Meßstellennetz der Hydrographischen Landesabteilung in der Zwischenzeit wesentlich verdichtet hat. Für alle Grundwassermeßstellen, die bereits zuzeiten der ursprünglichen Grundwasserverhältnisse bestanden und die damals auch ausreichend lang und mit ausreichender Meßfrequenz gemessen wurden, ist auf diese Weise eine zuverlässige Rückrechnung auf die langjährigen Mittelwerte möglich. Für die zwischen dem Kraftwerk Obervogau und der Retzneibachmündung situierten Rohrbrunnen sind diese Bedingungen leider nicht erfüllt.

Auf den solcherart eruierten langjährigen Mittelwerten aufbauend, wurden ein Übersichtsplan der Grundwasserisohypsen im Maßstab 1 : 50 000 und ein Detailplan der Grundwasserisohypsen für die linksufrige Mur - Aue im Maßstab 1 : 20 000 erstellt. Auf dem Übersichtsplan ist ersichtlich, daß die Strömung im Zentrum des Niederterrassengrundwasserkörpers im spitzen Winkel bis nahezu parallel zur Mur erfolgt. Am linken Rand (Nordosten) strömt vor allem im Bereich St. Veit Grundwasser aus den höherliegenden, älteren und schon stark ausgewaschenen, kalkarmen Terrassen in die Niederterrasse ein. Da die Niederterrasse in diesem Bereich des sogenannten St. Veiter - Viertels der Gemeinde Vogau eine Überdeckung aufweist, die nur eine geringe Grundwasserneubildung aus Niederschlägen erlaubt, und da die Transmissivität hier offensichtlich viel geringer ist als im Zentrum des Feldes, gelangen diese weichen Wässer trotz ihrer geringen Menge fast unvermischt bis zur Nordgrenze von Straß (3841/6). Die chemischen Untersuchungen bestätigen und ergänzen hiebei die Aussage der Grundwasserspiegelmessungen.

KW SPIELFELD

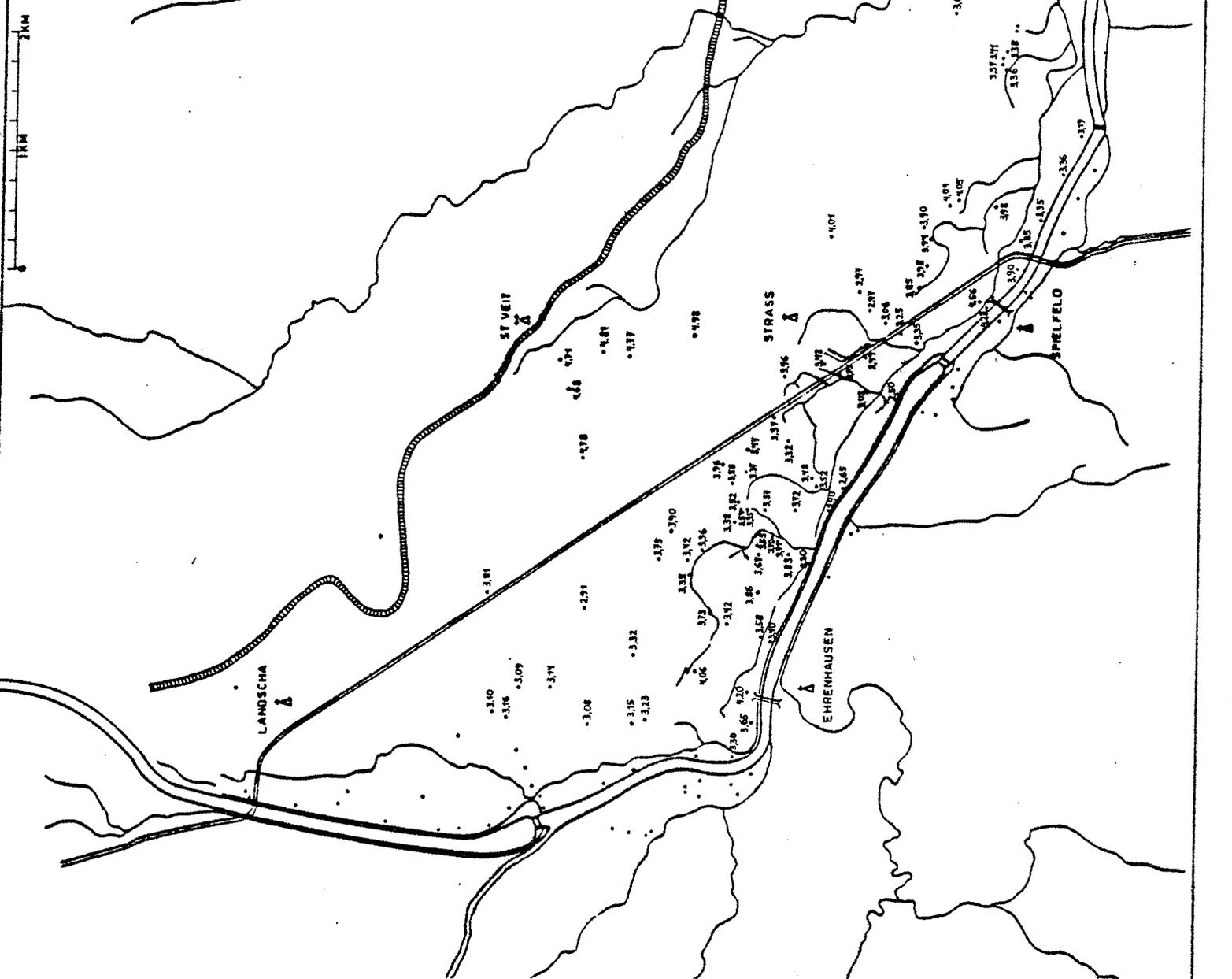
Die annähernde
GRUNDWASSERMÄCHTIGKEIT
vor dem Kraftwerksbau
bei MGW

(1m Grundwassersäule =
1 Jahresmenge an neugebildetem
Grundwasser)

Staatliche Wasserkraft- und Elektrizitäts-A.-G., Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

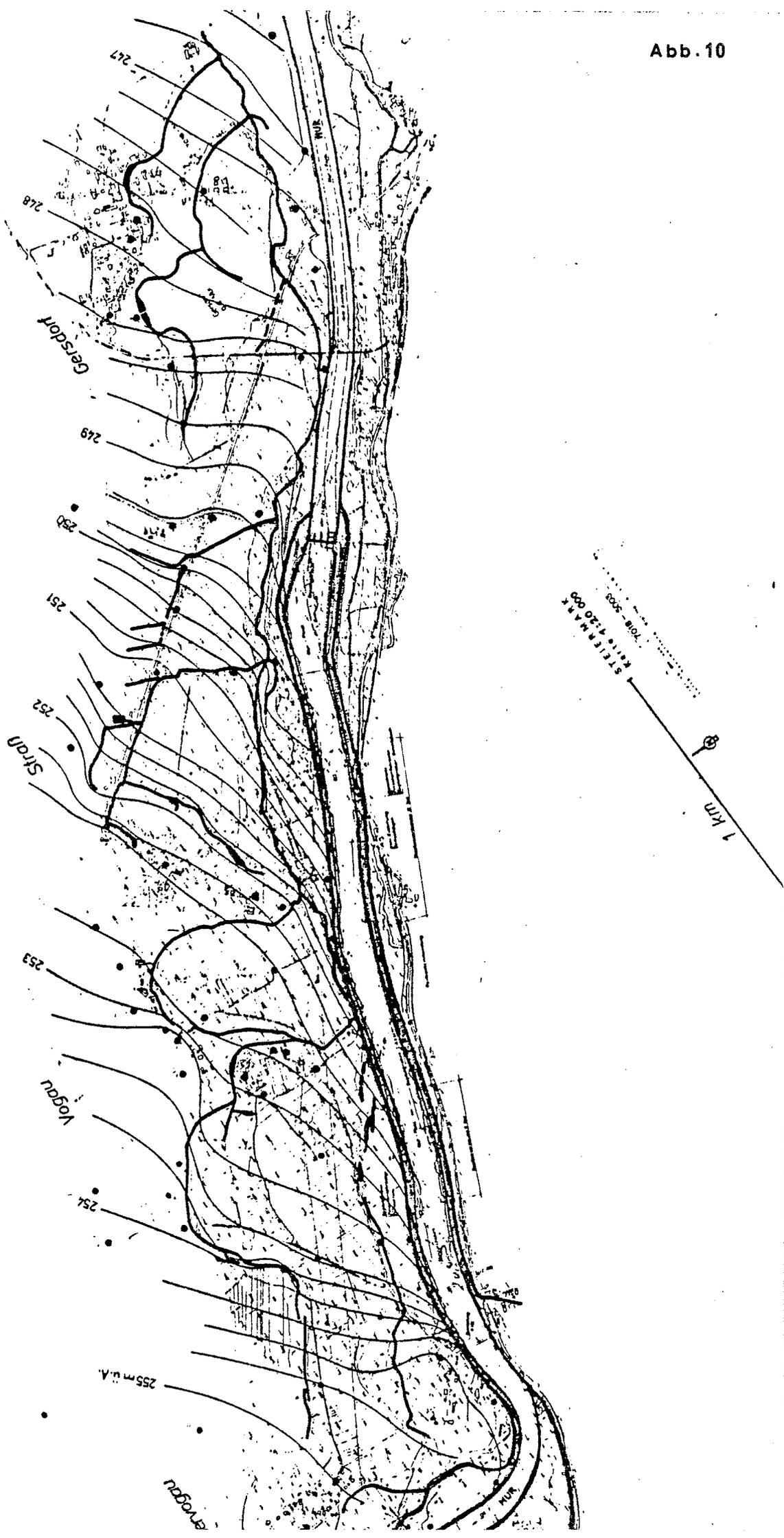
Maßstab:	1:50 000	Blatt:		Plan Nr.:	8240
Vermaß:		Blatt:		Blatt:	



KW SPIELFELD
LINKSUFRIGE MUR-AUE

Die langjährig mittleren Grundwasserspiegelhöhen vor dem Kraftwerksbau

ISOHYPSENPLAN



Da die linksufrige Aue zwischen Ehrenhausener Murbrücke und Gersdorf in besonderem Maße durch den Kraftwerksbau gefährdet war, wurden hier besonders genaue Untersuchungen vorgenommen. Die hydraulischen Verhältnisse sind hier besonders kompliziert, weil zahlreiche Gerinne den Grundwasserspiegel anschneiden, die aber wiederum zumeist nur bei mittlerem und hohem Grundwasserstand wasserführend sind. Wasserspiegellängsprofilnivelements aller Gerinne und ein dichtes Grundwassermeßstellennetz ermöglichten die Konstruktion von 25 cm - Isohypsen, die wiederum gerade genügen, um alle Richtungsänderungen, Gefälleänderungen, Influenz- und Effluenzsituationen sichtbar zu machen. Beim streifenden Eintritt des Grundwassers vom besser leitfähigen Niederterrassengrundwasserleiter zum schlechter leitfähigen Auengrundwasserleiter wird die Fließrichtung in auffälliger Weise zum Lot "gebrochen". Schließlich strömt das Grundwasser in unmittelbarer Nähe der Mur fast senkrecht in diese ein. Bei hohen Grund- und Murwasserständen wird dieser Effekt vor allem durch die Drainagewirkung der Gerinne verringert.

3.4. Die Grundwassermächtigkeit des linksufrigen Grundwasserkörpers vor dem Kraftwerksbau.

Als Grundwassermächtigkeit an einem Punkt des Grundwasserfeldes wird die relative Höhe des jeweiligen Grundwasserspiegels über der Grundwassersohle definiert. Dieser besteht in den Grundwasserfeldern des Murtales im allgemeinen aus präquartären Tonen und Mergeln (Tegel, "Opok"). Eine Karte der Höenschichtenlinien des präquartären Untergrundes findet sich in Kapitel 1, wobei diese Darstellung aufgrund der ungewöhnlichen Dichte der Untersuchungspunkte relativ detailliert ausfallen konnte. Die Höhenlage der Grundwassersohle wurde von der zugehörigen langjährig mitt-

Flachgebiet	Unteres Murtal	Grazer Feld
typische Meßstelle	BR 3835 (Vogau)	BR 3532 (Lebern)
GW-Mächtigkeit bei MGW	4,8 m	ca. 8 m
NNGW (Jänner 1978)	253,47 m ü.A.	324,10 m ü.A.
MGW (1971 bis 1975)	254,18 m ü.A.	325,38 m ü.A.
HHGW (September 1965)	ca. 255,60 m ü.A.	327,69 m ü.A.
Extremwertdifferenz	2,13 m (44 % von 4,8 m)	3,59 m (45 % von 8 m)

Die relativ gleichmäßige Grundwassermächtigkeit täuscht auf den ersten Blick über den großen Unterschied zwischen den Grundwasserleitfähigkeiten der Würmniederterrasse und der Aue hinweg, in der der Wassertransport zu einem erheblichen Teil durch Oberflächengerinne erfolgt. Da der quartäre Grundwasserleiter von Ort zu Ort verschieden und in der Regel aufgrund seiner Schichtung inhomogen ist, wobei aufgrund unterschiedlicher Körnung häufig Durchlässigkeitsunterschiede zwischen den Schichten von 100 zu 1 vorkommen, kann die Grundwassermächtigkeit nicht ohne weiteres als Hinweis auf große gewinnbare Wassermengen aufgefaßt werden. Eine Tiefenrinne in der Grundwassersohle, also eine Zone erhöhter Grundwassermächtigkeit, ist keinesfalls gleichbedeutend mit bevorzugten Wasserbahnen. Während der nutzbare Hohlraumgehalt und daher Grundwassergehalt verschiedener fluviatiler Sedimente durchwegs in der Größenordnung von 25 Prozent liegt und die Parameter Grundwasserspiegelgefälle und Grundwassermächtigkeit höchstens innerhalb einer Zehnerpotenz variieren, kann es in der Durchlässigkeit viel größere Unterschiede geben, so daß diesem hydrogeologischen Parameter der erste Stellenwert zukommt. Die Inhomogenitäten in der letztzeitlichen Würmniederterrasse sind eher gering und die vorherrschenden Schotter sind grobkörnig und daher gut durchlässig. In den holozänen Auenzonen übernehmen aber häufig in Feinsand eingestreute grobe Schotter-schichten von wenigen Dezimetern Dicke fast den gesamten

horizontalen Grundwassertransport.

Trotzdem läßt die Grundwassermächtigkeit eine relativ gute Abschätzung der Grundwasserneubildung aus Niederschlägen für eng begrenzte Bereiche zu. Das Jahresniederschlagsmittel 1901 bis 1970 für die Station Leibnitz beträgt 947 mm/a, wovon nach Abzug der Evapotranspiration rund 250 mm/a als Grundwasserneubildung anzusehen sind. Bei Annahme eines nutzbaren Porenvolumens von 25 % für die vorherrschenden gröberen Sande und Schotter ergibt dies eine Grundwassersäule von einem Meter. Da im gegenständlichen Bereich Grundwassermächtigkeiten von durchschnittlich knapp über 4 m bei mittlerem Grundwasserstand auftreten, ist hier die in rund vier Jahren anfallende Menge an neugebildetem Grundwasser gespeichert.

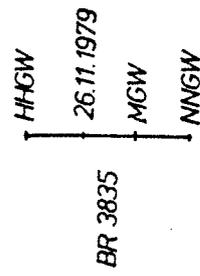
Festgestellt werden muß, daß mit dieser Berechnung noch keine Aussage über die genaue Altersverteilung der Grundwasseranteile verbunden ist. Es sind in jeweils von Entnahmestelle zu Entnahmestelle unterschiedlichem Verhältnis Wasser vom letzten Niederschlag bis zu viele Jahre alten Wässern im Grundwasserleiter gemischt vorhanden. Dies geht darauf zurück, daß die Beaufschlagung mit neugebildetem Grundwasser flächig von oben her und entlang der ganzen Fließstrecke gleichzeitig erfolgt, während das neugebildete Grundwasser zusammen mit der darunterliegenden Grundwassersäule horizontal (bzw. dem geringen Gefälle des Grundwasserspiegels folgend) in Richtung Mur bzw. Vorfluter abfließt. Dabei verteilt es sich erst nach mehreren hundert Metern Fließstrecke gleichmäßig über die gesamte Höhe der Grundwassersäule und erreicht unter Umständen erst nach mehreren Jahren die Mur oder eventuell auf dem Weg dorthin liegende Grundwassernutzungen. Das Mischungsverhältnis entlang den Grundwasserstromlinien verändert sich ständig. Eine besonders lange Verweildauer im Untergrund haben übrigens naturgemäß die aus den höheren Terrassen im Osten zufließenden Grundwässer.

3.5. Die Überdeckung des Grundwasserspiegels vor dem Kraftwerksbau.

Die Überdeckung des Grundwasserspiegels ergibt sich aus der relativen Höhe der Geländeoberkante über dem jeweiligen Grundwasserspiegel. Für die kartographische Darstellbarkeit des Geländeniveaus und der davon abgeleiteten Überdeckung des Grundwasserspiegels ergeben sich beachtliche Schwierigkeiten. Geländeniveau, Grundwasserspiegelniveau und Niveau der Grundwassersohle verlaufen zwar mit ähnlicher mittlerer Neigung annähernd parallel, doch weist vor allem das Geländeniveau kleinräumige Hügel und Mulden, also sehr kleinräumige Neigungen in alle Richtungen auf. Eine Darstellung mit Schichtenlinien ist nur dann übersichtlich und zweckmäßig, wenn durch eine ausreichende mittlere Neigung sichergestellt ist, daß zumindest das Vorzeichen der Neigung keinem kleinräumigen Wechsel unterliegt. Dies ist in dem untersuchten Flachgebiet nicht der Fall. Daher ergeben sich Inselbildung und das Problem einer eindeutigen Darstellung der Insel als Hügel oder Mulde. Ferner ist die Schichtenliniendichte auf der Karte proportional zur örtlichen Neigung der Fläche im Gelände. Für eine Geländestufe mit der Neigung $h/s = 1/2$ würde sich auf einer Karte 1:50 000 selbst bei Einmeterschichtenlinien ein nicht mehr darstellbarer Abstand von nur 0,04 mm ergeben. Einmeterabstände sind aber bereits zu groß, weil man bei solchen Abständen nicht mehr mit ausreichender Genauigkeit auf die Zwischenräume schließen kann. Letztlich wäre ein unzumutbar hoher Meßaufwand bei den einzunivellierenden Geländepunkten notwendig, denn eine Schichtenlinienkarte (Isohypsenkarte) täuscht eine Genauigkeit vor, die nur bei einer extrem hohen Meßstellendichte (ca. 1000 pro km^2) auch wirklich annähernd er-

KW SPIELFELD

Grundwasseraustritt
über Gelände bei HGW
(Kartierung vom Nov. 1979)

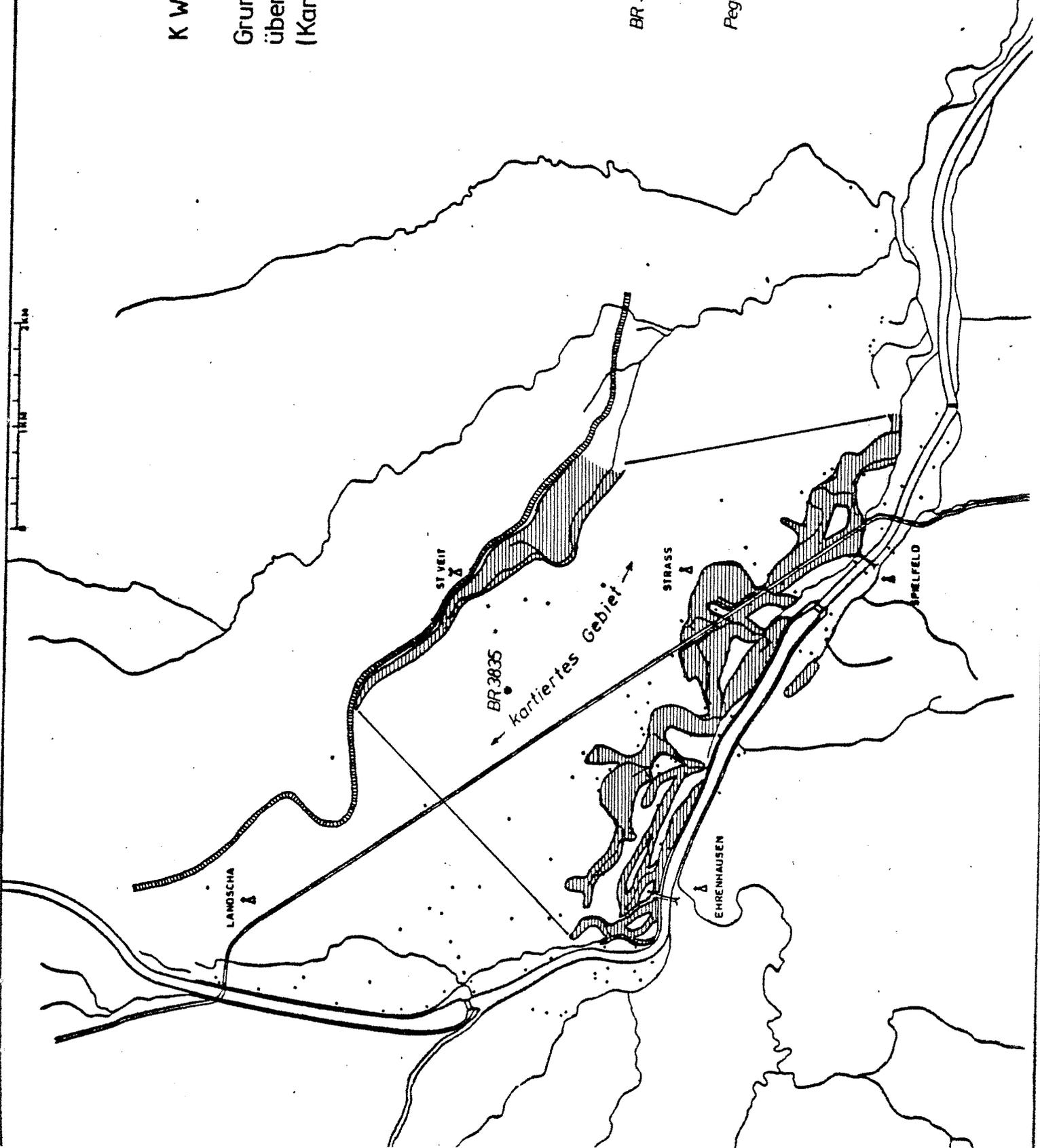


Pegel SP: ca. 152 m³/s

Steirische Wasserkraft- und Elektrizitätsw.-A.-G., Graz

Dr. FESSLER
Büro für Hydrogeologie

Maßstab:	1:20 000	Blatt:		Plan Nr.:	13/100
Vermaßt:		Geogr.:		Blatt:	



reichsweise für die Maisernte eingesetzt werden, da eine Bearbeitung mit Maschinen nicht möglich war. Daneben traten noch Schäden durch Windbruch in den unter Wasser gesetzten Erlenwäldern auf, da die Bäume im aufgeweichten und selbst für Menschen nicht mehr tragfähigen Waldboden ihre Standfestigkeit verloren hatten. Zu bemerken ist noch, daß 1972 und vor allem 1965 höhere Grundwasserstände verzeichnet wurden. Zweifellos war 1965 die Aue bis zum Rand der Würmniederterrasse so gut wie lückenlos vom Grundwasser vernäßt oder überspült worden.

3.6. Die Abgrenzung der Würmniederterrasse von der Aue aufgrund der typischen Grundwasserspiegelganglinien.

In der Arbeit über die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Obervogau auf das Grundwasser (H. Fessler 1979) konnte durch eine mathematisch - statistische Auswertung der Grundwasserspiegelganglinien der Nachweis geführt werden, daß auf der Würmniederterrasse zwischen Obervogau und Gersdorf ein äußerst einheitlich reagierender Grundwasserkörper mit geringen Kurzzeitschwankungen bzw. "glatten" Ganglinienverlauf, aber großen Langzeitschwankungen besteht. Die ansteigenden und ganz besonders die abfallenden Flanken der Ganglinien sind wesentlich flacher, als dies bei den Ganglinien der in der Aue situierten Meßstellen der Fall ist.

Geringfügige Niederschläge von einigen Millimetern nach längerer Trockenheit erzeugen in der Niederterrasse überhaupt keinen Grundwasseranstieg, weil im Zuge des Versickerungsvorganges diese kleinen Mengen kapillar in der 2 m bis 5 m dicken und zumindest in der obersten Schicht feinkörnigen Überdeckung gebunden werden und gar nicht ins Grundwasser gelangen, sondern beim Ausbleiben weiteren

Nachschubes wieder nach oben gesaugt werden und verdunsten. Der Bereich der Lockersedimente, in welchem der Grundwasserspiegel schwankt, ist in der Niederterrasse weitgehend homogen und wesentlich durchlässiger als die Deckschicht. In der Aue hingegen wirken in das Grundwasser hinabtauchende und fast undurchlässige Deckschichten oder eingestreute Sedimentlinsen von geringer Durchlässigkeit der Grundwasserneubildung entgegen. Dieser Effekt ungleichmäßiger Grundwasserneubildung, der in der tiefen Austufe ausgeprägt vorkommt, äußert sich darin, daß der mittlere Hohlraumgehalt im Aquifer im ersten Augenblick der Beaufschlagung scheinbar wesentlich kleiner ist als im Stationärzustand. Zuerst füllen sich nur die gut durchlässigen Aquiferanteile auf, und der Grundwasserspiegel steigt dort höher, als es der zugeführten Wassermenge und dem mittleren Hohlraumgehalt im Aquifer entspräche. Mit der Auffüllung der wenig durchlässigen Aquiferanteile von unten und von der Seite her sinkt der freie Grundwasserspiegel wieder sehr rasch. Die so entstehenden Zacken in den Ganglinien mit einer Dauer von unter einer Woche sind charakteristisch für die Grundwassermeßstellen in der Aue und treten schon bei kleineren Niederschlagsereignissen auf. Bei Ereignissen extremer Grundwasserneubildung kommt es aber auch bei den meisten Grundwassermeßstellen auf der Niederterrasse ausnahmsweise zu diesem Effekt des kurzzeitigen Überschwingens.

Das Sinken des Grundwasserspiegels bei fehlender oder zu geringer Grundwasserneubildung ist im Regelfall so gut wie ausschließlich auf das langsame Abfließen des Grundwassers zu den tiefer gelegenen Vorflutern und teilweise auf Wasserentnahmen durch Brunnen zurückzuführen. Die Verdunstung spielt keine Rolle, denn der Aufstieg des Wassers aus dem grobkörnigen Aquifer kann nur in Dampfform durch Wasser-

dampfdiffusion in den luftgefüllten, offenen Poren des Bodens erfolgen, wobei die langen Diffusionswege und die Querschnittseinengung durch die Lockersedimente einen erheblichen Diffusionswiderstand zur Folge haben. Der Jahresverdunstungshöhe einer freien Wasserfläche, die den natürlichen Windströmungen ausgesetzt ist (daher sehr kurze Diffusionswege!), von rund 500 mm bis 800 mm in unseren Breiten steht eine Verdunstungshöhe des Grundwassers von praktisch Null gegenüber, sofern die Überdeckung größer ist als die kapillare Saughöhe.

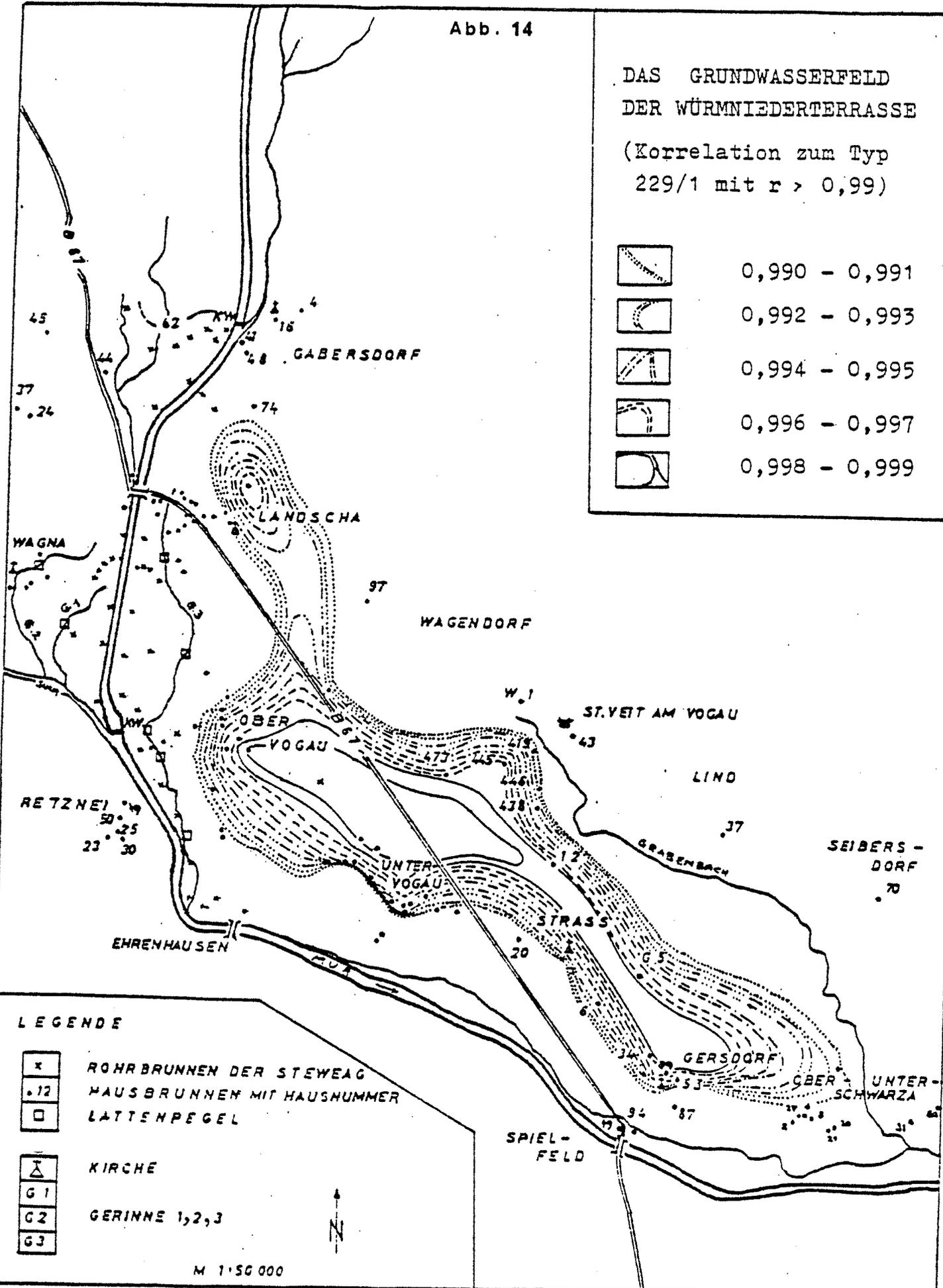
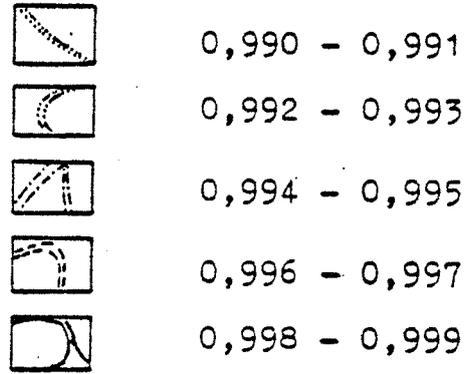
Ungeachtet der hohen Kurzzeitstabilität unterliegen die Grundwasserspiegelganglinien des Niederterrassengrundwasserkörpers, der als Mehrjahresspeicher wirkt, besonders hohen Langzeitschwankungen von über 2 m entsprechend dem Verlauf feuchter und trockener Jahre. Damit ergibt sich wieder ein Unterscheidungsmerkmal zu den Ganglinien der Meßstellen in der Aue, sofern sich diese nicht unmittelbar am Ufer der noch stärker schwankenden Mur befinden und mit dieser hoch korrelieren. Die im Einflußbereich der kleinen Gerinne mit ihrem fast konstanten Wasserspiegel liegenden Grundwassermeßstellen sind aufgrund der Vorfluterbeeinflussung in ihrem Schwankungsbereich - vor allem über dem MGW - eingeengt. Die Ganglinien sind daher von der Form, daß einer langfristig gering schwankenden Ganglinie zahlreiche hohe, sägezahnförmige Zacken der oben beschriebenen Art überlagert sind.

In der Arbeit aus dem Jahre 1979 ging es vor allem um die Eingrenzung des Würmniederterrassengrundwasserkörpers, die mit Hilfe der Korrelation aller Ganglinien zur Ganglinie der Bezugsmeßstelle ST 229/1 numerisch und kartographisch realisiert wurde, nachdem Versuche zum Ergebnis geführt hatten, daß sich bei Wahl dieser Bezugsmeßstelle die größtmögliche Ausdehnung des Isoplethenfeldes ergibt. Bearbei-

tet wurde der Zeitraum 28.2.1977 bis 23.2.1978 (104 Meßwerte). Die ermittelten Korrelationskoeffizienten im Zentrum der Würmniederterrasse lagen nahe am Maximum von +1; am Übergang von der Niederterrasse zur Aue erfolgte fast durchwegs ein sehr steiler Abfall der Korrelation, sodaß diese Methode die am besten geeignete war, um eine Abgrenzung zwischen diesen Bereichen vorzunehmen. Die geologischen Grenzen erwiesen sich im wesentlichen auch als Grenzen der Grundwasserganglinientypen. Dies ist nicht auf irgendwelche Schwellen im wasserstauenden Untergrund zurückzuführen, sondern auf das unterschiedliche Material der Lockersedimente, auf grundwasserwirksame Vorfluter und auf die unterschiedlichen Deckschichten und Überdeckungshöhen. Die Diskrepanzen zwischen geologischer Grenze und Gangliniengrenze sind gering. Es fällt nur auf, daß entlang des Oberen Dorfbaches in Untervogau die hart an der Grenze zur Aue liegenden Meßstellen UV 267, UV 271 und auch UV 324 noch streng mit der Würmniederterrasse korrelieren, während die mitten auf dem Niederterrassensporn von Untervogau - Hofgreith in einer Entfernung von 250 m zur Aue situierte Meßstelle BR 3839/1 wesentlich schwächer korreliert, weil sie in ihren Langzeitschwankungen schon von der Aue her beeinflusst ist. Dies sind die beiden gesicherten Extremfälle eines sehr harten und eines sehr weichen Überganges zwischen den Typen. In Ermangelung einer genügenden Anzahl von Meßstellen konnte der Bereich Oberer Dorfbach bei der noch mit dem Kraftwerk Obervogau im Zusammenhang stehenden Untersuchung des Jahres 1979 nicht erfaßt werden. In der beiliegenden Abbildung: "Das Grundwasserfeld der Würmniederterrasse" wurden die damals noch interpolierend durchgezeichneten Isoplethen im Bereich des Oberen Dorfbaches in dem Sinn korrigiert, wie es dem neusten Stand entspricht.

Abb. 14

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



LEGENDE

-  ROHRBRUNNEN DER STEWEAG
-  MAUSBRUNNEN MIT HAUSHUMMER
-  LATTENPEGEL
-  KIRCHE
-  GERINNE 1, 2, 3
-  GERINNE 1, 2, 3
-  GERINNE 1, 2, 3

M 1:50 000

3.7. Die Abgrenzung der Zonen des murkorrelierenden Grundwasserganges von den Zonen des erhöht niederschlagsempfindlichen Grundwasserganges in den Auen zwischen Ehrenhausener Brücke und Zierberger Wehr.

Durch die intensive Dauerbeobachtung vor Beginn des Kraftwerksbaues war es möglich, die im Projektbereich vorhandenen Gebiete mit problematischen Grundwasserverhältnissen genau zu erkennen und abzugrenzen und im Zuge des Kraftwerksbaues Abhilfe gegen weitere ungünstige Beeinflussung durch geeignete wasserbauliche Maßnahmen zu schaffen.

Eine gezielte Auswertung der Ganglinienmerkmale des natürlichen Grundwasserstandes aus dem Jahr 1979 mit Hilfe statistischer Größen ergab unter anderem, daß sich eine überdurchschnittlich weitreichende Murkorrelation für die Vogauer Auensiedlung bei Mur-km 133,9 und eine ganz besonders weitreichende Murkorrelation für den Ortsteil Hofgreith der Gemeinde Straß bei Mur-km 133,4 nachweisen läßt. Die Lage des natürlichen Grundwasserspiegels ist in beiden Fällen schon vor dem Kraftwerksbau als sehr seicht anzusprechen; noch dazu kommen diese Gebiete im Stauration des KW Spielfeld zu liegen. Die hier nachgewiesene überdurchschnittliche Reichweite der Grundwasserspiegelbeeinflussung durch natürliche Wasserstandsschwankungen der Mur gilt natürlich auch für den Fall einer künstlichen und permanenten Anhebung, wie sie der Aufstau darstellt. Daher war in diesen zwei Bereichen der Grundwasserspiegelstabilisierung mittels Begleitgraben besonderes Augenmerk zuzuwenden.

Auch im Bereich Spielfelder Straßenbrücke in Richtung Gersdorf weist der Verlauf der Isoplethen auf eine überdurchschnittliche Beeinflussung durch die Mur hin. Dies ist auch hier auf eine überdurchschnittliche Horizontaldurchlässigkeit der wasserführenden Lockersedimente zurückzuführen.

Dies ließ schon 1979 das Trockenfallen zahlreicher Brunnen im Gefolge der Unterwassereintiefung der Mur als sicher voraussagbar erscheinen, welche Prognose sich auch tatsächlich als richtig erweisen sollte.

Am rechten Ufer der Mur ist durchwegs eine hohe Beeinflussung durch die Mur bis zum äußersten Rand des schmalen Grundwassersaumes gegeben, doch können hier, sowohl durch die im Stauraum als auch im Unterwasser zu erwartenden Absenkungen, nur geringfügige Auswirkungen auf die wenigen vorhandenen Brunnen entstehen.

Zur mathematischen Berechnungsmethode sei insbesondere auf unsere Arbeit "Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Obervogau auf das Grundwasser" hingewiesen (Seite 66). Für die Auswertung der Grundwasserspiegelmessungen wurde ein siebenwöchiger Zeitraum gewählt, zu welchem in der Südsteiermark keine relevanten Niederschläge auftraten, sodaß alle Meßstellen, die vorwiegend von der örtlichen Grundwasserneubildung aus Niederschlägen und dem natürlichen Grundwasserabfluß in ihrem Gang beeinflußt werden, einen sinkenden Grundwasserspiegel aufwiesen. Gleichzeitig bewirkte die Schneeschmelze im Einzugsgebiet des Oberlaufes der Mur, daß die Mur auch in ihrem Unterlauf eine steigende Wasserführung aufwies. Die von der Mur beeinflussten Grundwassermeßstellen folgten diesem Anstieg. Die aus den Grundwasserspiegelganglinien ersichtlichen Unterschiede der Meßreihen ließen sich im gegenständlichen Fall am wirksamsten mit der Ganghöhe der Trendgeraden beschreiben, sodaß die wesentlichen Eigenschaften der jeweiligen Ganglinie mit einem einzigen Wert pro Meßstelle beschrieben werden konnten. Hieraus ließ sich schließlich eine sehr aussagekräftige Isoplethenkarte zeichnen, wobei auch berücksichtigt wurde, daß die Mur selbst örtlich etwas verschiedene Schwankungen aufweist.

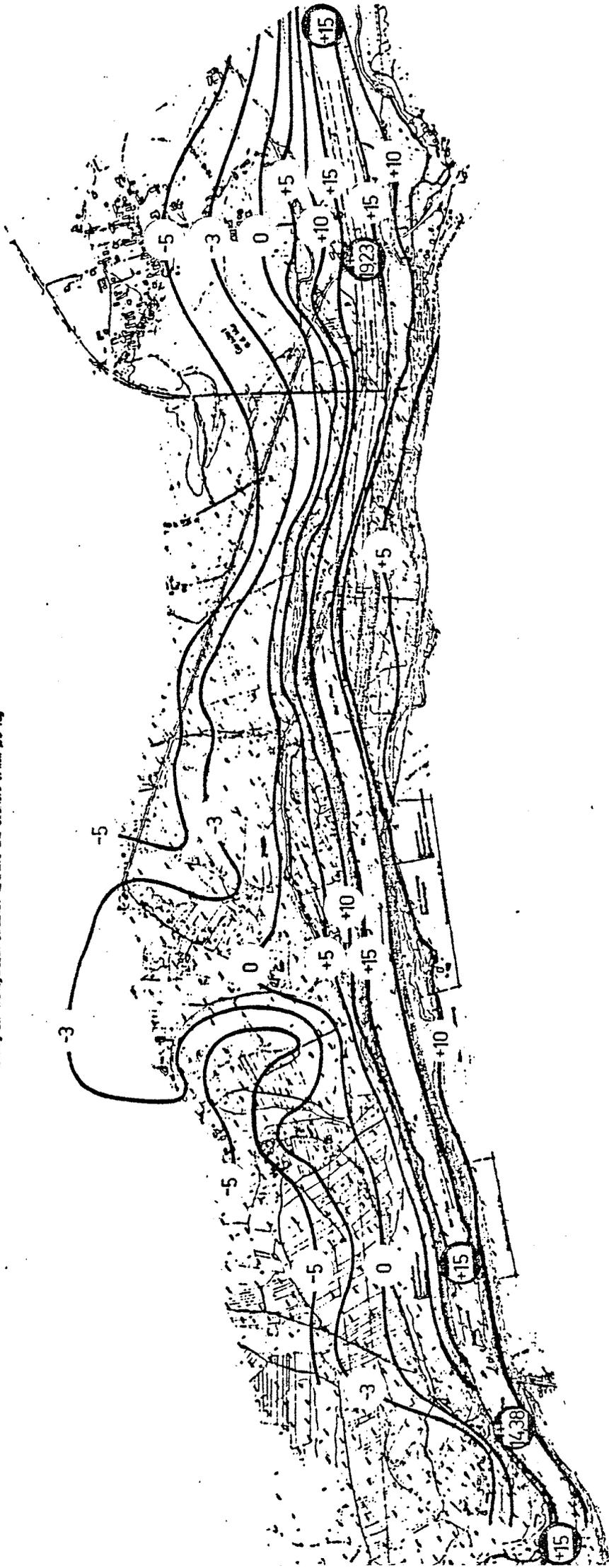
Die Trendgerade ist die einer zeitbezogenen Meßreihe bestangepaßte Gerade, bei welcher nicht nur die Anfangs- und Endpunkte, sondern in gleicher Wertigkeit auch alle Zwischenpunkte berücksichtigt werden. Unterschiedliche kurze Laufzeitverschiebungen und Verformungen, die dem langfristigen Trend überlagert sind, können nicht auf das Ergebnis in störender Weise durchschlagen. Während die Messungen einheitlich zweimal wöchentlich erfolgten, handelt es sich bei den auf der Karte angegebenen Anstiegen der Trendgeraden um auf mm je Tag umgerechnete Werte. Die verwendete Formel lautet:

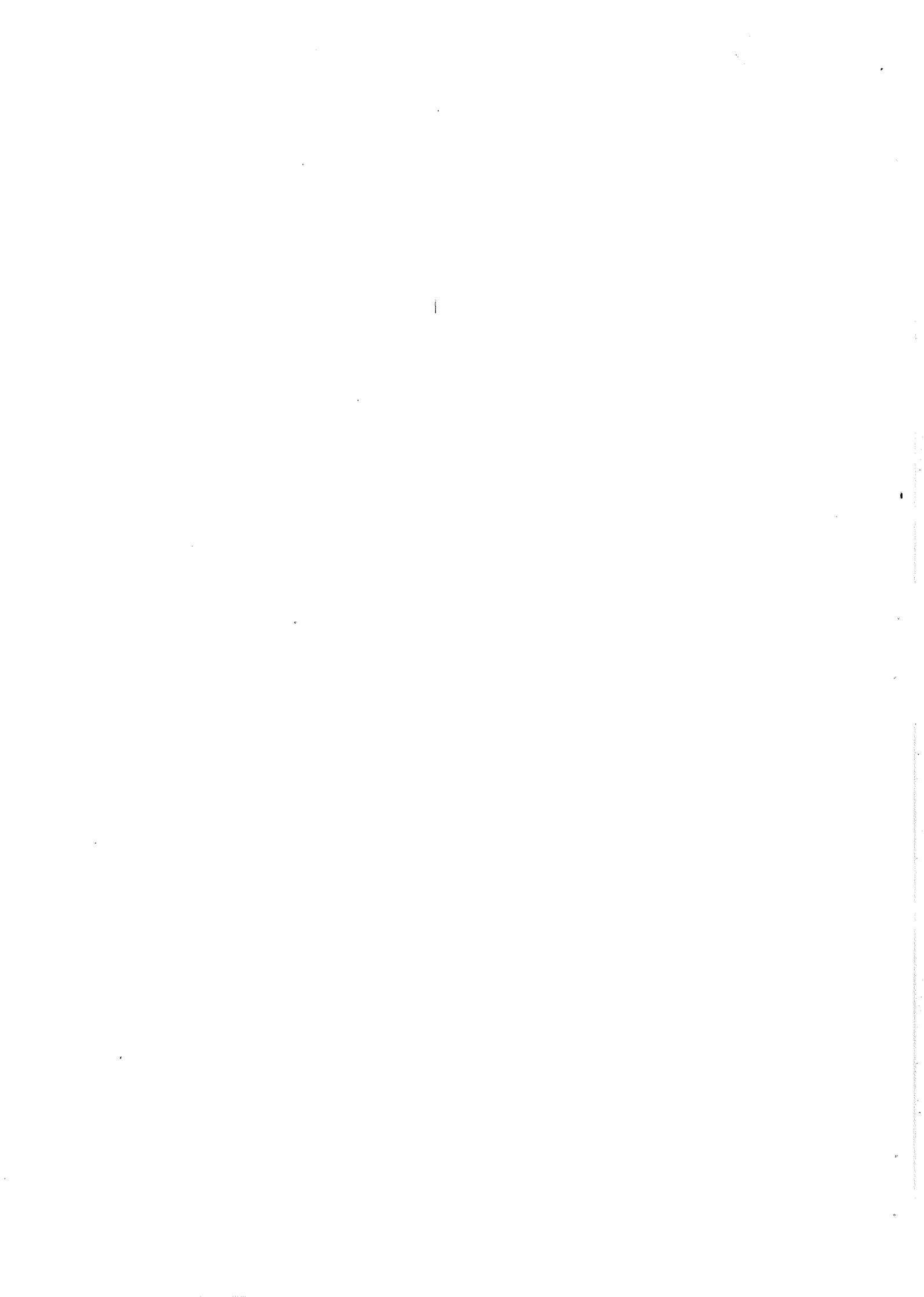
$$k_y \Big|_{N_A}^{N_E} = \frac{2}{7} \cdot \frac{\sum_{i=N_A}^{N_E} (i \cdot y_i) - \frac{\sum_{i=N_A}^{N_E} i \cdot \sum_{i=N_A}^{N_E} y_i}{n}}{\sum_{i=N_A}^{N_E} i^2 - \frac{(\sum_{i=N_A}^{N_E} i)^2}{n}}$$

KW SPIELFELD

Abgrenzung der Zonen des Mur-korrelierenden Grundwasserganges von den Zonen des erhöht niederschlagsempfindlichen Grundwasserganges

Anstieg der Grundwasserstände zwischen 22.6.1979 und 31.5.1979 in mm pro Tag





3.88.

Tabelle der hydrogeologischen Basisdaten vor dem Kraftwerksbau.

Meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	Grundwasser- sohle GS(m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Grundwasser- mächtigkeit (m)	Gelände- überdeckung (m)
BR 3831	267,10		262,61		4,49
BR 3835/1	266,89		264,22		2,67
BR 3841/1	260,25		258,72		1,53
BR 3843	263,87		257,79		6,08
BR 3823/2	264,87		262,25		2,62
OV 35	260,10	253,25	256,35	3,10	3,75
BR 3831/5	259,38	253,02	256,18	3,16	3,20
OV 22	260,53	252,95	256,04	3,09	4,49
OV 2	258,93	252,70	255,84	3,14	3,09
OV 116	258,23	252,60	255,68	3,08	2,55
BR 3833	260,98	252,05	255,86	3,81	5,12
ST 229/1	258,87	252,08	254,99	2,91	3,88
ST 301	256,89	251,90	255,22	3,32	1,67
BR 3837A	256,81	250,40	254,15	3,75	2,66
UV 365A	257,36	250,00	253,90	3,90	3,46
UV 324	255,14	250,55	253,90	3,35	1,24
UV 317	255,69	250,45	253,87	3,42	1,82
UV 307	255,03	250,30	253,66	3,36	1,37
UV 279	255,13	250,00	253,38	3,38	1,75
UV 271	254,88	249,80	253,34	3,54	1,54

Meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	Grundwasser- sohle GS(m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Grundwasser- mächtigkeit (m)	Gelände- überdeckung (m)
UV 256	253,70	249,70	253,05	3,35	0,65
UV 267	255,00	249,75	253,27	3,52	1,73
UV 247	256,01	249,45	253,03	3,58	2,98
UV 22	256,37	249,08	253,04	3,96	3,33
BR 3835	259,18	249,40	254,18	4,78	5,00
UV 445	256,78	249,50	254,18	4,68	2,60
BR 3841/2	257,31	249,60	254,31	4,71	3,00
UV 446	256,21	249,30	254,11	4,81	2,10
UV 438	255,68	249,08	253,85	4,77	1,83
BR 3841/6	255,97	247,70	252,68	4,98	3,29
BR 3845/6	252,38	246,45	249,42	2,97	2,96
BR 3845	253,04	245,55	249,56	4,01	3,48
Ge 34	251,51	244,30	248,20	3,90	3,31
BR 3849	249,88	243,90	247,94	4,04	1,94
Ge 53	248,96	243,85	247,90	4,05	1,06
BR 3853	247,73	242,90	246,51	3,61	1,22
UV 238	256,53	249,50	252,87	3,37	3,66
BR 3839/1	256,07	249,25	252,72	3,47	3,35

Meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	Grundwasser- sohle GS(m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Grundwasser- mächtigkeit (m)	Gelände- überdeckung (m)
Hg 4	254,67	249,10	252,47	3,37	2,20
BR 3841/5	255,05	248,15	252,11	3,96	2,94
BR 3851/1	247,85	242,95	246,31	3,36	1,54
Os 27	248,49	242,90	246,27	3,37	2,22
Os 6	248,59	242,85	246,26	3,41	2,33
Os 8	247,81	242,80	246,18	3,38	1,63
Os 21	248,44		246,06		2,38
Os 20	248,16		246,06		2,10
BR 3857	253,14		251,06		2,08
ST 233	256,93	251,20	254,50	3,30	2,43
ST 235	255,95	250,70	254,35	3,65	1,60
BR 3833/5	257,41	252,30	255,45	3,15	1,96
OV 79	257,10	252,10	255,33	3,23	1,77
BR 3837/1	255,81	250,35	254,55	4,20	1,26
ST 302	256,50	250,70	254,76	4,06	1,74
ST 303/1	254,50	249,70	253,10	3,40	1,40
ST 303/2	254,68	249,70	253,28	3,58	1,40
ST 303/3	254,78	250,05	253,47	3,42	1,31
ST 303/4	254,32	250,30	254,03	3,73	0,29

Meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	Grundwasser- sohle GS (m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Grundwasser- mächtigkeit (m)	Gelände- überdeckung (m)
ST 304	254,26	249,30	253,16	3,86	1,10
ST 305/1	252,96	248,75	252,05	3,30	0,91
ST 305/2	253,25	248,80	252,63	3,83	0,62
ST 305/3	253,93	249,30	252,97	3,67	0,96
BR 3839	254,16	248,95	252,66	3,71	1,50
UV 280	254,10	249,00	252,70	3,70	1,40
UV 308	254,18	249,35	252,90	3,55	1,28
ST 306/2	253,16	248,80	252,52	3,72	0,64
ST 306/1	253,27	249,30	252,67	3,37	0,60
ST 307	253,22	248,45	251,35	2,90	1,87
ST 308	252,67	248,65	252,17	3,55	1,28
Hg 9	253,47	248,70	252,18	3,48	1,29
ST 309	252,92	249,10	252,42	3,32	0,50
ST 310	252,40	248,30	250,95	2,65	1,45
ST 311/2	250,88	247,30	249,80	2,50	1,08
ST 311/3	251,62	247,55	250,58	3,03	1,04
ST 311/4	252,56	247,80	251,10	3,30	1,46
ST 311/5	251,95	247,80	251,23	3,43	0,72
ST 312	251,64	247,25	250,24	2,99	1,40
ST 313/2	251,18	245,80	249,15	3,35	2,03

Meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	Grundwasser- sohle GS(m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Grundwasser- mächtigkeit (m)	Gelände- überdeckung (m)
ST 313/3	250,91	246,05	249,30	3,25	1,61
ST 313/4	250,29	246,25	249,31	3,06	0,98
ST 313/5	250,59	246,50	249,47	2,97	1,12
ST 314	249,69	244,90	248,75	3,85	0,94
ST 315	250,32	244,50	248,48	3,98	1,84
ST 316	249,55	244,25	248,19	3,94	1,36
Ge 100	250,94	243,90	248,13	4,23	2,81
ST 317	250,06	243,85	248,41	4,56	1,65
BR 3847	250,48	243,50	247,40	3,90	3,08
Ge 94	249,51	243,45	247,30	3,85	2,21
Ge 87	248,81	243,50	247,48	3,98	1,33
ST 318	249,28	243,40	246,75	3,35	2,53
ST 319	248,44	243,10	246,46	3,36	1,98
ST 320	248,06	242,95	246,14	3,19	1,92
ST 330	254,32		252,34		1,98
ST 331	254,70		251,05		3,65
ST 333/1	251,38		249,84		1,54
ST 333/2	251,92		250,00		1,92

Grundwasser- meßstelle	Gelände- oberkante GOK(m ü.A.)	langjährig mitt- lere Grundwasser- spiegelhöhe GWSPH (m ü.A.)	Gelände- überdeckung (m)
RB 135	251,20	249,64	1,56
ST 334	251,35	249,48	1,87
ST 335	251,01	249,31	1,70
ST 336	249,62	248,34	1,28
ST 337/1	249,40	247,61	1,79
ST 337/2	251,72	247,89	3,83
ST 338	249,07	246,95	2,12
ST 339	247,99	246,54	1,45
ST 340	247,49	246,31	1,18

Mittlere Wasserspiegel-
höhe (m ü.A.)

Flußpegel an der Mur

EBRÜ	(km 135,2)	253,83
KW-OW-SP	(km 132,1)	248,71
KW-UW-SP	(km 132,0)	248,66
SBRÜ	(km 130,9)	247,12

3.9. Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues auf den Grundwasserspiegel.

Im Vergleich mit dem muraufwärts gelegenen Kraftwerk Obervogau können die folgenden Feststellungen getroffen werden. Während vom Kraftwerk Obervogau sowohl Grundwasseranhebungen im Oberwasser als auch Grundwasserabsenkungen im Unterwasser verursacht wurden, sind es beim Kraftwerk Spielfeld im wesentlichen nur Absenkungen, allerdings nicht nur im Unterwasser, sondern auch entlang des neuen Gamlitzbach - Anschlußgerinnes. Die erwähnten Anhebungen im Stauraum des Kraftwerkes Obervogau waren aber insofern bedeutungslos, als sie sich weitgehend auf den linksufrigen (unbesiedelten) Auwald zwischen Begleitgraben und Erlenstegbach beschränkten und wegen der tiefen Lage des ursprünglichen Grundwasserspiegels zu keiner Geländeüberflutung führten; im rechtsufrigen Sulmspitz war die durch den Aufstau der Mur verursachte Anhebung ohnehin nur gering und konnte durch die Eintiefung eines Gerinnes in ihrer Fernwirkung begrenzt werden. Beim Kraftwerk Spielfeld mußte durch geeignete Ausführung des linken Begleitgrabens eine Grundwasseranhebung vor allem im linksufrigen Stauraum vermieden werden, da jede weitere Anhebung des außerordentlich hohen Auengrundwasserspiegels mit drastischen Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Kulturen verbunden gewesen wäre. In diesem Bereich blieb der ursprüngliche mittlere Grundwasserspiegel auch nach dem Kraftwerksbau erhalten. Im rechtsufrigen Stauraum ergab sich im südlichen Retzneibachspitz eine minimale Anhebung. Zahlenmäßig bedeutsamer, doch weitgehend ohne schädliche Auswirkungen, gestaltete sich die durch das neue, hochwassersichere Gamlitzbach - Anschlußgerinne hervorgerufene und für einen Stauraum eher untypische Absenkung des rechtsufrigen Grundwassersaumes zwischen dem Ehrenhausener Schloßberg und dem Kraftwerk Spielfeld.

ursprünglichen Grundwassermächtigkeit auf Höhe des Teiches wäre das Problem der Verschwenkung der Grundwasserströmungsrichtung bestehen geblieben.

Der Perlmooser Teich wurde mangels ausreichenden Grundwasserzuflusses schon während des Baues des Kraftwerkes Obervogau von der STEWEAG mit einer aufwendigen Flußwasserbeileitung aus der Sulm ausgestattet. Diese garantiert zwar ausreichenden Zufluß, doch ist die Sulm nach Regenfällen - insbesondere in Zeiten fehlenden Bodenbewuchses, also im Frühling und Herbst - so stark mit Schwebstoffen in Form von abgeschwemmtem Lehm belastet, daß auch diese Form der Wasserversorgung zu Schwierigkeiten führt. In die Zeit der Bauarbeiten für das Kraftwerk Spielfeld fiel daher auch eine von der STEWEAG an Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. E.P. Nemecek von der Technischen Universität Graz vergebene Grundwasserprospektion im Süden des Werksgeländes der Perlmooser AG. Wohl konnten bei weitem nicht die für den Werksbetrieb nötigen Wassermengen erschrotet werden, so daß die Flußwasserbeileitung weiter betrieben werden muß, doch lieferte ein optimal situierter Versuchsbrunnen immerhin 10 l/s (Juni 1981), und ein anschließend in Betrieb gesetzter Nutzbrunnen läßt seitdem eine problemlose Dauerförderung von rund 5 l/s zu. Dieses Grundwasser ist von ungleich höherer und konstanterer Qualität als das Flußwasser. Es fällt lediglich durch seine sehr hohe Karbonathärte etwas aus dem Rahmen des üblichen Grundwassers.

3.9.1.2. Der Retzneibachspitz unterhalb des Werksgeländes der PAG.

Auf Höhe der Südgrenze des Werksgeländes der Perlmooser AG erreicht der Retzneibach, auch Aflenzbach genannt, aus den tertiären Formationen im Westen kommend, die Ebene des Retzneibachspitzes. Er fließt sodann dessen Westgrenze ent-

lang und mündet nach Aufnahme des ebenfalls aus Westen kommenden, kleineren Lupitschenibaches bei Mur-km 135,5 in die Mur. Sein gesamtes Einzugsgebiet beträgt 14 km². Die Sedimente des Retzneibachspitzes wurden wahrscheinlich in der Hauptsache vom Retzneibach angeschwemmt und nur zum kleineren Teil von der Mur, denn sie bestehen vorwiegend aus Leithakalk und Ton, welche im Einzugsgebiet des Retzneibaches vorkommen. Der leichten Löslichkeit der Leithakalksedimente entsprechend, ist die Karbonathärte des hier vorkommenden Grundwassers sehr hoch. Durch die Bohrungen für die Grundwassermeßstellen S 1 bis S 7 konnte ferner nachgewiesen werden, daß der Aquifer zur Mur hin und nach Süden zu deutlich undurchlässiger wird. Eine nennenswerte Wasserwegigkeit ist oft nur in zwischengelagerten Schichten von grobkörnigen Mur-Lockersedimenten gegeben. Insgesamt dürfte die Wasserwegigkeit im Werksgelände der PAG um vieles größer sein als in dem nach Süden anschließenden Retzneibachspitz, wo an mehreren Stellen vorgenommene Kurzpumpversuche nur minimale Ergiebigkeiten erbrachten.

Genaue hydrogeologische Grunddaten aus der Zeit vor der Errichtung der Kraftwerke Obervogau und Spielfeld existieren nicht. Ursprünglich dürfte die Überdeckung des mittleren Grundwasserspiegels sowohl im Werksgelände der PAG als auch südlich davon durchwegs 2 m bis 3,5 m betragen haben, was einer höheren Austufe entspricht. Durch die künstliche Eintiefung der Flußsohle im Zusammenhang mit dem Kraftwerk Obervogau sank der mittlere Grundwasserspiegel im Norden des Flachgebietes bei Mur-km 137,2 um vermutlich rund 1 m bis 1,5 m ab. Der Aufstau der Mur beim Kraftwerk Spielfeld, der auch noch in den Retzneibach hineinwirkt, konnte sich nur auf den südlichsten 500 m des Retzneibachspitzes im Sinne einer Anhebung des

ursprünglichen, mittleren Grundwasserspiegels um bis zu ungefähr 0,5 m (ganz im Süden) auswirken. Durch Sohl- und Querschnittskorrekturen des Flußbettes der Mur knapp unterhalb der Ehrenhausener Murbrücke konnte das Hochwasserabflußverhalten der Mur auch an dieser Stelle günstig beeinflußt werden. Die derzeitigen Hochwasserspiegellängsprofile zwischen Kraftwerk Obervogau und Ehrenhausener Murbrücke (Abflüsse von ca. 200 m³/s und darüber) liegen trotz Einstaus tiefer als die ursprünglichen Längsprofile. Mithin bleibt auch der Grundwasseranstieg im Uferbereich als Folge hoher, aber noch ausuferungsfreier Wasserführung der Mur etwas unter den ursprünglichen Werten. Da die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Spielfeld auf den Grundwasserspiegel gering und ohnehin durchwegs positiv sind (Anhebung niederer und Dämpfung hoher Grundwasserstände), konnte auf aufwendige Dränagemaßnahmen verzichtet werden. Durch einen Hochwasserschutzdamm wurde auch weitgehende Sicherheit der Ackerkulturen des Retzneibachspitzes gegenüber Ausuferungen der Mur erzielt. Beim Hochwasser vom Oktober 1982 mit etwa 1050 m³/s erfolgte lediglich ein Rückstau in den Retzneibach, sodaß keine Erosionsgefahr für die Äcker bestand. Obwohl die Straße von Ehrenhausen nach Retznei um bis zu etwa 1 m unter der Konstruktionsunterkante der Ehrenhausener Murbrücke (257,58 m ü.A.) liegt, war diese Straße nicht überflutungsgefährdet.

3.9.1.3. Der rechtsufrige Auensaum zwischen der Retzneibach - Mündung und dem Krafthaus Spielfeld.

Wie bereits in Kapitel 3.1.1. ausgeführt wurde, wird das rechtsufrige, tertiäre Hügelland durch mehrere Seitenbäche verschiedener Größe zur Mur hin entwässert. Der Bau

eines 3,1 km langen, für $100 \text{ m}^3/\text{s}$ bemessenen Vorfluters war daher im rechtsufrigen Stauraum notwendig, um für die gefahrlose und ausuferungsfreie Ableitung der beachtlichen, wenn auch nur extrem kurzen Hochwasserspitzen des Gamlitzbaches und Ewitschbaches ins Unterwasser der Mur zu sorgen. Der rechte Mühlgang mit seinem Einfang auf Höhe des Bahnhofes Ehrenhausen und das Kleinwasserkraftwerk Applmühle wurden außer Betrieb gesetzt. Der Mühlgang wurde im Oberlauf zugeschüttet; er existiert nur mehr von der Einmündung des Rosenbergbaches aufwärts. Die energiewirtschaftliche Nutzung des hauptsächlich aus der Mur stammenden Mühlgangabflusses erfolgt jetzt mit dreifach vergrößerter Fallhöhe im Mur - Kraftwerk Spielfeld. Die Bemessung des neu geschaffenen Vorfluters erfolgte nach den Hochwasserspitzen des Gamlitzbaches; im Normalbetrieb umfließen in ihm knapp 0,5 % des Abflusses in der Mur den Stauraum und gehen damit für die Energieerzeugung verloren. Beim Gamlitzbach mit einem MQ von $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ist mit einem $HQ_{100} = 100 \text{ m}^3/\text{s}$ zu rechnen. Der wesentlich kleinere Ewitschbach mit einem MQ von $0,02 \text{ m}^3/\text{s}$ dürfte ein HQ_{100} von $16 \text{ m}^3/\text{s}$ aufweisen, wobei seine nur wenige Minuten andauernde Abflußspitze der Gamlitzbach - Hochwasserspitze aber zeitlich so weit vorseilt, daß in der Regel bei der zeitlich verschobenen Addition nur mehr eine minimale Vergrößerung der Gamlitzbach - Hochwasserspitze erfolgt. Dieser Sammelvorfluter dient gleichzeitig als Dammbegleitgraben und nimmt in dieser Funktion noch rund 150 l/s an Dammsickerwasser und 5 l/s bis 10 l/s an Grundwasser auf, welches an den Berghängen und im Tal aus Niederschlägen gebildet wird.

Das notwendigerweise für den Spitzenabfluß von $100 \text{ m}^3/\text{s}$ bemessene Trapezprofil dieses rechten Begleitgrabens wird auf Höhe der Mündung in die Mur bei Mittelwasser von weniger

als 700 l/s durchflossen. Der Wasserstand über der 6 m breiten und tief unter dem ursprünglichen Grundwasserniveau bzw. Murwasserspiegelniveau errichteten Sohle ist folglich im unteren und mittleren Abflußbereich bis 5 MQ nur sehr niedrig und liegt bei ca. 0,5 m. In erster Linie hat dies eine Absenkung der mittleren Grundwasserspiegelhöhe um maximal 80 cm zur Folge, welche jedoch völlig schadlos bleibt. Durch den Einbau eines Schlauchwehres in den rechten Begleitgraben, wodurch eine Überleitung von rund 200 l/s in den Feilbach möglich wurde, entsteht bei Mittelwasser ein Aufstau des Wasserspiegels im Begleitgraben auf ca. 249,35 m ü.A. Die Stauwurzels reicht rund 1 km zurück, sodaß eine Verringerung der Absenkungswirkung eintritt. Auf dem letzten Teilstück erfolgt sogar eine Überkompensation. Eine wirksame Alimentation des aufgrund der Unterwassereintiefung der Mur dauernd tiefer liegenden Grundwasserspiegels war jedoch auf Dauer nicht möglich, weil der Gamlitzbach bei Hochwasser stark schwebstoffführend ist und eine Kolmatierung erfolgt ist.

Während ehemals die Mur der grundwasserwirksame Vorfluter war, ist es nunmehr der rechte Begleitgraben. Den Grundwasserganglinien ist jedoch nicht nur eine Absenkung der Mittelwerte zu entnehmen, weil der mittlere Wasserspiegel im neuen Vorfluter unter dem ehemaligen mittleren Wasserspiegel der Mur liegt, sondern es erfolgte auch eine wesentliche Dämpfung der Grundwasserspiegelschwankungen. Dies ist auf den geringen Wasserstand im Begleitgraben zurückzuführen. In der Mur traten Wasserspiegelschwankungen im Meterbereich auf, die auch von ausreichender Dauer für Auswirkungen auf das Grundwasser waren. Die jetzt vorhandenen, in der Praxis wichtigen Vorfluterschwankungen des Begleitgrabens, die sich dem Grundwasser auch noch in einer Entfernung von über 10 m vom Ufer mitteilen, sind etwa zehnmal geringer als die Schwankungen des ursprüng-

lichen Hauptvorfluters Mur. Noch geringer sind sie im Einstaubereich des Begleitgrabens. Die Ganglinienspitzen der Grundwassermeßstellen im untersuchten Bereich sind die Summe aus den Faktoren Vorfluteranstieg und Anströmfallhöhe des neugebildeten Grundwassers zum Vorfluter, wobei beide Faktoren nunmehr etwa synchron verlaufen und auch betragsmäßig in der gleichen Größenordnung liegen. Die Ganglinien nach dem Kraftwerksbau sind so ausgebildet, daß den horizontalen Niederwasserganglinien, welche sich am Niederswasserspiegel des Begleitgrabens orientieren, sägezahnförmige Spitzen von unterschiedlicher Höhe überlagert sind, die nach oben bisher mit durchschnittlich 1 m begrenzt waren. Das ehemalige niederste Niederwasser wurde im Gegensatz zu MGW und HGW entlang des oberen Begleitgrabenteilstückes bis Mur - km 133,0 (ST 330, ST 331) um höchstens 30 cm abgesenkt; diese Absenkung geht im Einstaubereich des Begleitgrabens (ST 333/1) sogar in eine Anhebung über.

Spitzenabflüsse des Gamlitzbaches von über 5 MQ oder $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ bis hin zum Katastrophenabfluß von $100 \text{ m}^3/\text{s}$ treten im Gefolge von Starkregen auf, lassen den Bachwasserspiegel um bis zu 3 m hochschnellen, sind aber im Gegensatz zu den Hochwasserspitzen der Mur von so kurzer Dauer, daß sie für das Grundwasserfeld irrelevant sind, es sei denn, es käme zu einer flächenhaften Beaufschlagung durch Ausuferung bei mehr als $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Bekanntlich setzt die Vorfluterbeeinflussung des Grundwassers mit freiem Wasserspiegel in Abhängigkeit vom Uferabstand, bzw. von Transmissivität und Porengehalt des grundwasserführenden Sedimentes erst nach einer Verzögerungszeit ein; sodann steigt der Grundwasserspiegel nach einer verzerrten S - förmigen Kurve an, wobei die Anstiegszeit wiederum von den gleichen Parametern abhängig ist. Die Verzögerungszeit wird definiert als Zeitdauer, in welcher 10 % der vollen Anstiegshöhe erreicht werden. Die Anstiegszeit wird definiert als Zeitdauer, in

welcher das Höhenintervall zwischen 10 % und 90 % der vollen Anstiegshöhe durchlaufen wird. Schon in 10 m Uferabstand sind so lange Anstiegszeiten zu erwarten, daß Vorfluterimpulse im Substundenbereich um das Mehrfache gedämpft, abgeflacht und zeitlich gedehnt werden. Der rechte Begleitgraben wirkt also als Vorfluter, der den Grundwasserspiegel am rechten Murofer gegenüber dem ursprünglichen Zustand in der Weise beeinflusst, daß neben einer Absenkung auch eine Dämpfung der Schwankungen eintritt.

Etwa bei Mur - km 132,5 nordwestlich der ehemaligen Sauritschmühle überbrückt die Eisenbahntrasse den ehemaligen Mühlgang. Zwischen Bahndamm und Berghang des Rosenbergs eingeschlossen, erstreckt sich von hier in nordwestlicher Richtung ein über 10.000 m² großer Teich. Dieser wurde durch einen Zufluß von mehreren l/s vom Mühlgang her (grundwasserstromaufwärts) gespeist, hatte jedoch keinen sichtbaren Abfluß. Der Wasserspiegel dieses Teiches schwankte gleichlaufend mit dem des Mühlganges und lag im Durchschnitt bei 250,75 m ü.A., mithin etwas über dem Grundwasserspiegel und sehr deutlich über dem Wasserspiegel der Mur, der z.B. bei Mur - km 132,1 (also kurz oberhalb des Wehres) bei 248,72 m ü.A. im langjährigen Mittel lag. Da der Teich durch die permanente Versickerung schwebstoffführenden Wassers aus der Mur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit als weitgehend wasserdicht anzusehen war und ein Wasserverlust durch Verdunstung in dieser Höhe mit Sicherheit ausschied, mußte der Abfluß über einen Karstschlauch erfolgen, dessen Verlauf und Mündung unbekannt sind. Erst durch den Aufstau konnte die Befürchtung restlos widerlegt werden, daß dieser Karstschlauch im Kraftwerksoberwasser der Mur endet und durch den Aufstau ein Wasserrückfluß aus der Mur erfolgt. Nach dem Zuschütten des Mühlganges fiel der Teich trocken. Einige Resttümpel liegen gemäß Nivellement vom 25.4.1984 offensichtlich auf

dem Niveau des derzeitigen Grundwasserspiegels (am Stichtag knapp unter MGW). Bei dem dem ehemaligen Zufluß aus dem Mühlgang nächstgelegenen Tümpel wurde ein Wasserspiegel von 249,70 m.ü.A. gemessen, das ist rund 1 m weniger als zurzeit der Anspeisung aus dem Mühlgang.

Im rechtsufrigen Stauraum südlich des Ehrenhausener Schloßberges bestehen nur zwei Grundwassernutzungen, nämlich der Brunnen der Applmühle (Meßstelle E 57) und der Brunnen der ehemaligen Sauritschmühle (Meßstelle RB 135). Trotz des abgesenkten Grundwasserspiegels sind beide Brunnen nach wie vor in Betrieb. Die chemische und bakteriologische Beschaffenheit des Brunnenwassers hat sich nicht nachteilig verändert. Der Brunnen der Applmühle mußte allerdings nachgetieft werden.

Der 3 km lange rechte Begleitgraben entwickelt sich zunehmend zu einem Fischgewässer, was insbesondere für den eingestauten, bis 2 m tiefen Gewässerabschnitt gilt. Der Einbau seichter Grundwehre auch im oberen Gewässerabschnitt wäre in bezug auf das Grundwasser unbedenklich. Die Wasserqualität nimmt flußaufwärts wegen des geringeren Sickerwasseranteils aus den Dämmen zu.

3.9.2. Der rechtsufrige Unterwasserbereich zwischen Krafthaus Spielfeld und Wehr Zierberg.

Ab der Mündung des Rosenbergbaches blieb der rechte Mühlgang (Ehrenhausener Mühlkanal) unverändert bestehen. Er dient im wesentlichen als leistungsfähiger Sammelvorfluter und nimmt die aus dem tertiären Hügelland zuströmenden Seitenbäche auf. Es sind dies der Rosenbergbach mit einem MQ von ca. 3 l/s, der Schloßbach mit ca. 7 l/s, der Obeggbach mit ca. 40 l/s und der Bubenbergbach mit ca. 6 l/s. Das HQ_{100} liegt rechnerisch (Annahme: $2/3$ der Werte nach Wundt) für den Rosenbergbach bei rund $5 \text{ m}^3/\text{s}$, für

den Schloßbach bei rund $10 \text{ m}^3/\text{s}$, für den Obeggbach bei rund $26 \text{ m}^3/\text{s}$ und für den Bubenbergbach bei rund $9 \text{ m}^3/\text{s}$. Zur Niederwasserführung dieser Bäche ist zu bemerken, daß sie bei entsprechend langen Trockenwetterperioden austrocknen.

Da der nicht mehr Triebwasser führende Mühlgang mit seiner Sohle über dem Grundwasserspiegel im Unterwasserbereich des Kraftwerkes liegt, wird er auch nicht vom Grundwasser gespeist. Es werden daher mittels eines Überleitungsbauwerkes mit Schlauchwehr und Rohrleitung aus dem rechten Begleitgraben rund 200 l/s Wasser in den alten Feilbach und schließlich in den Mühlgang übergeleitet. So wird eine ausreichende Durchströmung des Mühlganges und die Vermeidung stehender Tümpel gewährleistet. Geruchsbelästigungen und eine unkontrollierte Vermehrung von Kleintieren können daher nicht aufkommen. Weiters wurde das ehemals fast zur Gänze aus der Mur stammende Mühlgangwasser in der Vergangenheit gelegentlich in Spielfeld für die Speisung von Dampflokomotiven herangezogen. Für diesen Zweck steht es in ausreichender Menge und in wesentlich verbesserter Wasserqualität auch weiterhin bei Bedarf zur Verfügung. Anzumerken ist, daß das aus dem Begleitgraben zugeführte Wasser zwar zum überwiegenden Teil aus dem Gamlitzbach stammt, welcher völlig klar ist und nur bei Hochwasser eine nennenswerte Schwebstoffführung aufweist. Demgegenüber ist der Sickerwasseranteil aus dem Staubecken der Mur durch die dunkelbraune Färbung und den faulen Geruch leicht erkennbar. Negative Auswirkungen auf die Wasserqualität des Feilbaches und des unteren Mühlganges sind zu bemerken. Dieses Gewässer wird übrigens durch keinerlei Einbringungen mehr verunreinigt. In der Ortschaft Spielfeld wurden die zahlreichen Abwassereinbringungen in den damals noch eine hohe Wasserführung aufweisenden Mühlgang durch einen Schmutz-

wasserkanal mit provisorischer Überleitung in die Mur ersetzt. Das Abwasser der Gemeinde Spielfeld wird später der geplanten Kläranlage des Abwasserverbandes Leibnitzerfeld Süd zugeführt werden.

Die Grundwasserstände aus der Zeit nach dem Kraftwerksbau beweisen, daß Sohle und rechte Uferböschung der Mur zwischen Krafthaus und Spielfelder Eisenbahnbrücke aufgrund des überwiegenden Tegelmateriale eine besonders geringe Durchlässigkeit aufweisen, sodaß die Absaugung des Grundwassers in das eingetiefte Unterwasser des Flusses ebenfalls relativ gering bleibt. Zwischen Spielfelder Eisenbahnbrücke und Zierberger Wehr bleibt die hohe Korrelation zwischen Grundwasserspiegel und Wasserspiegel der Mur hingegen aufrecht. Es ergibt sich daher der Zustand, daß der Grundwasserspiegel zwischen Krafthaus und Eisenbahnbrücke (ST 335, ST 336) trotz größerer Absenkung des ursprünglichen Wasserspiegels der Mur weniger gesunken ist als zwischen Eisenbahnbrücke und Spielfelder Straßenbrücke (ST 337/1, ST 337/2). Flußabwärts der Straßenbrücke wird die Eintiefung der Mur immer geringer und geht schließlich auf Höhe der Meßstelle ST 340 gegen Null. Der Grundwasserspiegel hat sich hier im Sinne des neuen Wasserspiegellängsprofiles der Mur verändert.

Neben der Unterwassereintiefung des Murbettes führt auch die Stilllegung des rechten Mühlganges zu einer betragsmäßig zwar geringeren, aber gleichmäßig den ganzen Unterwasserbereich erfassenden Einflußnahme auf den Grundwasserspiegel. Der Grundwasserspiegel lag bereits ursprünglich deutlich unter dem Wasserspiegel des Mühlganges und wurde daher mit den Leckwasserverlusten des nicht völlig dichten Mühlgangbettes beaufschlagt. Aufgrund mehrerer wasserbaulicher Maßnahmen ist durch den Kraftwerksbau der Grundwas-

serspiegel abgesunken; noch kräftiger ist jedoch nach dem Fortfall des Triebwassers der Wasserspiegel des Mühlganges gefallen, dessen Abfluß im wesentlichen nur mehr aus der Beschickung aus dem Begleitgraben von $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ besteht, sodaß sich der Überdruck zum Grundwasserspiegel reduziert hat. Bei der nunmehrigen Wasserführung werden die Uferflanken im Bereich von Wurzelstöcken, wo die Kolmatierung am ehesten gestört ist, kaum noch benetzt, was einen erhöhten Übergangswiderstand zwischen Oberflächen- und Grundwasser und letztlich ebenfalls eine verringerte Grundwasserneubildung aus dem Mühlgang zur Folge hat.

Die Absenkung des mittleren Grundwasserspiegels im rechtsufrigen Unterwasserbereich übersteigt mit Sicherheit an keiner Stelle außerhalb des eigentlichen Anlagengeländes 80 cm, sodaß auch für die Vegetation keine Gefährdung besteht. Der Auenwald ganz im Südosten mit seinen alten Baumbeständen ist von einer spürbaren Absenkung überhaupt nicht mehr betroffen. Bekanntlich können sich vor allem alte Baumbestände nur begrenzt an Grundwasserabsenkungen oder auch -anhebungen gewöhnen und sterben in der Folge auch häufig ab, oder zumindest früher ab, als es ihrem Lebensalter entspricht. Ansonsten ist der schmale rechtsufrige Auwaldstreifen bereits gerodet worden; es existieren nur noch wenige Baumzeilen bzw. Einzelbäume. Im gegenständlichen Gebiet befanden sich vor dem Kraftwerksbau keine Brunnen im Betrieb, sodaß auch diesbezüglich durch die Grundwasserspiegelabsenkung kein Schaden entstand. Hingewiesen muß auch auf das wegen schlechter Wasserqualität stillgelegte Wasserwerk Spielfeld werden, welches unmittelbar flußabwärts der Spielfelder Straßenbrücke zwischen Mur und Mühlgang situiert ist. Es ist möglich, daß sich durch die vergrößerte Überdeckung und das größere Gefälle des Grundwasserspiegels in Richtung Mur, sowie die verbesserte Wasserqualität des Mühlganges als Folge des Kraftwerksbaues, auch eine Verbesserung der Grundwasserqualität ergibt, zumindest bei kleinen Entnahmen von einigen hundert m^3 je Tag.

Die Hochwassersituation im rechten Kraftwerksunterwasser hat sich durch den Kraftwerksbau wesentlich verbessert. So wird durch den Bau eines Hochwasserschutzdammes eine direkte Ausuferung der Mur auf die Äcker und den Spielfelder Sportplatz verhindert. Ehemals war es schon bei kleineren, noch ausuferungsfreien Flußhochwässern zu Grundwasseraustritten über Terrain gekommen, sodaß weite Flächen vom Grundwasser überstaut wurden. Da der Grundwasserkörper durch die vorangegangene Absenkung erhöht aufnahmefähig ist, dürfen die geländeüberragenden Wasserstände der Mur länger andauern, bis es zu einem Grundwasseraustritt über Gelände kommt. Zum anderen wird durch die Schleintiefung auch bei Hochwasser eine geringfügige Absenkung des Flußwasserspiegels bewirkt, sodaß die Mur als Verursacher etwas entschärft wird.

3.9.3. Der linksufrige Oberwasserbereich zwischen Krafthaus Obervogau und Krafthaus Spielfeld.

Bereits bei den ersten hydrogeologischen Voruntersuchungen hatte sich herausgestellt, daß zwar wohl kleinräumige Auswirkungen negativer Art im linken Unterwasser praktisch unumgebar sein werden, aber die umweltschonende Herstellung des Wasserkraftwerkes Spielfeld in hydrologischer Hinsicht in erster Linie davon abhängen wird, ob es gelingt, in der tiefen Austufe von Untervogau und Straß eine Grundwasseranhebung durch den Aufstau beim Kraftwerk Spielfeld zu vermeiden. Andernfalls hätte sich für umfangreiche Bestände von Ackerkulturen, Straßen, Feldwegen, alten Auwaldbäumen und teilweise auch von Siedlungsbauten eine Wertminderung ergeben oder es ist die Feststellung zu treffen, daß nicht mehr verwendbar sind. Vor allem durch den Bau eines entsprechend dimensionierten und der örtlichen Geologie durch stellenweise Bodenauswechslung Rechnung tragenden

linken Dammbegleitgrabens, der sich in diesem glücklicherweise keinen unberechenbaren Karsteinflüssen unterliegenden Grundwasserfeld als voll wirksam erwies, konnte dieser Gefahr begegnet werden. Von unschätzbarem Wert für die Bevölkerung der anliegenden Gemeinden gestaltete sich der nur am Rande mit dem Grundwasser zusammenhängende Umstand, daß der linke Begleitdamm über den eigentlichen Staubebereich hinaus so ergänzt und bemessen wurde, daß eine direkte Ausuferung in das bekannte Überschwemmungsgebiet Obervogau - Vogau - Straß (Schwerpunkt: Ehrenhausener Murbrücke) bei einem hundertjährlichen Hochwasser der Mur sicher verhindert wird.

3.9.3.1. Die linksufrige höhere Austufe zwischen Kraft-
haus Obervogau und Erlenstegbachmündung und das
südliche Ortsgebiet der Gemeinde Obervogau.

Wie bei allen modernen Flußkraftwerken an der Mur üblich, wurde auch schon beim flußaufwärts gelegenen Kraftwerk Obervogau die Sohle des Gewässerbettes im Unterwasserbereich der Mur keilförmig, nämlich flußabwärts immer schwächer werdend, abgesenkt. Die daraus resultierende Absenkung des Wasserspiegels der Mur bewirkte wohl im ufernahen Auwaldbereich eine kräftige Grundwasserabsenkung, doch schon in geringem Abstand vom Ufer der Mur kam es zur Kompensation. Das Bachbett des im Stauraum von Obervogau aus dem Grundwasser alimentierten Erlenstegbaches wies eine ausreichende Durchlässigkeit auf, um im abgesenkten Unterwasser nun selbst alimentierend auf das Grundwasser zu wirken. Eine Versickerung von wenigen l/s schwebstoffarmen Wassers im Bachunterlauf in Verbindung mit geringer Transmissivität des ufernahen Grundwasserleiters reichte aus, um den Grundwasserspiegel am Ort des Bachbettes ungefähr auf seine ursprüngliche Lage anzuheben, sodaß keine Fernwirkung der

Spiegelabsenkung nachweisbar war. Im Zusammenhang mit dem Kraftwerk Obervogau war es zumindest linksufrig bei keinem einzigen Hausbrunnen zu einer erkennbaren Absenkung des Brunnenwasserspiegels gekommen (allerdings rechtsufrig: Nutzwasserteich der Perlmooser Zementwerke AG Retznei). Diese durch das Kraftwerk Obervogau geschaffene Grundwassersituation blieb auch nach dem Bau des Kraftwerkes Spielfeld weitgehend erhalten.

Die grundwasserrelevanten Vorfluter des beschriebenen Bereiches sind die Mur, der Erlenstegbach und der Schirmannbach. Durch den Aufstau beim Kraftwerk Spielfeld entstand eineinhalb Kilometer unterhalb des Kraftwerkes Obervogau bei Mur - km 136,0 etwa auf Höhe der Gemeindegrenze zwischen Obervogau und Vogau jener neutrale Punkt, an dem sich im Regeljahr keine Veränderung der mittleren Wasserspiegelhöhe der Mur gegenüber den ursprünglichen Verhältnissen vor dem zweimaligen Baugeschehen ergibt. Da bereits 250 m flußabwärts der linke Begleitgraben beginnt, der zusammen mit dem hierorts weitgehend dichten, linken Begleitdamm das Grundwasser wirksam gegen den Einfluß der Mur abschirmt, sind nur wenige Hektar Auwald mit ohnehin überdurchschnittlicher Überdeckung des Grundwasserspiegels von einer minimalen Anhebung desselben (nur wenige Zentimeter) betroffen. Eine Fernwirkung wird vor allem in Richtung südliches Ortsgebiet Obervogau bzw. N und O durch Kompensation mit der flußaufwärts anschließenden, sechsmal längeren Absenkungsstrecke sowie durch die Vorfluterwirkung des Erlenstegbaches ausgeschaltet. Das Wasserspiegellängsprofil des Erlenstegbaches wurde überhaupt nicht verändert. Dieser Bach mündete ehemals über eine Gefällsstufe direkt in die Mur. Das Wasserspiegelniveau des Erlenstegbaches liegt kurz vor der Mündung auf ca. 254,80 m ü.A. und damit deutlich über dem Stauziel beim Kraftwerk Spielfeld von 254,0 m ü.A.; da durch Flußbettkorrekturen unterwasserseitig der Ehrenhausener Mur-

brücke eine geringfügige Verbesserung des Hochwasserabflußverhaltens der Mur auf dieser Gewässerstrecke erzielt werden konnte, hätte sich durch diesen geringen Einstau eigentlich noch keine Verschlechterung der Hochwassersituation ergeben. Die Rückströmung in den Erlenstegbach und Schirmannbach und von dort aus die Ausuferung ins Gelände hätte sogar etwas später eingesetzt als vor dem Bau des Kraftwerkes Spielfeld. Dennoch wurde der Erlenstegbach aus Gründen des angestrebten vollen Hochwasserschutzes (HQ_{100}) für die linksufrigen Gemeinden vom Oberwasser der Mur zur Gänze getrennt und in den linken Begleitgraben eingeleitet, um eine Unterbrechung des geschlossenen linksufrigen Hochwasserschutz- und Staudammes zwischen den Krafthäusern Obervogau und Spielfeld zu vermeiden. Für den Grundwasserspiegel ist die Einleitung des Erlenstegbaches in den Begleitgraben ohne Bedeutung. Von einschneidender Bedeutung für die Grundwassersituation im südlichen Obervogau gestalten sich aber die nicht im Bereich der STEWEAG liegenden Veränderungen am Schirmannbach, einem lediglich 400 m langen Zubringer des Erlenstegbaches, der ursprünglich auf einer Länge von rund 150 m die Landesstraße Obervogau - Ehrenhausen begleitete, jedoch im Jahr 1982 auf diesem Teilstück zugeschüttet wurde.

Im Süden der Gemeinde Obervogau am Übergang von der Würm-niederterrasse zur holozänen Aue befindet sich eine geschlossene Siedlung, bestehend aus zumeist unterkellerten Einfamilienhäusern, wobei nach unserer Bestandsaufnahme 11 Keller bei entsprechend hohen Grundwasserständen im Würm-niederterrassengrundwasserkörper durch steigendes Grundwasser gefährdet sind. Hiefür ist nach unseren Untersuchungen praktisch ausschließlich der Grundwasserzustrom aus der Niederterrasse und der Zustand der Vorfluter, insbesondere des Schirmannbaches, maßgebend. Dieser leitet jenes überschüssige Grundwasser weiter, das der Grundwasserleiter der

Aue mangels ausreichender Durchlässigkeit nicht mehr transportieren kann, wobei das anströmende Grundwasser in der Höhe des Bachwasserspiegels rückgestaut wird. Eine relevante Abhängigkeit vom Wasserstand der Mur ist trotz des Uferabstandes von nur 400 m nicht gegeben. Es bleibt jede Reaktion auf ortsfremde Hochwässer der Mur (Schneesmelze in der Obersteiermark) aus, sofern keine Ausuferung erfolgt. Es war selbst durch den Kraftwerksbau von Obervogau mit seiner einschneidenden Einwirkung auf den Wasserspiegel der Mur zu keinerlei erkennbaren Veränderung der Höhenlage bzw. des natürlichen Schwankungsbereiches des Grundwasserspiegels gekommen. Die geringe und gegenteilige Einwirkung des Kraftwerkes Spielfeld auf den vorabgesenkten Wasserspiegel der Mur mußte sich daher noch umso weniger auswirken. Für die Abschirmwirkung ist in erster Linie der dazwischen befindliche Erlenstegbach verantwortlich. Der Schirmannbach ist erst bei mittlerem und hohem Grundwasserstand aktiv. Er ritzt mit seiner Sohle das Grundwasser an, schützt durch seine drainagierende Wirkung die dahinter in der gerodeten Aue liegenden Felder vor Versumpfung und Überflutung und bestimmt im aktiven Zustand durch sein Niveau die Höhe des Grundwasserspiegels sowohl im Anström- als auch im Abströmbereich wesentlich mit. Durch diesen Bach werden die Ganglinienspitzen des begleitenden Grundwassers auf das Niveau des Bachwasserspiegels gedrückt. Diese Wirkung setzt sich in abgeschwächter Form luv- und leeseitig fort, wobei die oben erwähnten Anwesen noch in seinem Wirkungsbereich liegen. Durch örtliche Regenfälle oder versickerndes Schneesmelzwasser herbeigeführte, rasch hochschnellende Spitzen werden bis in eine Entfernung von 100 m verringert und verkürzt. In einer Entfernung von 300 m bis 400 m ist noch immer eine Verkürzung, also eine beschleunigte Abfuhr von in der Anstiegsphase nicht mehr beeinflussbaren Grundwasserhochständen gegeben.

Nun kam es allein während der Messungen seit dem Jahr 1977 viermal, nämlich im August und November 1979, im Oktober 1980 und schließlich Ende Dezember 1982 zur Überflutung von Kellern, wobei der letzte Vorfall besonders kraß war. Im Jahr 1982 wurde dieses Privatgewässer von den Grundbesitzern teilweise zugeschüttet. Seit damals ist zum Nachteil der Kellerbesitzer eine Grundwasserabfuhr nur mehr auf dem wesentlich höheren Niveau der Ackeroberfläche möglich (Gerinnebildung bei entsprechendem Grundwasserstand). Diese Veränderung ist hauptverantwortlich für die Höhe und die lange Dauer des Grundwasserhochstandes vom Dezember 1982 speziell in diesem Gebiet. Von den Geschädigten war aber wegen des vorangegangenen Einstaues des Stauraumes Spielfeld die STEWEAG als Verursacher angesehen worden, obwohl von der Mur her keine derartige Einwirkung möglich ist. Es ist vielmehr so, daß gerade das südliche Ortsgebiet von Obervogau eines jener wenigen Gebiete ist, die weder vom Kraftwerksbau Obervogau noch vom Kraftwerksbau Spielfeld in irgendeiner Weise beeinflußt wurden. Eine Sanierung dieses Gebietes wäre mit geringem Kostenaufwand möglich, indem das ehemalige offene Gerinne auf einer Länge von 150 m wiederhergestellt oder durch eine leistungsfähige unterirdische Drainage ersetzt wird. Es ist aber auch eine über den ursprünglichen Zustand hinausgehende Absenkung der Grundwasservorfluter möglich, die durch die Wasserspiegelhöhe im linken Begleitgraben begrenzt wird. Bei gleichmäßiger Sohleintiefung des Schirmannbaches und des Erlenstegbaches auf einer Gesamtlänge von rund 700 m und Entfernung des steilen Überleitungsteilstückes zwischen Erlenstegbach und Begleitgraben ließe sich eine Vorfluterabsenkung um bis zu 70 cm mit entsprechender Auswirkung auf den Grundwasserspiegel realisieren.

3.9.3.2. Die linksufrige tiefere Austufe zwischen der Mündung des Erlenstegbaches und dem Krafthaus Spielfeld.

Die ungewöhnlich breite Auenentwicklung zwischen den Straßensiedlungen am Rand der Würmniederterrasse und dem durch Regulierung festgelegten Verlauf der Mur mit ihrer extrem geringen Überdeckung des mittleren Grundwasserspiegels sowie die intensive Nutzung dieser großteils gerodeten Aue durch Ackerbau und das Vorhandensein einzelner Wohnhäuser und Hausbrunnen zwangen zu einer bevorzugten Beachtung gerade dieses Gebietes. Es war in diesem durch Grundwasserhochstände und Flußausuferungen der Mur gefährdeten Gebiet unter allen Umständen jegliche Grundwasseranhebung als Folge des Aufstauens hintanzuhalten.

Durch die Auswertung einer lückenlosen Meßreihe wöchentlich zweimaliger Messungen über einen rund zweijährigen Zeitraum war es zum Jahresende 1980 möglich, Ähnlichkeiten zu schon langjährig beobachteten Grundwassermeßstellen zu eruieren und aus deren Meßdaten die Mittel- und Extremwerte der Grundwasserspiegellage vergleichbarer Meßstellen im Untersuchungsgebiet zu ermitteln. Durch das Wasserspiegelnivelllement aller Gerinne konnten diese Daten ergänzt werden. Im Dezember 1980 wurde ferner durch ein Nivellement das Wasserspiegellängsprofil der Mur bei einem annähernd mittleren Flußwasserstand ermittelt und auf den genauen mittleren Wasserstand umgerechnet. Sodann wurde ein Plan der langjährig mittleren Grundwasserspiegelhöhen gezeichnet. Da die Lage des linken Begleitgrabens bereits festgelegt war, konnte aus diesen Unterlagen das Längsprofil der langjährig mittleren Grundwasserspiegellage eruiert werden. Dieses Längsprofil sollte trotz Aufstauens beim Kraftwerk Spielfeld durch geeignete Dimensionierung des Begleitgrabens erhalten bleiben, sodaß der mittlere Grundwasserspiegel landseits des Begleit-

grabens ebenfalls erhalten bleibt. Auf dieser Grundlage wurde ein ideales Sohlhöhenlängsprofil des linken Begleitgrabens errechnet und vom Bauherrn mit geringen Abweichungen realisiert.

Der Begleitgraben hat unter anderem die Aufgabe, das durch Damm und Sohle des eingestauten Flußbettes austretende Sickerwasser aufzufangen und abzuleiten, wobei diese Sickerwassermengen mit etwa 50 l/s je km Stauraumlänge anzunehmen sind. Weiters nimmt er den ursprünglich in die Mur mündenden Erlenstegbach und den ursprünglich in den linken Mühlgang (Straßer Mühlkanal) mündenden Oberen Dorfbach auf. Das ausuferungsfreie Transportvermögen des Begleitgrabens von etwa $14 \text{ m}^3/\text{s}$ reicht bei weitem aus, um die Hochwässer dieser beiden Flachlandbäche abzuführen. Der mittlere Abfluß dieser beiden Bäche ist schwer abzuschätzen, dürfte jedoch in der Größenordnung von jeweils 5 l/s liegen. Die dritte wesentliche Aufgabe besteht darin, das ursprünglich zur Mur abfließende Grundwasser aufzunehmen und gleichzeitig in das Grundwasserfeld auf dem Niveau hineinzustauen, das durch den natürlichen Wasserspiegel der Mur ehemals gegeben war.

In der Bauweise hatte letztlich die Funktionssicherheit Vorrang. Anstatt des ursprünglich gewählten Trapezprofils in naturnaher Bauweise, das bei geringer Durchströmung zur Durchwucherung mit Fadenalgen neigt, was kurze Reinigungsintervalle erforderlich macht, um den Wasserspiegelanstieg in Grenzen zu halten, wurde die schon beim Kraftwerk Obervogau bewährte, zuverlässige Bauform mit Grabenformsteinen und Böschungsplatten aus Beton eingesetzt. Naturnahes Aussehen ist bei den hier herrschenden Verhältnissen, insbesondere der seichten Lage des Grundwasserspiegels, nachrangig gegenüber einer zuverlässigen Stabilisierungswirkung auf den Grundwasserspiegel. Dies umsomehr als fast ausschließlich Sickerwas-

ser transportiert wird, das seiner schlechten Beschaffenheit wegen (Sauerstoffarmut, Faulgasgehalt, Trübung u. dgl.) ein höher organisiertes Leben im Begleitgraben nicht zuläßt.

Der linke Begleitgraben beginnt genau auf Höhe der ehemaligen Erlenstegbachmündung in die Mur. Der Erlenstegbach wird nun via Begleitgraben um den Stauraum herumgeführt und mündet ins Kraftwerksunterwasser. Der oberste Kilometer des Begleitgrabens im sogenannten Ehrenhausener Viertel bis zum ehemaligen Einfang des linken Mühlgangs (Straßer Mühlkanal) wurde in seinem ungleichmäßigen Gefälleverlauf so gestaltet, wie es dem ursprünglichen Wasserspiegellängsgefälle der Mur und des Grundwassers entspricht. Er wurde aber mit Absicht etwas tiefer gelegt, als es zur Nachbildung des Mittelwassers erforderlich ist. Die im oberen Drittel dieses Begleitgrabenteilstückes nahe beim Begleitgraben befindliche Grundwassermeßstelle ST 235 weist eine Mittelwasserabsenkung von etwa 20 cm auf; die Meßstelle BR 3837/1, ein genutzter Schachtbrunnen genau auf Höhe der Ehrenhausener Murbrücke, wurde noch um etwa 20 cm abgesenkt. Die Grundwasserabsenkung entlang des gesamten oberen Begleitgrabenkilometers ist aber auch teilweise darauf zurückzuführen, daß eine 500 m lange Dichtungsschürze in dem schon ursprünglich weitgehend undurchlässigen Untergrund, im beiderseitigen Anschluß an das linke Widerlager der Murbrücke, jegliche Effluenz aus der Mur unterbindet. Unmittelbar flußabwärts der Brücke mußte übrigens wegen des geringen Uferabstandes eines Parkplatzes und mehrerer Gärten auf kurzer Strecke der linksufrige Schüttdamm durch eine aufwendige Ausführung mit luftseitiger Betonmauer ersetzt und das offene Begleitgrabengerinne auf einer Länge von 170 m verrohrt werden. Die erkennbare Fernwirkung dieser ohnehin minimalen Absenkung des mittleren Grundwasserstandes beträgt nur etwa 250 m. Die extremen Niederwasserstände, die für die we-

nigen genutzten Brunnen eventuell von Bedeutung sind, wurden nicht weiter abgesenkt, sondern sogar geringfügig angehoben.

Auf Höhe der Mündung des Oberen Dorfbaches in den linken Begleitgraben liegt das zweite Absenkungsmaximum mit einem Betrag von -40 cm bei der Meßstelle ST 305/1. Die nachweisbare Reichweite beträgt etwa 350 m und betrifft ausschließlich äußerst gering überdeckte, unbesiedelte Auwald- und Ackerflächen. Im Gegensatz zum Ehrenhausener Viertel bestand in diesem Bereich vor dem Kraftwerksbau eine hohe Korrelation zwischen dem Wasserspiegel der Mur und dem Grundwasserspiegel. Positiv in diesem Sinne wirkt sich nunmehr die Stabilisierungswirkung des Begleitgrabens auf das Grundwasser und die Entkoppelung zwischen Mur- und Grundwasserspiegel aus. Hohe Wasserführungen der Mur vermögen den Grundwasserspiegel nicht mehr zu beeinflussen oder den Abfluß neugebildeten Grundwassers zur Mur zu verzögern.

Zwischen der Meßstelle ST 310 und der ehemaligen Straßer Mühle befindet sich ein Anhebungsbereich mit einem Maximum von 10 bis 20 cm und mit einer abschätzbaren Reichweite von rund 300 Metern. Im besiedelten Ortsteil Hofgreith kompensieren sich diese Anhebung und die flußaufwärts gegebene Absenkung weitgehend, zudem ist der Uferabstand schon relativ groß, sodaß hier keine Spiegelhöhenverschiebung nachweisbar ist. Die Ursache für diese örtlich begrenzte Anhebung ist darin zu suchen, daß dem plötzlichen Gefälleknick des Grundwasserspiegels nicht voll durch den Gefälleverlauf des Begleitgrabens Rechnung getragen wurde. Die Entleerung des Mühlganges hatte keine Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel, denn das Mühlgangbett ist auf dieser Teilstrecke von jeher absolut dicht. Dies ist besonders anschaulich in den ersten 400 m des verbliebenen Mühlganges bis zur Einmündung des Neuwiesenbaches nachzuweisen. Der Wasserspiegel im Mühl-

gang liegt dort auch nach der Entleerung durchwegs über dem Grundwasserspiegel; eine Speisung durch das Grundwasser ist also auszuschließen. Die Anspeisung kann also nur vom Neuwiesenbach her erfolgen. Trotz einer benetzten Versickerungsfläche von über 2000 m² bleibt diese Anspeisung unmeßbar klein.

Auf Höhe des Querprofiles ST 311 beginnt bereits der Bereich der Absenkung, der sich bis zum Kraftwerk stetig auf etwa 30 cm verstärkt und dann abrupt zunimmt. Im obersten Teil ist dafür das entleerte Mühlgangsgerinne unterwasserseitig der ehemaligen Straßer Mühle verantwortlich, welches knapp unterhalb des neuen Durchlasses tiefer als der Begleitgraben liegt; im unteren Teil wirkt hingegen bereits das Unterwasser in den an dieser Stelle abgedichteten Stauraum zurück.

Die angegebenen Verschiebungen der mittleren Grundwasserspiegellage, die im Durchschnitt einer geringfügigen Absenkung entsprechen, kommen erst seit der Begleitgrabenreinigung Ende Juni 1983 tatsächlich zum Tragen. Denn vorher hatten zahlreiche Böschungsrutschungen, bis zu mannshohe, in den Platten- und Grabenformsteinfugen wachsende Sträucher und Algendurchwucherungen zu einer örtlich verschieden starken Anhebung des Wasserspiegels im Begleitgraben und damit auch des begleitenden Grundwasserspiegels geführt. Aufgrund des relativ kurzen Zeitraumes der auswertbaren Beobachtung nach Vollendung des Kraftwerksbaues sind nur Aussagen mit einer Toleranz von etwa + 10 cm möglich. Angemerkt muß ferner werden, daß durch den Einfluß des Begleitgrabens der Schwankungsbereich des Grundwasserspiegels um den Mittelwert herum komprimiert wird. In Sonderfällen, z.B. bei der örtlichen Spätwinterschneesmelze, bedeutet dieser zumeist einen günstigen, dämpfenden Einfluß auf den Grundwassergang. Allerdings

steht weniger freier Speicherraum im Untergrund zur Aufnahme der Grundwasserneubildung zur Verfügung, da durch die begleitgrabenbedingte Niederwasseranhebung eine natürliche, winterliche Vorabsenkung tief unter den mittleren Grundwasserstand verhindert wird.

3.9.4. Der linksufrige Unterwasserbereich zwischen Krafthaus Spielfeld und Wehr Zierberg.

Es ließ sich bereits in der Planungsphase absehen, daß eine gravierende Beeinflussung des linksufrigen Grundwasserkörpers flußaufwärts des Kraftwerkes Spielfeld durch eine entsprechende Ausführung des linken Begleitgrabens weitgehend ausgeschaltet werden kann, daß jedoch flußabwärts bei einer Bauweise der Kraftwerksanlage nach dem derzeitigen Stand der Technik eine relativ ausgedehnte Beeinflussung des Grundwassers mit Beeinträchtigung mehrerer privater Trinkwasserbrunnen nicht zu verhindern ist. Ohne daß besondere hydrogeologische Untersuchungen vorgenommen wurden, konnte aus den Ganglinien der Grundwasserspiegellagen bereits abgeleitet werden, daß flußabwärts der Spielfelder Straßenbrücke eine ungewöhnlich gute Wasserwegigkeit der holozänen Lockersedimente gegeben ist. Eine untypisch großflächige Auswirkung der Wasserspiegelabsenkung der Mur auf den Grundwasserspiegel war daher zu erwarten, die nun in der Tat eine Breitenerstreckung in der Größenordnung von 1 km erreicht und bis zum Rand der Würmniederterrasse (Gersdorfer Dorfstraße) reicht bzw. grundwasserstromabwärts bis in das Dorf Oberschwarza hineingreift. Das Mühlganggerinne ist nicht in der Lage, durch ausreichend intensive Versickerung von Oberflächenwasser den Grundwasserdurchfluß im gut wasserwegigen Aquifer zur Mur hin so zu erhöhen, daß die Grundwassermächtigkeit am Ort des Mühlgangs ihre ehe-

malige Höhe erreicht. Der Mühlgang wirkt im Unterwasser nicht erkennbar abschirmend auf den Einfluß der Mur. Durch entsprechend aufwendige Maßnahmen wäre es natürlich auch möglich, die Grundwasserspiegelabsenkung im Unterwasser der Kraftwerke in den Griff zu bekommen, indem man dem Ufer entlang eine völlig dichte, in den Tegel eingebundene Schmalwand errichtet und an gewissen Stellen unterirdische Überläufe in genau definierter Höhe einplant. Erinnerung sei daran, daß es sich rechtsufrig per Zufall ergeben hat, daß zwischen Kraftwerk und Eisenbahnbrücke ein vorwiegend aus Tegelmateril bestehendes Damnteilstück unmittelbar auf dem Tegel des Untergrundes aufsitzt, sodaß hier auch ohne Schmalwand weitgehende Wasserdichtheit und minimale Grundwasserabsenkung eingetreten ist.

Das Ausmaß der Unterwassereintiefung ist in besonderer Weise auf Höhe der Spielfelder Straßenbrücke von Bedeutung, da hier mehrere Hausbrunnen bestehen. Während in den letzten Jahrzehnten vor dem Kraftwerksbau beim Mur-Pegel Spielfeld keine tieferen Tagesmittelwerte als 246,20 m ü.A. verzeichnet wurden, ist nunmehr ein Absinken bis auf 245,60 m ü.A. bei extremer Niederwasserführung möglich. In Hinkunft ist allerdings durch den Einstau des geplanten murabwärts gelegenen Kraftwerkes Weisersfeld in diesem untersten Abflußbereich eine Wiederanhebung auf 246,00 m ü.A. geplant. Der begleitende Grundwasserspiegel weist eine hohe Korrelation zum Wasserspiegel der Mur auf und folgt daher allen Veränderungen des Wasserspiegels der Mur. Die in der Regel nach dem natürlichen, niedersten Grundwasserstand bemessenen Schachtbrunnen können daher bei einer Niederwasserabsenkung trockenfallen.

Die keilförmige Unterwassereintiefung wurde in zwei Etappen durchgeführt, nämlich zum Jahresbeginn 1982 im kraft-

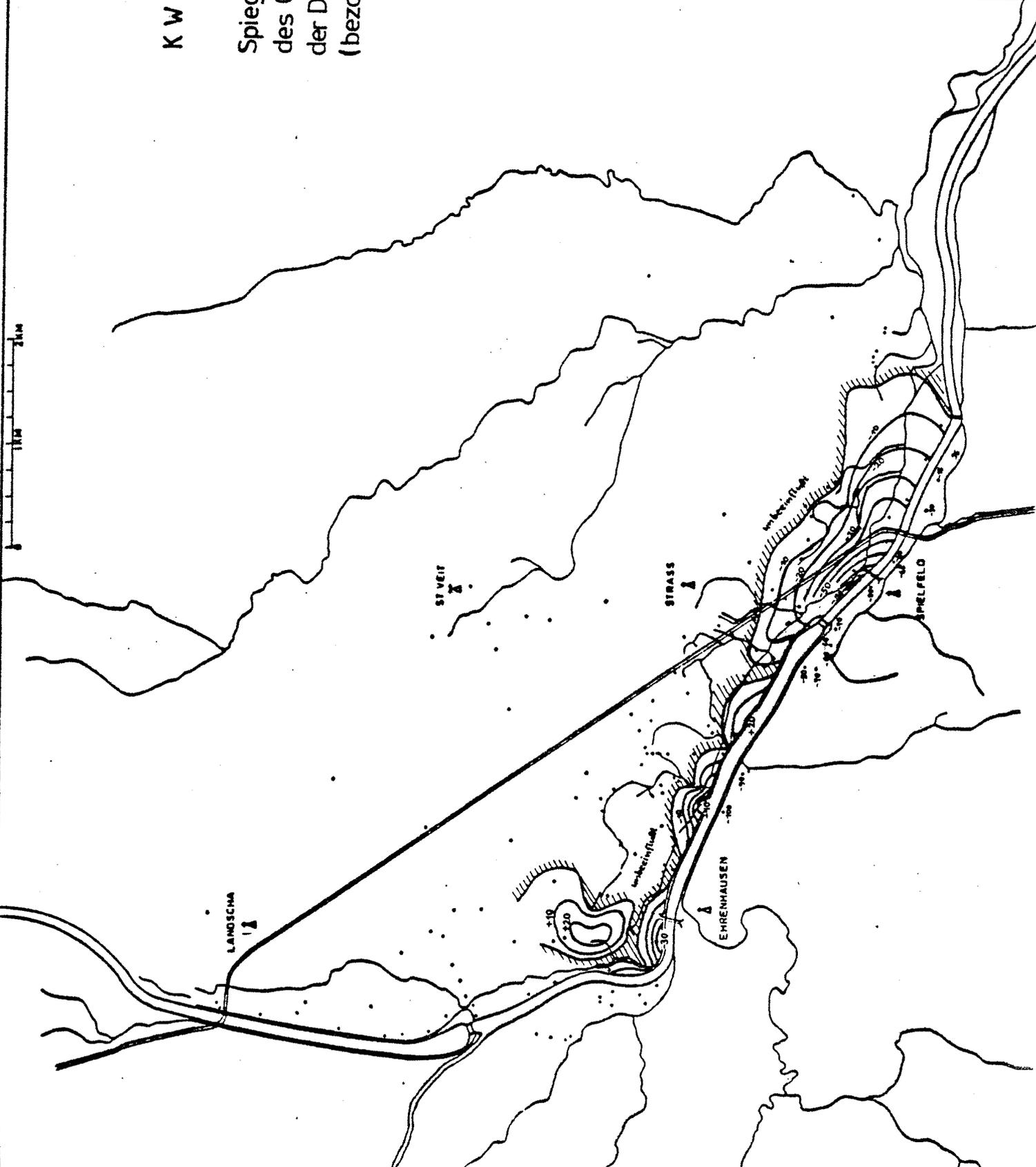
werksnahen Unterwasser bis zur Spielfelder Straßenbrücke mit etwa $\frac{3}{4}$ des Aushubvolumens und schließlich im Winter 1982/1983 von dort bis zum Zierberger Wehr mit dem restlichen Viertel des Aushubvolumens. Schon bei der ersten Etappe kam es zum vorhergesagten Ausfall der Schachtbrunnen Pototschnigg und Wagner, die sich flußaufwärts der Spielfelder Straßenbrücke in einem Uferabstand von 15 m bzw. 55 m von der Mur befinden. Während das gesamte Anwesen Pototschnigg im Zusammenhang mit dem neuerichteten Hochwasserschutzdamm ohnehin abgelöst werden mußte, rang man beim Schachtbrunnen Wagner (zugleich Meßstelle BR 3847) nach einer befriedigenden Lösung: Im Februar 1982 wurde der alte Brunnen bei einem Wasserstand von 246,38 m ü.A. um etwa 60 cm bis zur handwerklich möglichen Tiefe von 245,84 m ü.A. eingetieft. Die überhaupt bekannte niederste Höhe des Brunnenwasserspiegels vor dem Kraftwerksbau hatte 246,71 m ü.A. betragen. Mit der erwähnten Brunnennachtiefung konnte für eine Dauer von rund 1 $\frac{1}{2}$ Jahren bis zu dem auf die nächste Etappe der Flußbetteintiefung folgenden Niederwasser der Mur das Auslangen gefunden werden. Ende Juli 1983 sank der Abfluß der Mur beim Pegel Spielfeld nach einer langen Periode guter Wasserführung erstmals unter $80 \text{ m}^3/\text{s}$, was den Brunnenwasserspiegel am 1.8.1983 auf 246,29 m ü.A. absinken ließ. Bereits damals ergaben sich Störungen aufgrund der zu geringen Förderleistung des Brunnens auf diesem Niveau. Als schließlich im Dezember 1983 der Abfluß-Tagesmittelwert der Mur auf etwa $45 \text{ m}^3/\text{s}$ zurückging, fiel der Wasserspiegel am 19.12.1983 auf das bisher gemessene Minimum von 246,14 m ü.A. ab, was über längere Zeit den Ausfall dieses Brunnens bedeutete. Es wurde daher von der STEWEAG in unmittelbarer Nähe des alten Schachtbrunnens ein neuer errichtet, dessen Wasserstand nach restloser Ausnutzung der vom Aquifer gesetzten Grenzen um immerhin 30 cm

KW SPIELFELD

Spiegelhöhenverschiebungen
des Grundwassers während
der Dauer des Kraftwerksbaues
(bezogen auf MGW)

Österreichische Wasserkraft- und Elektrizitätsgesellschaft, Wien

Dr. FESSLER		Büro für Hydrogeologie	
Verfasser:	Dr. Fessler	Datum:	1900
Titel:	Spiegelhöhenverschiebungen des Grundwassers während der Dauer des Kraftwerksbaues (bezogen auf MGW)	Blatt:	1:20000



größer ist. Es läßt sich abschätzen, daß beim augenblicklichen Zustand des Zierberger Wehres, bei niederster Wasserführung der Mur und geringem Grundwasserdurchsatz (Wasserspiegel der Mur 245,6 m ü.A., keine Grundwasserneubildung aus Niederschlägen, geringe Anströmung aus der Würmterrasse) im noch bestehenden, aber nicht mehr genutzten alten Brunnen eine ungünstigste Wasserspiegelhöhe von etwa 246,00 m ü.A., also 10 bis 20 cm unter dem bisherigen Minimum, auftreten könnte. Voraussichtlich bleibt der neue Brunnen auch unter diesen Bedingungen funktionsfähig.

Ende Juli 1983 wurde im gesamten Bereich des Gersdorfer Brückenviertels der bisher gemessene niederste Grundwasserstand aus der Zeit des Kraftwerksbaues erstmals unterboten. In der Folge kam es zum Ausfall der Schachtbrunnen Krobath, Senekowitsch, Schrock, Lieb und Schantl. Ersterer wurde sofort nachgetieft, funktionierte aber nach Angabe der Besitzerin beim Dezemberrückwasser 1983, als der Wasserstand nur mehr 30 cm betrug, nicht mehr störungsfrei. Der Brunnen Senekowitsch wurde aufgelassen und ein Anschluß an die Ortswasserversorgung hergestellt. Die Anwesen Schrock und Lieb waren bereits vorher an die Ortswasserversorgung angeschlossen worden, wobei dieses Wasser aber nur zum Kochen und Trinken verwendet wurde. Das Nutzwasser wurde nach wie vor aus dem eigenen Hausbrunnen bezogen, der jetzt aber während eines Drittels des Jahres nicht mehr verwendet werden kann. Der Schachtbrunnen des Gasthauses Schantl ist von untergeordneter Bedeutung, da der Betrieb aus einem Schlagbrunnen mit ausreichender Tiefe versorgt wird. Die Brunnen jenseits des alten Mühlganges sind nicht mehr ernsthaft von einer Absenkung betroffen, was aber nicht mit dem Mühlgang, sondern allein mit dem großen Uferabstand zusammenhängt.

3.10. Die chemischen Untersuchungen.

Mit dem Beginn der Aufstauüberwachung im Jänner 1982 wurden 14-tägige Beprobungen mit Analysen der elektrolytischen Leitfähigkeit, der Karbonat- und Gesamthärte und der CLS-Werte durchgeführt. Monatlich wurden alle Rohrbrunnen zur Beseitigung von Ausfällungen einmal ausgepumpt, da die rotbraunen Mangan- und Eisenausfällungen des sauerstoffarmen Wassers die Genauigkeit der Härteanalysen beeinträchtigen.

Da praktisch keine nennenswerten Anhebungen und Verschwenkungen der Grundwasserströmungsrichtungen eingetreten sind, ist es auch zu keiner chemischen Beeinflussung gekommen. Das Grundwasser befindet sich in den gleichen Aquiferschichten wie ehemals. Im Bereich der Absenkungen ist eventuell eine Verringerung der Keimzahl zu erwarten. Zahlreiche Sprünge in den Ganglinien sind auf Streusalz und Dünger oder auf Niederschläge zurückzuführen. Letztere können je nach Intensität und Boden bzw. Bodenbedeckung (z.B. gärende Pflanzenreste mit viel CO_2 im Herbst) sowohl zu einem Anstieg als auch zu einem Abfall der Werte für Leitfähigkeit und Härte führen, je nachdem, ob die Lösung von Kalk durch CO_2 -hältiges Sickerwasser oder der Verdünnungseffekt mehr zum Tragen kommt. Das Eindringen weichen und CLS-haltigen Flußwassers in ehemals nicht kontaminierte Bereiche konnte nirgendwo nachgewiesen werden.

4. VERWENDETE UNTERLAGEN.

Abramowitz & Stegun: Handbook of Mathematical Functions. - Verl. Dover Publications, New York 1970.

Bernhart, L. et al.: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks, Entwurfstand 1973. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 29, Graz 1974.

Bentz, A., Martini, H. J.: Hydrogeologie (Ingenieur-, Talsperren- und Wasserbaugeologie, Mathematische Verfahren, Bohrprobenbearbeitung, Luftbildgeologie-Vermessung). - In: Geowissenschaftl. Methoden, 2. Teil, F. Enke Verl., Stuttgart 1969.

Davis, St. u. De Wiest, R.: Hydrogeology. - John Wiley Verl., 463 S., 2. Aufl., New York 1967.

Eisenhut, M.: Die Bodenbedeckung des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 20, S. 75 - 121, Graz 1971.

Fabiani, E.: Die Terrassen des Murtales zwischen Wildon und der Staatsgrenze mit Erläuterungen zur geolog. Grundkarte. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 20, S. 7 - 74, Graz 1971.

Fabiani, E., Wessiak, W., Ertl, H., Krainer, H.: Grundwasseruntersuchungen im "Unteren Murtal". - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 39, Graz 1978.

Feßler, H.: Hydrologie des Sulmtales, West-Stmk. - Phil. Diss., 291 S., Graz 1974.

Feßler, H.: Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzer Feld. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 40, Graz 1978.

Feßler, H.: Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Obervogau auf das Grundwasser. - Berichte der wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 55, Graz 1981.

Kreps, H.: Praktische Arbeit in der Hydrographie. - In: Beitrag zur Internationalen Hydrologischen Dekade. - Wien 1975.

Sachs, L.: Angewandte Statistik, Planung und Auswertung, Methoden und Modelle. - Springer Verl., 2. Aufl., 545 S., Berlin 1974.

Weinberg, L.: Network Analysis and Synthesis. - Mc. Craw-Hill Book Comp., New York 1965.

Zötl, J.: Das Grundwasser im Leibnitzer Feld (Stmk.). - Steir. Beiträge zur Hydrogeologie, Jg 1968, H 20, S 99 - 158, Graz 1968.

Zötl, J.: Karsthydrogeologie. - Springer Verl., 291 S, Wien 1974.

Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung
des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion

Verzeichnis der bisher erschienenen
Bände:

Band 1	Vortragsreihe Abfallbeseitigung, 18.April 1964, Neuauflage 1968, von W.Tronko, P. Bilek, J. Wotschke, K. Stundl, F. Heigl, E.v.Conrad	S	84.--
Band 2	Ein Beitrag zur Geologie und Morpho- logie des Mürztales von R.Sperlich, W.Scharf, A.Thurner, 1965	S	84.--
Band 3	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18.März 1965 von F.Fischer, R.Braun, F.Schönbeck, W.Tronko, K. Stundl, B.Urban	S	84.--
Band 4	"Gewässerschutz ist nötig" von J.Krainer, F.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.Rasworschegg, J.Wotschke, J.Brodbeck, R.Spinola, K.Stundl, W.Tronko, 1966	S	112.--
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grund- wasserfeld Friesach nördlich von Graz von H.Zetinigg, Th.Puschnik und H.Novak, F.Weber, 1966	S	140.--
Band 8	Der Mürzverband von E.Fabiani, P.Bilek, H.Novak, E.Kauderer, F.Hartl, 1966	S	140.--
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden von J.Krainer, H.Wengert, K.Eberl, F.Plankensteiner, G.Gorbach, H.Egger, H.Hoffmann, K.Freisitzer, W.Tronko, H.Bullmann, I.E.Holub, 1966	S	140.--

Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H.Erhard, 1967	S	66.--
Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im Flußgebiet der Mürz von H.Wengert, E.Hillbrand, K.Freisitzer, 1967	S	131.--
Band 12	Hydrogeologie des Murtales von N.Anderle, 1969	S	131.--
Band 13	10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959 - 1969 von L.Bernhart, H.Sölkner, H.Ertl, W.Popp, M.Noë, 1969	S	112.--
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks, 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 Karteibeilagen, 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 nord-östlichen Grazerfeld von L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Novak, W.Popp, 1973	S	90.--
Band 23	Grundwasseruntersuchungen im nord-östlichen 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 Wässer von L.Bernhart, H.Niederl, J.Fuchs, H.Schlatte u. H.Salinger, 1973	S	150.--
Band 26	Die artesischen Brunnen der Süd-Weststeiermark 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 u. H.Arledter, 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 u. 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, H.Ertl, P.Hacker, H.Janschek, H.Krainer, J.Novak, D.Rank, F.Weber, H.Zetinigg, 1976	S	200.--
Band 35	Wasserversorgung 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 u.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 Süd-Weststeiermark, 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 Süd-Weststeiermark, 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 u. J. Zojer, H.Krainer u. 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, J.Zojer, H.Krainer u.H.Ertl, R.Ott, 1980	S	200.--
Band 47	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil IV. Die Untersuchungen im Tragöbital von E. Fabiani, 1980	S	200.--
Band 48	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil V. Untersuchungen in den südlichen Hochschwabtälern (Ilgenertal bis See-graben) von E.Fabiani, 1980	S	280.--
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 Abwasseranlage in der Steiermark, Bemühungen und Ergebnisse, von L.Bernhart, P.Bilek, E.Kauderer, H.Senekowitsch, O.Thaller, 1980	S	300.--

Band 52	Grundwasseruntersuchungen im Mur- tal zwischen Knittelfeld und Zelt- weg von I.Arbeiter, H.Krainer u. H.Ertl, H. Zetinigg, 1980	S	100.--
Band 53	Grundwasseruntersuchungen im unte- ren Saggautal von I.Arbeiter, H. Krainer, H.Zetinigg, 1980	S	100.--
Band 54	"10 Jahre Wasserverband Hochschwab- Süd" von L.Bernhart, W.Küssel, J.Novak, R.Ott, F.Schönbeck, 1981	S	120.--
Band 55	Die Auswirkungen des Kraftwerks- baues von Obervogau auf das Grund- wasser von H.Feßler, 1981	S	200.--
Band 56	Festveranstaltung "10 Jahre Wasser- verband Hochschwab-Süd 1971-1981" von L.Bernhart, R.Burgstaller, M.Ruprecht, H.Sölkner, G.Bujatti, E.Wurzer, A.Zdarsky, J.Krainer, V.Ahrer, 1981	S	100.--
Band 57	Grundlagen für wasserversorgungs- wirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark von L.Bernhart, E.Hübl, E.Schubert, E.Fabiani, H.Zetinigg, H.Zojer, E.P.Nemecek u. E.P. Kauch, 1981	S	200.--
Band 58	Wasserbedarf der Südweststeiermark von L.Bernhart, Graz, 1982	S	200.--
Band 59	Kostenaufteilungsschlüssel für Abwasserverbände von P.Bilek und E.Kauderer, Graz, 1982	S	200.--
Band 60	Die Quellen des Schöcklgebietes von H.Zetinigg, W.Grießler, Th. Untersweg, V.Weissensteiner und Ch.Meidl, Graz, 1982	S	200.--
Band 61	Bedarfsermittlung für einen steiri- schen Wasserverbund von Ch.Meidl u. Ch.Kaiser mit einer Einführung von L.Bernhart, Graz, 1983	S	200.--
Band 62	Die Messungen der Fließgeschwindig- keiten des Grundwassers im Mur- und Mürztal von H.Zetinigg, Graz, 1983	S	100.--

Band 63	Grundlagen für einen Steirischen Wasserverbund - Leitungsführungen in der Südweststeiermark von J. Novak und Ch.Kaiser, Graz, 1983	S	200 --
Band 64	Steirisches Wasserverbundmodell 1982 von J.Novak, Graz, 1983	S	200.--
Band 65	Der Karst am Ostufer der Weizklamm von G.Fuchs, Graz, 1983	S	150.--
Band 66	Hydrogeologische Untersuchungen in den nördlichen Gesäusebergen von W.Kollmann, Graz, 1983	S	250.--
Band 67	Die Auswirkungen des Kraftwerksbaues von Spielfeld auf das Grundwasser von H.Feßler, Graz, 1983	S	250.--

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

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

