



MITTEILUNGEN

DER ABTEILUNG
FÜR GEOLOGIE
PALÄONTOLOGIE
UND BERGBAU

AM LANDESMUSEUM
„JOANNEUM“, GRAZ

HERAUSGEGEBEN VON
DR. WALTER GRÄF

1972

MITTEILUNGSHEFT 32

EMIL WORSCH

Geologie und Hydrologie des Murbodens

Mit 1 geologischen Übersichtskarte, 1 Grundwasserschichtenplan, 4 hydrogeologischen Profilen, je 28 Profilen der Grundwasserspiegelhöhen und Temperaturen des Grundwassers, je 6 Profilen der Quellwasserspenden (m. Tabelle) und der Temperaturen der Quellen, je 1 Profil der Wasserführung der Mur, der Temperaturen der Mur und des Granitzenbaches, 1 Kartogramm der physikalisch-chemischen Werte, 1 Niederschlagsdiagramm, 6 Tabellen zum Grundwasserschichtenplan u. 18 Abbildungen auf 3 Tafeln.

Dieses Heft enthält einen Nachruf auf Dr. Karl MURBAN, den langjährigen Vorstand des Museums für Bergbau, Geologie und Technik.

Das „*Museum für Bergbau, Geologie und Technik*“ am Landesmuseum Joanneum Graz wurde in „*Abteilung für Geologie, Paläontologie und Bergbau*“ umbenannt. Der Titel der „*Mitteilungen*“ mußte daher entsprechend geändert werden.

Der Herausgeber



Dr. Karl MURBAN

Vorstand des Museums für Bergbau,
Geologie und Technik



7. April 1971

Der Tod Dr. Karl Murbans traf das Museum schwer und unerwartet; unerwartet, trotz seines bereits lange währenden, ernsten Leidens, war doch der Lebensmut des erst Sechzigjährigen ungebrochen und sein Interesse auch noch an seinen letzten Lebenstagen auf künftige Arbeitsvorhaben seiner Abteilung gerichtet.

Karl Murbán wurde am 19. November 1911 in Weiz geboren, in Graz besuchte er das Realgymnasium und die Universität, wo er sich einem breiten naturwissenschaftlichen Studium widmete. Mit der Dissertation „Die vulkanischen Durchbrüche in der Umgebung von Feldbach“ promovierte er am 6. März 1937 in den Fächern Geologie und Paläontologie zum Dr. phil. Im Juni 1938 führte ihn ein Kartierungsauftrag zunächst in die Gailtaler Alpen, von wo er am 1. Juni 1939 nach Graz zurückkehrte, um eine Stellung als Vertragsbediensteter des wissenschaftlichen Dienstes am Landesmuseum Joanneum anzutreten. Aber bereits nach einem Jahr wurde diese Tätigkeit durch die Einberufung zum Militärdienst unterbrochen, der ihn im Rahmen der Wehrgeologie an die Kanal- und Atlantikküste Frankreichs, nach Mittelnorwegen und an die Eismeerküste führte. Dabei ergab sich die Möglichkeit reicher fachlicher Betätigung und der Erwerbung eines umfangreichen Fachwissens, speziell im ingenieurgeologischen Bereich.

Nach der Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft übernahm Dr. Karl Murbán am 15. Oktober 1945 die Leitung des Museums für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum, welcher Abteilung er bis zu seinem Tode, seit 20. Oktober 1958 als Kustos 1. Klasse der VII. Dienstklasse, vorstand.

Diese Abteilung des Jahres 1945 war jedoch nicht mehr jene, die seine Vorgänger in jahrzehntelanger Arbeit aufgebaut hatten. Es war eine räumlich gegenüber früher stark verkleinerte Abteilung, eine Abteilung leerer

Sammlungsvitrinen, leerer Bücherschränke und leerer Kassen, eine Abteilung, die auf die Rückkehr ihres alten Personals hoffte. Es war schließlich aber auch eine Abteilung, die ihre wertvollen Bestände, wohlverpackt in unzähligen Kisten, vollständig aus den Kriegswirren retten konnte! Und allen widrigen Umständen zum Trotz gelang es Dr. Murban durch tatkräftigsten persönlichen Einsatz in kürzester Zeit die verlagerten Sammlungen wieder ins Haus zu holen, in mühevoller Kleinarbeit aufzustellen und der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.

Der nächste Schritt war der einer allmählichen, planvollen Neugestaltung der Sammlungen, einer Neugestaltung, die einerseits durch den stark restringierten Raum zur unbedingten Notwendigkeit geworden war, nach der andererseits aber auch eine moderne Auffassung musealer Gestaltung, speziell am Sektor der Schausammlungen, verlangte. Aber um ändern, wegräumen, um „lichten“ zu können, mußte zunächst erst in Magazinen und Depots Ordnung gemacht und Raum geschaffen werden. Als sich dann schließlich auch die finanzielle Lage langsam zu bessern begann, konnte ernsthaft an eine Modernisierung geschritten werden. Mittels Dioramen, Rekonstruktionen und zahlreicher Gemälde mit Lebensbildern der Vorzeit wurden die Aufstellungen aufgelockert und mit Hilfe neuer Vitrinen zumindest teilweise völlig neu gestaltet. Wenn die Abteilung trotz all dieser Mühen auch heute noch in weiten und wesentlichen Teilen äußerst erneuerungsbedürftig ist, so hat Dr. Murban selbst einen der Hauptgründe hierfür klar zum Ausdruck gebracht, wenn er klagt: „Der katastrophale Raummangel läßt sich nicht mehr beschreiben.“

Eine wichtige, wenn auch zunächst nach außen wenig sichtbare Tätigkeit war die Anlegung eines den Vorschriften entsprechenden Inventarverzeichnisses. Hierzu war zunächst die journalmäßige Erfassung der gesamten Bestände, die Standortfestlegung der inventarisierten Stücke und schließlich die Anlage von Karteiblättern mit allen erfaßbaren Daten für jedes einzelne Objekte (über 50.000!) notwendig. Auch die immer rascher anwachsende Abteilungsbibliothek wurde in einem Autoren- und Sachkatalog erfaßt und gewann auf diese Weise erst ihren echten Wert als stets präsenste Fachbibliothek. Diese rasche Zunahme der Bibliotheksbestände hängt eng mit einer anderen Initiative Dr. Murbans zusammen. Es war dies die bruchlose Weiterführung der 1935 begonnenenen Schriftenreihe der Abteilung, welche er stark ausweitete und für die er namhafte Wissenschaftler als Autoren gewinnen konnte. Diese Schriftenreihe war auch das Instrument, mit dem Dr. Murban einen Schriftentausch aufzubauen begann, der heute mit mehr als 300 Tauschpartnern in über 30 Ländern aller Kontinente wahrhaft international zu nennen ist und der Bibliothek der Abteilung Jahr für Jahr einen bedeutenden Wertzuwachs (bei über 50.000 Druckseiten rd. S 40.000.— jährlich) bringt!

Das Betätigungsfeld Dr. Murbans beschränkte sich jedoch nicht auf die Abteilung allein: er gestaltete die geologische Schausammlung im Landschaftsmuseum Trautenfels — wofür es zunächst erst galt, die Ausstellungsstücke auf zahlreichen Exkursionen aufzusammeln —, in der Vorhalle zur Lurgrotte wurde ein kleines Höhlenmuseum errichtet, auf Schloß Kapfen-

stein mit der Aufstellung des reichen Sammlungsmaterials aus dem Nachlaß von Hochschulprofessor Dr. A. Winkler-Hermaden begonnen, Heimatmuseen, wie etwa demjenigen von Köflach, ließ er seine fachliche Beratung angedeihen.

Vielseitig waren die Fragen technisch-geologischer Natur, mit denen Dr. Murban seit seiner Berufung in den Naturschutzbeirat der Steiermärkischen Landesregierung im Jahre 1958 konfrontiert wurde, nicht weniger umfangreich auch jene, welche es im Rahmen des „Mineralogisch-Geologischen Landesdienstes“ seit 1965 zu bearbeiten galt.

Ein anderes, weitgespanntes Betätigungsfeld ergab sich in der „Landeskundlichen Bestandsaufnahme“, sei es bei den systematisch vorgetriebenen Forschungen in steirischen Höhlen, sei es auch bei Grabungen oder auf Sammelexkursionen. Wissenschaftlich wie museal gleich wertvolles Material fiel dabei für die Abteilung an!

Die Teilnahme an zahlreichen Tagungen und Kongressen, die Tätigkeit als Vortragender und Verfasser wissenschaftlicher Arbeiten und nicht zuletzt die mühsame und zeitraubende Arbeit, die mit der Herausgabe einer wissenschaftlichen Zeitschrift verbunden ist, runden das Tätigkeitsfeld eines Mannes, der als Beamter wie als Geologe stets zielbewußt seinen Weg verfolgte!



Schriftenverzeichnis

1. Brachiopoden aus dem Caradoc vom Christofberg bei Pischelsdorf (Mittelkärnten). — Anz. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturwiss. Kl., 9/10, 1—2, Wien 1938.
2. Die vulkanischen Durchbrüche in der Umgebung von Feldbach. — Mitt. Museum Bergbau, Geol. & Techn., 3, 11 S., 7 Prof., Geol. Karte 1:15.000, Graz 1939.
3. Ergebnisse geologischer Aufnahmen in der Trias der Gailtaler Alpen (Kärnten). — Anz. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturwiss. Kl., 12, 1—8, Wien 1942.
4. Friedrich Mohs. — Neue Steirische Zeitung, Graz, 2. 12. 1945.
5. Riesenzweischaler aus dem Dachsteinkalk. — Mitt. Museum Bergbau, Geol. & Techn., 7, 12 S., 2 Taf., Graz 1952.
6. Die Bärenhöhle (Hermann-Bock-Höhle) im Kleinen Brieglersberg, Totes Gebirge. I. Geologische Bemerkungen zum Bau des Südostteiles des Toten Gebirges. — Mitt. Museum Bergbau, Geol. & Techn., 9, 3—7, 3 Taf., Höhlenpläne u. Schichtprofile, Graz 1953.
7. Eiszeitforschungen des Joanneums in Höhlen der Steiermark. Geologische Vorbemerkungen. — Mitt. Museum Bergbau, Geol. & Techn., 11, 7—13, zahlreiche Höhlenpläne, Graz 1953.
8. Zur Ausstellung „Jagdkundliche Streiflichter aus Österreich“. — Der Anblick, 11/5, 47—49, Graz 1956.
9. Steirische Höhlenforschung und das Joanneum. — Österr. Hochschulzeitung, 13, 10, Wien 1961.
10. Das Museum für Bergbau, Geologie und Technik am Joanneum in Graz. — Steirische Berichte, VI/6, 110, 1 Abb., Graz 1962.
11. Boden und Landschaft (geologischer Überblick). — in: „Rund um den Grimming“, 124—131, Leykam Graz-Wien 1967.
12. Die Geologie der Steiermark. — In: „Der Bergmann / Der Hüttenmann“, 18—36, Graz 1968.
13. Das Museum für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum Joanneum in den Jahren 1911—1961. — In: „150 Jahre Joanneum“, 41—63, Graz 1969.

W. Gräf

VORBEMERKUNG

Im Schlußwort der 1963 erschienenen Abhandlung des Verfassers „*Geologie und Hydrologie des Aichfeldes*“ (42) wurde bereits darauf hingewiesen, daß zur eindeutigen Klärung verschiedener geologischer und hydrologischer Fragen eine weiträumigere Betrachtung, und da besonders die Erforschung des zwischen *Judenburg* und *Knittelfeld*, südlich der *Mur* gelegenen Gebietes des großen *Fohnsdorf-Knittelfelder Beckens*, des sog. *Murbodens* erforderlich ist.

Der Verfasser begann schon 1962 mit sporadischen, hydrogeologischen Studien und Beobachtungen in diesem Gebiet und setzte sie regelmäßig und intensiv von 1963 bis 1968 und darüber hinaus, also sechs Jahre lang und mehr, fort. Ihre Ergebnisse sind im wesentlichen in dieser Arbeit niedergelegt.

Diese Studien betrafen in geologischer Hinsicht zum größten Teil, hydrologisch aber überhaupt vollkommenes Neuland.

War die Erforschung und Eingliederung der *pleistozänen* (eiszeitlichen) *Terrassen* im *Aichfeld* von besonderem Interesse, so kann dieses mit noch größerer Berechtigung vom Gebiet des *Murbodens* behauptet werden. — Selbstverständlich wurde auch, soweit es der gesteckte Rahmen erlaubte, auf das *Tertiär* im *Murboden* selbst und seinen Randgebieten und den altkristallinen Aufbau der Südbegrenzung des Beckens eingegangen, wobei, als Delikatesse gleichsam, der bisher kaum beschriebene *Kalksinter* („Marmor“) von *Mariabuch* nicht zu kurz kommen durfte.

Um die *hydrologischen Verhältnisse* in diesem Gebiet kennenzulernen, wurde vom Verfasser schon im Laufe des Jahres 1962 eine größere Anzahl von entsprechend gelegenen Brunnen, endgültig dann ab 1963 zur ständigen Beobachtung ausgesucht und mit der Messung der *Grundwasserspiegelhöhen* und der *Temperaturen* des Grundwassers begonnen, wobei in diesen Jahren auch die chemische Beschaffenheit des Grundwassers feldmäßig bestimmt wurde. — Zu diesen 28 Haupt-Beobachtungsbrunnen kamen dann noch einige Brunnen, die nur sporadisch und kurzfristig gemessen wurden. Ständig wurde auch zu Vergleichszwecken der ehemalige Gemeindebrunnen *Zeltweg* beobachtet. — Sehr erschwerend war dabei die Tatsache, daß im weiten Raum zwischen *Wöllmerdorf* und *Weißkirchen* auf der Hauptterrasse nur zwei Brunnen zur Messung zur Verfügung standen, was aber der Zeichnung einer Grundwasserkarte keinen Abbruch tat, da auf andere Beobachtungsergebnisse und Interpolation zurückgegriffen werden konnte bzw. mußte.

Sehr zustatten kam, wie früher im *Aichfeld*, der Umstand, daß in entgegenkommender Weise die *Hydrographische Landesabteilung*, Graz, ab November 1963 auf mein Ersuchen hin bei den meisten von mir gewünschten Brunnen einfache, ablesbare Meßvorrichtungen einbaute, so daß eine mehrmalige Ablesung der *Grundwasserspiegelhöhen* in der Woche ermöglicht wurde. So darf ich dem einstigen Vorstand der genannten Abtei-

lung, Herrn Hochschulprofessor Hofrat Dipl.-Ing. Dr. H. KREPS, wie auch dem derzeitigen Vorstand, Regierungsoberbaurat Dr. W. FRÖHLICH, für diese maßgebliche Unterstützung meiner Beobachtungen und meiner Arbeit vor allem Dank sagen. — Besonderer Dank gebührt dem leider inzwischen so früh verstorbenen Vorstand der Abteilung Bergbau-Geologie und Technik am Landesmuseum „Joanneum“, Graz, Herrn Dr. K. MURBAN, für verschiedene nutzvolle Aussprachen und die gewährte Zusage zur Drucklegung und dem nunmehrigen Vorstand der Abteilung, Herrn Dr. W. GRAF, für die Veröffentlichung der meist sechsjährigen Beobachtungs- und Forschungsergebnisse. — Zu herzlichem Dank bin ich weiters Herrn Oberstudienrat F. MURGG, Professor am Bundesgymnasium Judenburg, verpflichtet, der seit 1964 auf mein Ersuchen hin mehrere Brunnen in Weiskirchen beobachtete und mir so Arbeit abnahm. — In besonderer Weise sage ich Dr. H. POLESNY, Wien, Dank, der als Dissertant das Aichfeld, den Murboden und angrenzende Gebiete, wie das Seckauer Becken, geologisch kartierte und mit dem ich in den letzten Jahren nicht wenige gemeinsame Begehungen durchführte und immer wieder fruchtbare Aussprachen hatte und der mir auch bei der Beschaffung der Fachliteratur sehr behilflich war. Leider konnte ich auf seine mir erst kürzlich zugegangene Dissertationsarbeit nicht in dem Maße zurückgreifen, wie es sonst möglich und erwünscht gewesen wäre. Besonderer Dank gebührt Herrn Ew. OBERLÄNDER, Judenburg, für die Reinzeichnung der Karten, Profile und der sonstigen Beilagen wie auch der *Wetterwarte* des Fliegerhorstes Hinterstoisser, Zeltweg, für die Überlassung von Niederschlagswerten als Voraussetzung für die Zeichnung eines Niederschlagsdiagramms. — Herzlichen Dank sage ich auch Herrn Ing. H. KAPPUS, techn. Direktor der Stadtwerke Judenburg, für die freundliche Vermittlung verschiedener Angaben und Daten.

Auch diese Arbeit vollzog sich, wie die über das Aichfeld, im Rahmen eines *Forschungsauftrages* der *Steiermärkischen Landesregierung*, demzufolge eine *Gesamtinventarisierung* dieser Gebiete in geologischer, hydrologischer Hinsicht und auf dem Gebiete des Bergbaues durchgeführt werden sollte. Im Interesse einer möglichst gründlichen Erforschung wurde über die ursprüngliche zeitmäßige Zielsetzung weit hinausgegangen. Daraus möge die entsprechende Ausführlichkeit der Arbeit verstanden werden.

Um einmal auch über die Erfordernisse einer solchen Arbeit in zeitlicher und anderer Hinsicht etwas auszusagen — Laien können sich darüber meist keine genaueren Vorstellungen machen —, soll hier abschließend angeführt werden, daß allein für die notwendigen geologischen und hydrologischen Begehungen und Untersuchungen *670 Stunden* und für die Auswertung und Ausarbeitung der Ergebnisse und Niederlegung in dieser Abhandlung *485 Stunden* aufgewendet werden mußten. Gleichzeitig waren für die Erforschung des *Murbodens* allein *6045 Fahrt-Kilometer* (mit eigenem Wagen) notwendig!

Mit Absicht am Ende dieser einleitenden Bemerkungen sei ein besonders herzlicher Dank an Herrn Landesrat Prof. K. JUNGWIRTH für die Flüssigmachung bedeutender Geldmittel zur Drucklegung dieser Arbeit ausgesprochen!

I. DER GEOLOGISCHE AUFBAU DES MURBODENS

Der Murboden mit seiner fast 30 km² großen Fläche ist ein doch merklich kleineres Gebiet als das Aichfeld (48 km² ohne Stadtgebiet Knittelfeld) und stellt den südlichen Abschnitt des großen Beckens von Knittelfeld und Fohnsdorf dar, das zwischen den Antiklinalen der Seetaler Alpen, den Seckauer Tauern, der Glein- und Stubalpe, dem Größing und Ameringkogel versenkt wurde. Die Einmuldung muß, wie H. LACKENSCHWEIGER (15, 1947, S. 10) auf Grund seiner seinerzeitigen Neuaufnahme des östlichen Teilbeckens infolge der *Transgression* der *Hangendschichten* und der Art der *Blockschutführung* festgestellt hat, andauernd und sehr rasch nach Osten fortgeschritten sein und soll sich besonders dort ausgewirkt haben, wo die Blockschotter abgesetzt wurden. Die Achse dieser Senkung soll nach seiner Meinung nahe dem südöstlichen Beckenrand gelegen gewesen sein. Nach der Ablagerung des Blockschuttes wurde — wieder nach H. LACKENSCHWEIGER — das Gebiet südlich der Mur in die Hebung des Stubalpen- und Gleinalpenzuges (jungsteirische Phase!) miteinbezogen und die Senkungsachse weiter nördlich verlegt.

Begrenzt wird dieses *Einbruchsbecken* an seinem Südrand durch eine markante *Störungslinie*, die deutlich von Weißkirchen bis Judenburg in Kristallin am Rande des *Tertiärs* verfolgbar ist und sich längs des Falkenberges ins Pölstal hinein fortsetzt (= *Pölslinie* nach J. STINY [33, 1931]), aber auch sicherlich nach Osten zu der *Lobminger Störung* (F. CZERMAK, 3, 1932) Beziehungen hat. Durch diese Bruchlinie scheint nach W. PETRASCHKEK (25, 1924) das als asymmetrische Mulde aufgefaßte Becken gerade hier an seiner Südbegrenzung seine größte Tiefe zu erreichen und steil aufgeschleppt bzw. sogar überkippt worden zu sein, zumal der südwestliche Beckenrand im Streichen des Grundgebirges liegt, während der südöstl. dem der Stub- und Gleinalpen-Antiklinale entspricht, aber normal zum ursprünglichen Gebirgsstreichen zieht. Die Beckenachse Baidorf - Großlobming - Glein faßt H. LACKENSCHWEIGER (15, 1947, S. 7) als resultierende Ausgleichsachse zwischen dem ursprünglichen Grundgebirgsstreichen und den durch die schließliche Hebung bedingten südöstlichen Bruchrand des Beckens auf. Das Murtal ist in diesem Gebiet als *Resultierende der Gebirgsachsen* aufzufassen und deckt sich nicht mit dem Streichen des Grundgebirges. — Die Tektonik des Gebietes bedingt, daß nach H. LACKENSCHWEIGER (S. 1, 3/4) fast nur die *hangendsten Tertiärschichten* hier südlich der Mur zutage treten, wobei diese sowohl nach Norden als auch nach Osten und Süden transgredieren, so daß der Horizont des Fohnsdorfer Flözes, die Hangend-Mergel und Sande südlich der Mur nirgends zutage treten. — Dies trifft nun im wesentlichen für das südöstliche Becken zu. Das *Tertiär* zwischen Wöllmerdorf und Weißkirchen setzt sich hauptsächlich aus Schichten zusammen, die im *Liegenden* der *Blockschotter* sich befinden. — LACKENSCHWEIGER vermutete auch, daß die Kohlenbildung an Nordwest-Südost verlaufende Schwächelinien gebunden ist, die im Streichen des Grundgebirges liegen. — Heute weiß man, daß die Hauptverbreitung der Kohle im Westen des Beckens gelegen ist. — Nach W. SIEGL (29, 1951, S. 102)

gingen mehrmals über das sich senkende Becken vulkanische *Aschenregen* — während der Bildung der Hangendschiefer allein fünfmal — nieder, die zur Bildung von *Tuffen* und *Bentoniten* führten.

A. DAS KRISTALLIN AM SÜDRAND DES BECKENS

Der südliche Rahmen des *westlichen Beckens* im Bereich des *Murbodens* wird in erster Linie durch den *Bretstein-Kalkmarmor* gebildet (Tafel 1 und 2a mit Profil A), jenem Gestein, das von Nordwesten her über Möderbrugg — Pöls — Falkenberg in den Kalvarien- und Liechtensteinberg südwestlich bzw. südlich von Judenburg/Murdorf einzieht und über Mariabuch — Eppenstein in die Vorberge des Größinggebietes ausstreicht. Auf diesem Kalkmarmor steht die *Ruine Liechtenstein* wie auch die von *Eppenstein*.

Er ist in seiner typischen Ausbildung hellblaugrau gebändert, sonst hellgrau, kann aber auch stellenweise reinweiß auftreten und ist dann meist stärker marmorisiert. Die Bankungsflächen sind manchmal stärker mit Muskowit belegt und können stellenweise höheren Eisengehalt aufweisen, wodurch das Gestein rosa bis rostfärbig wird. Nicht selten tritt kalkfreie Roterde bzw. roter Ton nestförmig oder in Klüften als Verwitterungsrückstand auf. Ortsweise sind drusenartige, kalzitische Hohlraumbildungen anzutreffen.

Hier am Südrand des Beckens zeigt das Gestein besonders deutlich die Spuren der *tektonischen Beanspruchung* durch die Randstörung. Es ist überwiegend äußerst stark zertrümmert und zerstückelt und ist auch dort, wo es, wie im westlichsten Abschnitt, gut ansteht, nicht gerade leicht einmeßbar. Das *Streichen* ist im allgemeinen einheitlich, nämlich, so z. B. bei den alten Steinbrüchen oberhalb von Murdorf östlich der Ruine Liechtenstein oberhalb der Straße Judenburg — Weißkirchen und oberhalb, d. i. südöstlich von Wöllmerdorf, meist um *Nord 80 Ost* bei einem überwiegenden *Südfallen* von 40 bis 50°. Oberhalb von Wöllmerdorf, wo in rund 820 m Höhe eine kleine Felswand mit *Nord 45 West* ziemlich genau nach dem Streichen der Randstörung ausgerichtet ist, kann aber auch *Nordfallen* festgestellt werden, ebenso nordöstlich davon, wo der Kalkmarmor stark zerstückelt in einer kleinen Waldkuppe in rund 750 m Höhe am weitesten nach Norden vorgeschoben auftritt. Meist sehr übereinstimmend ziehen die *Hauptklüfte*. Sie zeigen vornehmlich schwaches *Nordost-Streichen* und sehr steiles, manchmal fast saigeres *Südfallen*. Sie sind sicherlich auch in Beziehung zur Randstörung zu bringen. Ein zweites *Nordwest* streichendes *Kluftsystem* ist stellenweise nachweisbar.

Der *Bretstein-Kalkmarmor*, der hier meist feinkörnig auftritt, kann aber auch sehr grobkristallin (Marmor!) ausgebildet sein. — Nach Osten zu ist er nur selten an den Hängen anstehend und, wenn dies der Fall ist, so fast immer nur in geringer Ausdehnung wie u. a. oberhalb von *Baierdorf* in 850 m Höhe, wo er *Nord 60 Ost* streicht und mit 55° nach Südosten einfällt. Vereinzelt kann man den Kalkmarmor hier auch in Verbindung mit dem *Mariabucher „Marmor“* östlich des Steinbruches gering-

mächtig, sonst meist aber nur als Rollstücke antreffen. Anstehend ist er auch hier immer außerordentlich zertrümmert.

Keil- bis linsenförmig in den Kalkmarmor eingeschuppt bzw. eher den Marmor durchschlagend, tritt oberhalb von Wöllmerdorf in der unmittelbaren Umgebung einer Quellstube (770 m) für diesen Ort ein *Pegmatit* (Tafel 1 und 2a) mit zum Teil größeren Turmalinen und Muskowitpaketen, vereinzelt auch mit größeren Granaten auf. Er baut den Kogel auf, aus dem der genannten Quellstube das Wasser zufließt. Er ist nur zum kleineren Teil unverwittert, meist, wie in 780 m Höhe und östlicher an der Westbegrenzung einer stark vernästen Wiese, durch einen neuen Güterweg gut aufgeschlossen, ungemein *stark mylonitisiert* und ausgesprochen grusigbreiig. Dieser starken Verwitterung haben auch die Turmaline nicht standgehalten. Sie sind nicht nur zerfallen, sondern ebenfalls durch Wassereinwirkung in einem vollkommen aufgeweichten Zustand. Das im Gesteinskörper zirkulierende und zum Teil aus ihm austretende Wasser hat hier überhaupt nach vorangegangener tektonischer Belastung, die wohl wiederum in Zusammenhang mit der Randstörung gebracht werden muß, das Werk der Zersetzung zu Ende geführt.

Weiter nach Westen, aber auch nach Osten sind die ganze Länge der Randstörung entlang *keine* anstehenden Pegmatite mehr zu sehen, wohl aber können Roll- und Bruchstücke, soweit sie nicht ihr Dasein dem eiszeitlichen Transport verdanken, Einschaltungen dieses Gesteins anzeigen.

In engster Begleitung mit diesem Pegmatit treten u. a. südwestlich von Wöllmerdorf, durch den erwähnten Güterweg mehrmals aufgeschlossen, grob zerstückelte, graue bis dunkelgraue *Gneise* mit zum Teil karminroten Umkrustungen auf. Diese sind zwar direkt anstehend kaum nachweisbar, finden sich aber hier sowohl östlich als auch besonders westlich, oberhalb und unterhalb des Pegmatites, aber auch in einem schmalen Streifen südöstlich von Baierdorf. Sie sind aber mit den noch anzuführenden, in den *Konglomeraten* bei Wöllmerdorf und bei Maria buch auftretenden Gneisen nicht identisch.

Wesentliche Streifen und Flächen der erwähnten Kristallingesteine werden aber an den Nordhängen von Wöllmerdorf bis südlich von Weißkirchen hauptsächlich von *tertiären Schichten* überdeckt, die in der Folge besprochen werden sollen.

B. DAS TERTIÄR DES MURBODENS

Wie in E. WORSCH (42, 1963, S. 11/12) ausgeführt, gehen die Anschauungen über die Form des *kohleführenden Beckens* von Fohnsdorf — Knittelfeld, aber auch über die *Tiefe der Mulde* auseinander. Doch dürfte W. PETRASCHECK (25, 1924, S. 14) mit seiner Annahme einer *asymmetrischen Mulde*, deren Muldentiefstes erst südlich der Mur in nächster Nähe der bruchartigen Randstörung anzutreffen wäre, der Wirklichkeit am nächsten kommen. Die Annahme einer Maximaltiefe der Mulde durch W. PETRASCHECK (S. 11) mit etwa 1200 Metern hat sich aber inzwischen als zu gering herausgestellt, da diese Tiefe und mehr

bereits jetzt in der Kohlengrube erreicht wurde, und dies an einer Stelle, die noch weit von dem erwarteten *Muldentiefsten* nördlich von *Mariabuch* — *Wöllmerdorf* entfernt liegt. — Ein indirekter Beweis für die Annahme des Muldentiefsten südlich der Mur könnte wohl die *Mächtigkeit* der *pleistozänen* (eiszeitlichen) *Schotter* gerade in diesem Raum sein, wo sie ihr Maximum erreichen.

a) Der Südwestrand des Beckens

Im Westen des südlichen Beckenrandes beginnt das *Tertiär* (Tafel 1 u. 2a mit Profil A) unmittelbar südwestlich von *Wöllmerdorf* mit einem sehr schmalen Streifen, der sich erst ab *Baierdorf* gegen *Weißkirchen* zu wesentlich verbreitert. Die Aufschlußfreudigkeit ist aber im allgemeinen sehr gering. Sie muß vor 50 und mehr Jahren wesentlich besser gewesen sein; auch sorgten damals einige *Bohrungen* und *Schürfungen* gerade in diesem Gebiet für bessere geologische Einsichten. Dazu kommt, daß im Abschnitt von *Wöllmerdorf* - *Baierdorf* zum Teil *eiszeitliche Ablagerungen* das Tertiär bedecken. Trotzdem verrät sich immer wieder der Typus der *tertiären Hanglandschaft*, der außerdem infolge des vorwiegend tonigen Aufbaues durch ältere, vereinzelt auch durch jüngere *Rutschungen* gekennzeichnet wird.

W. PETRASCHECK (25, S. 11) wies außerdem schon darauf hin, daß die Schichten, die hier am südlichen Beckenrand auftreten, keine vollständige Übereinstimmung mit jenen von *Fohnsdorf* zeigen. Besonders treten im Vergleich zum *Nordrand* des *Beckens* zwischen *Fohnsdorf* und *Rattenberg* die typischen grauen Hangend-Mergel und die leicht aufblätternen und ockerfärbigen Schiefertone sowie die Liegend-Sandsteine ganz oder fast ganz zurück, außerdem zeigen sie, soweit sie auftreten, einen anderen Habitus. Es ist auch, wie ebenfalls schon W. PETRASCHECK feststellte, eine scharfe Scheidung der Liegend- und Hangend-Sandsteine, wie in *Fohnsdorf*, nicht mehr möglich.

Oberflächlich sind, wie zwischen *Mariabuch* und *Wöllmerdorf*, meist hellbräunliche bis braunrote *Lehme* und fette, meist fast sandfreie *Tone* zu sehen, unter denen in unverwittertem Zustand blaugraue, stellenweise etwas grünliche Lehme oder Tone, manchmal beide gemischt, anzutreffen sind; im Gebiet oberhalb von *Baierdorf* graublau bis bräunliche oder braunrötliche sandige bis sandfreie Tone oder Lehme, nicht selten mit eingeschlossenen kleinen Geröllen, z. T.; wie in einem Hohlweg südwestlich des Gehöftes Schober gut aufgeschlossener, aufgeweichter Sandstein in Form von meist saiger stehenden Lagen in Wechsellagerung mit Schiefertönen, wie sie auch südwestlich vom Gehöft *Leitenbauer* in einem Hohlweg, leicht nach Norden überschlagen, mit braunen Sanden im Hangenden, zu finden sind. — Gut aufgeschlossen sind — im unverwitterten Zustand — blaugraue, sonst bräunliche bis rötlichbraune *Sandsteine* an einer ausgeprägten Prallstelle des *Pontenbaches* in 730 m Höhe, südlich von *Pfaffendorf*. — Diese Sandsteine des Südrandes sind einer Untersuchung der *Schwerminerale* durch H. POLESNY (48,

damals geologisches Institut Wien) zufolge im Vergleich zum Liegend-Sandstein von F o h n s d o r f meist viel bunter zusammengesetzt. So bei B a i e r d o r f (Caterpillarweg, nördlich eines *Tuffes*): 4% Opak, 94% Granat, 1% Rutil, dann Spuren von Apatit, Zirkon, Epidot, Disthen, Staurolith und Turmalin oder südlich von W ö l l m e r d o r f (im Liegend-Schotter, 740 m Höhe): 4,5% Opak, 94% Granat, selten Rutil, Apatit, Zirkon, Zoisit, Turmalin und Staurolith. — Ein *Sandstein* nordwestlich von E p p e n s t e i n hingegen ist durch weitaus höheren Opak-Gehalt (38,5%) und durch einen viel geringeren Prozentsatz an Granat (34,5%) gekennzeichnet, enthält aber auch hier Epidot, Zoisit, Staurolith, Disthen, Turmalin, Rutil, Titanit und Apatit.

Immer wieder sind im Gebiet zwischen W ö l l m e r d o r f und B a i e r d o r f, aber auch darüber hinaus *tertiäre Geröllagen* oder Einzelgerölle anzutreffen, die vielfach stark verwittert, meist ausgesprochener nichtkalkiger Natur sind (hauptsächlich Gneise, Pegmatite und Quarze). — W. PETRASCHECK (25, 1924, S. 11) erwähnte südöstlich von B a i e r d o r f eine 15 cm starke, schwarze *Brandschiefer-Bank*, unter der etwas grauer Schieferen mit *Helix* und *Planorbis* liegt.

Praktisch ohne Aufschlüsse ist das *Tertiär-Gebiet* östlich des P o n t e n b a c h e s gegen G r o t t e n h o f bzw. gegen die Bahnlinie Zeltweg — Wolfsberg zu.

Der auffallende Hügel bei G r o t t e n h o f (Kote 719) südlich von W e i ß k i r c h e n (Abb. 17) war längere Zeit hinsichtlich der zeitmäßigen Einstufung bzw. seiner Herkunft umstritten. Während A. AIGNER (1, 1906) ihn als *Moränenrest* aufgefaßt hat, deuteten ihn A. PENCK (23, 1909) und J. SÖLCH (30, 1917) wie auch W. PETRASCHECK (25, 1924) als *Tertiär*. Auch in der Dissertation von A. T. MANSOUR (16, 1964, S. 28) wird er richtig zeitgemäß eingestuft, zumal er wie W. PETRASCHECK (25, S. 11) von Aufschlüssen graugrüner bzw. grauer Mergelschiefer berichtet, die nach ihm mit 21° nach Nordwesten (nach MANSOUR auf der Nordostseite des Hügels flach gegen Norden) fallen und nach seiner Meinung dem *Hangend-Mergel* von F o h n s d o r f durchaus ähnlich sind. — Der Verfasser hat kleinere Vorkommen von grauem, verfestigtem, fast noch nicht geschiefertem *Ton* dank kleinerer Hangrutschungen auch auf der Ostseite der Erhebung nachweisen können, ähnlich auch H. POLESNY (Wien) als damaliger Dissertant. Auf der Kuppe selbst konnten *bräunliche Tone*, wenn auch schwer auffindbar, gesehen werden. Am Nordwest-Auslauf des Hügels liegt blaugrauer, bräunlich vermischter, z. T. rötlichbrauner Ton. Dieser entspricht wohl der *eiszeitlichen Verwitterungsdecke*. Diese kleine, aber markante Erhebung stellt somit ein tertiäres Relikt dar, aus dessen Umgebung ringsherum das Tertiär durch den sicherlich früher stärker pendelnden P o n t e n b a c h bzw. durch dessen Vorläufer ausgewaschen wurde.

Gleichsam *stratigraphische Leitlinien* im Tertiär des südlichen Beckenrandes sind aber jene *Süßwasser-Kalke* (Tafeln 1 u. 2a mit Profilen A u. B), die erstmalig im Westen in einem von W ö l l m e r d o r f nach Südosten aufwärtsführenden Hohlweg anstehend sind und in dem man an Hand der

hier vor wenigen Jahren noch vorhandenen guten Aufschlüsse genauere tektonische Aussagen zu machen imstande war.

Solche außen ganz dunkelbraune, oft *stark bituminöse Kalke* stehen bald nach Beginn des Hohlweges in 740 m Höhe zum ersten Mal an, sind aber auch noch etwa 10 m höher einmal besser zu sehen. Sie sind charakterisiert durch *Hornstein-Lagen* und *Knollen* und weisen vereinzelt vertorfte Pflanzeneinschlüsse auf. Sie streichen in den unteren Lagen *Nord 40—50 West* und fallen mit 33° nach *Südwesten* ein. Dieser *Süßwasser-Kalk*, der auch südwestlich von *Wöllmerdorf* in 735 m Höhe in letzter Zeit durch einen neuen Güterweg aufgeschlossen wurde, ist, wenn auch in verschiedenen Horizonten, vereinzelt noch gegen Südosten zu, so oberhalb von *Mariabuch* und besonders oberhalb von *Baierdorf* und am besten weiter im Südosten, tief im Graben des *Pontenbaches* südlich *Rieser* nachweisbar. Dieser Kalk vom *Pontenbach* liegt isoliert im *Bretsteinkalk* und stellt einen anderen Typus als den von *Wöllmerdorf* dar. In den Dünnschliffen, die H. POLESNY (48, 1970) beurteilte, zeigt der Kalk einen knollenförmigen Aufbau in der Weise, daß sich meist um Kristallinbröckchen oder Körnchen verschiedener Größe, vorwiegend aus *Bretsteinmarmor*, z. T. auch aus *Gneis*, braune *Onkoidkrusten* verschiedener Stärke legen. Diese können auch in mehreren parallelen Lagen auftreten. Vereinzelt sind dünne, umrindete *Schalenbruchstücke* zu bemerken.

Bei anderen Kalken des Südrandes finden sich häufig ähnliche Bildungen, doch sind diese vor allem flaserig und ohne *Kristallinkern*.

Über die altersmäßige Einordnung der *Süßwasserkalke* von *Fohnsdorf* hat D. STUR (36, S. 579—581) schon 1871 geschrieben. Er stellt sie in das Niveau der *Süßwasserschichten* von *Rein* und *Köflach* und nicht in die etwas älteren Schichten von *Eibiswald*.

Eingelagert in diese Kalke im angeführten Hohlweg von *Wöllmerdorf* sind geringmächtige, dunkelgraue *Schiefertone*, die vollkommen blättrig zerfallen und von schwefelhaltigen, bituminösen Lagen durchzogen werden (Äquivalent des *Brandschiefers* von *Fohnsdorf*?). — Den Hohlweg weiter hinauf, tritt *Roterde* mit zahlreichen *Gerölleinschlüssen* auf, die einen höheren Prozentsatz an Geröllen von dunklen, stark glänzenden *Muskowit-Schiefen* bzw. *Gneisen* mit meist *Südwestfallen* aufweisen. Die Gerölle sind stellenweise vollkommen unverfestigt und überwiegend nur wenig abgerollt. — Weiter aufwärts sind immer wieder rötliche, tonige Schichten mit graugrünen Lagen abwechselnd mit kleinen *Gerölleinschlüssen* von *Kieselgröße* sichtbar. Auffallend sind öfters in den *Hangschichten* steckende, okergelbe, verwitterte *Geröllstücke*. Am Ausgang des Hohlweges treten sie lagenförmig mit einer *Mächtigkeit* von rund 0,5 Meter auf, bei einem Einfallen von 70° nach *Südwesten*.

Auf den ersten Blick sieht es auf dieser südlichen Hohlwegseite stellenweise so aus, als hätte man *gepreßten Hangschutt* vor sich. An der Nordseite des Hohlweges sind stellenweise reine *Tone*, z. T. grün gefärbt, nachweisbar. Besonders fallen aber im unteren Drittel des Weges auf dieser Seite größere *Blöcke* von *Konglomeraten* mit kalkig-sandigem Bindemittel auf, die hauptsächlich aus *verfestigten tertiären Schottern*, und zwar aus *Geröllen* von *Bretstein-Kalkmarmoren*, *Schiefergneisen*, etwas *Glimmerschiefer* und *Peg-*

matiten bestehen und fast dieselbe Zusammensetzung zeigen wie die im *Kalksinter* von *M a r i a b u c h* eingeschlossenen Schotter bzw. Konglomerate.

Auf der nach Norden vorspringenden Kuppe bzw. Verebnung am Ausgang des Hohlweges in 750—760 m Höhe liegen wiederum gut abgerundete Gerölle, die überwiegend aus Bretstein-Kalkmarmoren bestehen, vereinzelt auch Amphibolite und Pegmatite zeigen. Hier glaubt man es zuerst mit einer *Riß-Moräne* — im Zusammenhang mit der Roterde — auf *mindeleiszeitlicher* Unterlage zu tun zu haben, wie sie H. SPREITZER (31, 1961, S. 17) westlich von *M a r i a b u c h* beschrieben hat. Doch würde eine solche Annahme hier schwer in den stratigraphisch-tektonischen Aufbau hineinpassen, so daß auch diese Schotter wohl eher dem *Tertiär* zuzurechnen sein werden. Roterden und ähnliche Bildungen weisen aber sicherlich auf eiszeitliche Umformung in der *Riß-* und *Mindeleiszeit* hin.

Die *tektonische Aufklärung* über die tertiären Schichten kann gerade hier bei *W ö l l m e r d o r f* am ehesten gegeben werden. Es liegt hier nämlich als Folge der Wirkung der Randstörung eine ausgesprochene *überkippte Lagerung der tertiären*, d. h. dem *O. Helvet* zuzuordnenden *Schichten* vor. Während nämlich bei einer normalen Schichtfolge *im Liegenden* die Schotter, dann *darüber* die Konglomerate, im *Hangenden* die Süßwasser-Kalke kämen, ist es hier so, daß nun die Konglomerate und Schotter wie auch die aufblätternen Schiefertone *auf den Süßwasser-Kalken* liegen. Hier dürfte auch der Schlüsselpunkt für die Altersklärung des *M a r i a b u c h e r S i n t e r s* zu finden sein.

Aus den beschriebenen und anderen Aufschlüssen hat auch bereits W. PETRASCHECK (25, S. 11) den Schluß gezogen, daß der *steile Beckenrand* im Südwesten, wie bereits am Beginn der Arbeit hingewiesen, eine *Bruchzone* mit überkippten Schichten und Staffelbrüchen bzw. Verwerfungen darstellt, was auch H. LACKENSCHWEIGER (15, 1947, S. 7) betont.

Von besonderem Interesse sind *T u f f e* und *T u f f i t e*, die freilich nur ganz sporadisch anzutreffen sind und deren Bildung in die Zeit der *altsteirischen* (= *O. Helvet*), in erster Linie aber wohl in die *jungsteirische Phase* (*U. Torton*) der Gebirgsbildung zu legen ist. — Dank eines neuen Güterweges bestens aufgeschlossen ist ein *Tuffit* südwestlich vom *L e i t e n b a u e r* in 740—750 m Höhe. Er ist hier weißlich bis weißlich-grünlich, hat ausgeprägte nach Norden fallende Klüfte und ist in *südfallende tertiäre Mergel* eingelagert (Tafel 1). — Zuerst von H. POLESNY 1968 angetroffen, scheint dieser hier 0,5 m mächtige *Tuffit* eine Ähnlichkeit mit dem am Nordrand des Beckens bei *F l a t s c h a c h* etwa 300 m über der Kohle ausbeißenden Tuff zu haben. — Auf Grund von Dünnschliffen, die W. SIEGL, der sich mit steirischen und außersteirischen Tuffbildungen besonders befaßte, überprüfte, ist er als ein *Glastuffit* mit eingeschwemmtem Quarz und klastischem Feldspat anzusprechen. Als solcher zeigt er eine gewisse Übereinstimmung mit dem noch anzuführenden *Tuff* von *A p f e l b e r g* bei Knittelfeld. Die vulkanischen Glasreste täuschen mit ihren z. T. sehr bizarren Formen zerbrochene Kieselorganismen vor.

Altersmäßig sind diese Tuffe nach K. KOLLMANN (1960 und 1965) in das *O. Helvet* und in das *U. Torton* zu stellen. — W. PETRASCHECK

(26, 1955, S. 238) warf die Frage auf, ob die *Tuffvorkommen* von Fohnsdorf einschließlich Seckau zeitmäßig nicht mit denen von Kapfenberg-Paraschlug zu identifizieren seien und die von Bruck-Leoben nicht eine jüngere Schichtfolge darstellen.

Bis in z. T. größere Tiefen hinab seit 1870 besonders durch die ÖAMG und ihre Vorläufer durchgeführte *Bohrungen* und *Schurfschächte* gaben bessere Einsichten in die tertiären Verhältnisse und glazialen Schottermächtigkeiten in diesem *Südwest-Abschnitt* des südlichen Beckens (Tafeln 1 u. 2a mit Profilen A und B). Vor dem Jahre 1870 bestanden die Schürfungen nur aus Stollen und Röschen sowie Ausbissen am Muldenrande, wovon früher noch erkennbare Halden besonders bei Baierdorf Zeugnis gaben.

Die erwähnten Bohrungen hatten nach W. PETRASCHECK (25, 1924, S. 11) den Zweck, den *Gegenflügel der Fohnsdorfer Mulde* zwischen Weißkirchen und Judenburg aufzufinden. So wurde 1870 nordwestl. von Mariabuch, rund 500 m schwach südöstl. von Wöllendorf, eine 282 m tiefe *Bohrung* mit folgendem Profil niedergebracht: bis 58 m *glaziale* (= Würm) *Schotter*, darunter bis 61,5 m plastischer Ton, bis 79 m glimmerige Sande, bis 118,5 m grobe Quarzkonglomerate, bis 185,5 m grauer, teilweise toniger Sandstein, bis 199,5 m Schiefertone mit tonigen Sandsteinen wechselnd, bis 246,5 m Sandsteine und Schiefertone, bis 280,5 m Schiefertone mit Kohlschnüren und bis 282 m angeblich Kohle (nach amtlichem Bericht, so schreibt PETRASCHECK, wurde schon in 241 m Tiefe 0,7 m mächtige Kohle erbohrt). — Einem ÖAMG-Bericht aus dem Jahre 1911 zufolge, soll es sieben Jahre gedauert haben, um hier eine Teufe von 280 m zu erreichen. Dabei soll eine 2 m mächtige Kohlenbank erschürft worden sein. — Nach V. PICHLER (28, 1887) reichte das Alluvium bis 7 Meter Tiefe, es folgten 8,5 m mächtige, sogenannte Terrassenschotter (Würm), dann 7,5 m plastischer Ton bei angeblich vollkommen horizontaler Lagerung. — Etwa 250 m südlich dieses Bohrloches befand sich ein *Schurfschacht* aus dem Jahre 1882/83, der nur 68 m Tiefe erreichte und unter dem Glazial mit 70° nach Norden einfallende tertiäre Schichten anfuhr. In der Meinung, so berichtet W. PETRASCHECK (25, S. 11), im Liegenden zu sein, wurde ein 227 m langer Querschlag ins Hangende vorgetrieben. Der Schurfbau mußte aber dann infolge eines Wassereinbruches, offenbar aus den mächtigen Diluvialschottern, eingestellt werden. — Ein *Schurfschacht* südöstlich von Baierdorf aus den Jahren 1891/92 in unmittelbarer Nähe des Gehöftes Schober soll in 65 m Tiefe Kohle angefahren haben. — Eine *Bohrung* aus dem Jahre 1893 nahe der Straße nördlich dieses Gehöftes (etwa bei Kote 693) erreichte eine Tiefe von 273,9 m. Das Tertiär beginnt hier unter 52 m mächtigen *pleistozänen Schottern*; bei 261,6 m Tiefe traf man auf *Kohle* von 0,75 m Mächtigkeit. Das „Gebirge“ soll hier sehr gestört gewesen sein. Südlich des genannten Schurfschachtes aus dem Jahre 1891/92 wurde 1904 eine *Bohrung* durchgeführt, die bei 130 Meter u. T. in einem glimmerreichen Sandstein stehenblieb. — Eine 451 m tiefe *Bohrung* aus dem Jahre 1910/11 unmittelbar am Nordwestrand von Baierdorf durchstieß 34 m mächtige *Glazialschotter*, unter denen Tone, schieferige oder glimmerige, sandige Mergel, Konglomerate und dunkelgraue Schiefertone u. a. folgten. In 318 m Tiefe zeigten sich mit einem Einfallen von

18—20° Kohlenspurten. — Ein bei der ÖAMG Leoben aufliegender Betriebsbericht vom 4. 7. 1911 (EMMERLING, 4) über diese anscheinend gleiche Bohrung mit einer Tiefe von genau 449,95 m zeigt — in mehrfachem Gegensatz zum vorigen Bericht — bis 5,10 m u. T. Lehme, darunter bis 24,5 m Schotter, es folgten bis 47,3 m Tiefe Konglomerate und bis 98,5 m u. T. blaue Schiefertone, dann aber bis zur Bohrsohle Mergelsandstein (der zwar im Bohrprofil selbst verschiedene Bezeichnungen, wie Mergelschiefer, Sandstein und Schiefertou, aufweist). Ab 320 m Tiefe wurden dreimal geringe Kohlenspurten bzw. Kohlschnüre angefahren.

Die erhoffte Klärung, so heißt es im Bericht, über die Beschaffenheit des vermuteten südlichen Flügels der Fohnsdorfer Mulde, hat diese Tiefbohrung leider nicht gebracht. Das negative Resultat der Bohrung versuchte man dadurch zu erklären, daß sich entweder das bei den älteren Schürftungen konstatierte Flözvorkommen nicht in der Tiefe fortsetzt oder daß, bei Annahme eines südlichen Gegenflügels zur Fohnsdorfer Ablagerung, seine streichende Erstreckung in der Nähe des alten Bohrloches vom Jahre 1870 endete.

Die tiefste Bohrung im gesamten Becken wurde nordöstlich von M u r d o r f, rund 1100 m nördlich von W ö l l m e r d o r f in unmittelbarer Nähe des damaligen E h r m e i e r (auf der Karte S c h ä f f e r - H u b e, heute T r a t t e n b a u e r) durch die ÖAMG 1950/51 bis zu einer Teufe von 737,4 m niedergebracht (= *A₂-Bohrung der ÖAMG*, Sh. 685 m, Tafel 1, 2ab mit Profilen B und C). Sie dürfte nicht allzu weit weg vom Muldentiefsten gelegen gewesen sein. — Das Schichtprofil zeigte anscheinend bis 83 m u. T. *glaziale Sedimente*, die ab rund 58 m vorübergehend toniger werden; es folgen dann hauptsächlich Tone mit wechselndem Sandgehalt, z. T. geschiefert, die immer wieder durch maximal über 10 m mächtige Schotterlagen und geringmächtige Sandschichten unterbrochen werden. Auffallend ist das *Fehlen von Konglomeraten*; auch Sandstein wurde nur vereinzelt und dann nur in größerer Tiefe — erstmalig in 565,7 m bei einer Mächtigkeit von 3,5 m —, *Kohle* überhaupt *keine* angefahren.

b) Der Südrand zwischen Weißkirchen und Knittelfeld

Das Gebiet südöstlich von W e i ß k i r c h e n, und da in besonderer Ausdehnung der Raum östlich und südöstlich von G r o ß l o b m i n g, wird bis über das *südöstliche Becken* von K n i t t e l f e l d hinaus gegen das G l e i n - und S t u b a l p e n g e b i e t zu von den *tertiären Blockschottern* mit gewaltiger Mächtigkeit erfüllt (Tafel 1 und 2ab mit Profilen C und D). Sie reichen im westlichen Abschnitt bis gegen 900 m, im Osten aber an ihrem Südrand z. T. bis über 1000 m Sh. hinauf. Sie liegen — fast immer flach gegen Südosten einfallend — nach Beobachtungen von H. LACKEN-SCHWEIGER (15, 1947, S. 1/2) z. T. über die heutige Tertiärgrenze hinaus auf dem *Grundgebirge*. Sie stellen die *hängendsten Schichten des Tertiärs* im *Knittelfelder-Fohnsdorfer Becken* dar. Altersmäßig dürften sie in Analogie zu den E c k w i r t - Schottern bei Voitsberg in das *U. Torton*

zu stellen sein. A. WINKLER-HERMADEN (40, 1955, S. 247) vergleicht diese Hangend-Blockschotter mit den analogen Schottermassen des steirischen Beckens, welche dort das Ende des Karpatien bzw. den Beginn des Torton (= Badenien) markieren (Aufsteigen der Glein- und Stubalpe im U. Torton!). D. STUR (35, 1864, S. 241) hat sie seinerzeit als Belvedere-Schotter aufgefaßt.

Zur Zeit der Ablagerung der Blockschotter nahm H. LACKENSCHWEIGER (15, S. 3) auf Grund seiner im Zusammenhang mit beabsichtigten Tiefbohrungen 1946 durchgeführten geologischen Aufnahmen im Fohnsdorfer-Knittelfelder Becken und der dabei am Südrand festgestellten Transgression der Hangendschichten eine rasch fortschreitende *Einmuldung des Beckens*, wie schon einmal angeführt, an, dessen Senkungsachse gegen den südöstlichen Beckenrand zu ausstrich, während gegen Osten nach der Ablagerung des Blockschuttes das Gebiet südlich der Mur nach Meinung LACKENSCHWEIGERS in die Hebung des Glein-Stubalpen-Zuges miteinbezogen wurde. In Wirklichkeit deutet aber alles eher auf weitere Absenkung hin!

Die *Mächtigkeit der Blockschotter* muß eine beträchtliche sein, da diese, wie LACKENSCHWEIGER an der Gabelung des Rachau-Gleintales vermutete, auch noch bis zu einer Tiefe von 400 oder 500 m reichen dürften, so daß eine maximale Mächtigkeit von 800 bis 1000 m angenommen werden kann. — Hinsichtlich der Materialzufuhr hat ebenfalls schon LACKENSCHWEIGER (15, S. 2) am Südostrand des Beckens festgestellt, daß, im Gegensatz zur Zeit der Bildung der Liegendschotter (W. E. PETRASCHECK, 27, 1929, S. 89/90), wo die Geröllzufuhr aus Norden und Süden stattgefunden hat, diese nun nur noch aus dem Süden herkommt. — Von Bedeutung ist auch die Feststellung, daß bei den Blockschottern am Südrand des Beckens im allgemeinen eine *Abnahme der Geröllgrößen von Süden nach Norden* stattgefunden hat.

Die Zusammensetzung des Gesteinsmaterials wechselt nach H. LACKENSCHWEIGER (15, 1947, S. 2), auf den südöstlichen Beckenrand bezogen, von Osten nach Westen in der Weise, daß der im Osten fast ausschließlich auftretende Orthogneis nach Westen zugunsten von Marmoren, Granatglimmerschiefer und Granat-Amphiboliten immer mehr zurücktritt und schließlich, wie es bei Apfelberg bis hinauf zum Sattelbauer im Blockschutt zu sehen ist, durch Blöcke von Pegmatiten und Marmoren immer stärker verdrängt wird. In gleichem Ausmaß werden nach Westen zu die eingelagerten sandigen Schichten häufiger und kalkreicher. Die größten Blöcke (im Durchschnitt $0,25 \text{ m}^3$, maximal aber bis zu 10 m^3) scheinen nach seiner Meinung am Südostrand des Beckens am häufigsten zu sein. W. PETRASCHECK (25, 1924, S. 90) berichtete von am Thalberg, südöstlich von Knittelfeld, aufgefundenen Hangendschottern aus dem Stub- und Gleinalpengebiet.

Im einzelnen sind im behandelten Gebiet die Blockschotter an folgenden Stellen besonders gut aufgeschlossen: im *Mitttergraben*, südöstlich von Weißkirchen bei Baumkirchen, an mehreren Stellen des auslaufenden Grabens. Hier bauen sie, von der auslappenden *Riß-Terrasse* überlagert, den Nordhang des Grabens, meist gut geschichtet, auf

und fallen mit rund 15° nach Nordwesten ein. Hier fallen größere Blöcke und Gerölle, manchmal rötlich verwittert, auf. — Der *Zusammensetzung* nach sind es am Ausgang des Grabens vorwiegend *Gneise*, darunter am häufigsten Amphibol- und Biotitgneise, vereinzelt auch Augengneise, gefolgt von Pegmatitgeröllen, die den Blockschutt aufbauen. Marmore sind hier nur vereinzelt zu sehen, wobei die Abrollung vorwiegend schlecht ist. Die Zusammensetzung wechselt aber lokal ungemein stark und rasch, denn schon etwa 100 m weiter grabeneinwärts überwiegen *Marmore*, wiederum von Pegmatiten gefolgt. Größere Blöcke fehlen hier, doch sind da und dort stärker sandige Schichten vertreten.

Eine *Geröll-Analyse* ergab nach H. POLESNY (48, 1970) nahe dem Ausgang des Grabens folgende prozentuelle Zusammensetzung: 23% Amphibolgneise, 20% heller, relativ feldspatreicher Biotitgneis, 19% Zweiglimmergneis, z. T. leicht augig, 11% Augengneis, z. T. flaserig, 11% grauer Schiefergneis, 7% Pegmatit- und Aplitgneis, 4% Amphibolit, 3% Biotitquarzit, 1% weißer Orthogneis und 1% Marmor.

Eine *zweite Bestimmung* weiter *grabeneinwärts* bei Kote 824 (nahe *Z a i s*) ergab: 57% Marmor (vorwiegend Bretstein-Marmor), 19% dunkler Gneis und graubrauner, glimmerreicher Biotitgneis 6% Zweiglimmergneis und quarzitischer Zweiglimmergneise, 8% Pegmatit, 4% Quarz, 2% Glimmerschiefer, 2% Quarz mit Muskowitschuppen, 2% Amphibolit und Amphibolitgneis.

Die Gerölle sind nur z. T. gut abgerundet. — Demnach ist ein ungemein *starker Geröllwechsel* festzustellen, der auf die Erfassung neuer Abtragungsgebiete infolge des aufsteigenden Hinterlandes (jungsteirische Phase!) hinweist, was aber nicht unbedingt eine Richtungsänderung der Geröllzufuhr bedeuten muß. — Mit dem Geröllwechsel in diesem Graben geht Hand in Hand auch ein Lagerungswechsel, nämlich vom Nordfallen zu einem sehr flachen Südfallen im Süden.

Eine ebenfalls von H. POLESNY übermittelte Bestimmung der Schwermineralien eines Sandsteins nahe dem Grabenausgang ergab: 58,5% Granat, 43% Epidot-Klinozoisit, 12% Opak, 5,5% Hornblende und 2% Zoisit, ferner Spuren von Turmalin, Rutil, Titanit und Aktinolith.

Weiter grabenaufwärts stößt man vom *Z a i s* hinauf auf mehrere Meter mächtige *hellbraune Lehme*, die von horizontal lagernden Geröllschichten aus meist sehr stark verwitterten, z. T. vollkommen zerfallenen oder sonst hellen *Gneisen* und Pegmatiten wie auch von braunen *glimmerreichen Gneisen* (auch Augengneisen) überdeckt werden. Hier handelt es sich nicht mehr um Blockschotter, sondern nach neuerer Meinung von H. POLESNY um altquartäre Schichten, die das Gebiet zwischen dem genannten *Z a i s b a u e r n*, *T a n a u e r* und *S c h a f f e r b a u e r*-Hube (Kote 1007 m) bedecken. Da ein pliozänes Alter, wie zuerst vermutet, höheren Niveaus zukommt, ist diese Annahme gerechtfertigt!

Im *Fuchsgraben*, östlich von *Großfeistritz*, setzen sich die meist abgerundeten *Blockschotter* aus 53 bis 63% Gneisen verschiedener Art, 12 bis 20% hellen und grauen Glimmer-Quarziten bzw. Quarzitschiefern oder quarzitischen Gneisen, 7 bis 11% Amphiboliten,

7 bis 9% Quarzen, 5 bis 7% Marmoren, 2% meist dunklen Glimmerschiefern und 2% Pegmatiten zusammen.

In 775 bis 780 m Höhe stößt man hier neben dem Bächlein auf seiner Westseite auf einen rötlichen *Tuff*, der größte Ähnlichkeiten mit dem von W. PETRASCHECK (26, 1955, S. 237) beschriebenen *roten Tuff* von St. Benedikten bei Knittelfeld (heute nicht mehr auffindbar) oder mit dem im Fötschergraben, südöstlich von St. Lorenzen bei Knittelfeld, aufweist und wohl am ehesten mit dem von Friedberg (W. PETRASCHECK) vergleichbar ist.

In dem von U. Thann nach Süden führenden Graben sind erst in seinem bewaldeten höheren Teil *Blockschotter* mit hier z. T. stark sandigen Schichten grauer bis brauner Färbung zu sehen, die sich vorwiegend aus Geröllen von hellen Gneisen, Pegmatiten, Granatglimmerschiefern und Amphiboliten, vereinzelt konglomeratisch verfestigt, meist aber nur schlecht abgerollt, zusammensetzen. Nur selten finden sich auch größere Blöcke.

Blockschottern gleicher oder sehr ähnlicher Zusammensetzung mit zahlreichen Blöcken zwischen 0,4 und 0,6 dm begegnet man hier in einer nach Osten zu Reitingeraufsteigenden Grabenrunse.

Im großteils bewaldeten Gebiet gegen Großlobming hin (Pfaffenberg, Galgenbühl) findet man wiederum hauptsächlich Gneise, Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer, Pegmatite und Quarze, kaum aber Kalke und Marmore. Die Gerölle sind z. T. stark verwittert. — An der Ostabdachung und gegen diese hin kann man an mehreren Stellen unter dem Blockschutt graublau, tertiäre Tone mit wechselndem Sandgehalt, z. T. auch mit Pflanzenresten antreffen. In der Umgebung der Moosbauer-Keusche beutete ein *Ziegelofen* einst diese Tone aus. Am Osthang des Galgenbühels können besonders harte, tonige Sande nachgewiesen werden, die den Versuch des Vortriebes eines *Luftschutzstollens* im letzten Weltkrieg zunichte machten. Im Gebiet dieses Berges soll auch früher Kohle gefunden worden sein. Das Vorkommen konnte aber nie eruiert werden.

Im Gebiet zwischen Großlobming und Knittelfeld - Apfelberg sind die *Blockschotter* wiederum am ehesten in den Grabenrunsen und Hohlwegen aufgeschlossen anzutreffen, so in einem am Ostabfall des Schwarzwaldes steiler aufwärts führenden Hohlweg östlich der Säge Obermüller, wo gleich zu Beginn dieses Weges größere Pegmatitgerölle mit etwa 20%igen Anteil auffallen. Im allgemeinen sieht aber in diesem Gebiet die *Geröllzusammensetzung* folgend aus: am stärksten vertreten, nämlich bis zu 43%, sind hier mehr oder minder gut abgerollte *Marmore* (hauptsächlich Bretstein-Marmor), es folgen bis zu 37% quarzitischer Schiefer, dann Glimmerschiefer (10%), Pegmatite (3%) und Amphibolite (2—3%).

In einer Höhe von 700 bis 710 Metern trifft man auf einen tertiären, grauen, sandigen Süßwasserkalk, der schwach nach Süden einfällt und vereinzelt auch eingeschwemmte Fossilien von Landschnecken aufweist. — Im Gebiet des Landzettelkogels, südlich des Sulzbach-

grabens, gab es früher einen *Kalkofen*, der nur auf Grund der vielen Marmorgerölle bestehen konnte.

Weiter östlich sind Blockschotter in einem Graben südwestlich des *E i n ö d h o f e s* im Bachbett, hier aber auch an den Hängen neben dem zum Bauernhof mit Kote 783 führenden Weg, leicht zu beobachten. Hier herrschen neben *Marmoren* (26%) dunkelgraue — hier die vorherrschende Farbe — *quarzitische Schiefer* (24%) und ebensogefärbte, meist leicht phyllitische, vielfach feinschuppig zerfallende *Glimmerschiefer* vor. Es folgen glimmerreiche, meist *graue Schiefergneise*, z. T. quarzitischer Art, wie auch *Zweiglimmergneise* (insgesamt 12%), *Quarze* (9%), *Aplite* und *Pegmatite* (4%) und *Granatglimmerschiefer* grauer Farbe (1%). — Vielfach wechseln die Geröllagen mit Sanden und Sandsteinen. Interessanterweise sind die angeführten feinschuppigen Schiefer am Hang höher hinauf nicht mehr anzutreffen, auch treten die Marmore hier vollkommen zurück, und es überwiegen nun Gerölle von anderen Glimmerschiefern und Gneisen. Es kann auch immer wieder das *Südfallen* (20° bis 30°) der Schichten gut beobachtet werden. H. LACKENSCHWEIGER (15, 1947, Seite 4) wies darauf hin, daß durch Wolkenbrüche im Sommer 1946 in der Grabensohle mit 15° bis 30° nach Süden fallende Schichten gut abgeschlossen wurden. Er erwähnte weiters, daß in dem Blockschutt des nächst östlichen Grabens häufig mergelige Sandsteine eingeschlossen waren und diese stellenweise auch *inkohltes Treibholz* führte, das wiederum ausgeschwemmt im Bachbett auch heute noch zu finden ist. Er berichtete auch von *alten Schurfbauen* in diesem Graben.

Im südlichen Hinterland tauchten in einer Höhe von etwa 860 Metern bereits *anstehende Granatglimmerschiefer* auf.

In dem zuletzt erwähnten Graben südöstlich vom *E i n ö d h o f* sind die erwähnten, manchmal zu einem feinen Grus zerfallenden, *dunkelgrauen Glimmerschiefer* besonders in farbmäßiger Hinsicht ins Auge fallend. Diese dunklen Glimmerschiefer und grauen quarzitäen Schiefer machen hier etwa 35% aus, während die Marmore mit 54% an der Spitze stehen. Amphibolite täuschen einen stärkeren Anteil vor, als er der Wirklichkeit entspricht. Ihr Prozentsatz schwankt zwischen 1 und 10%. Gneise erreichen nur noch maximal 7%, Pegmatite doch noch 9%, Quarze, meist nur in kleineren Stücken sichtbar, 2%. Konglomeratische Verfestigungen sind stellenweise anzutreffen. Die größten Blöcke aus Marmoren und Pegmatiten bleiben hier meist unter 0,5 m³. Vereinzelt findet man Kohleschmitzen. Eine Schichtung ist fast nie zu sehen, doch spricht alles für eine flache Lagerung bzw. für geringes Südfallen.

In einem Graben unmittelbar westlich der *Schmuttervilla* in *Apfelberg* trifft man vor der zweiten größeren Sperrmauer auf der Westseite fast nur noch auf die dunkelgrauen, blättrig zerfallenden *Glimmerschiefer*, die hier auch *granatführend* sind. Im allgemeinen zeigen die Gerölle nicht die geringste Abrollung und stecken in einer tonigen Verwitterungsmasse aus diesen Glimmerschiefern.

Weiter östlich gegen *Gobornitz* zu ist die nähere Zusammensetzung der Blockschotter infolge Aufschlußmangels kaum zu ersehen. Zumindest noch der westliche Abschnitt wird aber durch Blockschutt vor-

nehmlich aus dem erwähnten *Granatglimmerschiefer* aufgebaut. Diese Granatglimmerschiefer wurden in alten Grubenkarten, worauf LACKEN-SCHWEIGER hinwies, als eigentliche, anstehende Granatglimmerschiefer aufgefaßt und als Nebengestein der Kohle ausgeschieden.

So sind die *Blockschotter* in ihrer *Zusammensetzung* sehr lokal betont. Ein deutlicher Wechsel von Ost nach West kann auf jeden Fall besonders hinsichtlich der Marmor-, Schiefer- und Gneiskomponente genau beobachtet werden. Ortsmäßig ebenfalls verschieden ist der Sand-Anteil. Soweit eine Schichtung feststellbar ist, so ist ein flaches Südfallen das normale. Der *Abrollungsgrad* der Gerölle schwankt ortsweise ebenfalls sehr. Das *Einzugsgebiet* der Blockschotter liegt im beschriebenen Raume ausnahmslos im Süden. Wie schon vereinzelt hingewiesen, treten im Blockschutt stellenweise *Kohlenschmitzen*, manchmal aber auch *schwache Kohlenflöze* auf, auf welche auch geschürft wurde. — Glanzkohlenchmitzen sind auch in dem noch zu beschreibenden Sandstein der Ziegelei von Apfelberg zu finden. Südöstlich derselben befand sich seinerzeit ein heute nicht mehr aufzufindender *Schurfstollen*, der nach Berichten von H. LACKEN-SCHWEIGER (14, 1947, Seite 4) ein schwaches, aber stark gestörtes Kohlenflöz anfuhr, dessen Inkohlung aber nicht so fortgeschritten war wie die der Fohnsdorfer Kohle. Dieses Glanzkohlenflöz soll in dem weichen Granatglimmerschiefer-Blockschutt eingebettet sein.

In dem erwähnten *Schurfstollen* wurden seinerzeit durch A. HOFMANN Reste von *Mastodon angustidens* CUV. gefunden. Darüber schreibt M. VACEK (39, 1887, S. 120/121) näher. W. PETRASCHECK (26, 1955, S. 238) und H. ZAPFE (43, 1956, S. 75) brachten diesen Fund wiederum in Erinnerung. Der Beschreibung von VACEK zufolge fanden sich diese Fossilien an zwei verschiedenen, etwa 6 m voneinander entfernten Stellen des Stollens, teils in der Kohle, teils im Sandstein liegend, wobei an einer Stelle ein *Untergebiß*, an der anderen ein *Obergebiß* zum Vorschein kam. Der sehr verschiedenen Abnutzung der Zähne der beiden Gebisse zufolge wurde der Schluß gezogen, daß es sich hier um zwei verschiedene, im Vergleich zu homologen Funden von Eibiswald aber um kleinere Individuen bzw. Rassen gehandelt haben mußte. Die beiden an und für sich lückenhaften Gebisse ergaben zufälligerweise ein ganzes Gebiß einer Art. M. MOTTL (21, 1961, S. 12) wies darauf hin, daß mit dem O. *Helvet* bzw. an der Wende zum U. *Torton* erstmalig das Erscheinen von *Mastodon angustidens* CUV. u. a. verbunden ist.

Südlich des Einödhofes soll sich südlich der Kote 783 in etwa 720 m Höhe in der Nähe eines hier befindlichen Bauernhauses — wohl um die Jahrhundertwende — ein *Schurfstollen* befunden haben. — Bei der Säge Obermüller am südlichen Ortsausgang von Großlobming soll nach einem Bericht von A. MILLER aus dem Jahre 1870 nach einer Mitteilung des damaligen Besitzers ein Schurfbau in 6 m Tiefe unter einer sehr festen Gesteinsbank ein 1 m mächtiges Flöz angefahren haben. Die Arbeiten mußten damals wegen des starken Wasserzuflusses eingestellt werden. — Auf andere Schurfstollen und Kohlefunde weiter westlich wurde bereits hingewiesen.

Tertiärer Sandstein war noch 1967 in der Ziegelei Apfelberg bis

zu einer Höhe von rund 690 m gut aufgeschlossen. Heute ist der untere und mittlere Teil des ehemaligen Abbaues schon stärker verwachsen. Der Abbau erfolgt derzeit nur noch im oberen Teil des Steilhanges.

Der *Sandstein* zeigt nur wenige fazielle Unterschiede. Er ist im allgemeinen von grauer bis graugrünlcher Farbe, stellenweise aber stärker bräunlich bis graubräunlich verwittert. In der Regel ist er kalkfrei, aber manchmal so stark verfestigt, daß man mit dem Hammer Mühe hat, Stücke abzuschlagen. An anderen Stellen ist er wieder weich und neigt zum Zerfall. — Nach einer Mitteilung von H. POLESNY setzt er sich aus Hornblende (bis über 60⁰/o), Granat (16⁰/o), sonst noch aus Epidot, OpaK, Zoisit, Disthen, Turmalin, Rutil, Titanit und Apatit zusammen. Immer wieder treten, wie schon früher erwähnt, *Kohlenschmitzen* auf. Bei einer im November 1970 erfolgten nochmaligen Begehung der Hangaufschlüsse konnte in etwa 670—675 m Höhe ein z. T. an der Oberfläche über 50 cm breites, nach Osten auskeilendes *Glanzkohlen-Flöz* angetroffen werden, das sehr unrein und stark aufgeweicht ist. — Nach den Aufschlüssen von 1967 konnte damals ein Einfallen des Sandsteins bis zu 30° nach Süden, bei der erwähnten letzten Begehung, bei den noch stehen gelassenen Sandsteinwänden in etwa 680—685 m Höhe mehr söhliche Lagerung oder nur leichtes Südfallen festgestellt werden. Hier fielen diesmal ausgeprägte Klüfte auf, die bis zu etwa 40° nach Westen bzw. Nordwesten einfallen und eine Bankung des Sandsteins vortäuschen.

Im oberen und obersten aufgeschlossenen Teil sind verrutschte, grünlichgraue *tertiäre Tone* zu sehen, die aber ein noch frischeres Aussehen haben. Darüber lagern erst ab etwa 700—710 m Höhe *Blockschotter*.

Dieser Sandstein, dessen *Sedimentzufuhr* auch hier ausgesprochen *aus dem Süden* erfolgte, ist wohl im Vergleich zu dem von H a u t z e n b i c h l im Norden von Knittelfeld (E. WORSCH, 42, 1963, S. 17), der bis vor wenigen Jahren ebenfalls für eine *Ziegelei* abgebaut wurde, als Hangend-schicht desselben aufzufassen.

Im obersten Teil des Hanges stößt man auf ein etwa 30 cm breites, helles, aber am Rande dunkelgrünes *Tuffband*. Nach einer Bestimmung durch W. SIEGL kann dieser Tuff als *humoser Glastuff* sedimentärer Herkunft definiert werden. Auffallend sind bei ihm seine semmel- bis brotlaib-artigen Absonderungsformen. — Da dieser Tuff im Blockschotter-Niveau liegt, ist er jünger als der Tuff von B a i e r d o r f und gehört noch in das *Unter-Torton*.

Im Liegenden des Tuffes ist wiederum ein kurzes, stark *verwittertes Flöz* anzutreffen. In einer mittleren Höhenlage des Hanges fand Frau Dr. Gudrun DAXNER-HÖCK eine Oberkiefer-Zahnreihe von *Dorcattherium* sp. (Zwerghirsch) im Sandstein (1955).

Tertiärer Sandstein wurde besonders durch die Hochwässer in den Jahren 1965/66 am westlichen Ufer des F e i s t r i t z b a c h e s, südwestlich von M ö b e r s d o r f, und im kleineren Ausmaße auch am Ostrand des Bachbettes, auf einer Länge von 300—400 m neu oder besser freigelegt. Am Westufer wird er, je nach Wasserführung des Baches, bis zu 1 m Mächtigkeit sichtbar. Er sieht im Wasser bzw. im nassen Zustand dunkelgrau, sonst aber hellgrau aus und ist auf den Schichtflächen stark rostfärbig ver-

wittert. Er ist immer glimmerreich. Der Sandstein macht auf den ersten Blick mehr den Eindruck eines Schiefertons oder den von verfestigtem Letten. Er lagert meist *söblich* oder hat nur ein *sehr geringes Einfallen* nach Südwesten. Auf der Ostseite des Baches herrscht ebenfalls söbliche Lagerung vor. Hier fallen steile Nord-Süd bis Nord 50 Ost streichende Klüfte auf. — Weiter nördlich, etwa 100 m nur noch von der Straße entfernt, konnte 1966 nach dem Hochwasser auf eine Länge von etwa 40 Metern wiederum tertiärer Sandstein mit einer maximalen sichtbaren Mächtigkeit von 1,5 Metern am Westufer des Baches neu festgestellt werden. Hier fallen die Schichten leicht nach Norden ein (Tafel 1 und 2 mit Profil D).

Im unmittelbaren Bereich dieses Tertiärs wurde vor dem 1. Weltkrieg südwestlich von Möbersdorf, östlich des Feistritzbaches, auf *Kohle* geschürft.

Einer Mitteilung von H. POLESNY zufolge, enthält dieser Sandstein 12% Opak, 85% Granat, weiters Spuren von Epidot, Turmalin, Apatit, Zoisit, Titanit, Thulit (?). Hinsichtlich der Hauptgemengteile weist er so eine wesentlich andere Zusammensetzung als der Sandstein von Apfelberg auf, stimmt aber mit dem Sandstein am Südrand weitgehend überein.

Eine weitere und letzte Stelle, wo *tertiärer Sandstein* anstehend sichtbar wird, liegt nordöstlich von Fisching, nordöstlich von Frewein (Zechner im Grunde lt. Karte). An einem rechtwinkligen Knick des Granitzenbaches hat hier der Bach an seiner Prallstelle auf einer Länge von 3,5—4 m *lettenartigen*, stark glimmerigen und etwas verfestigten Sandstein angeschnitten und freigelegt, der vielfach stark rostbraun verwittert ist und dabei eine schlierenartige Zeichnung zeigt. Er hat ein mäßiges Fallen nach Süden, im nördlichen Teil täuscht er Nordfallen vor. Dieser Sandstein baut nördlich dieser Stelle etwa 4 m hoch hinauf den Steilhang auf, darüber lagern mittelgroße Gerölle und 2—2,5 m gelbbraune *Lehmschichten*, die beide aber schon der noch zu besprechenden *Riß-Terrasse* angehören.

Schließlich sei noch auf eine anscheinend nicht unwesentliche Störung hingewiesen, die Nord-Süd (bis Nordnordost) streichend, etwa nordwestlich von Kleinfestritz über Mitterlobming, Kleinlobming, östlich von Apfelberg bei Knittelfeld nach Gubernitz auf einer Länge von 9 km hin verfolgt werden kann und die F. CZERMAK (3, 1932, S. 97 bis 103) als „Lobming-Störung“ eingehend beschrieben hat. Der auffallende Nord-Süd gerichtete Verlauf der Mur zwischen Gubernitz und Kobenz kann auf die nördliche Fortsetzung dieser Störung zurückzuführen sein. Die Störung wird auch nach Meinung des Genannten von einer Reihe kleinerer *Bruchstörungen*, die sich nach Süden bis in die Gegend des Salzstiegels erstrecken, begleitet. CZERMAK nimmt weiters eine Umlenkung dieser Querstörung in die Nordwest-Südost streichende *Störungszone* von Weißkirchen — Mariabuch (Randstörung) an und bringt sie zur „Pölslinie“ und Lavanttaler Störung (A. KIESLINGER, 11, 1928, S. 499 und J. STINY, 33, 1931, S. 527) in Beziehung. — Aus seiner Beobachtung zieht er die Schlußfolgerung, daß hier am Südrand des *Knittelfelder Beckens* eine Überschiebung von *Seckauer*

Kristallin über die hochgradig zerrütteten und gepreßten *Ameringgneise* des *Muralpenbogens* (Glein- und Stubalpe) vorliegt, wobei er die Herkunft des überschobenen Schuppenpaketes (mehrfacher Wechsel von Glimmerschiefern, Quarziten, Amphiboliten, Marmorbändern und Pegmatiten) im südlichen Vorland des Seckauer Bogens, in der Randzone zwischen Seckauer Kristallin und Bretsteinzügen, sucht. Ein kleiner isolierter Schubfetzen von Marmor wurde von CZERMAK am Westhang der *Sattelbauerhöhe* (Kote 951) südlich Knittelfeld an einer *Parallelstörung* festgestellt. — Der *Leukophyllit* von Kleinfleistritz soll seine Entstehung dieser Bewegungsbahn verdanken. Die Anlage dieser *Lobmingstörung* hält CZERMAK für *vorobermiozän*.

c) Das Tertiär an der Mur

Es handelt sich dabei z. T. um *graugrüne*, im Wasser sehr *harte Tone*, die an der Luft gerne aufblättern, z. T. um *Sandsteine* oder um Konglomerate. Sie stellen den Wasserstauer für eine ganze *Quelleihe*, genannt *Siebenbrunn(en)*, südwestlich von *Zeltweg* dar, die eigens in einem späteren Kapitel behandelt wird.

Die *tertiären Schichten* stehen stellenweise bis in die *Mur* hinein an, sind aber nicht überall aufgeschlossen. Gut nachweisbar sind sie bei den noch zu besprechenden östlichen und bei den westlichen Quellen, südöstlich des *Dampfkraftwerkes*. Durch die Hochwässer im Jahre 1965 und 1966, wo stellenweise je Jahr *bis zu 50 cm lettenartige Sande* von der *Mur* am und auf das Ufer abgelagert wurden, wurden Hangstücke durch das Wasser freigelegt und dadurch weiteres *Tertiär* sichtbar gemacht. Dies geschah auch 1966 auf der *Mur-Nordseite* auf gut 20 m hin gegenüber den schon mehr nördlichen Quellen von *Siebenbrunn*. Hier fallen die *tertiären*, tonigen Sandsteine mit 12° nach Südosten ein. Nach den nördlichsten, noch am Ufer der *Mur* austretenden Quellen ist das *Tertiär* — dies aber größtenteils nur bei Niederwasser der *Mur* — besonders gut aufgeschlossen. Auch hier handelt es sich um *graugrüne bis rotbraun verwitterte Schichten* aus *Tonen* und *Sandsteinen*, die leicht nach Südosten fallen und in den untersten Lagen *Übergänge* zu *Konglomeraten* zeigen. Im Ton kann man hier schalenförmig verwitterte, rotbraune Gerölle sehen, die erst im Inneren mit graugrünem Ton ausgefüllt sind. Im Hangenden dieser Schichten lagern Schotter hauptsächlich aus Gneisen, Schiefen, weiters aus Quarzen, Amphiboliten, Epidositen und Pegmatiten und Kalkmarmoren, die teilweise verfestigt sind. Immer wieder trifft man hier größere Blöcke an, die, soweit es sich um Schiefer handelt, teilweise arg verwittert sind. Vereinzelt in den untersten, hauptsächlich aber in den Hangendlagen sind stellenweise Falungen und Verstauchungen der nach Nord 30 Ost fallenden Schichten zu sehen. — Diese hangendsten Schotterlagen, über denen sich erst die Terrassenschotter des sogenannten *Neuen Hochstades* erheben, werden wohl in das auslaufende *O. Helvet* zu stellen sein.

Im ganzen übrigen Bereich der *Mur* in der Gesamtstreckung des *Murbodens* und darüber hinaus ist das *Tertiär* nirgends mehr aufgeschlossen.

In der Vergangenheit berichtete A. MORLOT schon 1848, daß er bei F a r r a c h im tief eingeschnittenen Murbett *tertiären Sandstein* gesehen habe. — J. SÖLCH (30, 1917, S. 328), der auch in dieser Hinsicht auf MORLOT hinwies, schrieb wiederum, daß er im September 1911 dank des außergewöhnlich tiefen Wasserstandes der M u r dort, wo die Murschleife im F a r r a c h e r w a l d am weitesten gegen Westen zurückbiegt, grauen Sandstein, weiche, schön geschichtete Mergel und braune, stark verfestigte „Kittgerölle“, alle im wiederholten Wechsel dicht miteinander verbunden und schräg gegen Süden einfallend, feststellen konnte.

C. DER KALKSINTER VON MARIABUCH

Schon A. MORLOT (20, S. 34) wies 1848 auf ein „eigentümliches Gebilde“ hinter M a r i a b u c h hin und beschrieb es folgendermaßen: „Es ist ein ziemlich bröckeliger Kalkspat- und Aragonit-Sinter, in parallelen, übrigens unregelmäßig nierenförmig gewundenen, etwa $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll dicken Lagen von ausgezeichnet stengelig-kristallinischer Struktur, die Kristallnadeln senkrecht auf den Lagerungsflächen, die offenbar nicht eigentliche, gewöhnliche Sedimentschichtflächen vorstellen“. — Er faßte das Gestein als chemischen Niederschlag wahrscheinlich einer nur zur *Tertiärzeit* fließenden Quelle auf und betonte, daß es, obwohl es nur an einem Fleck oberhalb der Kirche auftritt, reichlich vorhanden sein muß, da die *Kirche* von M a r i a b u c h daraus erbaut worden ist. Der Sinter muß, so führt MORLOT aus, wegen seiner Bröckeligkeit mit der Säge bearbeitet werden, da er das Schlagen nicht verträgt, und daß es sich als Baumaterial bewährt hat.

Sonst scheint über diesen *Kalksinter* (Karte 1 und 2a mit Profil B), abgesehen von kleineren Hinweisen in der Literatur, praktisch nicht viel mehr auf. Zwei solche Hinweise finden sich bei A. KIESLINGER (12, 1951, S. 110/111 und 13, 1957, S. 7). Er schreibt 1957, daß eine besonders schöne Ausbildung von lichtigem Gelb bis zum tiefen Honigbraun dieses Sinters nach einer Pause von mehreren Jahrhunderten in M a r i a b u c h wieder gewonnen und für Geschäftsverkleidungen, als Plattenbelag usw. verwendet wird (so z. B. beim Bau des neuen Bahnhofgebäudes Knittelfeld). 1951 weist A. KIESLINGER (S. 110 m. Abb. 45) im allgemeinen und im besonderen auf Sinterbildungen und den *Mariabucher Sinter* hin. Er charakterisiert diese Sinterbildung durch ihre oft verschieden gefärbte Lagen, die im Querschnitt eine *bänderförmige Zeichnung* geben, wobei die *Einzelkristalle* innerhalb der Lagen meist in Form von Fasern ausgebildet sind, die *senkrecht auf den Schichten* stehen.

K. METZ (Steirischer Onyx — Schätze aus Österreichs Boden, S. 95, 1 Abb., Notring-Jahrbuch, Wien 1966) erwähnt auch die graugrünen, konglomeratischen Gesteinslagen im Kalksinter, weist auf die Verwendung des Sinters als Putzsand und für die Herstellung von Kunststein und Terrazzo u. a. sowie auf die kunstgewerblichen Verarbeitungsmöglichkeiten mit der handelstechnischen Bezeichnung „Onyx“ hin. Er betont, daß der Kalksinter von M a r i a b u c h schon im 14.—16. Jahrhundert als Baustein gebrochen und für den Bau der Ortskirche verwendet wurde.

Die Grundfarbe der Sinter — und dies trifft vollkommen auch auf *Mariabuch* zu — ist weiß, kann aber durch geringe Mengen von Eisen oder Mangan-Mineralien gelb bis braunrot, manchmal auch grün sein (diese Farbe fehlt in *Mariabuch*). — A. KIESLINGER betont die meist vorhandene beträchtliche *Lichtdurchlässigkeit* und die dadurch ermöglichte Verwendung für *kunstgewerbliche Arbeiten* wie Vasen, Dosen, Aschenbecher etc., ja sogar auch für Fensterscheiben. — Diese in den Handel kommenden Stücke, die sich in *Mariabuch* in den früheren Jahren lagenweise immer wieder finden ließen, sind in den letzten Jahren aber sehr selten geworden. Sie werden handelsüblich, wenn auch fälschlicherweise, als *O n y x* bezeichnet (Abb. 12). Diese Ausbildung ist heute in einer schmalen Zone im sw. Teil des Steinbruches in höherer Lage anzutreffen, wurde aber in allerletzter Zeit auch südlich der Bauhütten an einer Stelle freigelegt! Es sind bzw. waren dies hier honigfärbige, grobkristalline (Korngröße bis 18 mm) in dünnen Lagen fast *durchscheinende Stücke*.

Der Steinbruch selbst hat seine Sohle in 760 m Höhe und reicht bis 820 m Höhe. Steigt man zum Steinbruch vom letzten und höchstgelegenen Haus von *Mariabuch* hinauf, so trifft man gleich im Walde zuerst auf Süßwasserkalke mit Hornsteinknollen (wie bei Wöllmerdorf) und auf tertiären Sandstein. Beide sind aber anscheinend nicht anstehend (hier in der Nähe soll auch Kohle gefunden worden sein). Etwas höher hinauf stößt man auf stark verwitterten, hier aber einwandfrei anstehenden *Süßwasserkalk*. — Am Nordrand der Steinbruchsohle und auch am Hang tiefer sieht man auffallende größere *Blöcke*, die sich großteils aus grauen bis dunkelgrauen, eckigen Stücken oder Geröllern von stark glimmerigen Gneisen, Bretstein-Kalkmarmoren und vereinzelt Quarzen und Pegmatiten zusammensetzen. Sie haben einen meist *konglomeratischen*, manchmal mehr *Brekzien-Charakter*. Stellenweise werden die Blöcke durch *Sinteradern* durchzogen. Die vielfach auch vorherrschende graugrüne Färbung stammt vom *kalkigsandigen Bindemittel*, das wohl nichts anderes als *verfestigten Schlamm* darstellt.

Im *westlichen Abschnitt* des Steinbruches fällt einem sofort eine Wechselagerung bzw. *linsenförmige Einschaltung* von Gerölllagen aus hauptsächlich denselben Schiefergneisen wie bei den erwähnten Blöcken der Halde auf, von denen die größeren Gerölle aus Marmor (bis zu 4 dm) gut abgerollt sind.

Nach einer Auszählung durch H. POLESNY (48, 1970) verteilen sich die Geröllanteile wie folgt: 41% Marmor (= Bretstein-Marmor), 34% glimmerreicher Zweiglimmergneis, 11% Pegmatit, 6% Quarz, 4% Glimmerschiefer, wenig grauer Gneis, schwarzer Graphitquarzit und Quarzitschiefer (jeweils 1—2%).

Diese äußerlich frisch aussehenden, nicht oder mehr oder minder verfestigten Schotter sind, besonders hinsichtlich der Gneise, dieselben wie die beschriebenen im Hohlweg von *Wöllmerdorf* und demnach als *Tertiär* anzusehen. Sie finden sich heute nirgends mehr in der unmittelbaren Umgebung. Sie könnten aus dem Gebiet des *Gröbting-Ameringkogels* hertransportiert worden sein. Sie keilen meist nach Westen zu aus. *Schotter durchstoßende Sinteradern* kann man hier gut sehen. Auch

konnte man hier bis zum Vorjahre die *Zentralnähte* (= Schlußfugen des Sinters, zu denen senkrecht die Kristall- und Bankbildung geschah) gut erkennen (Abb. 2). — Das *Streichen* des vielfach gewellten Sinters ist in diesem Abschnitt *Nord 40 bis 50 West*, das *Fallen 45—55° nach Nordost*.

Die erwähnten *Schotterlagen* reichen bis über die Mitte des Steinbruches hinaus nach Süden, sind aber auch dort besonders in den letzten Jahren als größere Einschlüsse sichtbar geworden. Hier handelt es sich aber weniger um ausgesprochene Schotter, sondern um *verfestigten Schutt* und *Schlamm* von vorwiegend graugrüner Farbe. — Im mittleren und südwestlichen Teil des Steinbruches kann man aber deutlich sehen, wie dieser Schutt durch *Sinteradern* an mehreren Stellen durchstoßen wird. Mehrere Adern, darunter eine mit etwa 30 cm Durchmesser geht hoch hinauf (Abb. 4). Immer wieder sind kleinere Verwerfungen dieser Sinteradern zu sehen. — Ähnliches kann man auch an der Ostecke des Steinbruches feststellen, wo aber die Schichtung des Sinters plötzlich infolge der Ausbildung von bis zu 10 m breit werdenden Quergängen bzw. Querbänken wechselt, da dieser hier nun *Nord 65—70 Ost streicht* und mit *70 bis 80° nach Südosten* einfällt. Nur wenig östlicher ist aber das Streichen wiederum dasselbe, wie das sonst vorwiegende (Nord 40—50 West), nur ist das Einfallen meistens etwas steiler (bis 65° Nordost). Auch hier kann man Sinter-Kluftausfüllungen erkennen. — Diese Sinteradern und Quergänge, auf die H. POLESNY (48, 1970) besonders hinweist, müssen auf jeden Fall *jünger als der Sinter* selbst sein.

Östlich des eigentlichen Steinbruch-Abbaues, wo erst in letzter Zeit etwas Gestein abgeräumt wurde, bleibt das vorwiegende Streichen und Fallen erhalten. Der Sinter ist hier aber stark verwittert und zeigt sehr viel *Brauneisen* in den Klüften. Auch hier gibt es wieder Einschlüsse von Schiefergneisen.

Der *Mariabucher Sinter*, der von Jahr zu Jahr immer weniger schöne Bruchsteine gibt — der Steinbruch hat sich in den letzten drei Jahren sehr zu seinem Nachteile verändert — und der bis heute, soweit es die Verwertung der weißen bis gelblichen Lagen betrifft, vielfach als *Hausverputz* verwendet wird, ist entweder fast rein weiß — dies aber nur im Gesteinsanschnitt —, ohne oder mit stellenweise nur schlecht erkennbarer Schichtung bzw. in seinen für ihn typischen Habitus hell- bis dunkelbraun und zeigt die für ihn charakteristische *Bänderung* mit verschieden gefärbten, nicht selten fein gefalteten Lagen. *Halbkugelige* bis fast *kugelige Absonderungsformen* (Abb. 11) konnten immer wieder angetroffen werden. Löcher verschiedener Form und kleinere Hohlräume weisen auf die einstige Entgasung hin. Vereinzelt konnte der Verfasser auch ausgesprochene *Tropfsteinbildungen* im Sinter finden (Abb. 8), ebenso *Sinter* mit *stark bituminösen Kalk-einschlüssen tertiären Alters* (Abb. 13). Meist zeigt der Sinter, gerade auf Grund seiner Bänderung, ein matt-speckiges Aussehen. Bei grobkristallinen Formen kann man von einem ausgesprochen speckigen Glanz sprechen. Bei einem neuerlichen Besuch des Steinbruches im Juni 1971 sah der Verfasser erstmalig auch *Erbstein-Bildungen*, z. T. reinweiß und mit Korngrößen von 1—2 mm (Abb. 10)!

Der *Sinter* erstreckt sich noch ein gutes Stück nach Osten über den Steinbruch hinaus und kann trotz nur sehr schlechter Aufschlüsse über eine *Länge* von insgesamt 750 Meter hin verfolgt werden (bis östlich der Kote 801). Die Obergrenze verläuft nach Osten zu im wesentlichen zwischen 820 und 800 m Höhe (Abb. 16). Es wurde einmal aber auch *Bretstein-Kalkmarmor* mit einer 17 cm starken *Kluftausfüllung* durch *Mariabucher Kalksinter* viel weiter südöstlich, nämlich südwestlich von *Grottenhof*, westlich des Gehöftes *Rieser* bei Kote 755 in *Pontebach* gefunden. Es ist dieser Fund ein Hinweis auf ein Aufdringen von *Sinter-Quelladern* viel weiter östlich.

Mit viel Problematik ist die *Altersdeutung* des *Mariabucher Sinters* verbunden. Es galt zu entscheiden, ob erstens das Aufdringen von Wasser und der Absatz des *Sinters* in einer *Interglazialzeit* oder im *Tertiär* erfolgte und zweitens, ob dieses Aufdringen *zur gleichen Zeit* mit den eingeschlossenen und zwischenlagernden *tertiären Schottern* oder *nach deren Ablagerung* geschehen ist. Fossilien wurden ja bisher keine gefunden. Der Verfasser hat in der benachbarten *Rißmoräne Sinterstücke* von *Mariabuch* und, wie erwähnt, im Steinbruch selbst, ganz vereinzelt zwar, solche *Sinterstücke* mit Einschlüssen von schwarzem, *bituminösen Tertiärkalk* gefunden. Daraus läßt sich einerseits als zeitmäßig jüngstmögliche Grenze ein *Vor-Riß-Alter* und da als oberste Grenze des Alters die *Mindel-Riß-Zwischenzeit* ableiten, andererseits aber kann aus dem *Dünnschliff* des erwähnten *Sinterstückes* mit dem *bituminösen, tertiären Kalkrelikt*, der eine randliche Auflösung des Kalkes durch den *Sinter* deutlich zeigt, doch der Schluß gezogen werden, daß der *Sinter* zur *Tertiärzeit*, wie schon MORLOT annahm, und zwar *nach der Bildung* dieses *oberhelvetischen Kalkes* aufgedrungen ist. Dabei dürften ähnliche Verhältnisse vorgeherrscht haben, wie sie E. SÜSS (37, 1909) über die Bildung der *Karlsbader Sprudelschale* beschrieben hat.

Die Frage, ob nun der *Sinter gleich alt oder jünger* als die *tertiären Schotter* im Steinbruch *Mariabuch* ist, läßt sich in besonderer Weise durch die vorliegende *Tektonik* klären. Die *Bruchtektonik* hier am Südrand des Beckens war es wohl einzig und allein, die überhaupt das Aufdringen sinterbildenden Wassers möglich machte. Nun ist aber der *Mariabucher Sinter* noch ziemlich, aber doch etwas weniger gestört — es gibt hier *keine überkippte Lagerung* — als das sonstige *Tertiär* dieses Raumes. Es ist daher die Folgerung berechtigt und naheliegend, daß die Bildung des *Sinters* *später* als die der *oberhelvetischen Schichten* des *Fohnsdorfer Beckens* bzw. der *Schotter* von *Wöllmerdorf* erfolgte. Das heißt wiederum, daß der *Sinter jünger als die Schotter* und *Konglomerate* im *Mariabucher Steinbruch* ist, die, wie schon hingewiesen, identisch mit den *oberhelvetischen Schottern* und *Konglomeraten* von *Wöllmerdorf* sind, deren Bildung bzw. Absatz mit der *altsteirischen Phase* in Verbindung zu bringen und mit den *Liegendschottern* am *Nordrand des Beckens* vergleichbar sind. Warum zwar gerade im Westfeld des Steinbruches, wo die *Schotterlagen* am mächtigsten sind, die *Schotter* in keiner Weise umkrustet wurden, bleibt unverständlich, wenn auch an anderen Stellen der Verfasser *Sinterstücke* finden konnte, wo diese mit graugrünlichen Geröllen stark verlappt waren.

Der Absatz des Kalksinters, der über eine längere Zeit hindurch erfolgt sein muß, dürfte so am ehesten in das *U. Torton* (jungsteir. Phase) zu legen sein. Die beschriebenen *Sinter-Querschläge* durch die Schotterrelikte und der meist *symmetrische Bau* der *Sinterbänke* (vergleichbar mit den Verhältnissen bei Erzgängen) können weitere Glieder in der Beweisführung sein. H. FLÜGEL (6a, 1963, S. 30) führt die Bildung des *Mariabucher Sinters* bzw. überhaupt das Aufsteigen von Thermalwässern und Säuerlingen auf die durch die *mittelmiozäne Bruchtektonik* längs des Nordrandes des steirischen Randgebirges entstandenen Ostwest-Störungen zurück. Auf ihn verweist auch A. T. MANSOUR (16, 1964, S. 65) in seiner Dissertation.

Ein jüngeres Aufdringen des Wassers und eine spätere Bildung des Sinters, etwa erst im *Pliozän*, wäre zwar denkbar, ist aber doch nicht sehr wahrscheinlich.

Da es sich im vorliegenden Falle *nicht* um einen *Aragonit*, sondern, wie neueste Untersuchungen ergaben, um eine reine Kalzit-Sinterbildung handelt, hat es sich daher beim aufdringenden kalkabsetzenden Wasser nicht um Thermal-, sondern um *Kaltwasser* gehandelt.

D. DIE EISZEITLICHE FORMUNG DES MURBODENS

Noch mehr als mit dem letzthin eiszeitlich geprägten *Aichfeld* hat sich mit dem *Murboden* gerade hinsichtlich seiner *Glazialgeschichte* eine Reihe von Forschern in meist freilich nicht sehr eingehender Art befaßt. Es waren dies A. MORLOT (1848), F. ROLLE (1856), D. STUR (1864), A. BÖHM (1900), A. AIGNER (1905/06), A. PENCK (1909), J. SÖLCH (1917), W. E. PETRASCHECK (1929), A. WINKLER-HERMADEN (1955), H. SPREITZER (1961) E. WORSCH (1963) sowie A. T. MANSOUR (1964) und H. POLESNY (1970) als Dissertanten u. a.

a) Die Würm-Hauptterrasse

Diese Terrasse ist wie im *Aichfeld* die *beherrschende Flur*, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß. Sie wurde — der Ausdruck „*Hauptterrasse*“ wurde von J. SÖLCH seinerzeit für das Gebiet nördlich der *Mur* geprägt (30, 1917, S. 327) — u. a. vom Verfasser hinsichtlich des *Aichfeldes* ausführlich beschrieben (42, 1963, S. 13—17). Schon A. AIGNER (1, 1906, S. 26) betonte, daß das *Aichfeld* und der *Murboden* *einem Niveau* angehören und meinte, daß *der Rand* des *Aichfeldes* infolge der großen Schottermassen, die einst die *Pöls* herangeführt hat, etwas höher liegt. Dieser Eindruck, den man wirklich von gewissen Standpunkten des *Murbodens* aus hat, so besonders, wenn man östlich *Möbersdorf* auf die *Hauptterrasse* nach *Lind* hinüberblickt, ist aber auf eine optische Täuschung zurückzuführen.

Die *Hauptterrasse*, deren Bildung nach allgemeiner derzeitiger Auffassung mit dem *Hauptvorstoß* des *Würmgletschers* in engstem Zusammenhang steht (A. WINKLER-HERMADEN, 40, 1955, S. 28) und, sich an die

westlich von Juden burg bei Grün hü bel stehengebliebene Endmoräne ansetzend, zeitlich dem *Maximum* der Würmvereisung zuzuordnen ist, hat nach J. FINK (5c, 1962) ein Alter von 30.000 Jahren.

Eine ähnliche Breite wie im Aichfeld erreicht sie freilich nur im *westlichen Teil* des Murbodens (dem eigentlichen Murboden im engeren Sinne), d. i. westlich von Weißkirchen, keilt südöstlich von M urdorf aus, trägt weiter westlich das Stadtgebiet von Juden burg und ist östlich von Weißkirchen und Fisching, unterbrochen von den Talungen des Granitzen- und des Feistritzbaches, auf nicht mehr sehr breite Streifen beschränkt. Westlich von Großlobming streicht diese Hauptflur dann endgültig zungenförmig aus und ist südlich der Mur bis gegen St. Michael hin nicht mehr anzutreffen. — Sie erhebt sich nun im äußersten Westen, so südöstlich von M urdorf, rund 40 m über dem Murspiegel. Die absolute Mächtigkeit der Glazialschotter beträgt hier zwischen Wöllmerdorf und Maria buch auf Grund der Bohrungsberichte von 1870 58 m!

Westlich von Weißkirchen und Fisching, etwa in der Richtung der Eisenbahnlinie Zeltweg — Wolfsberg, beträgt der Höhenunterschied nur noch 30 m. Diese beträchtliche Abnahme läßt sich hier aber nicht nur durch das sehr geringe Gefälle der Mur von knapp 3‰ zwischen M urdorf und der angeführten Bahnlinie erklären, sondern entspricht im wesentlichen der *maximalen Schotter-Mächtigkeit*, da ja hier und weiter westlich schon zwischen 660 und 665 m Seehöhe anstehende, *tertiäre Schichten* die Schotter unterlagern.

Östlich Möbersdorf verringert sich der Niveauunterschied auf rund 18—19 m, am Auslauf der Hauptterrasse am Südwestrand von Großlobming auf etwa 14 m. Ausgesprochen konform geht in dieser Hinsicht in fast allen Teilstücken die *Hauptterrasse* des Aichfeldes.

Das Gefälle der *Hauptterrasse* beträgt von ihrem Beginn bei M urdorf bis gegen Fisching hin 8‰, zwischen Möbersdorf und Großlobming 6,3‰, auf der ganzen Erstreckung hin somit im Durchschnitt wenig über 7‰. — Auch das Aichfeld zeigt eine fast gleiche Neigung seiner Hauptterrasse, wobei auch hier ein flacheres Mittelstück im *Zeltweger Raum* eingeschaltet ist.

Die Mur steht mit ihrem Gefälle, worauf A. BÖHM (2, 1900, S. 10) und nach ihm J. SÖLCH (30, 1917, S. 315) hinwies, im ausgesprochenen Gegensatz dazu. Sie weist diesen zufolge zwischen Juden burg und Knittelfeld 4‰ Gefälle auf. Nach eigenen Berechnungen beträgt diesen zwischen M urdorf und Ingeringmündung bei Knittelfeld rund 3‰. S. MORAWETZ (19, 1961, S. 353) gibt zwischen Leoben und Zeltweg ein solches von 2,47‰ an. A. BÖHM hat ebenfalls schon darauf hingewiesen, daß das Gefälle der Mur oberhalb von Juden burg besonders gering wird (2‰) und unterhalb von Knittelfeld ebenfalls kleiner ist.

Die *Mächtigkeit der Glazialschotter* muß wohl besonders für den östlichen und breitesten Abschnitt des Murbodens nicht nur mit den damaligen eiszeitlichen Verhältnissen, mit der Achsenrichtung und Neigung des Gesamtbeckens, sondern sicherlich auch mit der tertiären Kohlenmulde bzw.

deren Tektonik in engen Zusammenhang gebracht werden. Es kommt sicherlich nicht von ungefähr, daß gerade im Bereich unmittelbar südlich der Mur, östlich von Murdorf, wo die *Fohnsdorfer Mulde* ihrer größten Tiefe sehr nahe zu kommen scheint, auch die glazialen Ablagerungen — und gerade die der Würmeiszeit — ihre größte Mächtigkeit aufweisen, so beim *Trattenbauer* (= Schäfferhuber) laut Bohrprofil A 2 der ÖAMG aus den Jahren 1950/51 eine Mächtigkeit von höchstwahrscheinlich *83 Metern!* (Tafel 2 m. Prof. A. u. B). Auch darf hier die Möglichkeit von lokalen, tektonischen Bewegungen und Verstellungen auch im *Pleistozän* (Eiszeit) nicht ganz außer Betracht bleiben. Die Tatsache des in diesem Bereich *stärksten Gefälles* der *Würmhauptflur* wie die, daß sich gerade zwischen *Murdorf* und *Zeltweg* die *Mur* am stärksten in die von ihr aufgeschütteten Würmschotter fast canonartig eingeschnitten hat, könnte so im direkten Zusammenhang mit der Kohlenmulde durch nachtertiäre Tektonik, wenn auch eher durch die nach Rückzug des Gletschers gegeben gewesene Übertiefung im Oberlauf der *Mur* erklärt werden.

Solche Überlegungen und Erklärungen stehen nur anscheinend im Gegensatz zu J. SÖLCH (30, 1917, S. 329), demzufolge die *Mur*, ehe sie die Schotter des *Aichfeldes* (und des Murbodens) aufschüttete, in ziemlich gleicher Höhe wie heute floß, d. h. also, daß nach seiner Vorstellung die *Mur* der *Präwürmzeit* schon so tief wie heute eingeschnitten gewesen sein mußte. Die *Mur* wird sicherlich auf tektonische Verstellungen jeweils mit einer verstärkten Erosion geantwortet haben und bestrebt gewesen sein, ihr früheres Niveau zu erhalten bzw. wieder zu erreichen.

Über die *Zusammensetzung* und *vertikale Gliederung* der *Hauptterrassen-Schotter* (= Niederterrassen-Sch. nach A. PENCK, Hochterrassen-Sch. nach A. AIGNER) kann leider aus den Ergebnissen der Bohrungen und Schürfungen zwischen *Wöllmerdorf* und *Baiersdorf*, die in ihrer Nomenklatur auf die Art der glazialen Schotter nicht eingehen, fast nichts erfahren werden. Aufschlüsse durch Schottergruben sind auch spärlich; solche gibt es nur drei im ganzen Bereich der Hauptflur.

Den schönsten Aufschluß und die beste Einsicht in diese Schotter und ihre Lagerungsverhältnisse bietet eine *Schottergrube* südöstlich des genannten *Trattenbauern*, die den Hang unterhalb der Kote 707 zur Gänze anschneidet und die derzeit noch in Betrieb steht. Es zeigten sich hier bei den ersten Beobachtungen in den Jahren 1963 und 1964 besonders im mittleren und östlichen Teil der Schottergrube außerordentlich regelmäßig geschichtete, graue Schotter mit einer sehr hohen Sand-Komponente, wobei die Geröllgröße meist unter 10 cm bleibt. Im westlichen Abschnitt, wo die Terrasse sich etwas senkt, lag etwas gröberes, aber noch immer stark sandreiches Material. Im obersten Hanganschnitt herrschten mehr braungefärbte, weniger sandreiche Geröllagen mit einer Geröllgröße um und unter 5 cm vor, die diagonal nach Osten Geröllschichten der nächst tieferen Lagen abscherten. — Im ganzen gesehen, herrscht eine schwache Neigung nach Osten vor, die besonders im mittleren Abschnitt der Schottergrube deutlicher wird. *Konglomeratische Verfestigungen* konnten nicht festgestellt werden.

Eine Besichtigung der *Schottergrube* im Dezember 1970 ergab ein wesentlich anderes Bild der Aufschlußgröße. Inzwischen wurde nämlich der Abbau nach Süden halbkreisförmig etwa 100 m weit in die Hauptterrasse hineingetragen und liegt im Norden derzeit einige Meter unter dem Niveau der Basis der Hauptterrasse. Der Aufschluß erstreckt sich derzeit im wesentlichen senkrecht zur einstigen Transportrichtung im Gegensatz zu früher, wo er mehr oder weniger parallel dazu ging. Der frühere westliche Abschnitt wird derzeit nicht mehr für die Schottergewinnung verwendet.

Die *Schotter*, die maximal etwa 15 m mächtig aufgeschlossen sind, werden aber durch herabgerieseltes Erdreich bis zu einem Drittel und mehr von der Sohle hinauf verdeckt. Sie werden durch eine in ihrer Stärke wechselnden Lage von dunkelbraunem glimmerreichen Humus — maximal 1,5 m — überlagert. Die gute Schichtung der sandreichen Geröllagen zeigt sich derzeit besonders klar. Eine Kreuzschichtung ist nirgends zu sehen, was aber beim derzeitig vorherrschenden Abschnitt der Schotter auch an und für sich schwer feststellbar wäre. Die *hängenden Schichten* sind durch *größere Schotter* gekennzeichnet. Gegen Süden, wo eine stärkere Humusdecke vorhanden ist, werden die Schotter kleiner. Die *Gerölle* sind *selten über 10 cm*, ganz selten bis zu 30 cm, *meist aber unter 5 cm groß*. — Was schon bei den seinerzeitigen Aufschlußverhältnissen festgestellt wurde, konnte auch jetzt hinsichtlich des *frischen Aussehens* der Gerölle bestätigt werden. Nur selten, und da fast immer bei Schiefen, sind mürbe, verwitterte und zerfallende Gerölle aufzufinden. Schon 1963/64 lagen als *Abraum* ziemlich häufig größere Gerölle und *Blöcke* umher, vereinzelt solche mit etwa 75 cm Durchmesser. Fast immer handelt es sich in solchen Fällen um verhältnismäßig gut abgerollte Pegmatitgneise, Pegmatite und hauptsächlich weiße Marmore.

Eine Geröll-Analyse an verschiedenen Stellen brachte auch verschiedene Ergebnisse, wobei außerdem auch auf die bestimmten Größenordnungen der Schotter Rücksicht zu nehmen war. An einer mehr westlichen Stelle ergab sich bei einer Größenordnung von 5—25 cm folgendes Ergebnis: etwa 40% Amphibolite, 25% Gneise verschiedener Art, 20% Glimmerschiefer und 10% Quarze. Den Rest stellen Marmore, Pegmatite, z. T. ganz dunkle Quarzite und Epidosite. — Weiter östlich brachte eine *Analyse* ein etwas verschobenes Bild: 20% Gneise, 15% Amphibolite, 7% Glimmerschiefer, 3% Marmore, gefolgt von wenig Quarzen, Pegmatiten und Epidositen. — Die Gerölle sind z. T. *besser abgerollt* und geglättet, letzteres vornehmlich bei Marmoren. — Die lokalen Verschiedenheiten werden besonders durch das stellenweise überaus *häufige Auftreten* von *Amphiboliten*, die woanders, auch in der unmittelbaren Umgebung, fast ganz fehlen können, betont. — Konglomeratische Verfestigungen konnten, wie seinerzeit, im Aufschluß selbst keine festgestellt werden, obwohl, damals wie heute, einige z. T. stark verfestigte Konglomeratblöcke auf dem Abraumplatz zu finden waren bzw. sind.

Nordwestlich von *Fisching* (südöstlich der Kote 685) erwähnte schon J. SOLCH (30, 1917, S. 317 und 321) *Schotter*. Er schrieb das eine Mal, daß auf der Südseite der *Mur* gerade neben der Eisenbahnbrücke *Kleinschotter* mit vielem Sand, ohne größere Blöcke aufgeschlossen sind

und vergleicht sie mit Schottern nördlich der Mur im Farracher Wald, wo Aufschlüsse fast ungeschichtete Gerölle mit vielen größeren Blöcken aus hauptsächlich Gneisen zeigen. An anderer Stelle berichtete J. SÖLCH (S. 321) über eine *Schottergrube* bei der „Wegbrücke“ über die Bahn näher. Demnach waren damals zu oberst Schotter mit Geröllen bis Kopfgröße mit reichlichem Sand, 1 m mächtig, zu sehen, darunter ein schmaler Streifen Sand, im Liegenden wiederum Schotter. Als Zwischenlagerung setzte nach der rechten Seite zu Lehm ein, der gegen das Ende der Schottergrube weiter hinunterreichte. — Der *Zusammensetzung* nach sprach J. SÖLCH von grauen und weißen Kalken, Hornblendgneisen, Quarziten und Gneisen und betonte, daß diese Schotter, ihrer Buntheit zufolge, dem *Murgebiet* und nicht dem Südrand des Beckens entstammen.

Leider war 1963, zur Zeit der ersten Begehungen in diesem Gebiet, die *Schottergrube*, die sich an der Grenze der *Würrterrasse* zur nächst tieferen befand, schon im Erliegen. Bessere Aufschlüsse zeigten sich nur noch im westlichen Abschnitt der Schottergrube und da auch nur in den unteren und mittleren Lagen. Nur im östlichen Teil standen vom Abbau übrig gelassene Schotter-Resttürme. Die oberen Lagen waren sekundär stark mit Humus vermischt.

Der *Zusammensetzung* nach fiel hier ein besonders hoher Prozentsatz an *Amphiboliten* und *Epidositen* (40—50%) auf, gefolgt von Kalken bzw. Marmoren heller bis grauer Farbe (15—20%), weiters von Gneisen, Schiefen und Quarzen etc. Die Geröllgröße schwankte; stellenweise häuften sich Gerölle mit über 20 cm Durchmesser, vereinzelt traten auch größere Blöcke auf. Eine höhere Sandquote war ortsweise bemerkbar, doch waren Einschaltungen von direkten Sandschichten selten. In den unteren Lagen gab es *konglomeratische Verfestigungen*. — Die Schottergrube wurde inzwischen aufgelassen und das Gelände vollkommen eingeebnet. Dafür wurde in letzter Zeit (1970) eine neue Schottergrube weiter im Osten aufgemacht.

Diese *neue Schottergrube* wurde auf einer Länge von etwa 150—180 m bei Kote 678 westlich von Silberrain bzw. südlich von Authal in der *Hauptterrasse* angelegt, wobei derzeit auch bis zu einer maximalen Tiefe von etwa 8 m abgebaut wird. Der Hang wird meist in seiner ganzen Höhe, d. h. maximal etwa 12 m hoch, angeschnitten. Im allgemeinen liegen hier ähnliche Verhältnisse vor wie in der vorher beschriebenen Schottergrube. Die Gerölle sind hier im Durchschnitt größer als in der großen Schottergrube nördlich Wöllmerdorf, aber es gibt kaum Geröll- oder Blockgrößen von über 40 cm. Eine genaue *Schotter-Analyse* konnte wegen der bei der Besichtigung gegebenen starken Reifbedeckung der Schotter (Dezember 1970) und wegen der Länge der Schottergrube aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden, doch scheinen, zumindest im westlichen Abschnitt, Gneise vorherrschend zu sein. Amphibolite fallen nicht im bisherigen Ausmaße auf. Kalk-Marmore, meist weiß gebändert, sind auch nur in einem geringen Prozentsatz feststellbar, ebenso wie Quarze und Epidosite. Pegmatite wurden im Westteil keine gefunden.

Die *Schotter* sind in ihrer Gesamtansicht *hellbraun*, nur im ganz frisch angeschnittenen Zustand *graufärbig*. Im Westen besonders ziehen im un-

teren Abschnitt *konglomeratische Bänke* durch. Nur vereinzelt treten wenig mächtige Lagen von braunen *Grobsanden* auf. — Die *Abrollung* der Gerölle ist, je nach Gestein, sehr verschieden, im allgemeinen aber *mittelgut*. Manchmal finden sich aber auch ausgezeichnet abgeflachte und geglättete Gerölle. Die Humusüberdeckung wechselt, meist ist sie aber gering, nur im Osten scheint sie stärker zu werden.

Eine weitere schon seit einigen Jahren aufgelassene *Schottergrube* gab einen gewissen, aber nicht allzu guten Einblick in die Schotter und Lagerungsverhältnisse der *Würmterrasse*. Sie befand sich etwa 300 m westlich des *Hansbauern*, an der Straße *Großlobming — Möbersdorf*. Die damaligen Aufschlußverhältnisse gaben nur im nordöstlichen Teil der Schottergrube ein besseres und noch unverfälschtes Bild und da auch nur bis zu einer Höhe von 2,5 m. Hier war eine *gute Schichtung* der Schotter feststellbar; dies besonders in den oberen Lagen, wo die Sandkomponente — von oben nach unten zwar zunehmend — nur gering war und die *Geröllgröße* bis zu 30 cm ging. In diesem Abschnitt, wenige Meter westlicher, herrschte ausgesprochene *Kreuzschichtung* und die Schotterlagen sahen wie aufgestaut aus. Hier gab es auch größere Gerölle und Blöcke (bis 50 cm) hauptsächlich von Gneisen und Quarzen. Damals konnte auch ein 0,75 m großer Epidosit-Block umherliegend gefunden werden, der zwar unregelmäßig abgerollt, aber gut poliert war, vereinzelt aber auch fast ebenso große Quarz- und Gneis-Blöcke.

Der *Zusammensetzung* nach fiel der *hohe Prozentsatz* von *Kalk-Marmoren* (30%) in überwiegend weißer Farbe auf (= Bretstein-K.M.), aber auch solche des *Murauer Paläozoikums*. Es gab weiters innerhalb der Geröllgrößen bis zu 15 cm 8% Epidosite, 6% Quarze und — verhältnismäßig häufig — Glimmerschiefer, Granatglimmerschiefer, Gneise und Amphibolite (z. T. auch granatführend). Pegmatit-Gerölle sah man nur vereinzelt.

Alle drei angeführten Aufschlüsse der Schottergrube zeigen bzw. zeigten *Transport von Westen her* an. Südliche Anteile sind nicht oder nur spärlich vertreten. — Abgesehen von den oberen Lagen, sind die meist doch *stärker sandigen Schotter* fast immer durchwegs *graufärbig* und im allgemeinen, dank des geringen Verwitterungsgrades, frisch aussehend und an *holozäne* Schotter erinnernd.

Bei einem Vergleich mit den Schottern der gleichen Hauptflur des *Aichfeldes* ist zwar weitgehende Übereinstimmung gegeben, doch zeigt sich aus den doch gegebenen Unterschieden der Zusammensetzung, daß im *Norden* eben doch die *Pöls* ein *Hauptzubringer* der *Schotter* war, während im *Murboden* die *Mur* praktisch die Alleinrolle gespielt hat. Auch fällt auf, daß im Gegensatz zum *Aichfeld* hier *konglomeratische Verfestigungen* viel seltener anzutreffen sind.

Am *Südrand* der *Hauptterrasse* lagert den Schottern zwischen *Wöllmerdorf* und *Baierdorf* und weiter östlich eine *Aulehm-Decke* auf, die, im allgemeinen *maximal 1,5 m* mächtig, gegen die Straße *Weißkirchen — Judenburg* zu auskeilt. Im bereits erwähnten *Bobrprofil* am Westrande von *Baierdorf* wird die Mächtigkeit des hier mehr *gelblichen Lehmes* sogar mit *5,1 m* angegeben. Der Lehm ist sonst

von brauner Farbe und etwas sandig, hat aber gerne Beimischungen von graublauem bis bräunlichem, sandigem Ton. Unter ihm lagern, wie seinerzeitige Aushübe bei Maria buch und B a i e r d o r f zeigten, bereits die Sande und Schotter der Hauptterrasse. — Am südlichsten Rand sind die Lehme stellenweise vermengt, wie schon angeführt, mit blaugrauem, aus dem *tertiären Hinterland* herabgeschwemmtem Ton.

Altersmäßig ist die Lehmdecke am ehesten an die *Wende der Eiszeit zum Holozän* zu setzen. — Solche *Aulehme* sind im A i c h f e l d an mehreren Stellen in nicht geringer Ausdehnung anzutreffen und wurden vom Verfasser 1963 (42, S. 16) beschrieben.

b) Die Terrassen des Neuen Hochstandes

Nach der Ablagerung der Endmoräne und der darauf folgenden mächtigen, *fluvioglazialen Akkumulationsphase* im W ü r m - M a x i m u m , wo die klimatische Schneegrenze nach H. SPREITZER (31, 1961, S. 43—47) auf 1500—1600 m absank, wurde durch die mit dem *Gletscherrückzug* parallel gehende *Erosion* die Hauptterrasse (bzw. deren Schotter) stellenweise weitgehend ausgeräumt. In der Folge kam es zu einem *weiteren Vorstoß* des *Murgletschers*, der aber nicht so kräftig war, wie der in der „Blütezeit“ des Würms, so daß die Endmoränen des *Neuen Hochstandes* (= N.H.) der Würm-Vereisung im *Judenburger Becken* 2—3 km westlich der *Endmoräne* von G r ü n h ü b e l , nämlich bei R o t h e n t h u r m und F u r t h zu liegen kamen. An diese knüpft sich wieder eine neue, mehrteilige Aufschüttungsphase des N. H., die nach H. SPREITZER vor 20.000 Jahren begonnen und vor Beginn der A l l e r ö d -Zeit, d. i. vor rund 12.000 Jahren, beendet war (S. 43).

Auf die *Terrasse des N. H.* im Gebiet des M u r b o d e n s hat insbesondere J. SÖLCH (30, 1917, S. 316/17 und 320), A. AIGNER (1, 1905, S. 45), der diese Flur als *Niederterrasse* der Würmzeit bezeichnete, dann H. SPREITZER (31, 1961, S. 39 und 44) und A. T. MANSOUR (16, 1964, S. 39 und 67) hingewiesen.

Die Terrasse des N. H. (Tafel 1 und 2ab) erstreckt sich großflächig von der M u r östlich von J u d e n b u r g bis zur großen Murschleife westlich des F a r r a c h e r W a l d e s , trägt somit den Stadtteil M u r d o r f und nimmt den G r o ß p i r k a c h - und den M u r w a l d mit der auf der Karte eingetragen, in Wirklichkeit aber nicht vorhandenen Erhebung mit Kote 708 ein (auf diese falsche Karteneintragung hat schon A. AIGNER [1, 1900, S. 45] und J. SÖLCH [30, 1917, S. 317] hingewiesen). Die Terrasse wird dann auf einer Länge von rund 800 m unterbrochen, um sich südöstlich der *Bahnlinie* Zeltweg—Wolfsberg bis unmittelbar westlich des Schlosses A u t h a l fortzusetzen, wo sie direkt an die tiefste *holozäne Flur* im Raume von N e u f i s c h i n g stößt. Ein kleiner *Rest* dieser *Terrasse* des N. H. ist dann weiter im Osten, westlich des Gehöftes B l i c k n e r , anzutreffen und dann noch einmal in zungenförmiger Gestalt unmittelbar westlich von G r o ß l o b m i n g . Bis Knittelfeld bzw. S t . M a r g a r e t h e n bei Knittelfeld läßt sich diese Terrasse nicht mehr nachweisen, setzt aber dann beim letztgenannten Ort wieder an und zieht bis S t . L o r e n z e n auf der *rechten Murseite*.

Diese Flur erhebt sich in ihrer weiträumigsten Ausdehnung östlich von Murdorf maximal 30 m über den Murspiegel. Ihre sichtbare größte Mächtigkeit beträgt hier maximal kaum 15 m. Sie liegt im Westen rund 18 m, bei Großlobming nur rund 10 m unter der Hauptterrasse. Östlich der Bahnlinie Zeltweg—Wolfsberg beträgt die Niveau-Differenz zur Mur nur noch 15 m, während sie westlich von Großlobming nur noch rund 10 m ausmacht. Diese Terrasse ist demnach etwas stärker nach Osten abfallend als die Hauptterrasse, beträgt doch die Neigung zwischen Murdorf und Murschlinge westlich des Farracher Waldes rund 9‰, während der der Hauptterrasse bei 8‰ in diesem Raume liegt. Bei den östlichen Teilfluren macht das Gefälle 5—6‰ aus und ist da wiederum geringer als das der Hauptterrasse.

Von Interesse ist die Tatsache, daß unmittelbar nördlich von Wöllmerdorf (nördlich der Kote 710) und weiter westlich der sonst 12—15 m hohe, steile Hangabfall der Hauptterrasse durch Hangleisten entschärft und durch Einschaltung von Teilterrassen allmählich in das eigentliche Hauptniveau des N. H. überführt. Insgesamt sind es hier vier Hangstufen, von denen die oberste, sich nochmals unterteilend, am steilsten ist und 6—7 m tief hinunterführt, während die zweite, 4—5 m hoch, mehr wellenartig abfällt und die übrigen Abstufungen noch geringere Höhenunterschiede zeigen. Zwischen der zweiten und dritten Bodenwelle liegt die größte Flur. — Eigenartigerweise führen diese Teilfluren wohl nach Osten in den Wald hinein, fließen aber nach Westen, wenn auch nach unterschiedlichen Strecken, dann zusammen. — Bei Betrachtung dieser kleinen abgestuften Terrassen, besonders von unten her, ist man eher geneigt, diese Teilfluren als Ergebnis der Mehrphasigkeit des N. H. aufzufassen, wo eben Akkumulationen und Erosionszeiten mehrmals wechselten, wobei die Schaffung der obersten Hangstufe der Erosionsphase zuzuschreiben wäre, die zwischen dem Würm-Maximum und dem N. H. lag.

Durch den Murwald selbst läuft südlich der genannten, fälschlich eingetragenen Kote 708, südlich des in der Karte eingezeichneten Fuhrweges, eine maximal 8 m hohe Hangstufe durch, die nach Westen infolge des hier ansteigenden Geländes immer mehr verflacht. Es liegt hier so eine Zwischenterrasse vor, deren Bildung einer der letzten Schwankungsphasen des N. H. zu verdanken ist. Aber auch nördlich des genannten Weges sind mehrere kleinere Bodenwellen zu sehen, die immerhin 4—5 m Höhenunterschiede aufweisen können. Nach Norden hin hören diese aber vollkommen auf. Es breitet sich dann die große Fläche des fast vollkommen ungegliederten Großpirkach-Waldes aus. Am Nordrand des N. H., oberhalb der nördlichen Siebenbrunn-Quellen, fallen aus dem Steilhang hervortretende, stark verfestigte Konglomeratblöcke bzw. Wände auf. Diese Konglomerate bestehen hauptsächlich aus Gneisen, von denen die größeren am besten abgerollt sind, dann aus Schiefen, die z. T. nicht oder nur wenig abgerundet sind, weiters aus wenigen Epidositen, Amphiboliten und Quarzen. Kalk-Marmor-Gerölle sind nur ganz vereinzelt zu sehen. Es handelt sich dann immer um kleinere, gut abgerollte Gerölle. — Die größten Gerölle — es sind dies fast immer Gneise — erreichen 30—40 cm. Kennzeichnend ist, daß die größeren und größten Gerölle immer senkrecht zur

Schubrichtung ausgerichtet sind. Das Kittmaterial ist grobsandig. — Der erste Eindruck ist der einer sehr stark verfestigten Moräne (eine solche Annahme würde aber nicht den Tatsachen entsprechen). — Weiters murabwärts gegen die Bahnbrücke zu und weiter östlich, aber auch westlich des Dampfkraftwerkes sind solche Konglomerate nicht mehr zu bemerken.

Einen guten Einblick in den Aufbau der bei Schloß A u t h a l endenden Terrasse des N. H. gewährten eine unter Mitwirkung des Verfassers im Jahre 1964 erfolgte *40 m tiefe Versuchsbohrung* und der darauffolgende Bau eines *Horizontalbrunnens* zum Zwecke der Ergänzung der Wasserversorgung für Judenburg, weiters die schon genannte, über 737,4 m tiefe *Az-Bohrung* der ÖAMG bei der Schäffer-Hube, und außerdem bietet ihn heute noch eine große *Schottergrube* unmittelbar nordwestlich des genannten Schlosses.

Die erwähnte im Juni/Juli 1964 durchgeführte *Versuchsbohrung* der *Stadtwerke Judenburg* (maximal 0,5 m Durchmesser) im Gelände der bereits vorhandenen *Tiefbrunnen-Anlage* in Murdorf brachte ein verhältnismäßig sehr einförmiges Schichtprofil; dies besonders ab einer Tiefe von 20,5 m. Es zeigte sich nämlich unter 30 cm braunem Humus ein Gemisch von Fein-, Mittel- und Grobkiesen mit nur zuerst braunen, dann immer grauen Fein- und Grobsanden, in *Wechselagerung* mit *konglomeratisch* meist *stärker verfestigten Lagen*. Solche *Konglomerat-Einschaltungen* — insgesamt dreimal mit einer minimalen Mächtigkeit von 0,4 m und einer maximalen von 3,80 m — wurden nur bis zu einer *Tiefe* von 20 m angefahren. Bei den mitteltiefen Konglomeratbänken waren vereinzelt größere Gerölle (bis zu 15 cm) in *grobsandiger Grundmasse* (Korngröße durchschnittlich 2—3 mm) eingekittet. In der tiefsten Konglomeratschicht war eine maximale Geröllgröße von nur 3 cm feststellbar. — Immer wieder traf man in fast *jedem Horizont* auf *größere Gerölle* bzw. *Blöcke* (sog. Findlinge lt. Bez. der Bohrfirmen), die im Verein mit den Konglomeraten die Bohrung sehr erschwerten. Die Blöcke erreichten *Durchmesser* bis zu 40 cm. Sie bestanden fast durchwegs aus kalkfreiem Material. Nur vereinzelt waren Marmorblöcke darunter. — Die Gerölle waren auch außerhalb der konglomeratischen Verfestigungen überwiegend kalkfrei (Gneise, Schiefer, Quarze, stärkerer, aber wechselnder Anteil von Amphiboliten und Epidositen). Sie erreichten *Durchmesser* bis zu 25 cm, dies besonders in einer Tiefe von 30—35 m. — Der *Sandanteil* war auch im Bereich oberhalb des Wasserträgers (d. i. etwa oberhalb von 26,6 m) meist *sehr hoch*. So betrug der Feinsand-Anteil in rund 21—22 m *Tiefe* etwa 70%. Den ab 26 m Tiefe vorliegenden *Siebkurven* zufolge schwankte der Sandanteil (bis zu 2 mm) in den Tiefen des Grundwasserträgers zwischen 15 und 45%. — Der *Durchlässigkeitswert* (k) bewegte sich in 33—35 m Tiefe zwischen 0,093 und 0,239 cm/sek. Im Durchschnitt ergab sich so ein *k-Durchschnittswert* von 0,16—0,17 cm/sek.

Als *Grundwasserstauer* trat bei 39,7 m *Tiefe* ein glazialer, sandiger Lehm mit Gerölleinschlüssen bis zu 2,5 cm auf. Bei 40 m wurde, wie schon hingewiesen, die Versuchsbohrung eingestellt.

Dieses Bohrprofil läßt demnach *faziell größte Übereinstimmung* mit den Schottern der besprochenen westlichen Aufschlüsse der *Hauptterrasse* er-

kennen. Daraus und aus dem folgenden kann abgeleitet werden, daß hier, was sowieso anzunehmen war, dieselben Einzugsgebiete und äußerst ähnliche Verhältnisse beim Transport und bei der Akkumulation gegeben gewesen sein mußten. — Auf Grund des vollen Erfolges der Versuchsbohrung und des zu erwartenden sehr starken Grundwasserangebotes wurde dann auch hier der *Horizontalbrunnen* errichtet.

Die 737,4 m tiefe, in einer Seehöhe von 685 m niedergebrachte *Az-Bohrung der ÖAMG* unmittelbar nordwestlich der damaligen *Postlhube* aus den Jahren 1950/51 brachte, etwa 100 m von der *M u r* entfernt, laut Beschreibung des vorliegenden Bohrprofils, zuerst 23,7 m starke Schotter aus kristallinen Schiefen, dann, getrennt durch nur geringmäÙige Sande und Tone, 7,5 m mächtige Lagen von Granitblöcken, weiters solche aus Granit- und Quarzgeröllen mit 11 m Mächtigkeit, in der Folge bis zu einer Tiefe von 83 m Schotter, die einmal durch 1,9 m starken Ton unterbrochen werden. Bis zu dieser Tiefe reicht anscheinend das *Glazial*. Das *Tertiär* beginnt mit 13,2 m mächtigen, sandigen Tonen, die, je nach Ton- und Sandgehalt nur wenig variiert, in Wechsellagerung mit Schottern bis zur erwähnten Tiefe die übrige Strecke durchlaufen. — Leider waren mit dem Profil keine Schotteranalysen verbunden. Bei den angeführten Granitblöcken dürfte es sich wohl um Pegmatitgneise und Pegmatite gehandelt haben, die weiter westlich im *Jesuitenwald* in auffallender Weise vertreten sind.

Parallelen zu ziehen und Übereinstimmungen mit den Ergebnissen der beschriebenen Versuchsbohrung bei *M u r d o r f* zu finden, fällt hier hinsichtlich der *Glazialschichten* wohl hauptsächlich wegen der sehr vereinfachten Profil-Nomenklaturen schwer, obwohl diese zwei Bohrungen nur rund 1 km voneinander entfernt liegen.

Einen prächtigen, etwa 12 m hohen und schätzungsweise etwa 180 m langen *Aufschluß* gibt eine unmittelbar westlich des Schlosses *A u t h a l* befindliche, in Nord-Süd-Richtung verlaufende *Schottergrube*, die gerade am östlichen Ende der *Terrasse des N. H.* liegt. Die *stark sandigen*, vornehmlich *grauen Schotter* zeigen hier im westlichen Teil durchschnittliche *Geröllgrößen unter 10 cm*. Die stellenweise bis zu 15 cm stark werdenden Sandlinsen und Schotter weisen nur vereinzelt eine *Kreuzschichtung* auf. Gegen Südosten treten etwas größere Gerölle (bis über 20 cm) stärker hervor. In mittleren und oberen Abschnitten der Schottergrube können die *Sandlinsen* bis zu 0,75 m Mächtigkeit erreichen.

Hinsichtlich der *Zusammensetzung* sind hier in erster Linie Orthogneise und andere Gneise (pegmatitische und aplitische), Quarze, dann Amphibolite (unter 10%) und noch weniger Marmore (darunter Bretstein-K.M.) und Glimmerschiefer zu sehen. Vereinzelt kann man auch Epidosite und Pegmatite finden, die aber gegen Osten zu häufiger werden. Als *Abraum* kann man *größere Blöcke* von *Pegmatiten* (um 0,5 m ϕ) und solche von *Amphiboliten* sehen. Konglomeratische Lagen konnten zur Zeit der Beobachtung keine festgestellt werden. Wohl liegen im mittleren Abschnitt stärker verfestigte konglomeratische Blöcke als Abraum umher.

Infolge der *gleichen Transportrichtung* und fast *desselben Bezugshinterlandes* lassen sich diese Schotter weitgehend mit den Schottern der Haupt-

terrasse der neuen Schottergrube, 750 m weiter südlich, vergleichen. Sie machen nur vielleicht einen etwas frischeren Eindruck.

c) Riß-Moränen und Riß-Terrassen

H. SPREITZER (31, 1961, S. 17) hat u. a. vermerkt, daß Spuren *älterer Eiszeiten* im Bereich des *Würmgletschers* nur gering und selten sein können. Solche sind nur dann zu erwarten, wenn entweder infolge der geringen Höhenlage des nachfolgenden Gletschers die älteren Ablagerungen nicht beseitigt werden konnten oder wenn, wie im *Murtal*, der Würmgletscher einige Kilometer weiter talaufwärts als sein Vorgänger endete. Letzteres trifft für den *Rißgletscher* des *Murtales* zu, der mindestens 7 km weiter im *Murtal* vorstieß als der Gletscher zur Zeit des *Würm-Maximums*. H. SPREITZER hat 1953 und 1961 schon berichtet, daß das westlich von *Mariabuch* infolge des tertiären tonigen Untergrundes zu Rutschungen neigende Gelände, z. T. mit gut gerundeten, zum größeren Teil aber mit kantigen Blöcken nach Art von *Ufermoränen-Material* bedeckt ist. Er wies auf zwei kleine Wälle hin, die oberhalb von *Mariabuch* 60—80 m über der *Würmhauptterrasse* liegen. Auf Grund von Beobachtungen, die er am Rande eines alten Aushubes am Hang westlich des Dorfes, 50 m über der Hauptterrasse, machte, kam SPREITZER bei einer gemeinsamen Begehung mit G. M. RICHMOND und L. WEINBERGER zur *rißzeitlichen* Altersbeurteilung dieses *Moränen-Vorkommens*. In der Blockpackung des Moränenmaterials ist, wie ebenfalls SPREITZER beobachtete, auch in den unteren Hangpartien rötliches, feines Material eingebettet, das aus der *karminroten Bodenbildung* des *Mindel-Riß-Interglazials* stammen soll, dem eben die Moräne auflagert.

Auf Grund eigener Begehungen zeigte sich der steilere Hang westlich von *Mariabuch*, der inzwischen oberflächenmäßig stark eingeebnet wurde, ab 720 m Höhe großteils übersät mit eckigen, kleineren Bruchstücken des Bretstein-K.M., vereinzelt auch mit kleineren, mehr eckigen Blöcken dieses Gesteins, die aus dem Boden ragten. Höher oben konnten zwei sehr gut abgerundete Pegmatitblöcke mit maximal 40 cm Durchmesser angetroffen werden. In etwa 770 m Höhe liegt ein größerer, etwa 6—7 m³ umfassender Block aus meist weißem, stellenweise vollkommen zerhacktem Bretstein-K.M. — Weiter westlich, wo bereits das Gelände infolge älterer Rutschungen äußerst unruhig, hügelig und muldenreich ist, konnte man nur schlecht abgerollte Gneise und Schiefer sehen. Ausgesprochene Moränenwälle konnten keine mehr angetroffen werden.

Der Boden der Hangwiese weist immer wieder *Nester aus karminrotem Ton* auf, aus denen Wasseraussickerungen stattfinden und dessen Entstehungszeit H. SPREITZER, wie gesagt, in die *Mindel-Riß-Zwischeneiszeit* verlegt. — Weiter westlich dieses Gebietes wird dieser auffallende Tonboden durch einen Boden aus bräunlichem, sandarmem Lehm abgelöst. Wohl konnten aber solche rote Tone auf einer Wiese in 760—780 m Höhe oberhalb von *Wöllmerdorf* wieder festgestellt werden. — Es kann sich hier hinsichtlich des *braunen Lehmes* um einen die Moränen-Aufschüt-

tung bedeckenden Boden aus der letzten *Zwischeneiszeit* (Riß-Würm) handeln, von dem ebenfalls H. SPREITZER schreibt.

Auf Grund der erwähnten Feststellungen war es schwer und wagemutig, hier an *Rißmoränen* zu denken, doch haben H. SPREITZER und seine Begleiter, denen noch bessere Aufschluß- und Beobachtungsmöglichkeiten zur Verfügung standen, mit der Auffassung, hier eine *Ufermoräne der Rißeiszeit* vor sich zu haben, sicherlich recht. Dies um so mehr, als der Verfasser auch oberhalb des Westendes von *Baierdorf* eine solche in typischer Ausbildung feststellen konnte (Tafel 1 u. 2 m. Profil B). Hier erhebt sich nämlich von 710 m Höhe an ein steileres Hügelgelände mit einzelnen an Rutschungen erinnernden Wällen und Hügeln bis gegen den Waldrand hinauf. Diese sind aus größeren, nur sehr gering abgerollten Trümmern aus *Mariabucher Sinter* vornehmlich aufgebaut, der gerade hier, was im Steinbruch nur sehr selten angetroffen werden konnte, sehr häufig *Einschlüsse* von *schwarzem, stark bituminösem, tertiärem Kalk*, meist in Bänderform, aufweist. (Im Dünnschliff ist erkennbar, daß der Kalk, wie schon einmal beschrieben, an seinen Rändern vom Sinter aufgelöst bzw. angegriffen wurde und daß parallel zu den Sinterlagen etliche Kalzitadern den Kalk durchziehen.) — Neben diesem *Anteil* aus *Mariabucher Sinter*, der ja höher oben durchstreicht, lassen sich hier auch Pegmatit-Gerölle und -Blöcke auffinden.

Die vorliegenden Ablagerungen, bei denen es leider an besseren Aufschlüssen mangelt, können in Parallele zum Vorkommen bei *Mariabuch* ebenfalls als eine *Riß-Ufermoräne* gedeutet werden. Daß eine Moräne dieser Art in erster Linie Material aus der unmittelbaren Umgebung enthält, liegt auf der Hand. — Auch hier, wie ebenfalls weiter östlich, finden sich wie in *Mariabuch* im Boden karminrote Ton- bzw. Lehmester. Diese Rotlehme sind typisch für Terrassen des *älteren Quartärs* und weisen auf ein damaliges subtropisches Klima hin.

Vom Vorkommen dieser Rißmoräne läßt sich, wie auch sonst bekannt, ein größerer Vorstoß des *Rißgletschers* nach Osten und damit eine merklich größere Ausdehnung desselben im Vergleich zu der des *Würmgletschers* ableiten. Gleichzeitig kann man ermessen, wie groß die fluviatile Ausräumung in der Nachrißeiszeit gewesen sein mußte, zumal Rißmoränen am Nordrand des *Aichfeldes* nirgends mehr nachweisbar sind.

750 m nordöstlich von *Weißkirchen*, einmal unterbrochen durch die auslaufende holozäne Talung des Feistritzbaches, erhebt sich über der *Würm-Hauptterrasse* eine *zweigeteilte, terrassierte Flur*, die sich auch südlich von *Weißkirchen*, zuerst zwar nur als schmale Restflur, bis nach *Eppenstein* hin verfolgen läßt und die auch den Feistritzbach auf seiner Westseite weit nach Süden begleitet. Die westliche wie auch östliche Teilterrasse weist einen verhältnismäßig starken Abfall nach Norden auf. Die Höhendifferenz beträgt in beiden Fällen zwischen Süden und Norden gut 40 m. Das Gefälle beträgt so für den westlichen Abschnitt 2,3%, für den östlichen sogar 2,6%. Der höhenmäßige Unterschied zur Mur macht bei der westlichen Teilflur maximal über 60 m (im Süden), minimal rund 20 m (im Norden), bei der östlichen rund 65 m maximal und über 25 m

minimal aus. Diese Tatsache ist aber wohl in erster Linie dem Wirken der Erosion, und da hauptsächlich der der *Vorrißzeit*, zuzuschreiben, wodurch auch gerade bei der westlichen Flur infolge der Abtragung, hier zwar auch in Verbindung mit der nachfolgenden fluviatilen An- und Auflagerung, die bei der Ostflur ursprünglich vorhandenen Steilhänge z. T. sehr abgeflacht und im Osten der westlichen Flur einen allmählichen Übergang zum Talniveau des Feistritzbaches geschaffen hat. Sicherlich war der tertiäre Untergrund infolge stärkerer altquartärer Abtragung gerade in den nördlichen Abschnitten schon entsprechend geneigt, auch zeigen die tertiären *Blockschotter* oberhalb *Allersdorf* meist Nordfallen, während diese oberhalb von *Pichling* mehr söhlige Lagerung aufweisen.

Hinsichtlich des Aufbaues dieser höheren Terrassen geben vereinzelte kleinere Hangaufschlüsse und bei *Pichling* eine große Lehmgrube (Besitzer *Tondolo*) eine entsprechende Einsicht. So zeigt ein Hanggrutsch südöstlich von *Möbersdorf*, oberhalb der Kote 663, bis zu 670 m Höhe gehende Schotter mit einem höheren Prozentsatz an über 30 cm großen Geröllen, die sich vornehmlich aus meist weißlichen Granitgneisen und gut abgeflachten Amphiboliten zusammensetzen, über denen Feinsande und bräunliche Lehme lagern. — An der Prallstelle des Granitzenbaches nordöstlich vom *Frewein* (= *Zechner* im Grunde) sieht man wiederum 2,5—3 m mächtige Geröllschichten mit Geröllgrößen von maximal 10 cm, in deren Hangenden ab 685 m Höhe 2—2,5 m starke, gelbbraune Lehme liegen. — In *Unzdorf* selbst konnten an Aushüben 4—5 m mächtige Lehme gleicher Art beobachtet werden, unter denen grundwasserführende Schotter kommen.

In der südöstlich von *Pichling* befindlichen Lehmgrube wird das Material für die Ziegelerzeugung in *Mariabuch* gewonnen. Hier zeigt sich eine maximal 4 m mächtige *Lehmdecke*, die sich nach Westen, wie am Westrand der Lehmgrube bei der hier über den herabkommenden Hohlweg führenden Materialabfuhr gut sichtbar, bis auf 0,5 m vermindert. Unter diesen braunen Lehmen kommen gut geschichtete, stark limonitisch verwitterte Schotter, die fast ausschließlich aus meist hellen Gneisen und Amphibolgneisen sowie nur wenigen Quarzen bestehen. Die Geröllgröße bewegt sich um 5 cm, nur vereinzelt finden sich größere Gerölle.

Östlich der Häuser von *Pichling* beträgt die Lehmmächtigkeit, wie an einem Brunnen-Aushub festgestellt werden konnte, 3 m, wobei hier innerhalb des Lehms Verfestigungen (sogenannte „Tufflagen“*) auftreten; darunter kommen wieder Schotter. — Am Westabfall der Terrasse von *Pichling* (etwa bei Kote 695) reicht der Lehm, wie aus Brunnenprofilen feststellbar, 6—7 m tief hinunter, bevor die wasserführenden Schichten kommen. — Eine noch größere Mächtigkeit zeigt der Lehm am Westrand von *Allersdorf*, oberhalb der Straße und außerhalb des eigentlichen Siedlungsgebietes, während am Ortsostende bei *Kelleraushüben* nördlich der hier abfallenden Straße und unmittelbar westlich der Brücke über den

*: Bezeichnung der Brunnenbauer!

Feistritzbach nur noch 2,5 m mächtiger Lehm zu sehen ist. Unter diesem kommen vornehmlich grobe Schotter mit Block-Charakter vor, wobei auch im Lehm solche Schotter eingepackt sind. Hier scheint es sich zumindest im östlichsten Bereich z. T. um Anschwemmungen von Alluvionen zu handeln, wie sie auch in einer Schottergrube südlich von Großfeistritz zu sehen sind.

Die Altersbestimmung der nun beschriebenen Terrasse von Allersdorf-Pichling stößt wohl auf keine besondere Schwierigkeit. Höhen- und materialmäßig kann sie hinsichtlich der Akkumulation der Schotter nur in die *Rißzeit* (= Hauptzeit der Vereisung) gestellt werden, so daß hier *Hochterrassen-Schotter* nach PENCKs Auffassung vorliegen, d. h. daß die eigentliche Bildung der Terrassenform in die *Riß-Würm-Zwischenzeit* zu verlegen ist.

Diese Auffassung haben bereits in den letzten Jahren und Jahrzehnten mehrere Forscher, die sich mit dieser Terrasse im besonderen befaßt haben, vertreten, so zuletzt H. POLESNY (46, 1970), dann A. T. MANSOUR (16, 1964, S. 51) und vor ihm J. FINK (5c, 1962), der einem Profil von Pichling zufolge (WINKLER-HERMADEN, 1955) hier in Anlehnung an ähnlich gelagerte Fälle von einer Wechsellagerung von Boden- und Lößbildungen (B-L-B-L-B) spricht, wobei er für die Bodenbildung (= Warmzeit) jeweils eine Erosionsperiode und für die Lößbildung (= Kaltzeit) eine Akkumulationsperiode annimmt. — WINKLER-HERMADEN (40, 1955, S. 61) stellt diese Terrasse ebenfalls in die *Rißzeit* bzw. in die *Mindel-Riß-Zwischeneiszeit*, da er allgemein (S. 37) höhere lehmbedeckte Terrassen wie die von Spielberg bei Knittelfeld als *zwischenzeitlich* ansah. — Ausführlich beschäftigte sich J. SÖLCH (30, 1917, S. 321—323) mit diesen Fluren östlich von Weißkirchen und bezeichnet sie als älter als „*Murboden und Aichfeld*“, zumal sie nicht nur höher, sondern auch viel reicher mit Lehm bedeckt und ihre Schotter stärker verwittert sind. Er erkannte auch, daß es nicht Murschotter sind, die die Aufschüttung zusammensetzen, sondern, daß die Gerölle dem Einzugsgebiet des Feistritzbaches entstammen. Er wies darauf hin, daß bei Thann und Pichling vorwiegend fruchtbare Lehme die Flur bedecken, unter denen aber, mit schräger Trennungsfläche, gleich bei Pichling am Rand des Abfalles Schotter zum Vorschein kommen, die nur schlecht erkennbar geschichtet, meist verwittert und ungleich groß sind. Er erwähnte Blöcke bis zu 0,5 m. Er versuchte auch, die Tatsache des Steilabfalles der Flur im östlichen Bereich wie die sanfte Abböschung auf der linken Seite des Feistritzbaches zu erklären. SÖLCH wies weiters auf OESTREICH, STUR (1864) und MORLOT (1848) hin, die diese Rißterrassen für tertiäre Aufschüttungen hielten. A. MORLOT (20, 1848, S. 34) erwähnte dabei weiche Molasse-Sande und Mergel auf der Strecke zwischen Weißkirchen und Allersdorf. — A. AIGNER (1, 1906, S. 28 bis 31) erwähnte ebenfalls diese Terrasse und bezeichnete sie als solche von Fisching und Pichling-Pfaffenberg (Deckenschotter!). — A. PENCK (23, 1909, S. 1127) wies nur kurz auf diese lehmbedeckte Flur zwischen Weißkirchen und Großlobming hin, die er auf *Tertiär* liegend glaubt.

d) Spätglaziale Terrassen und holozäne Fluren

So wie im Aichfeld (E. WORSCH, 42, 1963, S. 18—22), wo unter der Hauptterrasse und unter den Fluren des *Neuen Hochstandes*, zwar meist nur in schmalen Streifen, etwas breitflächiger nur am Südwestrand von Knittelfeld, letzteiszeitliche Terrassen ausgebildet sind, finden sich solche *nachwürme* und damit der *ausgehenden Eiszeit* angehörige Terrassen im äußersten Nordwesten des Murbodens, fehlen im mittleren Abschnitt vollends und beginnen wiederum östlich von Neufisching bei Blickner (Tafel 1). Von hier aus ziehen sie, nur durch die *holozäne Talflur* von Großlobming unterbrochen, nach Osten und enden etwa südlich der Einmündung der Ingering, östlich des Einödhofes. Sie haben meist nur zungenförmiges Aussehen. Die größte Breite wird im östlichsten Teil des Murbodens erreicht.

Auf solche tiefere Terrassen hat A. AIGNER (1, 1906, S. 26 und 46) und J. SOLCH (30, 1917, S. 316 und 321), die sie als *dritte Terrassen* bezeichnen, weiters auch H. SPREITZER (31, 1961, S. 48) u. a. hingewiesen. A. T. MANSOUR (16, 1964, S. 51) benannte die Flur in dieser Art in seiner Dissertation als Terrasse III und verlegte ihre Bildung, einer Erosionsphase in der *Alleröd-Zeit* (vor 10.000—12.000 Jahren) folgend, in die *Schlern- und Gschnitz-Eiszeit*. — Für den Bereich des Grazer Feldes, aber auf die Verhältnisse im Murboden und Aichfeld übertragbar, hat H. FLÜGEL (6, 1960) diese Fluren als letzte *kalteiszeitliche* Aufschüttungen und Terrassen definiert und sie, die Verhältnisse bei Gratkorn besonders im Auge habend, in die *Anzylus-Zeit* gereiht. FLÜGEL hat dabei die Meinung vertreten, daß auf Grund der 25 m mächtigen Aufschüttungen in dieser Gegend die Erosions- und Akkumulationsphase noch dem *Spät-Würm* angehören, will aber die hangendsten Schotterlagen bereits ins *Frühholozän* verlegt wissen. A. WINKLER-HERMADEN (40, 1955) vertrat die Meinung, daß die beiden Phasen dieser Terrassenbildung allein in das *Holozän* gehörten. — H. SPREITZER (31, 1961, S. 48) verweist auf eine mündliche Mitteilung durch R. PITTIONI, der mesolithische Funde in der *Zigeunerhöhle* bei Gratkorn 1955 bearbeitet hatte. Danach vertrat dieser die Ansicht, daß diese Terrasse eher als *schlernzeitlich* anzusehen wäre.

Im Hinblick auf die verhältnismäßig großen Höhenunterschiede zwischen der Terrasse des *Neuen Hochstandes* und dieser Flur — etwa 12 m —, wie sie nordöstlich von Murbach gegeben sind, steht eine *nachwürme*, aber noch eiszeitliche Eingliederung wohl außer Zweifel.

Von besonderem Interesse ist die schmale, *terrassierte Flur* des Jesuitenwaldes nördlich von Murbach im Gebiete nördlich der Wasserversorgungsanlage für Judenburg, zu der die Terrasse des N. H. 10—12 m tief abfällt. Nach Westen, besonders aber nach Osten vermindert sich diese Höhendifferenz merklich. Der Jesuitenwald selbst wird durch eine nach Osten breiter werdende Wiese unter dem erwähnten Hangabfall der Terrasse des N. H. getrennt. Betritt man diesen Wald an seinem Ostende, so stößt man gleich am Beginn des Waldes auf einen mehr als 2 m großen, kaum abgerundeten *Pegmatitblock*. Solche 1—2 m³ große Blöcke

dieses Gesteins, z. T. auch granatführend, liegen im Walde immer wieder umher. Zwischen ihnen laufen ehemalige, nur wenig tiefe Wasserrunnen zur Mur hin und münden einige Meter oberhalb derselben aus. Es sieht hier demnach alles nach einer typischen Moränenlandschaft aus. Von Moränenhügeln, wie er solche auch am Nordufer der Mur zu sehen glaubte, sprach auch A. AIGNER (1, 1906, S. 46), an die, wie er schrieb, nach Osten ein schmales Schotterfeld anschließt, das ungefähr 12 m niedriger liegt als die *Niederterrasse* (= N. H.).

Diese sehr schlecht abgerollten Blöcke kann man stellenweise am Steilhang ein Stück noch zur Mur hinunter verfolgen. Sie bleiben aber im allgemeinen an oder in der Nähe der Oberfläche. Sonst sieht man am Hang zur Mur hinunter, soweit aufgeschlossen, meist ungeschichtetes Schottermaterial, stellenweise aber auch konglomeratische, verfestigte Schotterbänke.

Eine Deutung dieser Verhältnisse ist keineswegs leicht. Doch handelt es sich sicherlich nicht um eine hier lagernde Moräne, wohl aber um ausgesprochenes Moränenmaterial, das durch die Mur aus geringer Entfernung — es dürfte sich um die Moränen bei *R o t h e n t u r m - F u r t h* handeln — hertransportiert wurde. Bei einer Begehung mit drei Wiener Geologen stimmten diese auch dieser Ansicht bei. Dr. SCHLUSCHKE meinte damals, daß ein Katastrophenfall vorliegen würde: Aufgestautes Wasser (wohl in der Gegend bei Judenburg) müßte in der auslaufenden Eiszeit plötzlich durchgebrochen sein und das Material hier abgelagert haben. Daß gerade die äußerst harten *Pegmatitblöcke* nun vornehmlich vorliegen, ist unschwer durch Auslese auf dem Transport zu erklären. — Das erwähnte Wiesentälchen südlich des Jesuitenwaldes, das etwas tiefer als dieser liegt, dürfte nach Ablagerung des Blockmaterials durch einen den Wald umfließenden Murarm entstanden sein. — Solche Pegmatitblöcke finden sich interessanterweise, wenn auch nach einer längeren Unterbrechung, wiederum weiter im Osten, meist mehr gegen den hier stellenweise 14—16 m hohen Steilabfall der Terrasse des N. H. zur Mur hin. Sie lagern aber immer nur zonenweise und auch nicht mehr in der Größenordnung wie im Jesuitenwald. Dies gilt besonders für den *G r o ß p i r k a c h w a l d*, westlich des kalorischen Werkes. Mit der Abnahme der Größe der Blöcke nimmt gegen Osten aber der Grad der Abrollung zu. — Unterhalb der Kote 684 steht am Murufer selbst ein etwa 20 m³ großer Block aus Bretstein-Kalkmarmor, der wiederum fast keine Abrollung zeigt und wie anstehend aussieht. Kleinere Blöcke dieser Art liegen im Murbeet selbst zerstreut. Der Transportweg muß besonders kurz gewesen sein. Wie im Jesuitenwald ist auch hier der Wald immer wieder zerfurcht durch die erwähnten Grabenrinnen, die immer zur Mur hinziehen und etwa 5—6 m oberhalb des Flusses ausmünden.

Über die nachwürmen Terrassen und Streifen, die von südöstlich von *Z e l t w e g* nach *G r o ß l o b m i n g* und gegen *K n i t t e l f e l d* ziehen, kann materialmäßig nichts gesagt werden, da es durchwegs an Aufschlüssen mangelt. Ihre Ausscheidung in der Karte war einzig und allein höhenmäßig bedingt und möglich.

Holozäne Terrassen sind nur nördlich und nordöstlich vom *Blickner*, westlich von *Großlobming* festzustellen. Ihr Abfall zur Mur beträgt aber maximal nur 3—4 m. Sonst kann man im Gebiet des Murbodens nur von *holozänen Fluren* sprechen, die wegen ihrer fast *murgleichen Höhenlage* keine Terrassierung aufweisen können. Auf einer solchen Flur mit größerer Ausdehnung liegen *Neufisching* und das Schloß *Authal*. — Ähnliche Fluren finden sich bei *Blickner* und, besonders großflächig, nördlich und nordwestlich von *Großlobming*, um dann weiter gegen *Knittelfeld* hin zu ziehen. Sie sind größtenteils hochwassergefährdet. Die östlichen Fluren weisen stellenweise fast ständig Wasseransammlungen auf.

II. DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM MURBODEN

Das Grundwasser im *Murboden* zeigt besonders hinsichtlich seiner Einzugsgebiete und der Fließrichtungen bei weitem nicht jene Einheitlichkeit, wie sie in einem Großteil des *Aichfeldes* gegeben ist und 1963 beschrieben wurde (E. WORSCH, 42, 1963, S. 22—45). Während nämlich das Grundwasser des *Aichfeldes* bis weit in den östlichen Raum von Zeltweg hinein zu einem überwiegenden Teil mit dem mächtigen, von Nordwesten, nämlich von *Pöls* herkommenden Grundwasserstrom identisch ist, dem sich nur in untergeordneter Bedeutung Wasser aus dem nördlichen Berggelände zugesellt und der erst im *engeren Knittelfelder Becken* durch einen anderen, mit der Ingering eng verknüpften Grundwasserstrom abgelöst wird, ist im Gebiet des Murbodens nur im westlichen Abschnitt ein großer, einheitlicher, sehr ergiebiger Grundwasserstrom nachweisbar. Eine kleine Parallele, wenn auch hinsichtlich des Wasserangebotes nicht vergleichbar, könnte noch im Gebiet um *Weißkirchen* und im Tal des *Feistritzbaches* zwischen *Großfeistritz* und *Möbersdorf* wie auch bei *Großlobming* gefunden werden. Sonst handelt es sich in den Zwischenabschnitten nur um aus dem südlichen Bergland kommendes Grundwasser, das sich nur im östlichen Murboden zu einem ausgesprochenen Grundwasserstrom vereinigt oder um schmale Infiltrationszonen annähernd parallel zur Mur.

Wie im *Aichfeld*, liegt auch hier im *Murboden*, bedingt durch die geologischen Gegebenheiten, das Grundwasser im Westen am tiefsten und hebt sich nach Osten stark an. — In bezug auf den Chemismus und das physikalische Verhalten des Grundwassers sind die Verhältnisse, durch die verschiedenen Einzugsgebiete im *Aichfeld* und *Murboden* erklärbar, im allgemeinen einheitlicher als im *Aichfeld*, wo sich das Grundwasser, wenn auch nicht ausnahmslos, von Osten nach Westen fast gesetzmäßig in seinen Werten zu einer größeren Alkalität und Härte hin verändert.

Auf Grund der hydrogeologischen Gegebenheiten ist es angebracht, die Behandlung des Grundwassers im *Murboden* in zwei Abschnitte zu teilen, nämlich in einen *westlichen Abschnitt*, der das Gebiet zwischen *Murdorf* und *Weißkirchen* umfaßt, und in einen *östlichen Teil*, in dem das Gebiet von *Weißkirchen* bis *Knittelfeld* behandelt werden soll.

A. DER WESTLICHE MURBODEN

Im Gegensatz zum weitaus größten Teil des westlichen Murbodens konnten im *westlichsten Abschnitt*, östlich von Murdorf, durch das Vorhandensein und die Beobachtungsmöglichkeit einiger weniger Brunnen die hydrologischen Verhältnisse gut studiert werden. Eine besonders exakte und umfassende Erforschung der *hydrogeologischen Verhältnisse* wurde aber durch den glücklichen Umstand ermöglicht, daß unmittelbar nordöstlich von Murdorf seit 1941 eine aus *zwei Tiefbrunnen* bestehende Wasserversorgungsanlage für Juden burg vorliegt, insbesondere aber durch eine im Jahre 1964 durchgeführte *Probebohrung* und durch die folgende Abteufung eines *Horizontalbrunnens* auf dem Gelände dieser Brunnenanlage, wobei der Verfasser als Gutachter fungierte.

a) Die alte und neue Brunnenanlage von Murdorf

Zur Ergänzung der zuerst allein bestehenden *Quellwasser-Versorgung* von Juden burg wurden in den Jahren 1940/41 zwei Tiefbrunnen nordöstlich von Murdorf, nahe dem nördlichen Terrassenabfall des Neuen Hochstandes in rund 700 m Seehöhe, abgeteuft. Der *westliche Brunnen* wurde dabei bis zu einer Tiefe von 31,4 m, davon 20 m als Betonschacht mit einem Durchmesser von 1,45 m vorgetrieben, an dem sich bis zur Brunnensohle ein Bohrohr mit 60 cm Durchmesser ansetzt. — Bei einem 96stündigen Pumpversuch vom 5. bis 8. 8. 1941 betrug die Absenkung bei einer Entnahme von 34 l/sek. in den ersten zwei Tagen 2,07 m, nach drei Tagen nur noch 1,85 m. Nach Einstellung des Versuches war ein sehr rasches Ansteigen des Wasserspiegels auf eine Seehöhe von 673,66 m (= 26,42 m u. T.) zu beobachten. — Der *zweite*, 30 m weiter östlich gelegene *Brunnen* erreichte eine Tiefe von 32,1 m und wurde nur bis zu einer Tiefe von 2,3 m als Schacht mit 2 m Durchmesser ausgeführt; die übrige Länge des Rohrbrunnens hat einen Durchmesser von 60 cm. — Bei Verwendung einer 25-l-Pumpe hatte man damals bei einem 54stündigen Pumpversuch eine Absenkung von 0,95 m und nach Zuschaltung einer zweiten Pumpe bei Entnahme von 38 l/sek. eine solche von 2 m zu verzeichnen. — Bei beiden Brunnen lag Anfang Juni 1964 der Wasserspiegel zwischen 27,4 und 27,5 m u. T.

Vor der Anlage dieser beiden Brunnen wurde seinerzeit eine *29,2 m tiefe Probebohrung* 32 m südöstlich des westlichen Brunnens durchgeführt und das Bohrloch mittels eines Eisenrohres von 8 cm Durchmesser verrohrt. Bei einer 72stündigen Probepumpung und einer Entnahme von 38 l/sek. im Sommer 1941 wurde eine Absenkung des Grundwasserspiegels (fortan Gwsp.) um zwei Meter vermerkt. Diese Probebohrung hatte auch in der Zukunft den Vorteil, hier den einigermaßen ruhenden Gwsp. zu beobachten, was ja bei den zwei belasteten Tiefbrunnen nicht möglich war.

Im Juni und Juli 1964 wurde dann südöstlich der bestehenden Brunnenanlage und in unmittelbarer Nähe der erwähnten Bohrung eine solche bis 40 m Tiefe niedergebracht. Hier trat der Wasserstauer in Form von sandigen, braunen Lehmen ab 39,7 m Tiefe auf.

Der Zweck dieser Bohrung war, die bestmögliche Lage für die Anlage eines neuen Tiefbrunnens ausfindig zu machen und so auch die hydrogeologischen Verhältnissen genauer studieren zu können. Auf Grund der durch die Bohrung ermittelten geologischen Kenntnisse des Untergrundes, insbesondere des Grundwasserträgers und des damals berechneten durchschnittlichen *Durchlässigkeitwertes* (= *k*-Wert) von $0,166 \text{ m/sek.}$ für den Grundwasserbereich zwischen 32 und 35 m, wurde damals die Möglichkeit einer Wassergewinnung von mindestens 130 l/sek. errechnet. In der Folge wurde dann vom Herbst 1964 bis Herbst 1965, nur wenige Meter von der Bohrstelle verschoben, ein 35,2 m (einschließlich der Betonsohle 36 m) tiefer *Horizontalfilterbrunnen* mit zuerst 4 m, dann 3 m Durchmesser mit insgesamt 13 Horizontalsträngen errichtet. Von diesen Filtersträngen gehen 10 nahe der Sohle des Brunnens sternförmig weg; ein zweiter, 70 cm über dem ersten liegender Filterhorizont wird vorläufig nur durch 3 Filterrohre erfaßt. Die Vortriebslänge dieser Stränge bewegt sich zwischen 3 und 16 m, die *Gesamtlänge* aller Stränge beträgt 120 m, die *gesamte Filterfläche* 714 m^2 . — Bei einem 96stündigen Pumpversuch wurden in der Zeit zwischen 17. und 21. 8. 1965 120 l/sek. entnommen, trotzdem trat an den ersten Tagen eine *Absenkung* von nur 1,19, am letzten Tage des Versuches von 1,05 m auf. Die Möglichkeit, hier 200, wahrscheinlich sogar 250 l/sek. maximal entnehmen zu können, ist auch nach Meinung des technischen Direktors der Stadtwerke Judenburg, Herrn Ing. KAPPUS, sicher gegeben (derzeit werden bei Einsatz von nur einer Pumpe — vier sind vorgesehen — bei einem kaum schwankenden *Wasserstand* von 11 m nur 31 l/sek. entnommen). Das gewonnene Wasser wird derzeit in einen Hochbehälter mit einem Fassungsraum von 1000 m^3 auf den Lichtensteinberg, z. T. direkt in das Leitungsnetz gepumpt. Später soll es einem derzeit in Bau befindlichen Hochbehälter mit 4000 m^3 Fassungsraum zugeführt werden.

Die Frage der Zuflußrichtung dieses mächtigen Grundwasserstromes war und ist nicht leicht zu klären. Auf Grund des Verlaufes der Grundwasser-Isohypsen (s. Grundwasserschichtenplan, Tafel 3) müßte unbedingt einerseits angenommen werden, daß es sich hier vornehmlich um Infiltrationswasser von der großen südwestlichen, nach Norden ausgebuchteten Murschleife her handelt, andererseits war der Verfasser seinerzeit eher der Meinung, daß von der Mur aus nordnordwestlicher bis nordwestlicher Richtung her solches Wasser kommt. Diese Annahme würde sich mit der Beobachtung bei der Abteufung des Brunnens decken, der zufolge nach Berichten der Baufirma und des technischen Büros der Stadtwerke Judenburg aus dieser Richtung ein verstärkter Wasserandrang festzustellen war. Nimmt man diese Zuflußrichtung an, so hätte das infiltrierte Murwasser nur einen Weg von minimal etwa 300 m zu durchfließen, und es wäre ein Gefälle von rund 8‰ bis 10‰ anzunehmen. Das ist aber der doppelt hohe Wert des Grundwassergefälles in diesem westlichen Bereich. Bei einem Gefälle von 4‰ müßte wiederum — maximal betrachtet — ein Grundwasserstrom angenommen werden, der weiter von Nordwesten, etwa unter der Siedlung beim *Gabelhoferkreuz* herkommen müßte und in Beziehung zu jenem großen Grundwasserstrom stehen würde, der auf der Nordseite der Mur südlich von *Wassendorf* herzieht. Laut Einmessung bestimmter

Höhenkoten würde dieser etwa 2,5 m unter dem Murwasserspiegel durchziehen, falls nicht doch, was wahrscheinlicher ist, von diesem die Mur gespeist wird. — Bei der Annahme aber, daß sowohl aus *Südwesten* von der Mur wie aus dem *südwestlichen bergigen Hinterland* als auch von *Nordwesten* her dem Brunnen Wasser bzw. Infiltrationswasser zufließt, könnte das ungemein große Wasserdargebot am ehesten erklärt werden. Für ein *südwestliches Teil-Einzugsgebiet* spricht die auffallende Tatsache, daß nach Inbetriebnahme des Horizontalbrunnens ein östlich des Schlosses *Lichtenstein*, rund 1,5 km entfernter, ursprünglich 24,75 m tiefer Hausbrunnen oberhalb der Mur, der aber vom Berg her sein Wasser erhält, versiegte und nach Angabe des Besitzers zweimal auf seine jetzige Tiefe von 33,5 m nachgegraben werden mußte.

Ein auf mehrere Jahre aufbauendes, absolut richtiges Bild der Verhältnisse des Grundwassers bzw. von den Durchschnittswerten seiner Schwankungen zu bekommen, ist natürlich bei den Brunnen der *alten Brunnenanlage* wie auch beim neuen Brunnen, da alle in Betrieb stehen, nicht möglich, wohl aber können durch Heranziehung und im Vergleich mit anderen Brunnen dieses Raums gute Annäherungswerte durch Interpolation erhalten werden. Demnach läge der *Gwsp.* im *fünfjährigen Mittel* von 1963 bis 1967 beim westlichen Brunnen der alten Anlage in 27,8 m, beim östlichen in 27,6 m Tiefe (= rund 672,3 bzw. 672,5 m Seehöhe), wobei ein Plus von 20 cm noch möglich wäre. — Beim *alten Bohrloch* (Rohrbrunnen), wo, wie die Beobachtung zeigte, fast keine Beeinflussung seitens der beiden genannten Brunnen nachweisbar war, kann, wenn auch hier nicht durchlaufend beobachtet wurde, mit exakteren Werten aufgewartet werden. Hier lag der *Gwsp.* im gleichen *fünfjährigen Mittel* bei 27,6 m u. T. (= 672,8 m) bei einer *durchschnittlichen Schwankungsdifferenz* (= *mittlere Schwankungsbreite*) in dieser Zeit von 1,8 m.

An Hand der Versuchsbohrung und des Horizontalbrunnens können wegen der sehr kurzfristigen Möglichkeit der Beobachtung, insbesondere vor der Inbetriebnahme des Brunnens kaum Aussagen in dieser Hinsicht gemacht werden. Für 1970 müßte man aber beim Horizontalbrunnen auf Grund der Angaben der Stadtwerke Judenburg einen wesentlich höheren Mittelwert des *Gwsp.* seehöhenmäßig im Vergleich zur alten Brunnenanlage annehmen.

b) Die übrigen Brunnen im westlichen Murboden

In diesem Gebiet sind Brunnen sehr spärlich gesät. Da *Murdorf* als Stadtteil von *Judenburg* zentral wasserversorgt wird, sind hier mit einer Ausnahme keine Brunnen mehr zu finden. Im weiten Feld *östlich* von *Murdorf* bestehen drei Brunnen und noch weiter östlich, schon in nächster Nähe der großen Murschlinge, noch weitere zwei Brunnen. Diese Brunnen liegen alle im nördlichen Bereich dieses westlichen Abschnittes des *Murbodens* und sind von der Mur maximal 500 m, minimal etwa 150 m entfernt.

Der beschriebenen Brunnenanlage am nächsten, nämlich rund 620 m südöstlich derselben, steht der Hausbrunnen *Stöckl* (696,467 m Sh. laut Einmessung der Stadtwerke Judenburg), dessen *Gwsp.* am 24. 6. 1964 in 24,70 m Tiefe (= 671,767 m Sh.) lag. — 370 m östlich davon hat das ebenso auf der Terrasse des N. H. stehende Haus *Murdorf Nr. 30* (= Br. 12 des Grundwasserschichtenplanes, Tafel 3) einen 24,52 m tiefen Brunnen (= 694,34 m Sh.), der vom Sommer 1962 an zuerst sporadisch und nach Einbau eines Meßgerätes durch die *Hydrographische Landesabteilung* eingehend beobachtet wurde. Sein *Gwsp.* lag im fünfjährigen Mittel (1963 bis 1967) bei 23,36 m u. T. bei einer *mittleren Schwankungsbreite* von 1,46 m, im sechsjährigen Mittel (1963—1968) bei 23,47 m u. T. mit einer ebenso großen Schwankungsbreite (Tabellen 1 und 3). Die *größte Schwankungsdifferenz* mit 2,43 m lag im Hochwasserjahr 1965 (Tabelle 3).

Das Verhalten des aus schwach nordwestlicher Richtung herfließenden Grundwassers in diesem Raum kann aus den Wasserstandskurven dieses Brunnens (Tafel 2) leicht abgelesen werden. So sieht man u. a., daß nach dem Jahre 1965 mit einem Mittelwert von 23,01 m u. T. auch das Jahr 1966, das ja auch einen durch Hochwasser gekennzeichneten Sommer hatte, den *Gwsp.* gegenüber den anderen Jahren — und dies auch mit merklichem Abstand von 1965 — hoch hinaufschnellen ließ, so daß der Mittelwert der *Gwsp.*-Höhe in diesem Jahre bei 23,11 m u. T. zu liegen kommt. Es folgt das Jahr 1963 mit 23,45 m u. T., das sonst nach 1965 die *größte Schwankungsbreite* aufweist. — Auffallend ist der stark nach unten gerückte, fast das ganze Jahr durchgehende Verlauf der Wasserstandskurve des Jahres 1968, in dem der *Gwsp.* den *größten mittleren Tiefstand* von 24,09 m u. T. in der sechsjährigen Beobachtung aufzeigt. Den *größten Tiefstand* erreichte dabei das Grundwasser durchwegs im *Februar*, nur 1966 im ersten März-Drittel, den *höchsten Stand* in den Jahren 1963, 1965 und 1966 im *September*, wenn auch 1963 schon Ende Juni und im Juli eine fast gleiche Höhenlage erreicht wurde. In den Jahren 1964 und 1967 hingegen lagen die nur wenig ins Gewicht fallenden *Maxima* bereits im Juli. Auffallend ist weiters, daß das herbstliche Absinken des *Gwsp.* in den Jahren 1964, 1967 und 1968 bereits früh erfolgte, wenn auch 1964 ab Ende Oktober wieder ein Ansteigen des *Gwsp.* bis in den Dezember hinein bemerkbar war.

Auf die Frage nach der *Beeinflussung des Grundwassers* durch die *Mur* bzw. durch die *Niederschläge*, besonders im Hinblick auf die zeitliche Intervalllänge, kann gerade hier, wo beide Faktoren außerdem noch durch zeitliche Verschiebungen überlagert werden, kaum eine genaue Antwort gegeben werden. Zwischen *Mur-Wasserführung* und *Grundwasser* scheint aber doch die *Reaktionszeit* zwischen annähernd 50—75 *Tagen* zu liegen, das *Ansprechen* auf die *Niederschläge* nach etwa 30—45 *Tagen* zu erfolgen. Eines dürfte aber wohl mit Sicherheit aus dem Vergleich mit dem Niederschlags-Diagramm bzw. mit der *Mur-Wasserführung* (Tafeln 8 und 11) herauslesbar sein, das nämlich, daß die Grundwasserspeisung doch *nicht allein* von der *Mur* her erfolgt. Im Hinblick auf die Beschaffenheit des Grundwasserträgers und das geringe Gefälle hier (um 7⁰/₀₀) wird die *Grundwasser-Fließgeschwindigkeit* viel geringer als die seinerzeit in der

Umgebung des *Dampfkraftwerkes* bei Farrach mit 6,2 m/Tag bestimmte anzunehmen sein.

Ebenfalls noch auf der Terrasse des *Neuen Hochstandes* liegend, aber hart an ihrem Nordrand, befindet sich der Brunnen des *Trattenbauern* (= Schäfferhube der Karte) in 691,567 m Sh. Sein *Gwsp.* lag am 24. 6. 1964 21,1 m u. T. (= 670,467 m Sh.). Er wurde nur kurzfristig beobachtet.

Aus der rund 6 m tiefer, nicht mehr auf der Terrasse des N. H. ange-setzten *Tiefbohrung A₂* der Alpinen-Montan-Ges. aus den Jahren 1950/51 in unmittelbarer Nähe des genannten Gehöftes (Tafel 1 und 2 m. Prof. B) ist ein *oberster Grundwasserstauer* erst in 25,6 m Tiefe herauslesbar. Ein zweiter Grundwasserhorizont dürfte in 58 m Tiefe vorhanden sein. Ein entsprechend tiefer Brunnen würde hier *reichlich Wasser* erwarten lassen.

2 km schwach südöstlich vom Trattenbauern erst stößt man auf die nächsten Brunnen. Es handelt sich dabei um zwei ganz benachbarte Brunnen, die die *tieftsten* des ganzen Murbodens und die *zweitiefsten* des gesamten Gebietes nördlich und südlich der Mur zwischen *Knittelfeld* und *Judenburg* sind. Sie liegen rund 750 m westlich der Bahnlinie Zeltweg — Wolfsberg (westlich der Kote 685) bzw. nördlich der Kote 692 (= *Freidlkreuz* der Karte 1 : 25.000). — Beim östlichen, zum Haus *Murwald* 26 gehörigen 33,9 m tiefen Brunnen (692,44 m Sh.) lag der *Gwsp.* im vierjährigen Mittel (1964—1967) 32,93 m, im fünfjährigen Mittel 33,03 m u. T. bei einer Schwankungsbreite von 1,03 bzw. 0,94 m (= Br. 11 d. Gw.-Schichtenplanes, Tafel 3). Die *größte Schwankungsbreite* (= Differenz zwischen höchstem und niedrigstem Wasserstand) mit 1,75 m wurde wiederum im Jahre 1965, die *kleinste* in Übereinstimmung mit Br. 12 mit nur 0,40 m ebenfalls im Jahre 1964, gefolgt vom Jahre 1968, erreicht (Tabellen 1—3). — Das Grundwasser fließt diesem Brunnen aus schwach südwestlicher Richtung zu, während unmittelbar westlich davon eine starke West-Ost-Komponente dazukommt. Die errechnete Seehöhe des mehrjährigen mittl. *Gwsp.* entspricht ziemlich genau der Höhe des Murufers in schwach nordöstlicher Richtung vom Brunnen. Die Brunnensohle liegt etwa in der Höhe des Murbettes. Eine *Kommunikation* mit der *Mur* oder auch nur eine zeitweilige Speisung des Brunnens bzw. des Grundwassers in diesem Bereich von ihr her läßt sich bei einem Vergleich mit der Wasserführung der *Mur* auch bei Hochwasserzeiten *nicht* nachweisen. Eine solche Infiltration ist schon aus geologischen Gründen nicht möglich, da die am Murufer und z. T. auch im Murbett befindlichen tertiären tonigen Sandsteine ein Eindringen von Murwasser von vornherein verhindern, außerdem müßte unter Berücksichtigung des Gefälles zwischen Brunnen und *Mur* das Grundwasser um wenige Meter tiefer als das Murbett liegen. — Hinsichtlich der Abhängigkeit von den Niederschlägen kann man weitgehende Parallelen mit den diesbezüglichen Verhältnissen bei Brunnen 12, auch im zeitmäßigen Vergleich feststellen. Daß im allgemeinen, insbesondere aber in der ersten Hälfte der Beobachtungsjahre, die Grundwasserkurven merklich eng zusammenliegen, das heißt, das *Grundwasser ausgeglichener* ist, erklärt sich aus der großen Tiefenlage des Brunnens und der damit gegebenen geringen Beeinflussbarkeit und kommt ja besonders auch durch die bereits angeführten geringen Werte der Schwankungsbreiten deutlich zum Ausdruck.

Bis Frühjahr 1970 befand sich rund 750 m südöstlich des Brunnens 11 bei Kote 688 auf dem Felde eine *Scheune*, in der sich ein 29,76 m tiefer *Schachtbrunnen* befand (688,91 m Sh.), der früher einmal zur Tränke für das Weidevieh verwendet wurde. Auf Grund von mehreren Messungen und durch Interpolation konnte hier der *Gwsp.* im sechsjährigen Mittel mit etwa 28,1 m u. T. angenommen werden. Das Verhalten des Grundwassers, das dem Brunnen aus südlicher bis schwach südwestlicher Richtung zufließt, entsprach vollkommen dem des Brunnens 11.

Die ganze übrige Fläche dieses *westlichen Murbodens* weist trotz ihrer großen Ausdehnung sonst kein Brunnen mehr auf. Wohl verfügt südöstlich von *Baierdorf* das Haus *Trittler* in unmittelbarer Nachbarschaft des Gehöftes *Schober* über einen rund 6 m tiefen Brunnen, doch liegt dieser bereits am Hang und so ein Stück höher als die *Hauptterrasse* und wird auch nach Angabe des Besitzers von zwei Quelladern gespeist. Ebenso besaß das Gehöft *Kaltenegger* am Ostrand von *Baierdorf* (westlich der Kote 693) einst auch einen am Rande der *Hauptterrasse* befindlichen, etwa 8 m tiefen Brunnen, der aber schon vor längerer Zeit wegen seines unzulänglichen Wasserstandes zugeschüttet worden war. Er wurde aber keinesfalls durch Grundwasser versorgt. Östlich dieses Brunnens blieb der Versuch, durch einen neuen, 15 m tiefen Brunnen Wasser zu erhalten, ohne den geringsten Erfolg. Außerdem soll einmal — Näheres war nicht zu erfahren — im gleichen Ort ein 25 m tiefer Brunnen ebenfalls erfolglos gegraben worden sein. — Nordöstlich des *Rüsthuses* der *Feuerwehr* in diesem Ort wurde vor Jahren ein Brunnen von 18 m Tiefe abgeteuft, ohne Wasser zu erhalten. Oberhalb des *Rüsthuses* und auch östlich davon stößt man wiederum schon in geringer Tiefe (etwa 2 m!) auf Wasser, das aus dem Hanggelände in Form von Quelladern herfließt.

Diese *Brunnen-Abteufungen*, soweit sie auf der *Hauptterrasse* durchgeführt wurden, hätte man sich ersparen können, war doch auf Grund der schon beschriebenen alten geologischen Bohrungen der *Alpinen-Montan-Ges.* bekannt, daß hier die Mächtigkeit der *Würmschotter* zwischen 34 und 52 m schwankt. Man hätte demnach in größere Tiefen vorstoßen müssen, um Grundwasser ausreichend zu bekommen. — So erklärt sich auch die Tatsache, daß alle Ortschaften hier an der Südgrenze des *Murbodens* Quellwasser-Versorgungen haben, so auch *Mariabuch* und *Wöllmerdorf*, wo das Grundwasser erst in einer Tiefe von 58 m infolge der gewaltigen Mächtigkeit der *Würmschotter* erwartet werden kann.

Eine 1967 östlich des *Gasthauses* „Zwei Linden“ südlich der Straße bei *Wöllmerdorf* durchgeführte Bohrung, durch die — in überflüssiger Weise — in erster Linie die Mächtigkeit der *Glazialschotter* festgestellt werden sollte, wurde dann auch nach einiger Zeit eingestellt.

Anders verhält es sich im Gebiet südwestlich von *Weißkirchen* im Gebiet von *Pfaffendorf* außerhalb der *Hauptterrasse*, wo *holozäne Schichten* in geringer Tiefe durch Tertiär unterlagert werden. Hier dürfte das Grundwasser in 7—10 m Tiefe erwartet werden.

B. DER MURBODEN ZWISCHEN WEISSKIRCHEN UND KNITTELFELD

a) Das Grundwasser im Raum von Weißkirchen

Das Verhalten des Grundwassers konnte gerade in diesem Gebiet infolge der Beobachtung einer größeren Anzahl von Brunnen durch 5—6 Jahre und einiger anderer durch kürzere Zeit hindurch sehr genau erforscht werden.

Die *Wasserstandslinien* der Brunnen 6, 7, 8 und großteils auch 10 zeigten in den Beobachtungsjahren trotz ihrer sehr verschiedenen Tiefen — gleichgültig, ob sie auf der Hauptterrasse oder im Holozän stehen —, *weitestgehende Übereinstimmung* in ihrem Verlauf. Ihr gemeinsames Einzugsgebiet aus der breiten Talung des *Granitzenbaches* und den nördlichen Vorbergen und Gräben des *Größing-Massivs* wird dadurch bestens markiert. Am stärksten wurde natürlich die Gleichheit des Verhaltens in den Sommermonaten der Hochwasserjahre 1965 und 1966 augenfällig. Hier traf Anfang August 1965 die *Flutwelle* des *Grundwassers*, sehr verstärkt durch äußerst kräftige Infiltration vom Granitzenbach her, je nach Lage des Brunnens diesen am gleichen Tag oder, außerhalb des Ortskernes höchstens um zwei Tage später. Am 1. 8. trat nicht nur der *Granitzenbach* aus seinen Ufern und rann durch den Ort, sondern es floß bei den weniger tiefen *Brunnen das Grundwasser selbst aus den Brunnen aus*. Dies war die Folge der gewaltigen Niederschläge vom 31. 7. (64 mm) und am 1. 8. (45 mm) und der seit 26. 7. gefallenen Niederschläge (im Juli dieses Jahres allein insgesamt 234,9 mm; s. Tafel 11). Das Aufbäumen des Gwsp. war so ungemein steil und erreichte bei den südlicher gelegenen Brunnen in den ersten Augusttagen seinen Höhepunkt, während dieser beim etwas abseits und nördlicher gelegenen Brunnen Nr. 10 (Bahnhof) erst am 17. 8. eintrat. Für diese Zeit konnte eine abnormal große, aber nicht verwunderliche Grundwasser-Geschwindigkeit von 30—40 m/Tag für den nordwestlichen Ortsteil errechnet werden.

Im einzelnen kann an Hand der beobachteten, zwischen 5,65 und 21,27 m tiefen Brunnen festgehalten werden: die *größten Schwankungsbreiten* (Tabelle 3) wies das Grundwasser erwartungsgemäß im Jahre 1965 auf. Sie lagen damals zwischen 3,74 und 5,22 m (Bahnhof bzw. Volksschule), wobei, mit einer einzigen Ausnahme, eine *direkte Abhängigkeit* von der *Tiefe* des Brunnens *kaum feststellbar* war. Daß beim tiefsten Brunnen die Schwankungsbreite am kleinsten war, ist daher weniger auf die Tiefe des Grundwassers als auf die Lage des Brunnens und auf den dadurch gegebenen Umstand zurückzuführen, daß hier die Grundwasserwellen nicht mehr direkt aus der Hauptstoßrichtung ankamen. — Die *kleinsten Schwankungsbreiten* fielen vorwiegend in das Jahr 1967 (1,29—2,07 m), nur bei Brunnen 9 und 10 in das Jahr 1964 bzw. 1968 (1,92 bzw. 0,96 m). — Die *fünf- bis sechsjährigen Mittel dieser Schwankungsbreiten* liegen zwischen 3,36 bzw. 3,22 m (Brunnen mit geringster Tiefe) und 1,81 m (Brunnen mit größter Tiefe), lassen aber hier die Korrelation zwischen Tiefe und Schwankungsbreite des Grundwassers eindeutig erkennen.

Was aber am *rätselhaftesten* und *interessantesten* am Grundwasser in diesem Raume war, war wohl die durch die ganzen Jahre hindurch gemachte Beobachtung, daß im Gegensatz zur Norm bei allen Brunnen in den eigentlichen Beobachtungsjahren, aber auch 1969 und 1970, die Jahre 1964 und 1965 meist aber ausgeschlossen, im *Laufe des Dezembers, spätestens aber ab dem 10. 1. herum ein steiler Anstieg des Gwsp.* erfolgte, der dann seinen Höhepunkt in der letzten Jänner- oder ersten Februar-Dekade, bei Brunnen 10 1966 und 1968 einige Tage später, erreichte. Nur an der Jahreswende 1964/65 war ein allmähliches Absinken des Gwsp. zu beobachten, und es blieb ein winterlicher Hochstand aus. Dieser Aufstieg des Grundwassers ist wiederum bei Brunnen 10, als den entferntesten Brunnen dieses Bereiches, am schwächsten nachweisbar oder verschiebt sich weiter hinein in den Jänner. Dieser *winterliche Höhepunkt* stellte, soweit beobachtet, in den Jahren 1963, 1964 und 1968 den *absoluten Jahreshöchststand* dar. Besonders kraß ist dies im Jahre 1964, etwas weniger 1965 zum Ausdruck gekommen. — Im Jahre 1965, dem Jahr mit den höchsten Niederschlagswerten, lag das Maximum — es war das einzige — in den ersten Augusttagen. Das Jahr 1966 zeigte außer dem winterlichen Hochstand einen weiteren, ausgeprägteren Ende August oder erst im September, während 1967 ein besonders ausgedehnter Hochstand in den Mai bzw. Juni fiel. 1968 zeigte wohl ein zweites Aufbäumen des Gwsp. in der letzten Augustdekade oder erst im September, das aber im allgemeinen merklich gegenüber dem winterlichen Hochstand zurückbleibt und bei Brunnen 10 sehr flach ist.

Eine Erklärung für den winterlichen Hochstand des Grundwassers in den angeführten Jahren zu finden war nicht leicht. Die Lösung fand sich schließlich in der Abhängigkeit des Grundwassers von dem im Dezember mehr oder minder stark auftretenden *Eisstau* des *G r a n i t z e n b a c h e s* und des der einstigen Weberei dienenden *F l u d e r s*. Dieser Eisstau preßte das Fluß- bzw. Fluderwasser auf und in den Grundwasserträger des umliegenden Gebietes kraftvoll ein und bewirkte auf diese Weise eine sehr spürbare Anreicherung des Grundwassers in Form einer ausgesprochenen unterirdischen Flutwelle. Unterblieb der Eisstau infolge wärmerer Witterung oder war er nicht so stark bzw. hatte man rechtzeitig aus dem Fluder das Wasser abgelenkt, so bleibt der geschilderte Grundwasserstoß aus.

Hinsichtlich der Abhängigkeit des Grundwassers dieses Gebietes von den Niederschlägen wurde schon, soweit es die *Hochwasserjahre 1965 und 1966* betraf, auf die *ungemein kurze Reaktionszeit* des Grundwassers am Südrand von Weißkirchen in den Sommermonaten dieser Jahre hingewiesen. Diese rasche Antwort des Grundwassers war aber, wie schon angedeutet, primär auf die infolge der starken Niederschläge außerordentlich vermehrte *Infiltration* vom *G r a n i t z e n b a c h* her zurückzuführen. Maximal betrug die *Reaktionszeit*, wie an dem am weitesten im Nordwesten des Ortes gelegenen Brunnen nachgewiesen werden konnte, rund *20 Tage*. Hier handelte es sich aber um ausgesprochen abnormale Verhältnisse. Da durch die Komponente „Infiltration“ eine gewisse mehr oder minder starke Überlagerung und Vermischung der direkten Einflüsse der Niederschläge zu berücksichtigen war, können daher die nachstehend angeführten Reaktionszeiten nur grobe Annäherungswerte sein. So wirkten sich im Jahre 1963, so-

weit Beobachtungen vorlagen, gerade die ergiebigen Niederschläge im Mai (146,8 mm!) sichtbar überhaupt nicht aus. Auf die *Niederschläge* vom August dieses Jahres — mit 168,1 mm die ergiebigen — schien das Grundwasser nach frühestens *sieben Tagen* bereits anzusprechen und nach 38 *Tagen* den Höhepunkt zu erreichen (s. Brunnen 9, Tafel 4). Im Jahre 1964 fiel bei allen Brunnen meist gegen Mitte, spätestens gegen Ende Oktober ein deutlicher Anstieg des Gwsp. auf. Hier schien das Grundwasser nach maximal 38—58 *Tagen* auf die Niederschläge zu antworten. Für 1967 glaubt man ein rund 60tägiges *Nachhinken* des Grundwassers, das seinen Höhepunkt Ende Mai erreichte, erkennen zu müssen (Tafel 11) — 1968 war ein beachtlicher Anstieg des Gwsp. frühestens am 22. 8. und im nördlichen Gebiet spätestens um Mitte September zu bemerken. Hier lag anscheinend das Reaktionsintervall zwischen drei und maximal sechs Wochen.

Ein ungemein getreues Spiegelbild der beschriebenen Brunnen bietet der Verlauf der Wasserstandskurven des nur 4,35 m tiefen *Siedlungsbrunnens* in *Baumkirchen*, südöstlich von *Weißkirchen*. Eine Gegenüberstellung zum Brunnen 10 (Bahnhof) läßt zwar Verschiebungen und zum Teil nur prinzipielle Übereinstimmungen erkennen, was aber in gleicher Art bei diesem Brunnen gegenüber den anderen Brunnen in *Weißkirchen* der Fall ist. — Diese so große Übereinstimmung im Verhalten des Grundwassers überrascht in einer Hinsicht doch, war doch anzunehmen, daß dieser Brunnen, der zum größten Teil im umgelagerten, sandig-tonigen Tertiär steht, sein Wasser hauptsächlich aus dem *Mittergraben empfängt*. So aber muß der Schluß gezogen werden, daß eine wesentliche *südliche Komponente* einschließlic einer *größeren Abhängigkeit* vom *Granitzenbach* gegeben sein muß. — Die *Schwankungsbreite* des Grundwassers war hier im Jahre 1964 relativ größer als bei den Vergleichsbrunnen. Sie lag im *fünfjährigen Mittel bei 3,22, im sechsjährigen bei 3,05 m* (Tabelle 3).

b) Das Grundwasser im mittleren Murboden

Das Grundwasser im Raume nördlich von Weißkirchen, im Gebiet von *Fisching* (Brunnen 4 und 5) zeigt noch viele Anklänge an das beschriebene Verhalten im engeren Umkreis von *Weißkirchen*. Dies zeigt besonders gut ein Vergleich mit dem Grundwasser-Schaubild der Sommermonate der Jahre 1965 und 1966, wodurch auch hier der deutliche Hinweis auf die hauptsächliche Speisung des Grundwassers in dieser Zeit auf dem Wege der *Infiltration* durch den *Granitzenbach* gegeben erscheint. Darüber hinaus aber deutete der wenn auch abgeschwächte Anstieg des Gwsp. gegen Ende Dezember 1963 bzw. der je nach Standort mehr oder weniger merkliche Anstieg im Jänner der Jahre 1964, 1966 und 1967 ebenfalls eine durch *Eisstau* erst gegebene oder *vermehrte Infiltration* vom genannten Bach her an. Von dem Grundwasser weiter im Süden unterschied sich aber dieses hier deutlich dadurch, daß die Grundwasserhöhe sich in den ersten vier Monaten der Beobachtungsjahre in einem sehr schmalen Schwankungsband von rund 0,8—1 m bewegte (Tafel 4).

Im einzelnen konnte festgestellt werden, daß der 20,47 m tiefe *Brunnen 5* besonders durch *Infiltrationswasser* versorgt wird, während der 20 m tiefe *Brunnen 4* doch im wesentlichen seinen Zustrom aus dem eigentlichen *Talgrundwasser* aus Südosten erhält, das zwar auch eine im Laufe des Jahres anteilmäßig schwankende Komponente an Infiltrationswasser aufweist. — Die *mittlere fünfjährige Schwankungsbreite* ist daher auch bei *Brunnen 5* etwas größer als bei *Brunnen 4* (1,59 : 1,50).

Vornehmlich Infiltrationswasser fließt dem 15,33 m tiefen *Brunnen 3* in *Silberrain* zu, bei dem in den Jahren 1966 und 1967 das Grundwasser bis über die zweite Dekade des Jänners hinaus wiederum als Folge des Eisstaus des *Granitzenbaches* stark anstieg. — Der *vierjährige Mittelwert* der Schwankungsbreite beträgt bei diesem *Brunnen 1,67 m*. Zeitmäßige Aussagen über Zusammenhänge zwischen Niederschlägen und Grundwasser in diesem mehr oder minder starken Infiltrationsbereich im Raume *Fisching* und *Silberrain* zu machen war nicht möglich.

Das Grundwasser, das im Wasserträger der Riß-Terrasse von *Allersdorf* wohl in Form von Strähnen fließt, zeigt manche Übereinstimmung, ist aber auch bei gleichem oder ähnlichem Einzugsgebiet nicht einheitlicher Natur. So ist im Vergleich zu *Brunnen 14* (Tafel 3), der am höchsten und südöstlichsten liegt, und zu *Brunnen 18*, der das Verhalten des Grundwassers schon mehr gegen den Auslauf der Terrasse im Norden charakterisiert, dem Grundwasser 1964 gemeinsam, daß der Gwsp. ab November merklich anstieg, 1966 der Höchststand gegen Ende September eintrat und der Kurvenverlauf 1967 ziemlich gleichförmig ist. Etwas verschieden war der Zeitpunkt des Hochstandes des Gwsp. im Jahre 1965 (im Norden Ende August, im Süden um rund zehn Tage früher), wie auch das wesentlich unruhigere Verhalten des Grundwassers 1966 im südlichen Bereich.

So zeichnen sich auch die Unterschiede in der Größe der *Schwankungsbreite* deutlich ab. Das vierjährige Mittel derselben betrug so bei *Brunnen 14* nur 0,98 m, bei *Brunnen 18* aber 1,57 m. In beiden Fällen wurde aber nicht, wie bisher, im Jahre 1965, sondern im *zweiten Hochwasserjahr 1966* die *größte Schwankungsbreite* (bei *Brunnen 14* zwar nur minimal unterschiedlich, die geringste 1967), erzielt.

Daraus und auf Grund des Kurvenverlaufes des Gwsp. wurde so deutlich, daß das Grundwasser im *nördlichen Abschnitt der Terrasse* nicht nur aus dem bergigen südlichen Hinterland, sondern, zumindest zeitweise, stärker Wasser aus dem Tal des *Feistritzbaches*, demnach aus stark südöstlicher Richtung empfängt. — Die *Reaktionszeit* des Grundwassers auf die Niederschläge scheint hier mit größerer Sicherheit zwischen 18 und 25 Tagen zu liegen. Da die Terrasse eine stärkere Lehmbedeckung aufweist, kann der Anteil sickernder Niederschläge an der Grundwassererneuerung im Gebiet der Terrasse selbst nur unbedeutend sein. — Das *Gefälle des Grundwassers* beträgt zwischen den beiden genannten *Brunnen 1,8%*, das *Gefälle der Terrasse* zwischen den beiden Punkten 2,3%.

Im tiefer gelegenen Ortsgebiet von *Allersdorf* gehen die *Brunnentiefen* selten unter 5 m herab, dementsprechend hoch ist auch das Grundwasser anzutreffen. — Im dreijährigen Mittel lag bei *Brunnen Allersdorf 9* (*Liebmingen*) der Gwsp. bei 3,48 m u. T. bei einer *mittleren Schwankungsbreite*

von nur 0,60 m, am Westausgang des Ortes 1968/69 1,75 m u. T. bei einer Schwankungsbreite von 1,64 m. — Nach längerem Regen stehen hier manche Keller unter Wasser.

Hinsichtlich des Grundwassers der *östlichen Terrasse* von P i c h l i n g hätte man auf Grund der gleichen oder ähnlichen geologischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet weitgehende Übereinstimmungen mit dem der westlichen Terrasse erwartet. Dies traf aber nur für gewisse Monate der Jahre 1964, 1965 und 1967, und da auch nur in einem nicht allzu großen Ausmaße, zu, wobei stärkere Übereinstimmungen beim Grundwasser im nördlichen Teil beider Terrassen zu beobachten waren. Aber auch da gab es größere, nicht zu erwartende Verschiebungen. — An Hand der *Brunnen 15, 16 und 17* (Tafel 4) konnte bei einem Vergleich mit dem Grundwasser der westlichen Terrasse 1964 besonders das gemeinsame Aufsteigen des Gwsp. im November, 1965 im April und Mai, das zwar bei der östlichen Terrasse schon im März ansetzt, sowie 1967 der gemeinsame Zeitpunkt der Hochstände im Frühjahr und im Herbst, bei den östlichen Brunnen zwar weitaus ausgeprägter (s. Brunnen 15 und 16), festgehalten werden. Im allgemeinen fiel sonst in den anderen Jahren die sehr merkliche zeitliche Vorrückung der Hochstände des Gwsp. der östlichen Terrasse auf. So erreichte das Grundwasser bei Brunnen 16 und 17 (bei Brunnen 15 gab es in diesem Jahr noch keine Beobachtung) 1963 als Folge der Auswirkung der Schneeschmelze, aber auch von Niederschlägen im Einzugsgebiet, seinen *Höchststand Ende März*, bei *Brunnen 18*, trotz anscheinend ähnlich gelagerter hydrogeologischer Voraussetzungen, erst gegen Ende der zweiten Maidekade (die Niederschlags-Maxima fielen damals in den Mai und August!). Das leichte Aufbäumen des Gwsp. Mitte September verschiebt sich bei Brunnen 18 ebenfalls um drei Wochen in den Oktober hinein. Auch die *Sommer-Maxima* in den Jahren 1965 und 1966 traten beim Grundwasser der Terrasse von A l l e r s d o r f um drei bis vier Wochen später auf. — Die krasserer Spitzen des Gwsp. beim seichtgründigen *Brunnen 15* in G r o ß f e i s t r i t z zeigen deutlich seine Tallage und eine größere Schwankungsbereitschaft an. Daß das hier fließende Grundwasser auch vom F e i s t r i t z b a c h her stärker gespeist wird, ist unverkennbar. Dies kam durch die *mittlere Schwankungsbreite* klar zum Ausdruck. So betrug diese bei *Brunnen 15* im vierjährigen Mittel 1,87 m, bei *Brunnen 16* 1,42 bzw. 1,44 m im fünf- bzw. sechsjährigen Mittel und bei *Brunnen 17* — etwas unerwartet — im fünfjährigen Mittel sogar nur 0,71 m. In dieser Hinsicht kam das Verhalten des Grundwassers dieses Brunnens dem des Brunnen 14 am nächsten. Die *geringste Schwankungsbreite* trat, bei allen Brunnen vollkommen übereinstimmend, im Jahre 1967 (Tabelle 3), die *größte* bei diesen Brunnen nicht im Jahre 1965, sondern 1966 auf. — Östlich von P i c h l i n g lag in dem ja auch etwas tieferen Gelände der Gwsp. bei rund 4,5 m u. T. — Auch hier bei dieser östlichen Terrasse wird das Grundwasser in Form von zwar *sehr dicht führenden Strähmen* aufzufassen sein.

Die *Reaktionszeit* des Grundwassers auf die Niederschläge scheint bei dieser Terrasse allgemein etwas größer als bei der westlichen zu sein, dabei ist sie wiederum im südlichen Bereich auf jeden Fall länger als im nörd-

lichen. Dort wo, wie in Großfeistritz, Infiltrationswasser eine größere Rolle spielt, kann das Intervall nur wenige Tage betragen.

Das Grundwasser im unmittelbaren Gebiet nördlich der Terrasse von Pichling, dessen Verhalten die *Brunnen 20* und *21* widerspiegeln, ließen natürlich von vornherein entsprechende Parallelen mit den vorbeschriebenen Brunnen annehmen. So kann am besten das Grundwasser des Brunnens 16 mit dem des Brunnens 21 (O. Thann), das des Brunnens 17 mit dem des Brunnens 20 (Möbersdorf) verglichen werden. Brunnen 20 und 21 liegen bereits auf der Würm-Hauptterrasse. Wider Erwarten zeigte aber das Grundwasser des Brunnens 16 ein zeitliches Nachhinken gegenüber dem Brunnen 21, dies aber nicht in allen Jahren und zu allen Jahreszeiten. Dies bewies, daß das Grundwasser der *Rißterrasse* in sich wieder differenziert ist und außerdem ein *zweiter tieferer*, unter der Sohle dieser Terrasse gelegener Grundwasserhorizont dasein muß. — Die große Übereinstimmung des Grundwassers bei Brunnen 17 und 20 liegt auf der Hand, erfolgt doch bei beiden Brunnen die Versorgung aus dem Talgrundwasser des Feistritzbaches.

Auch aus dem Vergleich der *mittleren Schwankungsbreiten* der besprochenen Brunnen ist die jeweilige Übereinstimmung bzw. Verschiedenheit leicht zu ersehen. So betrug diese im sechsjährigen Mittel bei *Brunnen 16* 1,44 m, bei *Brunnen 21* 1,08 m, bei *Brunnen 17* 0,71 m, bei *Brunnen 20* 0,92 m. Die *geringste Schwankungsbreite* fiel bei Brunnen 20 und 21 in das Jahr 1964 (0,60 bzw. 0,57 m).

Ein in der Möbersdorfer Siedlung hart oberhalb der Mur, in der Nähe der Kote 660 befindlicher 15,45 m tiefer Brunnen wurde nur 1964 beobachtet. Der Grundwasser-Kurvenverlauf war in diesem Jahre *sehr ausgeglichen* (0,45 m Schwankungsbreite) und deckte sich im wesentlichen mit dem des Brunnens 21.

Eine kaum mehr übertreffbare Ausgeglichenheit — die *größte* im Murboden, aber auch im Aichfeld — zeigte der nördlich von Oberthann und nördlich der Straße (mit Bildstock und Kote 658) gelegene Brunnen des sogenannten Hansbauer (Nr. 22 der Tafeln 3 und 4). Dieser 10,2 m tiefe Brunnen wies mit Ausnahme der Sommermonate der Jahre 1965 und 1966 *fast überhaupt keine Schwankungen* des Gwsp. auf. Auch die Spitzen des Gwsp. in diesen Jahren sind sehr wenig ausgeprägt. — Die mittlere *fünfjährige* Schwankungsbreite betrug hier nur 0,32 m! Der bescheidene Hochstand am Ende der ersten Septemberdekade 1966 trat gegenüber dem Grundwasser im Süden (Br. 21) um etwa drei Wochen später auf und fiel somit in die gleiche Zeit wie bei Br. 17 und 20.

Der bereits im *Holozän* liegende, nur 4,08 m tiefe *Blückner*-Brunnen (Br. 23), nördlich des zuletzt erwähnten, bot wiederum das Bild eines Grundwassers, das zwar im wesentlichen noch sein *Hauptkontingent* aus dem weiteren südlichen *Einzugsgebiet* holt, doch aber auch zeitweise *Mur-Infiltrationswasser* empfängt. Wäre dies nicht der Fall, müßte das Grundwasser-Schaubild ähnlich dem beim Hansbauer sein. So fielen auch hier beide Hochstände des Grundwassers in den Juni und August des Jahres 1965, was auch sonst bei seichtgründigen Brunnen der Fall war, die in erster Linie durch Infiltrationswasser gespeist werden. Auch sank der

Gwsp. ab Mitte August 1968 schon ständig ab, obwohl gerade im August dieses Jahres die ergiebigsten Niederschläge fielen. Auffallend war ebenfalls der geringe Sommerhochstand 1966, wo zwar die Mur Niederwasser führte, aber seit Juni ausgiebige Niederschläge zu verzeichnen waren. — Die *fünffährige mittlere Schwankungsbreite* (1964—1968) von 1,14 m deckt sich wiederum gut mit der des Grundwassers von Oberthann (1,09 m).

Ein ganz typisches Bild der praktisch vollständigen Abhängigkeit vom Infiltrationswasser des Granitzenbaches in diesem Falle bot der 11,4 m tiefe *Brunnen 19*, nördlich von Möberdorf (der Brunnen war leider in den Wintermonaten nicht zugänglich). Bei diesem fielen die drei Hochstände im Jahre 1964 (Mai, Juni und November) sowie die zwei sich wenig voneinander unterscheidenden Grundwasserspitzen in der ersten Junidekade und anfangs August 1965 auf, ebenso die zwei Maxima Mitte Mai und im August 1966. Dabei hielt der sommerliche Hochstand ein Monat lang, nämlich bis in den September hinein an. Erwähnenswert sind die Aufwölbungen des Gwsp. im Juni und eine markante Spitze in der ersten Septemberdekade im Jahre 1967.

Die *mittleren Schwankungsbreiten* in den einzelnen Jahren lagen hoch. Die *geringste* errechnete sich 1964 mit 1,34 m, die *höchste* 1965 mit 3,10 m. Das *vierjährige Mittel* betrug 1,84 m und zählte, abgesehen von den Werten im Raum von Weißkirchen, zu den höchsten (Tab. 1 und 3).

Das Grundwasser am Westrand von Möberdorf ist durch besondere *Seichtgründigkeit* gekennzeichnet (Gwsp. im Mittel um 2 m u. T.). — Dicht geschart liegen die Grundwasserlinien besonders in den Spätherbst- und Wintermonaten weiter nördlich im Raum von Neufisching, aus denen sich am Südrand des Ortes (Br. 2) in besonderer Weise die sommerlichen Höchststände des Gwsp. in den Jahren 1965 und 1966 herausheben. Bei diesem nur 3,84 m tiefen Brunnen, der in einem flachen, *trogartigen Grundwassersee* liegt, wirkten sich die Niederschläge der vorangegangenen Wochen im August 1966 wegen der Bodennähe des Gwsp. besonders rasch und in der Weise aus, daß, ähnlich wie 1965 in Weißkirchen, das Grundwasser zwischen 19. und 28. August den Nullpunkt erreichte und austrat. — Der hohe Wert der *fünffährigen mittleren Schwankungsbreite* von 1,74 m war in erster Linie durch die beschriebenen Verhältnisse im Sommer 1966 bedingt und würde ohne Beachtung der erwähnten Tage bei 1,40 m liegen. Das Grundwasser antwortete so auf die Niederschläge entweder ganz *kurzfristig* oder in *20- bis 30tägigem Zyklus*. Bei Nieder- und Mittelwasser der Mur war keine Beeinflussung von dieser her bemerkbar. Die Brunnen dieses Bereiches und etwas weiter nördlich werden nur vom *Talgrundwasser* aus Süden bis Südwesten gespeist, das wiederum vom *Granzitzenbach* her merklich, wenn nicht hauptsächlich, Wasser erhält. — Bei *Hochwasser* jedoch wirkte sich der *Infiltrationskegel* von der *Mur* her bis in die Gegend dieses Brunnens aus. Das Grundwasser wurde auf diese Weise auch aufgestaut und konnte, wie im südöstlichen Teil von Neufisching dann zu beobachten, oberflächlich austreten. Sonst machte sich die Infiltration der Mur nur im nördlichen Randgebiet von Neufisching bemerkbar, wo das Grundwasser im *Jahresmittel* auf etwa 2,30 m u. T. auf-

spiegelt. Die *Infiltration* ist gerade in diesem Bereich besonders stark, da sich der Murlauf westlich des Ortes mäanderartig nach Nordosten und Norden ausbuchtet.

Eigenartigerweise hat sich im Gebiet um A u t h a l 1969/70 eine Verschiebung der Grundwasserverhältnisse eingestellt. Während nämlich bisher in diesem seichtgründigen Gebiet ein Teich mit Nutriazucht bestehen konnte und sehr oft auch im Keller des Schlosses das Grundwasser stand, blieb in letzter Zeit dieses aus, und es mußte so auch die erwähnte Zucht aufgegeben werden.

Auffallenderweise wird aber das Grundwasser des *Br. 1* trotz seiner Murnähe nicht in dem Maße, wie erwartet, von der Mur her beeinflusst. Verschiedene Anzeichen, wie der Höchststand des Gwsp. um Mitte Mai im Jahre 1963, das Maximum im Juni 1965 und in der ersten Septemberdekade zeigten u. a. solche Auswirkungen der *Murinfiltration* (vgl. Tafel 8). Andere Merkmale im Verlauf der Grundwasserlinien sprechen wieder ziemlich eindeutig für die Speisung des Brunnens durch *unbeeinflusstes Grundwasser*. Mit dem Schaubild vom Br. 2 stimmt dabei die enge Bündelung der Wasserstandskurven in den ersten fünf Monaten der Beobachtungsjahre überein. — Die fünfjährige *mittlere Schwankungsbreite* dieses Brunnens ist mit *0,90 m* sehr gering und spricht ebenfalls gegen eine stärkere Speisung des Grundwassers durch die Mur.

Auch ein Vergleich mit dem ja aus Nordwesten zuströmenden Grundwasser nördlich der Mur im Bereich des früheren Gemeindehauses (Br. Z; 42, 1963, Tafel 7, Br. s) bestätigt das vorher Gesagte und zeigt viele Parallelen zu Br. 1. Die *mittlere Schwankungsbreite* von *0,77 m* liegt so auch nahe bei der des Br. 1.

c) Das Grundwasser im östlichen Murboden

Im östlichen Murboden wurde das Grundwasser im Raum um Großlobming an Hand von fünf Brunnen in der Zeit von 1963 bis 1968 studiert. Aber auch schon 1948 und 1949 wurden, besonders aber vor der Unwetterkatastrophe im Jahre 1948, durch den Verfasser und seine damaligen Lehrer-Mitarbeiter geologische und hydrologische Forschungen in diesem Gebiet durchgeführt. Damals lagen vor der Überschwemmungskatastrophe die Brunnentiefen im Orte selbst zwischen 2,5 und 8,3 m, nur der Brunnen beim *Jägerhaus* am Eingang des *Sulzbachgrabens*, dessen Sohle aus blaugrauem tertiärem Ton mit hangenden konglomeratisch verfestigten *Blockschottern* besteht, was fast 14 m tief. Durch die *Unwetterkatastrophe* am 25. Juli 1948 versiegten durch einige Wochen hindurch 16 Brunnen im Ort bzw. hatten andere nur noch einen Wasserstand von 15 bis 25 cm, so daß sie vertieft bzw. neue Brunnen gegraben werden mußten. Erst nach Ausräumung und Sanierung des *Lobmingbaches* bekamen die Brunnen wieder Wasser mit einem Wasserstand von 1,40 bis 1,70 m. Damals zeigte es sich, daß manche Brunnen *direktes Infiltrationswasser* führten bzw. der eigentliche Grundwasserstrom im Tal infolge Verschlammung einen anderen Weg gesucht hatte.

Die systematische Beobachtung des Grundwassers in den Jahren 1963 bis 1968 ergaben am Westrand von Großlobming an Hand des 6,86 m tiefen Br. 24 ein anders geartetes Bild des Grundwassers als weiter westlich bei Blickecker (Br. 22, Tafeln 3 und 4), doch ließ sich in gewissen Jahren eine sehr gute Übereinstimmung mit dem Verhalten des Grundwassers bei Thann (Br. 21) herstellen. Das überrascht nicht, da beide Brunnen ja am Südrand der Hauptterrasse liegen. Bei beiden Brunnen wurde so 1963 der Höchststand des Grundwassers Ende März erreicht, auch besteht große Übereinstimmung im Verlaufe der Grundwasserkurven des Jahres 1965. Ein ähnliches Bild war in den Sommermonaten 1966 gegeben, auch waren gewisse gleiche Tendenzen bei beiden Brunnen, bei Br. 24 nur verstärkt, 1967 und 1968 nachweisbar. Eine geringere Vergleichsmöglichkeit bietet das Jahr 1964, wo der Gwsp. sich hier im westlichen Bereich von Großlobming zweimal, nämlich Anfang April und, übereinstimmend, im November, stärker aufbäumt und hier wie dort sein Maximum erreicht. — Die *geringste mittlere Schwankungsbreite* fiel hier nicht, wie in Thann und sonst fast immer feststellbar, in das Jahr 1964, sondern in das Jahr 1963, die *größte* nicht in das Jahr 1965, sondern in das Jahr 1966. — Die *sechsjährige mittlere Schwankungsbreite* liegt hier, aus dem Gesagten erklärlich, mit 1,30 m höher als in Thann (1,08 m).

Das Grundwasser dieses Bereiches hat sein *Einzugsgebiet* im Süden liegen und rekrutiert sich eigentlich aus unterirdisch verlaufenden, vom Berghang kommenden Wasserfäden. — Die Niederschläge wirkten sich verschieden stark, je nach Jahreszeiten, auf den Gwsp. nach meist 10 bis 22 Tagen aus. Auf die *Sneesmelze* reagierte das Brunnenwasser je nach Jahr frühestens Mitte Februar (1966 und 1967), spätestens um den 20. März (1963, 1964 und 1965). 1968 fand aber schon in den ersten Februartagen eine merkbare Reaktion statt. — Eine 2—3 m mächtige *Lehmdecke* liegt hier meist über dem Wasserträger, die sich 8—10 m tiefer noch einmal wiederholt und dann einen *ausgeprägten Quellhorizont* bildet. In diesem tieferen Stockwerk sind hier die Brunnen besonders seichtgründig. Ihre Tiefen bewegen sich zwischen 3 und 4 m. Im Bereich dieses Horizontes wird das Wasser in einem Brunnen so aufgestaut, daß es ständig abgeleitet werden muß.

Hinsichtlich des Verhaltens des Grundwassers im *östlichen Teil* des Ortes gab die Beobachtung des 9,22 m tiefen Br. 26 Aufschluß. Dieser Brunnen empfängt z. T. Wasser aus dem Lobmingbachtal, z. T. von den südlichen Hängen und wohl auch aus dem Sulzbachgraben. Dieser Umstand drückt sich in dem an und für sich mit Br. 24 sehr vergleichbaren Schaubild des Grundwassers und in dem etwas größeren Mittelwert der Schwankungsbreite (sechsjähriges *Mittel* = 1,53 m) aus. Im minimalen und maximalen Wert gibt es eine volle Übereinstimmung in den Beobachtungsjahren, nur 1966 überschritt die maximale Schwankungsbreite wesentlich die des östlichen Teiles von Großlobming (2,76 : 1,87 m). — Eine Beeinflussung seitens der Mur bei länger anhaltender Hochwasserführung wäre denkbar, wenn auch nicht sehr wahrscheinlich.

Dies muß aber um so mehr vom Grundwasser im Murhof-Gebiet (Br. 25) angenommen werden, das, zumindest zeitweise, in erster Linie aus

Mur-Infiltrationswasser besteht, ansonst aber von Süden bis Südosten her gespeist wird. Das Grundwasserschaubild in den Jahren 1963—1967 war hier, den gleichen hydrogeologischen Gegebenheiten zufolge, ein getreues Abbild des Grundwassers bei B l i c k n e r (Br. 23). Dabei fällt hier die Tatsache auf, daß die Höchststände des Gwsp. 1965 und 1966 auch hier fast zusammenfallen, wo sonst 1966 Verschiebungen bis zu mehreren Wochen, z. T. bis in den September hinein, gegeben waren. Die *Infiltrationswelle* der M u r traf dabei den Brunnen hier und bei B l i c k n e r nach 7—10 Tagen in den Frühjahrs- und Herbstmonaten, während in den Sommermonaten das Intervall nach längeren Niederschlägen infolge des dann schon bestehenden hohen Wasser-Sättigungsgrades des Bodens nur 1—3 Tage betrug. — Daß das mehrjährige Mittel der Grundwasserspiegellhöhen (3,21 bzw. 3,18 m bei Blickner) und der mittleren Schwankungsbreiten 1,15 : 1,25 m ganz nahe lagen, war zu erwarten.

Das Grundwasser weiter östlich wurde am 9,60 m tiefen Br. 27 (Tafeln 3 und 4) fünfjährig beobachtet. Die Wasserstandskurven decken sich hier weitestgehend mit denen des Grundwassers am Ostrand von G r o ß l o b m i n g (Br. 26), aber auch stärker mit dem von W e s t - G r o ß l o b m i n g. Das Grundwasser rekrutiert sich hier nicht nur aus dem Hang, sondern auch aus dem benachbarten Grabenwasser. Eine *Kommunikation* mit der M u r ist hier zu *Hochwasserzeiten* sicherlich anzunehmen, liegt doch der Gwsp. in seinem mehrjährigen Mittel wenig tiefer als der Wasserspiegel der Mur. Dies gilt auch, auf Grund von kurzfristigen Beobachtungen des Brunnens beim E i n ö d h o f, für dieses Gebiet. — Die *fünfjährige Schwankungsbreite* errechnete sich beim Br. 27 mit 1,63 m und deckt sich so fast mit dem Wert bei Br. 26 (1,59 m).

Das Grundwasser im Bereich von A p f e l b e r g südlich und südwestlich der *Landschacherbrücke* dürfte — die Beobachtung des *Brunnens A* setzte erst spät ein — eine mittlere Schwankungsbreite zwischen 1,15 und 1,25 m haben. Trotz seiner Mur-Nähe scheint der Brunnen nur bei Hochwasser der Mur von dieser, sonst aber vornehmlich durch Hang- und Grabenwasser aus dem südlichen Einzugsgebiet gespeist zu werden.

C. DER GRUNDWASSERSCHICHTENPLAN UND SEINE AUSSAGEN

Der *Grundwasserschichtenplan* (Tafel 3) ist ähnlich wie eine Grundwasserkarte neben der Errechnung und Schätzung des *Wasserdargebotes* eines Gebietes das Hauptziel und wichtigste Ergebnis jeder hydrologischen Forschung. Er resultiert aus der Zusammenfassung tausendfacher Beobachtungen und Werte des Grundwassers an Hand von Brunnen oder Bohrungen und baut auf der Berechnung der *mehrjährigen Mittelwerte* des Gwsp. auf (Tab. 1). Dort, wo keine Beobachtungen des Gwsp. wegen des Fehlens von Brunnen und Bohrungen auf weitere Strecken hin gemacht werden konnten, mußten auf Grund der geologischen Verhältnisse Schlüsse gezogen und Annäherungswerte durch Interpolation gewonnen werden.

Der Vorteil eines *Grundwasserschichtenplanes* im Vergleich zu einer Grundwasserkarte ist der, daß hier nicht nur die mittleren Tiefen des Gwsp., sondern auch die Strömungsrichtungen des Grundwassers und sein Gefälle abgelesen und errechnet werden können. Die Fehlergrenzen können dabei meist sehr eng gehalten werden.

Nachdem zur Zeit der Zeichnung des Grundwasserschichtenplanes des Aichfeldes im Jahre 1963 durch den Verfasser (42, S. 33/34 und Tafel 7) noch fast keine hydrologischen Beobachtungen im Gebiet des Murbodens gemacht worden waren, lag es auf der Hand, daß also der Verlauf der Grundwasserschichtlinien (Gw.-Isohypsen) im Aichfeld in wenigen Fällen an der Murgrenze zum Murboden hin nun etwas korrigiert werden mußte.

Bei Betrachtung des Grundwasserschichtenplanes des Murbodens fällt, wie auch zu Beginn des hydrologischen Teiles der Abhandlung hingewiesen wurde, im Vergleich zu dem des Aichfeldes sofort ein Hauptunterschied auf. Im Aichfeld ist bis in den östlichen Zeltwegerraum hinaus ein ziemlich einheitlicher, hauptsächlich aus Nordwesten kommender und zur Mur hinfließender Grundwasserstrom feststellbar, der erst im Kniittelfelder Becken durch den breiten Infiltrationskegel der Ingering abgelöst wird. Der Grundwasserschichtenplan des Murbodens zeigt hingegen eine *deutliche Zweiteilung* hinsichtlich der Herkunft, Fließrichtung und des Gefälles des Grundwassers.

So liegt im westlichen Murboden ein breiter, ergiebiger Grundwasserstrom aus vornehmlich westlicher Richtung kommend, mit einem sicherlich sehr starken Anteil an Infiltrationswasser der Mur von Nordwesten, sicherlich aber auch von Südwesten her, vor, wobei die Frage offenbleibt, ob nicht doch auch, wie schon bei der Besprechung des Horizontalbrunnens von Murdorf ausgeführt, der mächtige Grundwasserstrom des südlichen Fohnsdorfer Raumes hier mitbeteiligt ist. Diesem weit hin West-Ost tendierten Grundwasserstrom des westlichen Murbodens gesellt sich zwischen Wöllmerdorf und Weißkirchen in zunehmendem Maße nach Osten Wasser aus dem südlichen Tertiärstreifen zu, womit im westlichen Raum von Weißkirchen ein totales Umschwenken der Grundwasserflußrichtung von Süden nach Norden verbunden ist.

Die mittleren Tiefen des Gwsp. bewegen sich im nördlichen Bereich zwischen rund 23,50 m (im Westen) und 33 m (im Osten), im südlichen Raum, im Gebiet der Hauptterrasse zwischen 34 und 58 m (bei Baierdorf bzw. zwischen Mariabuch und Wöllmerdorf). — Das *Gefälle* des Grundwassers beträgt im westlichen Gebiet des Murbodens im unmittelbaren Bereich von Murdorf im Durchschnitt 6‰. Dieser Mittelwert wird bis in den westlichen Raum von Weißkirchen beibehalten. Das Gefälle ist so im Vergleich zum Oberflächengefälle des Neuen Hochstandes im Gebiet von Murdorf (9‰) oder im Vergleich zu dem der Hauptterrasse in diesem Gebiet (8‰), wie zu erwarten, merklich geringer (Tafel 2b mit Profil D).

Auf die Tatsache, daß der *Br. 11* zwar noch sein Wasser von Süden her bekommt, aber in unmittelbarer westlicher Umgebung eine starke West-Ost-

Komponente gegeben ist, wurde schon hingewiesen. Östlich davon, d. i. südlich der Murschleife, biegt der Grundwasserstrom, die Mur mehr oder weniger begleitend, stark nach Nordosten um und bewegt sich gegen Zeltweg bzw. Neufisching hin. Eine merkliche Infiltration der Mur ist hier in diesem Gebiet westlich von Authal im Gegensatz zum Raum oberhalb der Murschleife sicherlich nicht gegeben. Diese ist aber östlich von Authal, besonders im südwestlichen und östlichen Gebiet von Neufisching, wie schon besprochen, bei Hochwasser der Mur in starkem Ausmaß nachweisbar. Die eigenartige Führung der Grundwasserisohypse 650 m in diesem engeren Gebiet, wo, wie ebenfalls schon beschrieben, südwestlich des Br. 2 ein hochgelegener *Grundwassersee* zu liegen scheint, gibt nur die durchschnittlichen Verhältnisse des Grundwassers in der Beobachtungszeit wieder und läßt so natürlich nicht das entsprechende wechselnde Einspielen des Grundwassers bei gegebener Mur-Infiltration oder beim Fehlen einer solchen erkennen.

Im Gebiet des Murbodens, östlich etwa der Linie Weißkirchen — Neufisching — Großlobming, wird das Grundwasser vom südlichen Berggelände her und aus den *Tälern des Granitzen-, Feistritz- und Großlobmingbaches*, demnach aus südlicher oder südöstlicher Richtung gespeist. Dabei ist besonders, wie auch schon in den früheren Ausführungen genauer vermerkt, im engeren Raum von Weißkirchen auch aus dem Isohypsenverlauf eine *starke Infiltration* vom Granitzenbach her herauslesbar, die durch *Eisstau* gegen Ende Dezember oder im Jänner ihren Höhepunkt erreicht. — Von Allersdorf ostwärts fließt das Grundwasser aus dem südlichen Gebiet der *Blockschotter* in ziemlich genauer Süd-Nord-Richtung der Mur zu. — Nordwestlich von Großlobming folgt dann wiederum ein immer stärker werdendes Umschwenken der Grundwasser-Fließrichtung nach Nordosten, wobei hier zeitweise ein mehr oder minder großer, die Mur begleitender *Infiltrationsstreifen* angenommen werden muß.

Zwischen Großlobming und Knittelfeld biegt das aus dem südlichen tertiären Bergland zufließende Grundwasser sehr rasch nach Osten bzw. Ostnordost um. Das Infiltrationsband ist hier ebenso wie auch nördlich der Mur besonders ausgeprägt und durch Seichtgründigkeit gekennzeichnet.

Das Grundwassergefälle ist, abgesehen von den unmittelbaren Murbereichen, zwischen Weißkirchen und Großlobming ein abnormal starkes. Es beträgt im engeren Ortsgebiet von Weißkirchen und östlich des Ortes rund 2‰. Mit dem gleichen Gefälle fließt das Grundwasser auch aus dem Tal des Feistritzbaches nach Nordwesten. — Ein besonders starkes Gefälle, nämlich ein solches von fast 4‰, weist die Ribsterrasse von Pichling auf, während es außerhalb der Terrasse nach Norden zu wieder geringer wird und den erwähnten Wert von 2‰ annimmt. — Im Raume zwischen Großlobming und Knittelfeld wurde das *geringste Gefälle* des gesamten Murbodens mit nur 2—2,5‰ errechnet. Es kommt so nahe an das der Mur mit 3‰ in diesem Gebiete heran.

Daß der Grundwasserschichtenplan auch *wesentliche Aussagen* hinsichtlich des *Wasserdargebotes* zu geben vermag, soll abschließend noch vermerkt werden.

Die an und für sich sehr wertvolle, von Dr. N. ANDERLE u. a. gezeichnete *Grundwasserkarte* Judenburg - Knittelfeld, 1 : 50 000, die in den Berichten der *wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung* des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung und der Landesbaudirektion, Bd. 12, 1969, Tafel V, aufscheint (44, 1969), stimmt zwar im allgemeinen mit den aufgezeigten Ergebnissen des Grundwasserschichtenplanes des Verfassers überein, doch gibt es, wie es auf Grund einer sehr kurzfristigen Beobachtung nicht anders sein kann, doch einige Unstimmigkeiten. Eine arge Diskrepanz liegt so im Raume von *Baiersdorf* vor, wo in Wirklichkeit das Grundwasser im Umkreise der Hauptterrasse wesentlich tiefer, als in der Grundwasserkarte angegeben, liegt. — Da die Kote 708 im *Großpirkachwald*, wie schon hingewiesen, eine fälschliche Eintragung im geographischen Kartenblatt ist, wäre das Grundwasser entsprechend höher als in der Grundwasserkarte einzuzeichnen gewesen. — Auch im engeren Raum von *Weißkirchen* entspricht die Grundwassertiefe nicht immer der Wirklichkeit. — Im Gebiet zwischen *Weißkirchen* und *Großlobming* verhalten sich ebenfalls einige Tiefen des Grundwassers anders, als sie in der Grundwasserkarte aufscheinen. — Bei den Grundwasser-Strömungsrichtungen besteht aber zwischen den Eintragungen in der Grundwasserkarte und den Ergebnissen des Grundwasserschichtenplanes des Verfassers eine weitgehende Übereinstimmung.

Tabelle 1: Verzeichnis der Brunnen und deren Seehöhen sowie der Höhenlagen der Grundwasserspiegel (Gwsp.) mit den Seehöhen im mehrjährigen Mittel.

Brunnen	Tiefe in m	Seehöhen d. Br. in m	Gwsp. m ü. T.	Seehöhen d. Gwsp.	Mittel
1	3,03	651,84	2,27	649,58	5jährig
2	3,92	652,87	2,88	649,99	6jährig
3	15,33	574,29	13,87	660,42	4jährig
4	20,00	675,75	18,49	657,25	5jährig
5	20,47	678,22	18,68	659,54	6jährig
6	13,04	684,69	10,59	674,10	5jährig
7	13,06	681,81	10,02	676,79	6jährig
8	9,50	689,24	6,15	2,73	5jährig
9	5,65	691,09	3,35	687,74	6jährig
10	21,27	685,98	18,67	667,31	5jährig
11	33,90	692,44	33,03	659,41	5jährig
12	24,52	694,34	23,47	670,87	6jährig
13	5,35	688,62	4,36	684,26	6jährig
14	12,80	706,98	11,06	695,83	4jährig
15	3,37	693,06	2,16	690,90	4jährig

Brunnen	Tiefe in m	Seehöhen d. Br. in m	Gwsp. m. ü. T.	Seehöhen d. Gwsp.	Mittel
16	9,08	695,82	7,40	688,42	6jährig
17	5,98	680,25	5,17	675,08	5jährig
18	7,90	686,03	5,92	680,11	5jährig
19	3,97	658,13	2,63	655,50	4jährig
20	10,35	669,38	9,38	660,00	6jährig
21	8,34	667,51	5,66	661,85	6jährig
22	10,20	659,65	9,03	650,62	5jährig
23	4,08	642,74	3,30	639,44	5jährig
24	6,86	650,11	4,75	645,36	6jährig
25	4,02	636,19	3,21	632,98	4jährig
26	9,22	640,10	7,79	632,31	6jährig
27	9,60	637,23	8,49	628,74	5jährig
Z	6,52	654,30	5,57	648,73	4jährig
F	29,20	700,47	27,60	672,87	5jährig

Tabelle 2: Grundwasserspiegelhöhen (m u. T.) und deren Seehöhen im Mittel der einzelnen Jahre

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	1968
1	2,34 649,50	2,45 649,39	1,99 649,85	2,25 649,59	2,29 649,55	—
2	2,88 649,99	2,97 649,90	2,69 650,18	3,38 649,49	2,67 650,12	2,63 650,24
3	—	14,48 659,81	13,21 661,08	13,73 660,56	14,05 660,24	—
4	18,84 656,91	18,98 656,77	17,85 657,90	18,22 657,53	18,59 657,16	—
5	18,73 659,49	19,17 659,05	17,99 660,23	18,35 659,87	18,74 659,48	18,69 659,54
6	11,19 673,50	11,05 673,64	9,86 674,83	10,02 674,67	10,85 673,84	—
7	10,47 676,34	10,39 676,42	9,19 677,62	9,44 677,37	10,20 676,61	10,41 676,40
8	—	6,67 682,57	5,09 684,15	5,75 683,48	6,71 682,53	6,55 682,69
9	4,09 687,00	4,04 687,05	2,30 688,79	2,99 688,10	3,15 687,94	3,56 687,53
10	—	19,21 666,77	17,81 668,17	18,23 667,75	19,03 666,95	19,08 666,90
11	—	33,20 659,24	32,67 659,77	32,83 659,61	33,04 659,40	33,41 659,03
12	23,45	23,53	23,01	23,11	23,65	24,09

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	1968
	670,89	670,81	671,33	671,23	670,69	670,25
13	4,83	4,91	3,41	3,74	4,59	4,71
	683,79	683,71	685,21	684,88	684,03	683,91
14	—	11,30	10,73	10,98	11,25	—
		695,59	696,16	695,91	695,64	
15	—	2,50	1,65	2,23	2,28	—
		690,56	691,41	690,83	690,78	
16	7,31	7,60	6,96	7,22	7,66	7,64
	688,51	688,22	688,86	688,60	688,16	688,18
17	5,10	5,17	4,87	5,11	5,58	—
	675,15	675,08	675,38	675,14	674,67	
18	5,94	6,19	5,53	5,73	6,20	—
	680,09	679,84	680,50	680,30	679,83	
19	—	2,96	2,05	2,67	2,85	—
		655,17	656,08	655,46	655,28	
20	9,49	9,58	8,96	9,08	9,56	9,63
	659,89	659,80	660,42	660,30	659,82	659,75
21	5,55	6,03	5,11	5,61	5,80	5,89
	661,96	661,48	662,40	661,90	661,71	661,62
22	9,14	9,09	8,92	9,89	9,10	—
	650,51	650,56	650,73	650,76	650,55	
23	—	3,32	2,70	3,18	3,33	3,77
		639,42	640,04	639,56	639,21	638,97
24	4,73	4,78	4,31	4,34	4,74	4,58
	645,38	645,33	645,80	645,77	645,37	645,53
25	—	3,36	2,86	3,25	3,37	—
		632,83	633,33	632,94	632,82	
26	7,97	8,12	7,46	7,18	7,89	8,14
	632,13	631,98	632,64	632,92	632,21	631,96
27	8,61	8,74	8,18	8,17	8,75	—
	628,62	628,49	629,05	629,06	628,48	
Z	—	5,70	5,36	5,50	5,72	—
		648,60	648,94	648,80	648,58	

Tabelle 3: *Schwankungsbreiten* der Grundwasserspiegel in den einzelnen Jahren (in m) und im mehrjährigen Mittel*

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	1968	Mittel
1	0,90	0,69	1,38	0,74	0,80	—	0,90
2	1,24	1,07	1,54	3,30	1,54	1,00	1,61
3	—	0,64	3,30	1,43	1,30	—	1,67
4	1,35	0,59	2,81	1,57	1,18	—	1,50

* Differenz zwischen Höchst- und Tiefststand des Grundwasserspiegels.

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	1968	Mittel
5	1,32	0,55	3,06	1,66	1,36	0,89	1,47
6	2,65	2,29	4,71	2,69	2,07	—	2,88
7	2,55	2,13	4,33	2,56	1,85	1,67	2,51
8	—	2,54	5,22	2,40	1,29	2,18	2,73
9	4,03	1,92	4,60	3,54	2,71	2,55	3,22
10	—	1,07	3,74	2,18	1,10	0,96	1,81
11	—	0,40	1,75	0,97	1,02	0,58	0,94
12	1,49	1,02	2,43	1,33	1,03	1,46	1,46
13	3,37	3,02	4,63	2,64	2,46	2,20	3,05
14	—	0,70	1,43	1,44	0,35	—	0,98
15	—	1,00	2,90	1,77	1,83	—	1,87
16	1,48	1,07	1,49	2,18	0,89	1,52	1,44
17	0,52	0,49	1,35	0,91	0,30	—	0,71
18	1,36	1,16	2,06	2,20	0,85	—	1,53
19	—	1,34	3,10	1,47	1,46	—	1,84
20	0,66	0,60	1,53	1,40	0,47	0,69	0,92
21	1,07	0,57	1,87	1,37	0,71	0,92	1,08
22	0,29	0,17	0,43	0,59	0,11	—	0,32
23	—	0,85	2,00	1,04	1,13	0,68	1,14
24	0,89	1,12	1,52	1,87	0,92	1,48	1,30
25	—	0,83	1,60	1,06	1,10	—	1,15
26	1,00	1,15	1,82	2,76	1,24	1,21	1,53
27	1,24	1,24	2,15	2,30	1,23	—	1,63
Z	—	0,40	1,13	0,85	0,72	—	0,77

D. DAS PHYSIKALISCH-CHEMISCHE VERHALTEN DES GRUNDWASSERS

Als notwendige und sehr wertvolle Ergänzung der bisherigen Aussagen über das Grundwasser sind die *physikalisch-chemischen Untersuchungsergebnisse*, die durch den Verfasser meist feldmäßig durchgeführt wurden, anzusehen. Dies trifft sowohl für die ständigen, mit den Grundwassermessungen parallellgehenden Beobachtungen der Temperatur des *Grundwassers* wie auch für die Feststellung der *pH-Werte* und der *Härten* des Wassers zu. Die aufschlußreichen Beobachtungsergebnisse liegen in den beigegebenen *Temperatur-Ganglinien* (Tafel 5), in den Tabellen 4—6 und im *Kartogramm* (Tafel 12) vor. — Parallel dazu gingen auch Beobachtungen der Mur und des Granitzenbaches, wodurch sich wiederum Vergleichsmöglichkeiten ergaben.

a) Die Temperaturen

Bei einem Vergleich der *Temperatur-Ganglinien* mit dem *Grundwasserspiegelkurven* ergibt sich schon aus einer ersten Betrachtung die Feststellung, daß diese im allgemeinen — ausgenommen sind die Hochwasserjahre 1965 und 1966 — ausgeglichener sind und daß die *Maxima der Temperaturen*

um vier und mehr Wochen den Höchstständen des Grundwassers nachhinken. — Wie schon vom Verfasser 1963 (42, S. 38) z. T. vermerkt, hängt die Höhe der Temperatur, das Erreichen des Maximums und das Reaktionsintervall von verschiedenen Faktoren, wie Tiefe, Wasserstand des Brunnens, geologischer Beschaffenheit des Einzugsgebietes und Weglänge des Grundwassers ab. Das Nachhinken der Höchsttemperatur kann sich aber dann auf eine Zeitdifferenz von nur wenigen Tagen verkürzen, wenn vor dem eigentlichen Höchststand der Gwsp. schon durch längere Zeit an und für sich hoch war oder mehrere Hochstände des Grundwassers vorangegangen sind. Auch die Frage, ob eine Beeinflussung des Grundwassers durch Infiltration vom Fluß oder Bach her gegeben ist, kann aus dem Verlauf der Temperaturkurven meist wesentlich leichter als aus dem der Wasserstandskurven geklärt werden.

Die *Temperatur-Maxima* traten nur ausnahmsweise im August, normalerweise im *September* und *Oktober* auf. Die Temperaturen können aber bis in den November hinein hochbleiben, manchmal sogar in diesen Monaten noch eine kleinere Spitze zeigen.

Bei *Brunnen 1* — ähnlich auch bei *Brunnen 2* —, um nur wenige Brunnen herauszugreifen, wurde bereits betont, daß dieser nur bei Hochwasser der *Mur* von dieser her gespeist wird. Bei beiden Brunnen kann man besonders in den Herbstmonaten der Jahre 1965 und 1966, weniger ausgeprägt auch im Jahre 1967, temperaturmäßige Beziehungen zwischen *Mur* und Brunnenwasser erkennen. Diese Temperaturen können sich — wie z. B. im September 1966 — weitgehend decken. Durch entsprechende Intervalle von mindestens drei bis fünf Wochen bedingt, hielt natürlich die Temperatur des Grundwassers dann weit hinein in den Herbst an. Beide Brunnen haben auch gemeinsam, daß im ersten Halbjahr die Temperaturkurven in der fünfjährigen Beobachtungszeit verhältnismäßig eng gebündelt laufen und erst ab Juli mehr oder minder stark auseinandergehen.

Die Temperaturen des Grundwassers des *Vergleichsbrunnens Z*, der zwar einen etwas ähnlichen mehrjährigen Mittelwert wie der *Brunnen 2* zeigt, ergaben ein doch merklich anderes, nämlich ein weitaus geschlosseneres Bild, und dies gerade auch in der zweiten Jahreshälfte.

Faßt man die Brunnen mit vornehmlich oder ganzjähriger größerer Ausgeglichenheit der Temperaturlinien zusammen und stellt sie den anderen mit gegenteiligem Verhalten gegenüber, so erhält man, natürlich unter Berücksichtigung der eingangs angeführten beeinflussenden Faktoren, wie der Tiefe des Gwsp., der Infiltration usw., ein wesentliches Charakteristikum des jeweiligen Grundwassers.

Ein *besonders ausgeglichenes*, das heißt nur sehr geringe Schwankungen aufweisendes *Temperaturbild* zeigen die *Brunnen 11, 12, 22 und 27*. Das Grundwasser der beiden erstgenannten Brunnen liegt über 23 bzw. in rund 33 m Tiefe, so daß diese große Einheitlichkeit der Temperaturen zu erwarten war. Bei *Brunnen 12* wird außerdem durch dieses Verhalten der *uniforme Charakter* des Grundwasserstromes in diesem westlichen Gebiet des *Murbodens*, bei den nur mäßig tiefen *Brunnen 22 und 27* das *weite Einzugsgebiet* des Grundwassers herausgestellt. — Im Vergleich zu den Wasserstandslinien gibt es wohl bei *Brunnen 22* einige Übereinstimmungen hin-

sichtlich der geringen Schwankungsbreite, eine große, nicht zu erwartende Diskrepanz aber bei Brunnen 27. Bei Brunnen 10 zeigte das Grundwasser hauptsächlich nur in den Jahren 1964 und 1966 gewisse Abweichungen des sonst auch ziemlich einförmigen Temperaturverlaufes. Das Hochwasser in den Sommern der Jahre 1965 und 1966 wirkte sich hier im Gegensatz zum Verhalten des Gwsp. kaum aus. — Bei diesem Brunnen (Bahnhof Weißkirchen) fiel gegen Mitte Juli 1966 das Temperaturmaximum zeitlich fast ganz mit dem des *G r a n i t z e n b a c h e s* zusammen.

Nicht ganzjährig, aber doch den größten Teil des Jahres über ausgeglichen, zeigte sich das Grundwasser des Brunnens 4, wo die Temperaturen im Jahre 1966 gegenüber den anderen Beobachtungsjahren mit einer kurzzeitigen Ausnahme im Jänner 1967 merklich höher lagen. Ebenso verhielten sich der Brunnen 6, wo die Temperaturlinien nur im Jänner und Februar etwas stärker auseinandergehen, und der Brunnen 7, der aber ab Mitte August in den Jahren 1964 bis 1966 einen stärkeren Anstieg der Temperatur zeigte. Ein ähnliches Verhalten wiesen auch der Brunnen 14, bei dem sich nur in den Jahren 1965 und 1967 die August-Spitze stärker hervorhob, die Brunnen 16 und 18, wo sich 1963 und 1966 zeitweise Abweichungen zeigten, weiters bei Brunnen 20, bei dem in der zweiten Jahreshälfte die Temperaturlinien aber eng liegen, und schließlich der schon besprochene Brunnen Z auf.

Stärker variieren in den verschiedenen Beobachtungsjahren die Temperaturen des Grundwassers des Brunnens 3, die auch 1966 besonders aus der Reihe tanzten, weiters des Brunnens 21 (besonders im Nachwinter 1963 und Sommer 1965), des Brunnens 23 (besonders im Sommer der Jahre 1965 und 1966) und des *Brunnens* 26. Der letztgenannte Brunnen ist insofern auch erwähnenswert, als die Temperaturen bei ihm erst ab September bzw. ab Oktober anzusteigen begannen und ihre Höhepunkte mit Ausnahme des Jahres 1963 immer in den Monaten März oder April ihre Tiefpunkte im Jahre 1963, 1964 und 1967 im September, sonst im Oktober erreichten. Dieses *abnormale Verhalten* gerade dieses Brunnens am Ostrand von *Großlobming* läßt ein *mehrere Monate* dauerndes *Nachhinken* der *Temperaturen* erkennen, was aber nur nach längerer Beobachtung anderer Brunnen in diesem Bereiche voraussichtlich erklärt werden könnte.

Die *geringste Ausgeglichenheit* im Temperaturverlauf zeigen die Brunnen 1 und 2, weiters die Brunnen 5, 8, 9, 13, 15, 17, 19, 24 und 25 (Tafeln 5 und 12). Innerhalb dieser Brunnen können wiederum durch die besondere Art des Verlaufes der Temperaturen des Brunnens 17 mit den Brunnen 5 und 24, aber auch mit Brunnen 1 näher zusammengefaßt werden. Sie zeichneten sich im allgemeinen durch eine größere Ebenmäßigkeit im Ansteigen und Abfallen der Temperaturen aus (bogenförmig geschwungener Verlauf der Temperaturkurven!).

Temperatur-Schaubilder, wie sie Brunnen 19 und 25 wiederum darstellen, sind der *Prototyp für seichtgründiges*, vornehmlich oder zur Gänze durch *Flußinfiltration* gespeistes Grundwasser.

Von besonderem Interesse war das temperaturmäßige Verhalten des Grundwassers im engeren Bereich von *Weißkirchen*, wo ja, wie ausgeführt, meist gegen die Wende des Jahres jeweils infolge Eisstauwirkung

eine Infiltrations-Flutwelle das Grundwasser ungemein beeinflusst und den Gwsp. (mit Ausnahme des Jahres 1965) nicht nur stark ansteigen, sondern z. T. sogar den Jahreshöchststand erreichen ließ. Temperaturmäßige Auswirkungen, wie sie gerade hier zu erwarten waren, sind aber höchstens beim Grundwasser des *Brunnens 9* (südliches Weißkirchen) zu bemerken. Dieser Brunnen reagierte ja am raschesten und stärksten auf die Infiltrationsstöße, so daß man bei ihm auch am ehesten eine Beeinflussung in Form rascheren Absinkens der Temperatur um diese Zeit annehmen mußte. Erschwert wird aber die Beurteilung dadurch, daß um diese Jahreszeit sowieso ein Absinken der Temperatur immer eintritt und so nur aus einem Vergleich mit den anderen Brunnen dieses Raumes, bei denen die Temperaturabnahme allgemein geringer war, eventuell eine temperaturmäßige Beeinflussung durch die Infiltrationswelle herauslesbar ist. — Das *sommerliche Maximum* des Wasserstandes in den Hochwasserjahren 1965 und 1966 bewirkte auch nur bei diesem südlichsten beobachteten Brunnen eine *beträchtliche Temperatursteigerung* des Grundwassers. Ähnliches, wenn auch bei weitem nicht so kraß, konnte weiter nördlich beim *Brunnen 8* festgestellt werden. — *Brunnen 7* wiederum bietet temperaturmäßig im Vergleich zu den Wasserstandslineien ein ganz verschiedenes Bild, während das Grundwasser des *Brunnens 6* trotz seiner Nachbarschaft eine noch größere Diskrepanz durch die weitgehende Ausgeglichenheit seiner Temperaturen zeigt, was auch in fast gleicher Weise für den *Brunnen 10* gilt. — Das Grundwasser des *Brunnens 13*, östlich von Weißkirchen, bot nur in den Sommermonaten ein ähnlich bewegtes Temperaturverhalten wie, wenn auch im stärkeren Ausmaße durch das ganze Jahr hindurch, der Gwsp.

Besonders auffallend war im Gegensatz zu den beobachteten *Weißkirchner Brunnen* das *steile Absinken* der Temperaturen ab November der Beobachtungsjahre, das sich im Jänner und Februar des jeweils folgenden Jahres noch sehr verstärkt, bei den *Brunnen 3 (Silberrain)* und *5 (Fisching)*. Diese Brunnen werden, worauf schon hingewiesen wurde, im größeren Ausmaße durch *Infiltration* durch den *Granitzbach* gespeist. Bei *Brunnen 3* sank die Temperatur des Grundwassers gegen Ende Februar 1966 sogar auf $4,2^{\circ}\text{C}$, 1967 um den 20. Jänner noch weiter, nämlich auf $3,3^{\circ}\text{C}$ ab, während im September und Oktober 1966 die Temperatur auf 11°C anstieg, und dies, obwohl der Gwsp. hier im vierjährigen Mittel in 13,87 m Tiefe liegt. Ähnlich waren die Verhältnisse auch beim rund 20,5 m tiefen *Brunnen 5* in *Fisching*, wo zwar meist erst im März (mit Ausnahme 1965), 1963 erst gegen Mitte April, der *Tiefpunkt* in den Beobachtungsjahren mit $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ erreicht wurde (1967 nur wenig höher) und die Temperatur 1966 ebenfalls im Oktober bis gegen 11°C anstieg.

Hier ist einwandfrei der *Nachweis des Infiltrationseinflusses* gegeben. Es war daher keine Überraschung, daß der zwischen den beiden Brunnen gelegene, 20 m tiefe *Brunnen 4*, der kein oder nur wenig Infiltrationswasser erhält, sich temperaturmäßig ganz anders verhielt.

Die besonders tiefen Temperaturen von $3,4^{\circ}\text{C}$ gegen Ende Februar 1966 und von sogar nur $2,3^{\circ}\text{C}$ um den 22. März 1967 beim kaum 4 m tiefen Brunnen 19, nördlich von *Möbersdorf*, der ja ebenfalls vom *Granitzbach* her versorgt wird, sind in diesem Fall aber in erster Linie

auf das *seichtgründige Grundwasser* (vierjähriges Mittel des Gwsp. = 2,63 m) zurückzuführen.

Von besonderem Interesse waren die *Temperatur-Minima* und *-Maxima des Grundwassers* in den einzelnen Beobachtungsjahren (Tabelle 4 und Tafeln 5 und 12). Demnach fielen die *Tiefst-* und *Höchstwerte* des Grundwassers in den verschiedenen Jahren keinesfalls in die gleiche Zeit. So traten erstere bei Brunnen 3 zwischen Jänner (1967) und April (1964), bei Brunnen 4 im Jänner (1964), März (1965), November oder Dezember (1963 und 1967), bei Brunnen 6 im Februar (1964, 1965) oder Oktober/November 1966 und 1967), bei Brunnen 7 im Februar (1965), Juni (1967) oder Juli/August 1964, 1966), bei Brunnen 10 im Jänner/Februar (1964), September (1965), im Jänner und Dezember (1966) und Dezember (1967), bei Brunnen 20 im März (1963) im Februar/März 1964) und im Juli oder vornehmlich August (1965—1967) auf. — Die *Temperatur-Höchstwerte* fielen bei den meisten der beobachteten Brunnen in die *Herbstmonate* (September bis November). Aus der Reihe tanzte u. a. der Brunnen 4 mit den Höchstwerten im Juli (1965), im Mai (1966) oder im Jänner (1967), der Brunnen 6 mit den Maxima im Dezember (1964 und 1965), im Februar (1966) oder im Jänner (1967), während bei Brunnen 8, 11, 12, 20 und 22 1967 im März, bei Brunnen 10 1965 im Februar, bei Brunnen 26 1964—1966 im April und 1967 im Februar bzw. März die Höchstwerte verzeichnet wurden.

Häufig deckte sich im *Hochwassersommer 1965*, bedingt durch den hohen Wasserstand, der *Höchststand der Gwsp.* mit dem *Maximum* der Temperatur, so bei den Brunnen 2, 9, 13, 14, 15, 19, 21, 23 und 25. Es handelt sich hiebei z. T. um Brunnen mit seichtgründigem Grundwasser, dann um solche mit zeitweise stärkerer Speisung durch Infiltrationswasser, vereinzelt aber auch um Brunnen, für die beides nicht zutrifft.

Die Regel, daß sich bei mehr als 20 m tiefem Grundwasser nicht mehr die obertägigen Temperaturschwankungen auswirken und die Temperaturdifferenzen des Grundwassers in engen Grenzen bleiben, trifft hier keineswegs immer zu. Sie gilt auf kein Fall dort, wo das Grundwasser in erster Linie oder zeitweise durch Infiltrationswasser gespeist wird, wie z. B. bei Brunnen 4 und 5, wo die Schwankungswerte im mehrjährigen Mittel 1,6 bzw. 5,3° C betragen (Tabelle 5). — Aus der genannten Tabelle kann so abgelesen werden, daß in den Beobachtungsjahren, im Mittel betrachtet, die *Schwankungen der Grundwassertemperaturen* zwischen 0,5° C und 8,6° C lagen. Dabei zeigte mehr als die Hälfte der Brunnen (16) Schwankungswerte zwischen 0,5 und 2° C. Dazu gehören aber nicht nur Brunnen mit besonderer Tiefe oder zumindest solche, deren Grundwasser in über 20 m Tiefe lagert wie bei Brunnen 11 und 12, die trotz einer Tiefendifferenz von fast 9,5 m gleiche Schwankungswerte zeigen, oder auch die Brunnen 4 und 10 sondern *vorwiegend* Brunnen mit *Grundwassertiefen* zwischen 8 und 10 maximal 13 m. — *Schwankungsdifferenzen* zwischen 2 und 3° C zeigte das Grundwasser (mit Ausnahme des nördlich der Mur gelegenen Brunnens Z) in 8,3 bis 9,5 m Tiefe. Das Grundwasser mit noch größeren Schwankungsdifferenzen fließt mit Ausnahme der Brunnen 3 und 5 (Infiltrationswasser!) in 3 bis rund 7 m Tiefe. — Bei *Brunnen 19* wird die enorm hohe mittlere

Schwankungsbreite von $8,7^{\circ}$ C durch Zusammenspielen zweier Komponenten, nämlich geringer Tiefe und Infiltration, bewirkt.

Direkte und unverfälschte Beziehungen zwischen *Grundwassertiefen* und *Schwankungswerten* der Temperatur lassen sich somit nur im westlichen und nordwestlichen Murboden feststellen. Trotzdem geben, klarer und eindeutiger als Schaubilder des Gwsp. dies tun, die Temperaturen, und da besonders die *mehnjährigen Schwankungswerte* im allgemeinen sehr gute und leicht erkennbare Hinweise auf das Verhalten und eine gegebene Beeinflussung des Grundwassers.

Aus der Betrachtung der *Tabelle 6* ergibt sich, daß bei der überwiegenden Mehrheit der beobachteten Brunnen die *niedrigsten Jahresmittel*, soweit nicht auch das Jahr 1963 erfaßt werden konnte, in das Jahr 1964 fallen. Bei Miteinbeziehung des Jahres 1963 verschob sich dieses Jahresminimum mit Ausnahme der Brunnen 1, 2 und 5 in das Jahr 1963 hinein, an die zweite Stelle trat dann aber fast durchwegs wiederum das Jahr 1964 (z. B. bei Brunnen 6, 7 und 8). Das Grundwasser der Brunnen 3, 12, 19, 23 und Z zeigte trotz z. T. sehr verschiedener hydrogeologischer Voraussetzungen die niedrigsten Mittelwerte im Jahre 1967. — Die *höchsten Jahresmittelwerte* kamen bei der größeren Zahl der Brunnen (Brunnen 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 26 und Z) trotz der stärkeren Hochwassereinwirkung im Jahre 1965, in das Jahr 1966 zu liegen. Bei Brunnen 5 und 9 wurden 1965 und 1966 gleich hohe Werte erreicht. Bei den übrigen Brunnen (Brunnen 7, 13, 14, 15, 16, 19, 21, 23 und 27 war 1965 das Jahr mit dem *höchsten Mittelwert*).

Die meist vier- bis fünfjährigen *Temperatur-Mittelwerte* lagen im Murboden in den Beobachtungsjahren zwischen $7,3$ (Brunnen 3) und $9,8^{\circ}$ C (Brunnen 13 und 15; Tafel 12). Ohne Berücksichtigung anderer wesentlicher Faktoren ist es dabei, wie schon angedeutet, unmöglich, direkte Beziehungen zwischen Grundwassertiefen und -temperaturen herzustellen. So haben der rund 20,5 m tiefe *Brunnen 5* und der nur 4 m tiefe *Brunnen 19* gleiche, und zwar zweitiefste Mittelwerte, ebenso der 20 m tiefe *Brunnen 4* und der rund 34 m tiefe *Brunnen 11*. Fast gleiche Werte weisen *Brunnen 2* (3,90 m tief) und *Brunnen 12* (24,5 m tief) und eine Anzahl anderer Brunnen auf. Aus solchen Gemeinsamkeiten kann in wenigen Fällen eine Beziehung zum *chemisch-physikalischen Verhalten* herausgelesen werden.

Für den gesamten Murboden konnte in der Beobachtungszeit ein *mehnjähriger Temperaturmittelwert* von rund $8,5^{\circ}$ C und damit trotz der gegebenen hydrogeologischen Verschiedenheiten der beiden Gebiete derselbe Mittelwert wie seinerzeit im Aichfeld (42, 1963, S. 37) berechnet werden. — Bei seichtgründigem Grundwasser oder Infiltrationswasser lag der Mittelwert wesentlich unter oder über diesem Gesamtwert. Im *westlichen Murboden* beträgt der mehrjährige Mittelwert $8,1^{\circ}$ C, mit Einbeziehung der an der Mur austretenden Quellen (Siebenbrunn) sogar nur $7,9^{\circ}$ C. Im *mittleren und östlichen Murboden* schwanken die Mittelwerte örtlich sehr.

So konnten, kurz zusammenfassend, Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Beobachtung der Temperaturen im Gebiet des *Murbodens* wie auch früher im *Aichfeld* gewonnen werden, die nicht nur für diese

Gebiete zutreffen, sondern denen allgemeine Geltung zukommt. So einmal die Tatsache, daß in Parallele zum Verhalten des Gwsp. ebenfalls eine direkte Abhängigkeit der Schwankungsfrequenz der Temperatur von der Größe und Weite des Einzugsgebietes in dem Sinne besteht, daß *ein Grundwasser mit einem größeren Einzugsgebiet geringere Schwankungen* aufweist als ein solches mit einem kleineren. — Die allgemeine Regel, daß sich bei mehr als 20 m Tiefe beim Grundwasser die obertägigen Temperaturschwankungen nicht mehr auswirken und die Temperaturdifferenzen in engen Grenzen bleiben, trifft nicht immer zu. Sie stimmt dann auf keinen Fall dort, wo das Grundwasser zeitweise oder vornehmlich Infiltrationswasser von einem Oberflächengerinne her empfängt. Direkte Beziehungen zwischen Grundwassertiefe und -temperatur bzw. besonders solche mit den Schwankungswerten der Temperatur oder mit den mehrjährigen Mittelwerten herzustellen, ist keineswegs immer möglich. Im behandelten Gebiet sind solche Beziehungen und Abhängigkeiten nur im westlichen und nordwestlichen *M u r b o d e n* gegeben. *Sehr unterschiedlich tiefes Grundwasser kann so gleichen Mittelwert haben.* — Es wirken immer, wie eingangs in diesem Kapitel ausgeführt, verschiedene Komponenten am Zustandekommen der Temperatur des Grundwassers zusammen.

Besser als es das Verhalten des Gwsp. zeigt, gibt die Temperatur über die *Herkunft des Grundwassers* Auskunft. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Speisung des Grundwassers zeitweise oder immer durch Infiltration geschieht. In solchen Fällen treten in den Nachwintermonaten abnormal tiefe Werte auf, die dann noch tiefer werden, wenn es sich um seichtgründiges Grundwasser handelt.

Die *tiefsten Temperaturwerte* waren vielfach in den einzelnen Jahren *zeitmäßig sehr variabel*. Die *Höchsttemperaturen* fielen meist in die *Herbstmonate*; es traten aber solche auch in den Winter- und Nachwintermonaten und — sehr weit nachhinkend — auch erst im Frühjahr auf.

Für den *M u r b o d e n* wurde — wie auch seinerzeit für das *A i c h f e l d* — ein mehrjähriger Mittelwert von $8,5^{\circ}\text{C}$ berechnet (die vier- oder fünfjährigen Mittel lagen zwischen $7,3$ und $9,8^{\circ}\text{C}$).

Die *niedrigsten Jahresmittel* wies, soweit beobachtet, das Jahr 1963, sonst 1964 auf, die *höchsten Mittelwerte* meist das Jahr 1966, sonst 1965. — Die *Schwankungsbreite* der Temperaturen bewegte sich im mehrjährigen Mittel zwischen $0,5$ und $8,6^{\circ}\text{C}$, wobei mehr als die Hälfte der beobachteten Brunnen eine solche zwischen $0,5$ und 2°C zeigte. Das Grundwasser dieser Brunnen fließt entweder sehr tief oder vorwiegend zwischen 8 und 10 m.

Tabelle 4: Grundwassertemperaturen: Jahres-Mindest- (M) und -Höchstwerte (H) (I, II, III ... = Jänner, Februar, März ...) in ° C

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967
1	M 6,2 IV	6,2 IV	6,4 III	6,9 III	6,3 IV
	H 12,5 X	10,7 IX	13,3 X	15,2 IX	12,5 X
2	M 5,7 III	5,5 III	5,9 III	6,4 III	6,4 IV
	H 10,3 X	9,9 X	11,0 VIII	11,5 IX	10,5 IX
3	M —	4,8 IV	5,2 III	4,2 II	3,3 I
	H —	9,1 IX	10,1 X	11,0 IX/X	9,9 (VIII) X
4	M 6,5 XI	6,0 I	7,2 III	8,2 I	7,2 XI/XII
	H —	8,3 IX	8,6 VII	9,15 V	8,9 I
5	M 4,4 IV	4,5 IV	5,8 V	4,75 III	5,2 IV
	H 10,3 XI	10,0 XI	9,8 X	10,8 X	10,2 XI
6	M —	7,2 II	7,9 II	8,4 XI	8,2 X/XI
	H —	8,3 XII	9,0 XII	9,1 II	8,9 I
7	M —	7,3 VII	8,2 II	7,7 VII/VIII	7,5 VI
	H —	8,2 XI/XII	10,1 X/XI	10,3 XI	9,8 I
8	M —	7,2 V	7,3 VI	7,4 III/IV	7,2 IV
	H —	8,3 XII	10,3 X	11,0 X	10,0 III
9	M —	5,4 IV	6,2 III	7,3 III/IV	7,0 XII
	H —	8,9 X/XI	12,8 VIII	11,7 VIII/IX	9,4 VIII
10	M —	7,2 I/II	8,2 II	8,2 I, XII	8,1 XII
	H —	8,5 VII	9,0 IX/X	9,6 VII	9,1 IX
11	M —	7,6 III/IV	7,8 I	7,8 II/III	7,3 XII
	H —	7,9 VII,XII	8,1 VI-IX	8,3 VII-IX	8,2 I
12	M 7,8 III	8,0 III	8,1 III	8,15 XII	7,7 X
	H 8,6 IX	8,3 VIII,XII	8,5 IX/X	8,8 IX	8,3 I
13	M —	7,4 III/IV	7,7 VI	7,5 V	6,9 IV
	H —	10,0 XI	14,0 VIII	13,4 VIII/IX	11,3 X
14	M —	7,8 I/II	8,6 II	8,4 XII	7,7 III
	H —	9,3 IX	10,9 VIII	9,7 V, IX	10,2 VIII
15	M —	6,4 III/IV	6,8 IV	6,8 II	6,8 IV
	H —	11,1 IX	14,2 VIII	13,9 IX	12,3 IX
16	M 7,0 III	7,7 II	8,4 III	8,2 I	8,2 VII
	H 8,8 XII	9,2 XI	10,1 IX	10,1 IX	8,85 XI
17	M 6,6 III	6,9 III/IV	7,3 III	7,6 III	7,2 IV
	H 10,1 X/XI	10,0 X	10,4 IX	11,0 X	10,5 X
18	M 6,1 III	7,2 II	7,6 III	8,1 III	7,6 V
	H 8,8 X	9,1 XI	9,2 IX	9,5 XI	9,3 XI

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967
19	M —	—	4,2 IV	3,4 II	2,3 III
	H —	—	11,5 VIII	12,0 VIII	12,3 IX
20	M 6,5 III	6,9 II/III	8,1 VII/VIII	8,2 VIII	7,9 VIII
	H 8,8 X/XI	9,6 XII	9,5 XII	9,9 XII	9,8 I
21	M 6,6 III	7,1 II	7,8 V	8,2 II	7,9 V/VI
	H 9,5 IX	9,3 XI	11,2 VIII	10,1 IX	9,9 IX
22	M —	8,1 III	8,3 III	8,7 IV/V	8,45 V
	H 8,8 XII	9,1 XII	9,1 XI	9,5 XI	9,1 I (XI)
23	M —	6,9 III	7,1 III	6,6 III	6,35 II
	H —	9,6 X	13,1 VIII	12,1 IX	9,9 IX
24	M 6,2 III/IV	6,6 IV	7,0 IV/V	7,25 III	6,75 IV
	H 10,1 X	10,1 X/XI	10,2 IX/X	10,8 IX/X	10,5 X
25	M —	4,9 IV	5,3 IV	5,3 III	5,1 IV
	H —	10,6 IX	11,8 VIII	12,1 IX	11,55 IX
26	M 5,4 VIII/IX	6,0 IX	6,9 X	7,5 VIII	6,6 IX/X
	H 8,4 VIII	8,6 IV	8,9 IV	9,0 IV	9,6 II/III
27	M 8,2 VIII	7,9 II	8,5 II/III	8,4 VII/VIII	8,3 IV/V
	H 8,7 I, II	9,0 XII	9,1 XI	9,1 X	9,1 XI
Z	M —	6,9 II	7,7 III	8,0 I	7,6 II
	H —	9,7 XI	10,2 X	10,3 X	9,8 X

Tabelle 5: *Jahresschwankungswerte der Grundwassertemperaturen und der Mittel (in °C)*

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	Mittel
1	6,3	3,4	6,9	8,3	6,2	6,2
2	4,6	4,4	5,1	5,1	4,1	4,7
3	—	4,3	4,9	6,8	6,6	5,6
4	—	2,3	1,4	1,0	1,7	1,6
5	5,9	5,5	4,0	6,0	5,0	5,3
6	—	1,1	1,1	0,7	0,7	0,9
7	—	0,9	1,9	2,6	2,4	2,0
8	—	1,1	3,3	4,3	2,8	2,9
9	—	3,4	6,6	4,3	2,4	4,2
10	—	1,3	0,8	1,4	1,0	1,1
11	—	0,2	0,3	0,5	0,9	0,5
12	0,8	0,3	0,4	0,6	0,5	0,5
13	—	2,6	6,3	5,9	4,6	4,9
14	—	1,4	2,3	1,3	2,5	1,9
15	—	4,7	7,4	7,1	5,5	6,2
16	1,8	1,5	1,7	1,9	0,7	1,5

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	Mittel
17	3,5	3,1	3,1	3,4	3,3	3,3
18	2,7	1,9	1,6	1,4	1,7	1,9
19	—	—	7,3	8,6	10,0	8,6
20	2,3	2,7	1,4	1,7	0,9	1,8
21	2,9	2,2	3,4	1,9	2,0	2,5
22	—	1,0	0,8	0,8	0,6	0,8
23	—	2,7	6,0	5,5	3,5	4,4
24	3,9	3,5	3,2	3,5	3,7	3,6
25	—	5,7	5,5	6,8	6,9	6,2
26	3,0	2,6	2,0	2,5	3,0	3,0
27	0,5	1,1	0,6	0,7	0,8	0,6
Z	—	2,8	2,5	2,3	2,2	2,5

Tabelle 6: Grundwassertemperaturen im Mittel der einzelnen Jahre und im mehrjährigen Durchschnitt (in ° C); (in Klammer ohne 1965)

Brunnen	1963	1964	1965	1966	1967	mehrjähriges Mittel
1	9,35	8,45	9,85	11,1	9,4	9,6 (9,3) 5jährig
2	8,00	7,7	8,45	8,95	8,45	8,3 (8,5) 5jährig
3	—	6,95	7,65	7,85	6,6	7,3 4jährig
4	—	7,15	7,9	8,7	8,05	7,9 (7,7) 4jährig
5	7,35	7,25	7,8	7,8	7,7	7,6 5jährig
6	—	7,75	8,45	8,75	8,55	8,4 (8,2) 4jährig
7	—	7,75	9,15	9,0	8,65	8,6 4jährig
8	—	7,75	8,8	9,55	8,6	8,7 4jährig
9	—	7,15	9,5	9,5	7,2	8,6 (9,1) 4jährig
10	—	7,85	8,6	8,9	8,6	8,5 4jährig
11	—	7,75	7,95	8,05	7,75	7,9 (7,7) 4jährig
12	8,2	8,15	8,3	8,47	8,0	8,2 5jährig
13	—	8,7	10,85	10,45	9,1	9,8 (10,4) 4jährig
14	—	8,6	9,75	9,05	8,95	9,1 4jährig
15	—	8,75	10,5	10,35	9,55	9,8 (10,3) 4jährig
16	7,9	8,45	9,25	9,15	8,5	8,6 (8,1) 5jährig
17	8,35	8,45	8,85	9,3	8,85	8,8 5jährig
18	7,45	8,15	8,4	8,8	8,45	8,3 (7,7) 5jährig
19	—	—	7,85	7,7	7,3	7,6 (7,3) 3jährig
20	7,65	8,25	8,8	9,05	8,85	8,5 (8,2) 5jährig
21	8,05	8,2	9,5	9,15	8,9	8,8 5jährig
22	—	8,6	8,7	9,2	8,8	8,8 4jährig
23	—	8,25	10,1	9,35	8,1	9,0 4jährig
24	8,15	8,35	8,6	9,0	8,6	8,5 5jährig
25	—	7,75	8,55	8,7	8,3	8,4 4jährig
26	6,9	7,3	7,9	8,25	8,2	7,7 (7,5) 5jährig
27	8,45	8,45	8,8	8,75	8,7	8,6 5jährig
Z	—	8,8	8,95	9,15	8,2	8,8 (8,6) 4jährig

b) Die pH-Werte

Im Gegensatz zu den Verhältnissen im Aichfeld (42, 1963, S. 35 und Tafel 8), wo mit Ausnahme des Nordrandes das Grundwasser von Ost nach West bis in den westlichen Zeltwegerraum hinein vom *sauren* in den *alkalischen Bereich* überwechselt, dann um den neutralen Punkt pendelt, um schließlich im engeren Fohnsdorfer Gebiet wiederum *stärker alkalisch* zu werden, verhält sich das Grundwasser in dieser Hinsicht auf weite Strecken hin doch einheitlicher (Tafel 12).

Dabei unterscheidet sich der *westliche Raum des Murbodens* grundsätzlich vom mittleren und östlichen Gebiet durch merklich *höhere Reaktionswerte*.

So reagiert das Grundwasser im westlichen Murboden bis westlich von Weißkirchen im allgemeinen *neutral bis leicht alkalisch*, ist aber im Gebiet der Brunnenanlage Murdorf bereits *ausgesprochen alkalisch* (pH-Wert = 7,3). Hier kommt dadurch anscheinend das südliche bis südwestliche Einzugsgebiet des Grundwassers und die stärkere Infiltrationskomponente von der Mur her zum Ausdruck.

Im Gebiet um Weißkirchen und im östlichen Murboden bis nach Großlobming hin überwiegt hingegen *mittelsaures* Wasser (pH-Wert = zwischen 6,5 und 6,7) als Folge des südlichen, vorwiegend tertiären, meist kalkarmen Einzugsgebietes. — Vereinzelt Brunnen am Westausgang von Großlobming weisen hingegen wieder *neutrales* Wasser auf. — Dort, wo aus Gräben oder Tälern her vornehmlich das Grundwasser gespeist wird, wie beim Tal-Grundwasser des Feistritzbaches zwischen Großfeistritz und Möbersdorf, zeigt das Wasser *stark saure Reaktion*. Umgekehrt steigt die Alkalität wieder dort, wo die *Murinfiltration* wirksam wird, wie im engeren Raum von Neufisching und weiter östlich bei Hansbauer und Blickner oder beim Einödthof und in Apfelberg (pH-Wert zwischen 6,9 und 7,1).

Leicht alkalisches Wasser ist im seichtgründigen Bereich nordwestlich von Großlobming und weiter nordwestlich, bereits aber schon auf der nördlichen Murseite (bei König) gegeben.

Die chemische Reaktion des Grundwassers hat wie im allgemeinen so auch im behandelten Gebiet wichtigere und leicht erkennbarere Hinweise auf das Einzugsgebiet desselben gegeben, als es sonst allein auf Grund des Temperaturverhaltens möglich gewesen wäre.

c) Die Härten

Die *Härte* des Grundwassers kann nicht nur ein *bedeutender Anzeiger der Beschaffenheit des Grundwasserträgers* sein, sondern kann auch, ähnlich wie die chemische Reaktion, wesentliche Aussagen über das Einzugsgebiet und Herkommen und so unter Umständen auch über die Länge des zurückgelegten Weges des Grundwassers machen.

Schon bei der 1962 abgeschlossenen hydrogeologischen Beobachtung und Untersuchung des Aichfeldes (42, 1963, S. 36) konnten interessante, manchmal unerwartete Ergebnisse beim Bestimmen der Härten gewonnen werden. Während aber doch im engeren Knittelfelder Raum unter dem Einfluß des Ingering-Infiltrationswassers Werte der *Gesamthärte* um 1° bestimmt werden konnten und im Fohnsdorfer Raum in der Nähe des Karl-August-Schachtes solche um fast 32° (Gipswasser!), gibt es im gesamten Gebiet des Murbodens kein Grundwasser unter 2° *Karbonathärte* und 3° *Gesamthärte*, aber auch das ist nur selten anzutreffen, so im engeren Bereich von Möbersdorf und, hinsichtlich der Karbonathärte, im südlichen Weißkirchen und im Gebiet von Fisching. Immer wieder wurde aber nur dort dieses *sehr weiche* und in Verbindung mit der sauren Reaktion auch *aggressive Wasser* angetroffen, wo, wie schon im Kapitel über die pH-Werte festgestellt, das Grundwasser hauptsächlich durch Bach-Infiltration gespeist wird.

Weiches Wasser ist überwiegend im Raum zwischen Weißkirchen und Thann, dann westlich von Großlobming und ganz östlich in Apfelberg nachweisbar. — Mittelhartes mit Übergängen zum *ziemlich harten Wasser* konnte vorwiegend im Raum von Großlobming und weiter westlich am ganzen Nordrand des Murbodens festgestellt werden.

Das den *Horizontalbrunnen* von Murdorf versorgende Grundwasser ist ebenfalls dem *ziemlich harten Bereich* zuzurechnen.

Hartes Wasser (Härtegrade zwischen 18 und 25) liegt im östlichen Murboden in der Umgebung des Einödhofes vor, z. T. auch im westlichen Großlobming, wo benachbarte Brunnen härtemäßig sehr variieren und stellenweise, wie oberhalb und unterhalb der ehemaligen Gärtnerei Wimpfen, über 23° *Karbonathärte* — die *Gesamthärte* beträgt hier 17 bis 18° — erreichen¹. Bei etwas tieferen Brunnen, wie dies beim Hausbrunnen des Moosbauern am Westrand von Großlobming der Fall ist — er erreicht eine Tiefe von 13 m —, nimmt die Härte aber merklich ab; hier beträgt die *Gesamthärte* 13° und die *Karbonathärte* 11°.

Die *größeren Härten* geben in diesem Gebiete gute Hinweise auf eine *höhere Kalkgeröll-Komponente der Blockschotter* im Einzugsgebiet des Grundwassers, im westlichsten Bereich des Murbodens solche auf die Infiltration seitens der Mur als auch auf den Zufluß aus dem südlichen Gebiet der Bretstein-Kalkmarmore (*Kartogrammtafel 12*).

Sehr hartes Wasser (über 25 deutsche Härtegrade!) konnte im Murboden nirgends nachgewiesen werden.

Untersuchungsergebnisse über die *elektrolytische Leitfähigkeit* des Grundwassers liegen nur vereinzelt vor. So hatte das Grundwasser des *Horizontalbrunnens* in Murdorf eine Leitfähigkeit von 271, das des *Molkereibrunnens* Weißkirchen von 205 und das des Hausbrunnens Oberreiter in Allersdorf von 193 $\mu\text{/cm}$ (bei 20° C).

¹ Laut Untersuchungsergebnis des Hygiene-Institutes der Universität Graz und eigener Bestimmungen im Jahre 1970. — 1971 ergab sich aber bei mehreren Untersuchungen eine Karbonathärte zwischen 10 und 15° und eine Gesamthärte von 14 bis 17° bei beiden Brunnen.

E. DIE MUR UND DER GRANITZENBACH

Parallel zur Erforschung des Grundwassers ging auch die Beobachtung der Mur und des Granitzenbaches im Bereich des behandelten Gebietes, und zwar hauptsächlich in temperaturmäßiger Hinsicht, wobei aber auch mehrmals die pH-Werte und Härten bestimmt wurden. Von der Mur wurde außerdem ein Diagramm ihrer Wasserführung auf Grund der von der Hydrographischen Landesabteilung zur Verfügung gestellten Werte — gemessen bei Judenburg — gezeichnet, da sich dadurch zeitliche Vergleiche mit den Spiegelschwankungen des Grundwassers gewisser Bereiche anboten. Dabei waren in erster Linie die Hochwasserzeiten von Interesse, außerdem war aber auch dadurch die zeitlich adäquate Übertragung der Wasserführung der Mur auf die des östlich von Zeltweg in die Mur einmündenden Granitzenbaches möglich (Tafeln 8—11).

Die Wasserführung der Mur schwankte in der Beobachtungszeit der Jahre 1963 bis 1967 (Diagramm, Tafel 8) — auf 1968 wurde zugunsten der Übersichtlichkeit verzichtet — zwischen rund 20 und 30 m³/sek. in den ausgesprochenen Wintermonaten (Dezember bis Februar) und der Höchstspitze mit 620 m³ am 19. 8. 1966. — Sehr hohe Spitzen zeigte das Jahr 1965 als Folge der Schneeschmelze im Gebirge im Mai, in welchem Monat auch sonst die Schneeschmelze ihre stärkste Auswirkung auf die Wasserführung der Flüsse zeigt. Hatte die Mur am 20. 5. 1965 eine Wasserführung von 509 m³/sek., am 2. 8. 1965 eine solche von 543 und am 18. 6. desselben Jahres von 414 m³/sek., so erreichte sie eine solche von über 300 m³/sek. nur noch im Jahre 1966 (abgesehen von den gerade erwähnten absoluten Höchstspitzen in diesem Jahre), so am 21. 8. 1966 mit 310, am 26. 8. mit 320 und sogar am 5. 11. 1966 mit 390 m³/sek. — In den übrigen Jahren brachte es nur das Jahr 1963 zu einer Hochwasserspitze mit rund 215 m³/sek. gegen Mitte Mai, 1964 Ende Oktober zu einer solchen von 160 m³/sek., während 1967 die Wasserführung der Mur doch etwas über 220 m³/sek. hinaufklimmte.

Die Temperaturen wurden anfänglich nur an der Murbrücke bei Zeltweg, später vornehmlich bei den Siebenbrunn-Quellen seit Herbst 1963 bis 1967, z. T. darüber hinaus gemessen (Tafel 9).

Die Temperaturen lagen in der Beobachtungszeit naturgemäß wiederum in den Wintermonaten am tiefsten, begannen aber meist schon im Jänner (1965 erst nach Mitte Februar) zu steigen, wobei vielfach spätestens nach dem 20. Februar der Anstieg steiler wird. Die rascheste Temperaturzunahme erfolgte aber ab der letzten Mai-Dekade, um spätestens bis Mitte Juli das Maximum zu erreichen (Ausnahme 1967, wo dieses erst in die ersten August-Tage fällt).

Die tiefsten Temperaturen zeigte die Mur Ende Dezember 1967 mit 0,2° C, zum gleichen Zeitpunkt 1965 mit 0,75° C, um dann über den 20. 1. 1966 hinaus fast gleich zu bleiben. Ein weiterer besonders tiefer Wert wurde noch am 20. 2. 1965 mit 0,6° C gemessen.

Der höchste Wert wurde in der ersten Dekade des Juli 1964 mit 17° C an der Meßstelle Zeltweg erreicht, während er bei der Meßstelle Siebenbrunn wenig tiefer war, nämlich 16,7° C betrug. Die nächst tieferen Werte

wurden im gleichen Jahr am 16. September mit 16,7° beobachtet. — 1967 lag die Höchsttemperatur am 3. 8. bei 15,7° C.

Der *Abstieg der Temperatur* vollzog sich in den Beobachtungsjahren spätestens *ab Mitte September* bis in den November hinein sehr rasch, um dann meist etwas stärker zu verflachen. 1963 kam es zu dem raschen Absinken erst nach dem 10. November.

Auffallend war die Temperaturdifferenz an den beiden Meßstellen am 12. Oktober 1964, wo an der *Meßstelle Siebenbrunn* die Mur eine Temperatur von 7,1° C, an der *Meßstelle Zeltweg* aber eine solche von nur 5,9° C hatte. Wie auch aus den Temperaturangaben in den *Berichten der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung* des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung und der Landesbaudirektion (45, 1969, Bd. 13, Tabellen 1—4, S. 74—78)¹, der Jahre 1965, 1968 und 1969 und aus der erwähnten Messung vom Juli 1964 hervorgeht, scheinen diese Unterschiede wechselhafter Natur und jahreszeitlich bedingt zu sein, keinesfalls so jedes Jahr zur gleichen Zeit einzutreten. Auch geht es aus den vorliegenden Ergebnissen hervor, daß sogar an der *Meßstelle Zeltweg Temperaturunterschiede zwischen linkem und rechtem Murufer bestehen*.

Diesen Berichten zufolge ist auch der *pH-Wert* des Murwassers keineswegs konstant, sondern schwankt je nach Jahr und Jahreszeit ziemlich stark. Der geringste Wert lag im Februar 1968 an der *Judenburger Meßstelle* bei 7,4, bei Knittelfeld bei 7,5, der höchste im Februar 1969 bei 8,3 sowohl an der *Judenburger* als auch an der *Knittelfelder Meßstelle*.

Durch die Beeinflussung der rund 300 m von der Meßstelle Zeltweg aufwärts einmündenden *Pöls* sind, wenn auch nicht immer, Verschiedenheiten wie bei den Temperaturen auch in diesem Falle je nach links- oder rechtsseitiger Messung bei der Murbrücke gegeben, die bis zu einer Differenz von 0,4° C gehen können. Diese drückt sich in dem Sinne aus, daß das *linksseitige Murwasser* meist *alkalischer* ist. — Der Verfasser hat bei seinen Untersuchungen vornehmlich in der Gegend der *Siebenbrunn-Quellen pH-Werte* zwischen 7,0 und 7,3, vereinzelt auch solche etwas unter 7,0 bestimmen können.

Hinsichtlich der *Härten* hat der Verfasser hauptsächlich an der *Untersuchungsstelle* bei *Siebenbrunn Gesamthärten* zwischen 4 und 6° und *Karbonathärten* zwischen 3 und 5,5° erhalten.

Die Temperaturmessungen und sonstigen Untersuchungen des *Granitzenbaches* (Tafel 10) geschahen vornehmlich nordwestlich von *Möbersdorf*, rund 120 m nach der Einmündung des *Feistritzbaches*. Sie erfolgten hauptsächlich in den Jahren 1964 bis 1967.

Die Temperatur schwankte in dieser Zeit zwischen praktisch 0° C in den Wintermonaten, wo der *Granitzenbach* meist über zwei Monate zugefroren war, und maximal 17° C am 9. 8. 1964 (Mur: 16,7° C) und am

¹ In den erwähnten Berichten bzw. in den darin enthaltenen Veröffentlichungen von Fachvorständen, wie Reg.-OBR Dipl.-Ing. Bernhart, Reg.-OBR Dipl.-Ing. Ertl u. a., werden vornehmlich die Ergebnisse der Untersuchungen der *Mur*, die im Zuge der Maßnahmen der Gewässergüteaufsicht in ihrem gesamten Verlaufe chemisch-physikalisch wie biologisch-bakteriell erforscht wurde, tabellarisch niedergelegt. Diesem Band liegt eine Farbkarte des Gütezustandes der steirischen Hauptgewässer bei.

13. 7. 1966 (Mur: 15,6° C). — Nur wenig tiefer lagen die Temperaturspitzen am 3. 8. 1967 mit 16,7° C (Mur: 15,7° C), während am 15. 7. 1965 nur wenig über 14° C (Mur: 12,6° C) gemessen wurden.

Der Temperaturanstieg vollzog sich in den einzelnen Jahren bis in den Juli oder sogar August hinein durchwegs steil, wenn auch 1964 nach dem 20. Mai bis über die Mitte Juni hinaus als Auswirkung der Schneeschmelze im Einzugsgebiet und ebenso 1967 nach dem 20. März bis gegen Ende April ein merkliches vorübergehendes Zurückgehen der Temperatur zu verzeichnen war. — Dem steilen Anstieg folgte in den meisten Beobachtungsjahren (mit Ausnahme 1965) ein ebenso rascher Abstieg der Temperatur ab Juli oder August. Dies wurde nur wie 1966 und 1967 durch Verflachungen im August und September oder im September und Oktober vorübergehend gehemmt. 1965 war aber die Abnahme der Temperatur bis in den September hinein sehr gering, dann erst erfolgte sie um so rascher. Auffallend war 1964 ein Temperaturanstieg im November um rund 3° C.

Der *pH-Wert* des Wassers des *Granitzenbaches* bewegte sich meistens zwischen 6,5 und 6,8 die *Gesamthärte* zwischen 2 und 3 und die *Karbonathärte* um 2 Grade.

F. DIE QUELLEN

Im Gebiet des *Murbodens* gibt es eine Reihe von Quellen, die am südlichen Talrand im westlichen Abschnitt vorwiegend aus den Bretstein-Kalkmarmoren des bergigen Hinterlandes, im östlichen Gebiet aus den Blockschottern austreten und als meist kleinere Graben-Quellbächlein mit sehr schwankender Schüttung der Ebene zufließen. Meist in unmittelbarer Nachbarschaft zur Mur sind aber auch am *Nordrand* des *Murbodens* — und da immer in Form von *Quellhorizonten* — Wasseraustritte zu verzeichnen. — Die meist unbedeutenden und unverlässlichen Quellen bzw. Quellbäche des Südrandes wurden nur sporadisch beobachtet, die des Nordrandes des Murbodens ständig durch mehrere Jahre hindurch.

a) Die Quellen am Südrand des Beckens

Von Judenburg herkommend, trifft man am Südrand des *Murbodens* erstmalig südwestlich von *Wöllmerdorf* auf ein in den *Bretstein-Kalkmarmor* tiefer eingeschnittenes Grabenbächlein. Es kommt vom „*Wastl im Eck*“ herab und hatte am 16. November 1964 in einer Höhe von 830 m eine Schüttung von 2,8 l/sek. — Ein weiteres Quellbächlein fließt durch *Wöllmerdorf* selbst. Es sammelt sich aus vernästen Hangstellen oberhalb des Ortes, wozu sich ein in der Schüttung sehr variierendes Bächlein aus dem südostwärts gelegenen Hohlweg gesellt. Die *Gesamtschüttung* dieses Bächleins, dem später auch der Überlauf des Wasserbehälters für Löschzwecke am oberen Ende des Ortes (am 6. 8. 1968 0,7 l/sek.) zufließt, betrug an diesem Tage 1,5 l/sek. Zu dieser Zeit hatte

das Hohlwegbächlein fast kein Wasser. Dieses letztgenannte Bächlein, das die beschriebenen tertiären Schichten in einem Hohlweg anschneidet, sammelt sich aus einer vernästen Bergwiese in 760—780 m Höhe. Seine Wasserspende betrug am 14. 11. 1964 0,6 l/sek., am 28. 3. 1965 sowie am 1. 10. 1965 0,43 und am 6. 8. 1968 kaum 0,1 l/sek. Zeitweise versiegt es fast vollkommen.

Westlich der erwähnten Bergwiese, wo vollkommen breiiger, aufgeweichter *Pegmatit* ansteht, liegt die *Quellstube* für den Ort *Wöllmerdorf* in 780 m Höhe. Das Quellwasser tritt hier ebenfalls aus den weißgrauen, verwitterten *Pegmatiten* aus, muß aber auch kalkige Schichten durchfließen, wie die physikalisch-chemischen Werte ergaben. Der *pH-Wert* dieses Quellwassers liegt nämlich über 7,5, die *Gesamthärte* bei 15° und die *Karbonathärte* bei 12°. — Von der angeführten Bergwiese weiter nach Südosten gehend, überquert bald wiederum ein Quellbächlein den Weg und fließt den östlichsten Häusern von *Wöllmerdorf* zu. Es sickert weiter oberhalb aus einer in 800—820 m Höhe gelegenen Waldwiese — bereits aus dem Bereich der *Bretstein-Kalkmarmore* kommend — aus. Seine Schüttung betrug am 14. 11. 1964 0,75 l/sek. (in 777 m Höhe), am 28. 3. 1965 1 l/sek. (hier aber schon mit Schmelzwasser gemischt!) und am 6. 8. 1968 0,33 l/sek. — Kleinere Gerinne, die nur zeitweise fließen, sammeln sich aus der tertiären Hangbedeckung oberhalb der Siedlungshäuser von *Wöllmerdorf* und weiter ostwärts gegen *Mariabuch* zu. Vereinzelt treten auch kleine Quelltümpel, durch Rutschungen aufgestaut, hier in diesem Gebiet auf.

Oberhalb von *Mariabuch* liegt die den Ort versorgende *Quellkammer* in 755 m Höhe. — Vom Westrand des Steinbruches fließt, sich aus Vernässungen sammelnd, den obersten Häusern des Ortes ein Quellbächlein zu, dessen Quellspende sehr schwankend ist und ab November, 1971 schon im Juni, meist vollkommen versiegt. Sie betrug am 5. 8. 1968 0,29 l/sek. — Ein weiteres Bächlein tritt südöstlich von *Mariabuch* aus dem Walde aus (0,3 l/sek. am 6. 8. 1968). — Im Hangbereich von *Baierdorf* begegnet man gleich am Westrand des Ortes einem kleinen Grabenbächlein, dessen Ursprung, wie meist an den Südhängen, auch nicht direkt ersichtlich ist. Es hatte am 21. 11. 1964 sogar eine Schüttung von 0,5 l/sek., am 22. 6. 1966 aber nur eine solche von 0,3 l/sek. Nach längeren Trockenzeiten und im Spätherbst bzw. Winter versiegt es meistens vollkommen. — Oberhalb des Ortes selbst stößt man in 700 bis 780 m Höhe auf eine alte, *hölzerne Quellfassung* mit einer Holzrohrableitung (Quellspende am 21. 11. 1964 0,3 l/sek.). — Oberhalb der Ortsmitte von *Baierdorf* sammelt sich am Waldesrand in rund 720 m Höhe Quellwasser zu zwei Quellbächlein, die nach ihrer baldigen Vereinigung am 21. 11. 1964 eine Schüttung von 0,75 l/sek. und am 19. 5. 1965 eine solche von 1,5 l/sek. aufwiesen. — Weiter östlich, d. i. westlich von *Schober* bzw. *Trittaler*, fließt ein Bächlein dem östlichen Ortsende von *Baierdorf* zu. Es kommt aus zwei Dränleitungen aus einer höher oben gelegenen Waldwiese. Seine Quellspende betrug am 21. 11. 1964 3 l/sek., am 19. 5. 1965 1,2 l/sek. — Oberhalb eines hier ausmündenden, ganz verwachsenen Hohlweges trifft man auf einen Quelltümpel und auf ein Quellbächlein, das aus einer ver-

nächsten Hangerebnung in 770—775 m Höhe kommt (Wasserspense am 19. 5. 1965 0,4 l/sek.). — Das beim Gehöft *Schöber* selbst herabkommende Gerinne hatte am 19. 5. 1965 eine Schüttung von 2 l/sek. Oberhalb, d. i. südöstlich vom *Leitenbauer*, liegt eine größere Quellmulde, aus der zwei Quellläste aus 775 m Höhe und etwas höher herabkommen. Die gesamte Quellspense betrug am 22. 9. 1965 nur 0,14 l/sek.

Der *Pontenbach*, der durch Vereinigung mehrerer Quellarme im tieferen Hinterland entsteht, hatte vor seinem Austritt aus dem Walde, südlich von *Pfaffendorf*, am 22. 9. 1965 eine Wasserführung von 10—12 l/sek. Diese läßt in Trockenzeiten aber stark nach.

Bis zum *Granitzenbach* nach Osten gibt es dann keinen bemerkenswerten Quellaustritt mehr. Nur eine größere Naßgalle befindet sich am nordwestlichen Fuße des *Tertiärhügels* bei *Grottenhof* und südlich dieses Gehöftes ein kleines Quellbrünnlein.

Hinsichtlich der *physikalisch-chemischen* Eigenschaften der angeführten Quellwässer kann gesagt werden, daß die *pH-Werte* meist zwischen 7,0 und 7,5, aber mehr zwischen 7,3 und 7,5 liegen. — Die *Karbonathärten* bewegen sich meist zwischen 10° und 12° d. H., die *Gesamthärten* zwischen 14° und 16° d. H. (= ziemlich hartes Wasser); vereinzelt konnten aber, wie gerade südöstlich von *Wöllmerdorf*, *Gesamthärten* bis fast 19° bestimmt werden. — Das Wasser des *Pontenbaches* weist wiederum bei *Pfaffendorf* nur eine *Karbonathärte* von 8° und eine *Gesamthärte* von 10° bis 11° bei *neutraler Reaktion* auf. — Das erwähnte Quellbrünnlein bei *Grottenhof* zeigte ebenso eine *Gesamthärte* von 10° bei nur *schwach saurer Reaktion*.

Die Herkunft des Quellwassers war, da sich dieses überwiegend aus Vernässungen sammelt, vielfach nicht eindeutig festzulegen. Es handelt sich hier in der Mehrzahl der Fälle wohl um ursprünglich aus dem Bretstein-Kalkmarmor austretendes *Kluftwasser*, z. T. um solches aus der *Verwitterungsschwarte*. Im erstgenannten Fall wird es durch die tonige, tertiäre Hangbedeckung verhindert, wieder zu versickern. Im tertiären Hanggrutschgebiet, wie es besonders zwischen *Wöllmerdorf* und *Baierdorf* auftritt, sind es unbedeutende, sogenannte *Rutschflächenquellen* (38, 1967, S. 90), zu denen auch die wenigen Quelltümpel in diesem Gebiet zu zählen sind.

Im Gebiet zwischen *Weißkirchen* und *Knittelfeld* (Apfelberg) kommen die Quellen bzw. Quellbächlein durchwegs aus dem *tertiären Blockschutt*. Nur die großen Grabenbäche haben ihr Einzugsgebiet im südlicher gelegenen Kristallin.

Auch diese Quellbächlein im *östlichen Murboden* sind größeren Schwankungen unterworfen und versiegen in längeren Trockenzeiten oder in den Spätherbst- und Wintermonaten (1971 bereits schon fast im Juni).

Der den *Mittergraben* durchfließende und bei *Baumkirchen* bei *Weißkirchen* austretende Bach wurde nicht näher beobachtet, da seine Quellläste außerhalb des direkt behandelten Gebietes liegen. Er hatte am 22. 7. 1966 eine Wasserführung von nur 2 l/sek., am 23. 6. 1971 eine solche von 1,5 l/sek. — Sein *pH-Wert* liegt bei 7,0—7,2, die *Karbonathärte* bei 9°, die *Gesamthärte* bei 12°.

Oberhalb des neuen Gehöftes Liebmingen wurden 1964 zwei Quelladern aufgegraben, deren Wasserspende am 28. 11. 1964 0,3 l/sek. (bei einer Temperatur von 7,5° C), die aber bis 4. 12. d. J. bereits auf 0,13 l/sek. zurückging (T = 7,3° C). Das Quellwasser reagierte *stark sauer* (pH-Wert = 6,0) und hatte eine *Gesamthärte* von nur 1,5°.

Östlich des genannten Gehöftes fließt ein kleines Quellbächlein zur Straße herunter. Es setzt sich z. T. aus dem Grabenbächlein zusammen, das aus dem inzwischen aufgeschlossenen Wasserversorgungsgebiet für Allersdorf oberhalb des Ortes (Grabenbeginn in rund 780 m Höhe) kommt, z. T. nimmt es unterwegs zuckendes Quellwasser auf. Es fließt schließlich vom Rande eines Hohlweges am Westende von Allersdorf ab. Seine Schüttung betrug am 29. 11. 1964 0,75, am 15. 7. 1965 1,5 und am 3. 11. 1965 0,5 l/sek. Es versiegt ebenfalls zeitweise wie auch z. B. bereits im Juni 1971.

Im erwähnten Quellgebiet oberhalb von Allersdorf wurden in einer 780—790 m hochgelegenen, stark vernästen bis sumpfigen Quellmulde schon seit 1964/65 Probegrabungen und 1966/67 Aufschließungsarbeiten für eine *zentrale Wasserversorgung* von Allersdorf durchgeführt. Es wurden hier im Gebiet des *Blockschotters* nach Durchstoßen von 0,5—0,8 m mächtigem, stark torfigem Humus zuerst wenig, später dann stärker sandige, blaugraue tertiäre Tone angefahren, worunter erst sandig-schotteriges Material als *Wasserträger* kam. Es wurden schließlich zwei Quellschächte mit mehreren Zuleitungen, eine etwas tiefer gelegene *Quellstube* und ein Hochbehälter am unteren Waldesrand in rund 740 m Höhe errichtet. — Insgesamt flossen am 19. 11. 1965 0,31, am 23. 2. 1966 0,43, am 16. 5. 1966 0,18, am 2. 6. 1966 0,14 und am 25. 8. 1967 0,25 l/sek., z. T. bereits gefaßt, z. T. noch ungefaßt ab. Außerdem wurde etwas oberhalb des Hochbehälters eine kleine Quelle aufgegraben, deren Wasserspende aber nur zwischen 0,02 und 0,05 l/sek. lag und deren Temperatur zwischen 7,2 und 7,6° schwankte. — Seit 1968 wird Allersdorf von diesem Quellgebiet her versorgt. — Das Quellwasser reagiert *sehr sauer* (pH-Wert = 6,0—6,2) und ist *sehr weich* — *Gesamthärte um 2°* — und demnach sehr aggressiv.

Weiter südlich von Allersdorf liegt oberhalb der Kote 727 eine besonders große Quellmulde in 770—780 m Höhe, aus der an verschiedenen Stellen Wasser aussickert, das sich schließlich zu einem südöstlichen und nordwestlichen Quellbächlein sammelt. — Am 24. 2. 1966 gab der östliche Arm 0,5, der westliche 0,22, insgesamt somit 0,72 l/sek., am 16. 5. 1966 aber nur noch insgesamt 0,22 l/sek. (0,16 und 0,06), am 2. 6. 1966 0,18 l/sek. (0,12 und 0,06) und am 25. 8. 1967 0,47 l/sek. (0,3 und 0,17 l/sek.). — Das Quellwasser ist hier ausgesprochen *neutral* und hat eine *Gesamthärte* von 3—4° (sehr weiches Wasser). — Temperaturmessungen konnten hier wie dort mit einer einzigen Ausnahme keine gemacht werden, da Beobachtungen am eigentlichen Quellort nicht möglich waren.

Weiter südlich des geschilderten Quellversorgungsgebietes von Allersdorf und wesentlich höher entspringt das *Tanauerbachl*. Seine Wasserspende betrug bei Unzdorf am 22. 6. 1966 1 l/sek.

Das aus dem Fuchsgaben kommende Quellbächlein hatte am 3. 11. 1965 eine Schüttung von 5, am 21. 9. 1966 von 12—14, am 16. 10. 1966 von 8 und am 23. 6. 1971 von nur 1,5 l/sek. — Das Wasser reagiert *neutral* und hat eine *Karbonathärte* um 7° und eine *Gesamthärte* um 9°.

Bei *Unterpichling*, südlich der Kote 679, entspringt unmittelbar westlich eines hier stehenden Hauses, am Nordrand eines ehemaligen, im 1. Weltkrieg noch in Benützung gestandenen Fluders, eine größere Quelle. Sie bildet einen *Quelltümpel*, aus dem breitflächig am 26. 9. 1966 0,8 l/sek. überflossen. Infolge der Tatsache, daß in diesem Quelltümpel ein größerer Teil des Wassers eine längere Zeit steht, war auch die Temperatur am Beobachtungstag mit 13,3° C abnormal hoch. — Das Wasser reagiert *sehr sauer* (pH-Wert 6,0) und hat eine *Karbonathärte* von 5 und eine *Gesamthärte* von 5,5°.

Weiter nordwestlich von hier entspringt oberhalb der Stelle, wo hauptsächlich am Westufer des *Feistritzbaches*, wie beschrieben, tertiäre Sandsteine anstehen, an deren Schichtflächen Wasser aussickert oder kleinere Quellen austreten, mehr gegen den westlichen Hangabfall zu eine stärkere Quelle. Sie gab am 26. 9. 1966 bei einer ebenfalls auffallend hohen *Temperatur* von 12,6° C eine Wasserspende von 0,5 l/sek. Die physikalisch-chemischen Werte waren praktisch dieselben wie die beim vorerwähnten Quelltümpel. Es wäre hier in diesem Falle schon wegen der hohen Temperatur möglich und wahrscheinlich, daß es sich um den Austritt von etwas weiter oben in den Untergrund eintretenden Bachwasser handelt.

Östlich von *Pichling* fließt der *Thannerbach*, an der Bildung eines kleinen Weihers bei Kote 688 beteiligt, am Rand eines Hohlweges bei *Schloß Thann* vorbei und wird künstlich einem einstigen Fischzuchtteich zugeleitet. — Das Bächlein hatte nach Unterquerung des Fahrweges unterhalb des Schlosses am 20. 11. 1967 eine *Schüttung* von 1,5 und am 2. 8. 1968 eine solche von 1 l/sek. bei *neutraler Reaktion* des Wassers.

Bei *Unterthann* wird das hier herabkommende *Grabenbächlein* ebenso dem erwähnten Fischteich zugeführt. Am 20. 11. 1967 hatte es in 680 m Höhe eine Wasserführung von 3,5 l/sek., in 700 m Höhe am 2. 3. 1968 eine solche von 1,8 l/sek. Das Wasser reagiert *leicht alkalisch* (pH-Wert = 7,2), die *Karbonathärte* beträgt 7 und die *Gesamthärte* 7,5°. — Dieses Bächlein erhält schon bei Kote 720 wenig Wasser von Osten her, wird aber hauptsächlich von zwei in 780—790 m Höhe entspringenden Quelllästen gespeist, deren *Gesamtschüttung* kurz nach ihrer Vereinigung am genannten Tag 1,1 l/sek. betrug. — Das andere erwähnte, bei der angeführten Kote herabkommende Quellbächlein, hat seinen Ursprung bereits in 740 m Höhe. Es hatte am Beobachtungstag eine Schüttung von nur 0,2 l/sek.

Zu den östlichen Häusern von *Unterthann* fließt ebenfalls ein aus zwei Quellarmen bestehendes Quellbächlein, dessen östlicher Ast aber nur eine ganz geringe Wasserführung hat. Dort, wo der Hang in etwa 710 m Höhe steiler zu werden beginnt, ist auf ganz primitive Weise eine Quelle gefaßt, zu der aber auch in einem offenen Gerinne von einer östlichen Grabenrunse Wasser zugeleitet wird (daneben gibt es hier noch einen weiteren zweikammerigen Holzbehälter mit einer eigenen Ableitung). Insgesamt flossen am 2. 3. 1968 0,3 l/sek. der Quellfassung zu. — Die *Temperatur*

der direkt austretenden Quelle betrug an diesem Tag $6,9^\circ$. Der *pH*-Wert lag bei 7,2, die *Karbonathärte* bei 11 und die *Gesamthärte* bei 12° . — Westlich davon, aber etwa 25 m tiefer, trat am 26. 12. 1967 Quellwasser mit einer Schüttung von 0,3 l/sek. aus. Darüber hinaus gab es hier noch kleinere Aussickerungen von Quellwasser.

Der *Pfaffenberg*, südwestlich von *Großlobming* mit seiner nördlichen Kuppe des *Galgenbühels*, zeigt nur dort Vernässungen und kleine Quellaustritte, wo im tertiären Blockschotter tonreichere Lagen auftreten. Es handelt sich aber hier fast durchwegs um Quellen, die über eine Wasserspende von 0,03 l/sek. nicht hinauskommen. — Bei der ehemaligen *Moosbauerkeusche* entsprang bis vor wenigen Jahren noch eine *Waller-Quelle* oberhalb eines Bildstockes, die aber durch Planierungsarbeiten verlorenging.

Häuser am *Galgenbühel* und am Nordhang des *Pfaffenberges*, wie z. B. *Leitold*, haben Brunnen (14,4 m tief), die von *unterirdischen Quelladern* gespeist werden oder haben z. T. längere *Quellzuleitungen* wie *Brandner*, der sein Hauswasser aus drei Quellsfängen in der *Pfaffenbergtalsenke* aus 800 m Entfernung herbringen muß, oder *Pichlmayer* und mit ihm andere aus 400 m Entfernung. Dem *Stocker-Haus* gelang es seinerzeit (vor 1950) durch entsprechende Aufschließungsarbeiten eine Wasserspende zu erreichen. — Das Gehöft *Reitinger*, mitten im *Pfaffenberg-Wald*, hat einen 10,2 m tiefen Brunnen. — Der von hier ostwärts ziehende Graben führt nur zeitweise Wasser.

Von Interesse ist ein *Quellhorizont*, der unterhalb der Straße *Großlobming* — *Möbersdorf* in 645 m Höhe verläuft. Er beginnt unterhalb der ehemaligen *Wimpfen-Gärtnerei* und erstreckt sich gegen den *Moosbauern* zu nach Westen. Er liegt im Schnitt der *Würmterrassen-Hangstufe* mit der Terrasse des *Neuen Hochstandes* und wird durch eine über diesem lagernde *Lehmdecke* verursacht. In diesem Horizont, der starke Vernässungen und Versumpfungen auch unterhalb des Fahrweges aufweist, aus denen z. T. zeitweise stärkere Quellriesel fließen, stehen die Brunnen von zwei Häusern. — Beim Hausbrunnen unmittelbar unterhalb der ehemaligen *Gärtnerei* wird, wie schon erwähnt, durch eine eigene Ableitung ein Übergehen des Wassers in Brunnen verhindert. Aus dieser Ableitung flossen am 21. 9. 1970 0,4 l/sek. ab. — Auch der ehemalige, nur 2,5 m tiefe Hausbrunnen des *Moosbauern* liegt in diesem *Quellhorizont*, nicht aber mehr der neue, 13 m tiefe Brunnen.

Das Wasser dieses *Quellhorizontes* ist ähnlich dem oberhalb der einstigen *Gärtnerei* befindlichen Brunnenwasser *außerordentlich hart*. So weist das Wasser des erstgenannten Brunnens in diesem Horizont eine *Karbonathärte* von 22 — 23° und eine *Gesamthärte* von 18° bei trotzdem *neutraler Reaktion* auf.

Den gleichen geologischen Gegebenheiten beiderseits des *Lobmingbachtales* entsprechend finden sich auch östlich dieses Grabens gleiche oder ähnliche hydrologische Verhältnisse. Auch hier zeigen die meist bewaldeten Höhenzüge des *Stibitzberges*, *Landzettelkogels* und *Rosenkogels* (weite Gebiete waren hier noch vor wenigen Jahr-

zehnten Weideland) wohl ortsweise größere Vernässungen und vereinzelte Quellaustritte, doch haben letztere ebenfalls nur sehr geringe Wasserspenden, meist zwischen 0,01 und 0,03 l/sek., wie Beobachtungen besonders in den Jahren 1949/50 gezeigt haben. Diese Quellen entspringen meist auf der Unterseite von gut ausgebildeten Quellmulden und waren die Veranlasser zur Bildung von Gräben, wie besonders des vom G r a s e l herabführenden K a t z e l g r a b e n s oder östlicher gelegenen Z a u s i n g e r g r a b e n s.

Bei einem wassermäßig prospektiven Vergleich zwischen dem Gelände südöstlich und südwestlich von G r o ß l o b m i n g hat es aber doch den Anschein, daß im Gebiet des P f a f f e n b e r g e s bei entsprechender Aufschließung wesentlich mehr Quellwasser gewonnen werden könnte, als im Ostbereich.

Das östlich von G r o ß l o b m i n g gelegene bergige Gelände weist nur wenige markantere Gräben auf, die von Quellbächlein mit sehr schwankender Wasserführung durchflossen werden. — So verläßt ein Grabenbächlein, das erst vor wenigen Jahren wildbachverbaut wurde, bei Kote 658 den Wald und fließt der Mur zu. Sein Hauptfluß kommt weit aus dem südlichen Hinterland. Es hat aber auch einen südwestlich und oberhalb der erwähnten Kote ausmündenden Seitenast. — Seine Wasserführung betrug am 8. 10. 1967 5, am 2. 3. 1968 4 l/sek., führte aber am 23. 6. 1971 fast kein Wasser mehr. — Das Grabenwasser reagiert *neutral bis mäßig sauer* und hat eine *Karbonathärte* von 11—12° und eine *Gesamthärte* von 12—13°.

Von ähnlicher Beschaffenheit ist das kleine Grabenbächlein, das östlich vom E i n ö d h o f der Mur zustrebt. Es versiegt — jahresmäßig bedingt — gerne. So hatte es am 8. 10. 1967 eine Schüttung von 1,5 l/sek., während am 2. 3. 1968 fast keine Wasserführung feststellbar war und es am 23. 6. 1971 vollkommen versiegt war.

Ein wesentlich stärkeres, gut verbautes Grabengerinne fließt unmittelbar westlich der S c h m u t z e r v i l l a. Seine Wasserführung lag am 8. 10. 1967 am Ausgang des Waldes zwischen 10 und 12 l/sek., am 23. 6. 1971 floß nur noch minimal Wasser. — Das Wasser ist *stärker alkalisch* (pH-Wert = 7,5—7,8) und hat eine *Karbonathärte* um 7° und eine *Gesamthärte* um 9°.

b) Die Quellen am Nordrand des Murbodens

Von besonderem Interesse und gut meßbar sind die Quellen, die an der Mur direkt oder nicht weit weg von ihr, also am Nordrand des Murbodens, entspringen.

So läuft südlich vom B l i c k n e r am Fuß der *Würmterrasse* unterhalb H a n s b a u e r ein ausgeprägter Quellhorizont durch, der starke Vernässungen und Versumpfungen des hier befindlichen Wiesengeländes nach Westen und nach Osten hin bewirkt und eine Parallele zum beschriebenen Vernässungsstreifen am Westrand von G r o ß l o b m i n g bzw. eine unterbrochene Fortsetzung desselben darstellt. — Gerade bei der Umbiegungsstelle des von oben herab zum B l i c k n e r führenden Weges wurde das

austretende Wasser z. T. gefaßt und dem Gehöft zugeleitet, eine Zeitlang diente es auch zur Anlage von kleinen Fischteichen. Der nicht benötigte Teil des gerade hier am stärksten ausdrückenden Wassers wurde bis vor kurzem einem Brunnentrog zugeführt. Trotzdem floß außerdem noch ein meist nicht geringer Prozentsatz des Quellwassers ungenutzt ab.

Diese als *Blickner-Quelle* in rund 647 m Höhe entspringende Quelle wurde durch vier Jahre hindurch (1964—1967) und darüber hinaus beobachtet und ihre Schüttung und Temperatur gemessen (Tafel 6). Ihre Schüttung verhielt sich bei weitem nicht so konstant wie die des aus dem Süden kommenden und an Hand des Brunnens beim *Hansbauer*n (Brunnen 22) gemessenen Grundwassers, dessen Gwsp., wie besprochen, sich kaum verändert und sich höchstens in den Hochwasserjahren 1965/66 im August oder September etwas aufbäumt. Trotzdem muß es sich hier um *denselben Grundwasserhorizont* handeln. — 1964 fiel von den Beobachtungsjahren die geringste Schüttung mit nur 0,18 l/sek. in die Mitte des Septembers, die höchste in den November mit 1,27 l/sek. 1965, im ersten Hochwasserjahr, kam das Minimum der Wasserspende mit 0,79 l/sek. in die erste März-Dekade, das Maximum mit 1,5 l/sek., vier Wochen lang, in den August bzw. September zu liegen. Im Jahre 1966, dem zweiten Hochwasserjahr, wirkten sich die Niederschläge auf die Quellspende am stärksten aus. Einer *Mindestspende* von 0,47 l/sek. am 22. 6. steht hier eine *Höchstspende* von 4,1 l/sek. im September gegenüber, während 1967 die geringste Schüttung mit 0,37 l/sek. in die erste Juli-Dekade fiel. Die Höchstspende mit 1,3 l/sek. wurde gleich zu Beginn des Jahres und eine ebenfalls hohe Wasserspende von rund 1 l/sek. im April und an der Wende Oktober/November erreicht. — *Die Schwankungsziffer* (= Verhältnis der Höchst- zur Mindestschüttung) betrug demnach in den vier Beobachtungsjahren im Mittel 5,3 (Gütestufe bereits mindergut), bei Weglassung des abnormalen Hochwasserjahres 1966 4,2 (Gütestufe gut). Auffallend ist bei der Quelle auch, daß Mindest- und Höchstschüttung auch jahreszeitlich sehr streuen.

Bezüglich der *Temperaturen* dieser Quelle (Tafel 7) ist auch hier eine etwas *größere Schwankungsbreite* gegenüber dem Grundwasser und ein stärkeres unruhiges Verhalten aus den Profilen abzulesen, was aber den naturgegebenen Verhältnissen entspricht. So bewegte sich die Temperatur bei diesem Brunnen in den gleichen Beobachtungsjahren nur zwischen rund 8 und 9,5°, während bei der *Quelle* die *tieftste Temperatur* im März und April 1964 mit 7,7° C, die *höchste* im September des gleichen Jahres mit 9,9° C gemessen wurde. Eine fast gleich tiefe Temperatur wurde nur noch 1966 Mitte April mit 7,8° C gemessen, während in den anderen Jahren die Werte nicht unter 8° C absanken. Ebenfalls fast gleich hohe Temperaturen mit 9,7 bzw. 9,8° C wurden 1966 im Juli bzw. Oktober erreicht, während in den Jahren 1965 und 1967 die maximale Temperatur bei 9,5° C in den Oktober bzw. August dieses Jahres fiel.

Was das physikalisch-chemische Verhalten dieser Quelle anbelangt, so liegt der pH-Wert auf Grund mehrerer Bestimmungen zwischen 6,8 und 7,0, die *Karbonathärte* um 12° und die *Gesamthärte* um 13°. Es handelt sich somit um ein *leicht saures bis neutrales und ziemlich hartes Wasser*.

Das *Intervall* zwischen den Niederschlägen und der Auswirkung auf die Quelle scheint mindestens zwischen 20 und 35 Tagen, im *Hochwasser-sommer 1965*, wie auch die Brunnenprofile bestätigen, nur bei 15 Tagen zu liegen.

c) Die Siebenbrunn-Quellen

Sie liegen nordwestlich der Bahnbrücke der Linie Zeltweg — Wolfsberg, die rund 800 m von der südlichsten Quelle entfernt ist (Tafeln 1 und 6). Sie entspringen mit Ausnahme dieser ersten Quelle, die etwa 4—5 m höher als die *Mur* im Walde am Fuße einer Grabenhangstufe austritt, meist nur wenig höher als der mittlere Murwasserspiegel, und zwar auf einer Länge von *über 500 m* in einer Höhe zwischen 663 und 666 m. Sie verdanken ihre Entstehung der geologischen Tatsache, daß sehr harte *tertiäre Tone* und *konglomeratische Sandsteine* von meist graugrüner Farbe knapp oberhalb der *Mur* oder auch im Murbett anstehen und so das Wasser zum Austreten zwingen. Schon J. STINY (34, 1933, S. 129 m. Abb. 83) hat auf sie hingewiesen und sie als „*falsche Windungsquellen*“ bezeichnet, da in Wirklichkeit *echte Schichtquellen* (Grenzquellen) vorliegen, wobei es nach seiner Meinung nur ein nebensächlicher Zufall sei, daß der Ausbiß des Grundwassers durch eine Flußkrümmung hervorgerufen wurde. Auch A. THURNER weist auf diese Quelle hin (38, 1967, S. 127 m. Abb. 85), schließt sich der Meinung STINYs an und nennt sie *Schichtstauquellen*.

Auf Grund jahrelanger Beobachtung dieser Quellen — schon 1949/50 wurden sie durch den Verfasser erstmalig untersucht — kann nun gesagt werden, daß es sich, was die südlichen Quellen anbelangt, die keine oder nur schwache Beziehungen zur *Mur* haben, wirklich um ausgesprochene *Schichtstauquellen* handelt. Die nördlichen Quellen aber bekommen vornehmlich Wasser, das z. T. schon oberhalb der ersten großen Murschleife (nahe bei Kote 684), z. T. auch oberhalb der zweiten Murschleife (etwa nördlich der Kote 681) aus der *Mur* in die Schotter des *Neuen Hochstandes* eindringen und als *Infiltrationswasser*, veranlaßt durch den tertiären Wasserstauer, in Form einer *Quellreihe* austritt. Es liegt so hier bezüglich der nördlichen Quellen eine *Mischung* zwischen *echten Windungs- und Schichtgrenzquellen* vor.

Zu dieser Quellreihe, die am Fuße eines etwa 16 m hohen Steilhanges des *Neuen Hochstandes* liegt, zählen außer einem Quelltümpel unmittelbar südlich der zweiten Quelle zehn Quellen, von denen acht meßbar sind. Von diesen wurden aber nur die stärkeren und besser beobachtbaren — abgesehen von 1949/50 — durch vier Jahre (1964—1967) ständig gemessen, die übrigen nur im ersten Jahr der Beobachtungen.

Im einzelnen besprochen, tritt die südlichste Quelle (*Quelle A*) gegen den Ausgang eines kleinen, aber markanten Grabens nördlich der Kote 694 am Fuße wasserstauer, gelbgrüner tertiärer Tegel bzw. Sandsteine aus. Die nächst nördliche Quelle, die *Quelle B*, kommt nischenartig aus graugrünen, am Quellort besser sichtbaren grobkiesigen Sandsteinen, an deren Basis harte, graugrüne Tegel liegen, die bis zur etwa 12 m entfernten *Mur* ziehen. Die *Quelle C* wiederum entspringt rund 50 m weiter nordwestlich

am Fuße des erwähnten Steilhanges, wobei hier eigentlich an drei Stellen das Quellwasser aus grobkörnigem Sandstein ausfließt, von denen aber nur der östlichste Austritt von Bedeutung ist. Von hier weg fließt dann ein etwa 15 m langes Quellbächlein zur Mur hin. — 80 m weiter muraufwärts kommt man zu einem längeren, geschlängelten Quellgraben, dessen Quellort wiederum am Fuße des Steilhanges liegt, ohne daß ein Wasserstauer sichtbar wird. Die Wasserspende — nur manchmal gemessen — kann hier maximal 0,5 l/sek. erreichen. — Etwa 35 m weiter kommt man zu einer nur unbedeutenden Wasseraussickerung, während 30 m nördlicher zwei Quellen mit einer gegabelten Ableitung wieder in Hangnähe mehr breitflächig ausfließen (Höchstspende um 0,3 l/sek.). — Nur wenige Schritte weiter stößt man auf die nächste Quelle, deren Schüttung maximal 0,2 l/sek. erreichen kann. — Wieder nur wenige Meter davon entfernt, gehen ursprünglich drei, dann zwei Quellgräben zur Mur. Sie führen zeitweise kein Wasser (maximal sonst 0,18 l/sek.). — Etwa 15 m nördlicher kommt man zur *Quelle D*, die in erster Linie aus einem kleineren, von grobkörnigem Sandstein ausgekleideten Hohlraum fließt. 30 m weiter entspringt die *Quelle E* unterhalb eines Konglomeratblockes. Die *Quelle F* liegt nur wenige Schritte nördlicher. Es folgen dann noch Quellen, die nur bei Niederwasser der Mur sichtbar werden. — Außer diesen beschriebenen Quellen gibt es eine Reihe von Verlässungen.

Die *Quelle A* als südlichste Quelle (Tafel 6) ist die schwächste unter den ständig beobachteten Quellen. Sie wies, abgesehen von den Sommer- und Nachsommermonaten der Jahre 1965/66, eine nur wenig schwankende Wasserspende auf. Die *Mindestschüttung* im Frühjahr deckte sich auch unter Berücksichtigung der geringen Schwankungsbreite zeitmäßig annähernd nur im Jahre 1964 mit der der übrigen Quellen. Die *Höchstschüttung* fiel bei allen Quellen in diesen Jahren bezeichnenderweise vorwiegend in den *November*. Die *Streuung* war im Hinblick auf die *Schüttung* in den Beobachtungsjahren sowohl innerhalb der einzelnen Quellen selbst als auch im Gesamtvergleich der Quellen *ziemlich groß*. Es lag so in einem Jahr die *Mindestschüttung* dort, wo in einem anderen Jahr die *Höchstschüttung* war oder umgekehrt. — Die *Tabelle 7* gibt ein anschauliches Bild über die *Mindest- und Höchstspenden* der Quellen in zeitmäßiger Hinsicht.

Tabelle 7: Die *Siebenbrunn-Quellen* mit ihren *Mindest- und Höchstspenden* (jeweilige linke Rubrik = *Mindestspende*, rechte Rubrik = *Höchstspende*; 1. 2. 3. . . . = 1., 2., 3. Dekade d. Monats. A = Anfang, M = Mitte, E = Ende des Monats)

Quelle	1964		1965		1966		1967	
A	V A	XI E	XII 2.	VIII A	IV/V	X M	XI/XII	V 3.
B	IV 2./3.	XI E	V 1.	VIII A	VII/VIII	X M	IX/X	V E III/1.
C	IV 2./3.	XII 3.	III 3.	VIII A	II 3.	IX M	XI 2./XII	V E
D	V A	XI E	III/IV	VII/VIII	II 3.	IX M	IX M	IV E
E	IV 2.	VI M	IV 1.	VIII A	XII E	XI 1.	X E	VII 1.

Besonders gute Übereinstimmungen waren generell — die *Quelle A* ausgenommen — im Jahre 1965 dadurch gegeben, daß ein besonders starker Anstieg der Quellspeude gegen Ende der ersten April-Dekade zu verzeichnen war, während 1964 erst gegen Ende April oder im Mai eine nur wenig merkliche Zunahme der Schüttung zu beobachten und nur bei *Quelle E* ein steiler Anstieg der Schüttungskurve ab der Wende April/Mai zu sehen war. — Übereinstimmend trat bei allen Quellen im Hochwasserjahr 1965 die Höchstspeude in den *ersten Augusttagen* ein, während 1966 diese je nach Quelle in den Zeitraum September bis November zu liegen kam und bei *Quelle E* eine Vorspitze schon nach dem 20. Juni meßbar war.

Diese *letztgenannte Quelle* ist von allen Quellen in der ganzen Beobachtungszeit die *schwankungsfreudigste* gewesen. Sie liegt auch der zweiten Murschleife nördlich der erwähnten Kote 681 am nächsten und bekommt so die *Mur-Spiegelschwankungen* am schnellsten und am stärksten zu spüren.

Bei einem Kurvenvergleich des Grundwassers des besprochenen 33, 9 m tiefen *Brunnens 11*, dessen Grundwasserspiegel im fünfjährigen Mittel 659,41 m und damit wahrscheinlich nur wenig tiefer als das Murbett liegt, mit dem der *Quelle A* sind selbstverständlich viele Übereinstimmungen ablesbar, wenn auch das Grundwasser-Diagramm merklich unruhiger erscheint als das dieser Quelle. Dies wird aber nicht unwesentlich auf die weitaus häufigeren Beobachtungen des Brunnens zurückzuführen sein. Doch sind darüber hinaus auch ausgesprochene Diskrepanzen gegeben. So fiel die Höchstspeude des Grundwassers 1965 in die ersten Septembertage und 1966 in die letzte August-Dekade, während bei der Quelle die Maximalspeude 1965 bei zwar nur geringem Absinken der Schüttung in den folgenden Wochen in die ersten Augusttage fiel und 1966 in den ersten Oktobertagen auftrat. Auch 1967 sind, wie auch in anderen Jahren, sonstige merkliche Unterschiede gegeben. Daraus ist leicht der Schluß ableitbar, daß das Quellwasser nicht identisch mit dem *Grundwasser* des Brunnens ist, das weiter östlich in mehr *nordöstlicher Richtung* zur Mur hinzieht, während das die *Quelle speisende Wasser* aus mehr *nordwestlicher Richtung* dieser zufließt.

Die *Spitze der Wasserspeude* dieser Quelle hinkt gegenüber den *Niederschlägen* im August 1965 nur um *wenige Tage* nach, wie dies auch bei den meisten Brunnen im *Murboden*, nicht aber bei Brunnen 11, als Auswirkung des Hochwassers der Fall war. 1966 aber war eine *Differenz* von rund *55 Tagen* zu verzeichnen.

Das Wasser der *Quellen B und C* ist, wie auch aus den Diagrammen der Schüttung im Vergleich mit denen der Niederschläge und der Wasserführung der Mur z. T. herausgelesen werden kann, eine *Mischung* von eigentlichem *Grundwasser*, dessen Anteil von Südost nach Nordwest abnimmt, mit *Mur-Infiltrationswasser*. — Bei *Quelle D* kommt der größere Teil des Quellwassers bereits von der *Mur* her, während bei *Quelle E* schon ganz *allein infiltrierte Murwasser* vorliegt. Der Schüttungskurvenverlauf bei *E* drückt auch deutlich eine im wesentlichen andere Wasserpeisung aus. So hinkte die Schüttungsspeude 1964 gegenüber der *Quelle D* um *55 Tage* nach, wenn auch im Spätherbst wieder eine bessere Übereinstimmung zu verzeichnen war. 1965 fiel zwar bei beiden Quellen das

Maximum der Wasserspende in die gleiche Zeit, doch ist ein ganz anderer Kurvenverlauf gegeben. 1966 trat die Höchstspende bei *E* um 70 Tage früher ein, 1967 — umgekehrt — um 70 Tage später. — 1964 betrug die *Reaktionszeit* des Quellwassers *E* auf die Murwasserspiegelschwankung meist nicht ganz 40 Tage, 1965 etwa ebensolang, 1966 nur gegen 20 Tage. Die letzte Spitze der Wasserspende im November hatte aber gegenüber der Hochwasserspitze der Mur — was aber kein Einzelfall war — nur ein *Intervall von 3 Tagen*, während 1967 wiederum eine Differenz von 40 Tagen gegeben war.

Das entspricht im allgemeinen einer *Fließgeschwindigkeit* des Wassers von 9 bzw. 19 m/Tag, beim angeführten kurzen Intervall hingegen von über 120 m/Tag, was einer *unterirdischen Flutwelle* gleichkommt.

Die letzte größere *Quelle F* wurde schüttungsmäßig soweit als notwendig, noch mehr aber *temperaturmäßig* beobachtet. In der Beobachtungszeit schwankte sie zwischen 0 (= keine Schüttung wie 1967 ab Mitte Februar bis Anfang April oder sogar von Mitte November desselben Jahres bis nach 20. April 1968) und 1,75 l/sek. (14. Juni 1965).

Auch hier zeigte es sich, daß das Quellwasser schüttungsmäßig *sehr unterschiedliche Reaktionszeiten* gegenüber der Mur-Wasserführung aufweist. Diese erstrecken sich hier zwischen 9 und 28 Tagen, können aber wiederum auch 3—4 Tage ausmachen, wenn es sich um ausgesprochene *Hochwasserstöße* der Mur handelt, die sich dann unterirdisch ungemein rasch ausbreiten. Ein besonders eindeutiges Beispiel war der 5. November 1966, wo die *Wasserführung* der Mur innerhalb von 2—3 Tagen von 45 auf 390 m³ anstieg und sich in dieser Zeit auch die *Quellspende vervierfachte*.

Von dieser Quelle etwa 20 m weiter kann man auf eine Strecke von etwa 100 m hin bei *Niederwasser* der Mur weitere Quellaustritte und den dann sichtbaren tertiären, tonigen Sandstein als Wasserstauer beobachten. Von diesen, an der Murböschung fast in Murbethöhe austretenden Quellen hatte die größte Quelle am 19. Oktober 1967 eine *Schüttung* von 0,75 l/sek. — Alle diese Quellen enthalten natürlich auch *nur Infiltrationswasser* von der Murschleife her.

Auch die *Schwankungsziffern* bestätigen das früher hinsichtlich der Speisung der Quellen Gesagte. So haben die *südlichsten* und *mittleren*, direkt vom Grundwasser her versorgten Quellen eine merklich *geringere Schwankungsziffer* als die nördlichsten, die eben von der Mur her infiltriert werden. So hat die *Quelle A* im vierjährigen Mittel eine Schwankungsziffer von nur 3,1 (Gütestufe gut), die *Quelle B* von 3,3, die *Quelle C* 3,2, die *Quelle D* aber 5,6 (minder gut) und die *Quelle E* 4,6, während bei *Quelle F* die Schwankungsziffer wegen des zeitweisen Versiegens der Quelle als *unendlich* zu bezeichnen ist.

Im Gegensatz zu den gemachten Feststellungen hinsichtlich der Schwankungsfreudigkeit der Schüttung der Quellen zeigte gerade die *Quelle A* wiederum umgekehrt eine doch merklich *größere Schwankung der Temperatur* im Vergleich zu den anderen temperaturmäßig ungemein stabilen Quellen. Dies erklärt sich vorwiegend aber wohl dadurch, daß diese Quelle die geringste Schüttung aufweist und eine kleinere Quelle den äußeren klimati-

schen Einflüssen mehr unterworfen ist, als dies bei größeren Quellen der Fall ist. Außerdem könnte sie vielleicht schon ein gewisses Stück oberflächen-nahe geflossen sein. Während so bei *Quelle A* eine *maximale Temperaturdifferenz* von $2,1^{\circ}\text{C}$ gemessen wurde, macht diese bei den anderen Quellen nur $0,12-0,5^{\circ}\text{C}$ aus (Tafel 7).

Das *vierjährige Temperaturmittel* (1964—1967) beträgt bei *Quelle A* $7,1^{\circ}\text{C}$, bei *B* und *C* $7,33^{\circ}\text{C}$, bei *D* $7,46^{\circ}\text{C}$, bei *E* $7,63^{\circ}\text{C}$ und bei *F* $7,7^{\circ}\text{C}$, so daß sich ein *Gesamtmittel* von rund $7,5^{\circ}\text{C}$ ergibt. Die Mittelwerte waren bei jenen Quellen, die *echte Windungsquellen* sind, nicht nur höher, sondern es konnte auch ein nach Nordwesten zu kontinuierlicher Anstieg der Werte festgestellt werden, der sich proportional zu dem kleiner werdenden Abstand von der infiltrierten Murschleife verhält. — Das *vierjährige Temperaturmittel* der *M u r l a g* in dieser Zeit vergleichsweise bei $8,1^{\circ}\text{C}$.

Was die *physikalisch-chemischen Werte*, die in den Jahren 1964—1968 mehrmals gemessen wurden, betrifft, so liegt der *pH-Wert* aller Quellen um 7,0, die *Karbonathärten* fast immer zwischen 8 und 9 und die *Gesamthärten* meist zwischen 10 und 11° . Vereinzelt konnten aber auch 12—13 Härtegrade gemessen werden. So betrachtet, stimmt das Quellwasser *A* und *B* besonders gut mit dem Grundwasser bei Brunnen 11 überein. — Das Wasser scheint gegen Nordwesten hin etwas härter zu werden. Die *Karbonathärte* wird auf jeden Fall etwas höher. So beträgt diese bei *Quelle D* und *E* 10° . — Demnach liegt das Wasser der *S i e b e n b r u n n - Q u e l l e n* im *neutralen* und *mittelharten* Bereich.

G) DER GRUNDWASSERHAUSHALT DES MURBODENS

Der *Grundwasserhaushalt*, eine Funktion der hydrogeologischen Gegebenheiten eines Gebietes, umschließt zwei wesentliche, streng auseinanderzuhaltende Aussagen: 1. das *Grundwasserdargebot* (Höflichkeit), 2. die *Grundwassererneuerung*.

1. Das Grundwasserdargebot

Unter diesem versteht man den *gesamten Wasservorrat* in einem Grundwasserkörper, der wiederum vom *Speichervermögen* des Bodens abhängig ist. Es kann von zwei verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet und bewertet werden. — Bei der Berechnung des Grundwasserhaushaltes des *A i c h f e l d e s* versuchte der Verfasser (42, 1963 S. 38—41) feldermäßig das durch bestimmte Grundwasser-Querprofile durchfließende Grundwasser zu ermitteln. Das ist aber nur dann möglich, wenn, wie damals, ein *Grundwasserschichtenplan* vorliegt und genaue Kenntnisse der Grundwasserverhältnisse (Mächtigkeit, Fließrichtung etc.) gegeben sind. Eine solche Berechnungsart ist natürlich nicht sehr exakt und führt meist auch bei möglichster Vermeidung von Überschneidungen der herausgegriffenen einzelnen Grundwasserteilgebiete zu zu hohen Resultaten. Auf diese Weise erhält man ein nur relatives Bild vom Wasservorrat.

Das zweite, einfachere und direkte Verfahren zur Eruiierung des Wasserdargebotes, das aber auch nur Annäherungswerte mit aber doch brauchbarer Arbeitsunterlage gibt, setzt nur die Kenntnisse des *Flächenausmaßes* eines *Grundwasserfeldes*, der *durchschnittlichen Mächtigkeit des Grundwasserkörpers* und des *Porenvolumens* voraus. Es wird dabei im Interesse einer besseren Genauigkeit vorteilhaft und notwendig sein, bei Verschiedenheit der Grundwasserfelder bzw. bei dem Vorhandensein von mehreren Grundwasserteilströmen die Berechnung nach Möglichkeit getrennt durchzuführen.

Nach dieser einfachen und direkten Art berechnet sich der *Wasservorrat* nach der Formel

$$V = \frac{F \cdot M \cdot P}{100}$$

(F=Fläche des Grundwasserfeldes, M=mittlere Grundwasser-Mächtigkeit, P=Porenvolumen in ‰).

Da im Westen des *Murbodens* bis fast gegen *Weißkirchen* hin ein *einheitliches Grundwasserfeld* mit vornehmlich westlichem Einzugsgebiet vorliegt, kann für diese Fläche das Wasserdargebot mit größerer Genauigkeit erfaßt werden. — Durch die 1964 erfolgte, bereits beschriebene 40 m tiefe Probebohrung nordöstlich von *Murdorf* und auf Grund der gleichen hydrogeologischen Verhältnisse auch weithin nach Osten kann hier die *Grundwassermächtigkeit* im Bereiche des *Neuen Hochstandes* mit 12 m, östlich davon gegen *Weißkirchen* zu (*Würm-Hauptterrasse!*) mit 10—12 m angenommen werden. Eine allgemeine Annahme von 12 m Mächtigkeit des Grundwasserkörpers für das rund 10 km² große Gesamtgebiet zwischen *Murdorf* und *Weißkirchen* wird der Wirklichkeit am nächsten kommen. — Das *Porenvolumen* kann in Analogie zu geologisch gleich oder ähnlich gelagerten Verhältnissen im *Aichfeld* (z. B. im sehr benachbarten Gebiet des *Dampfkraftwerkes*) mit 30‰ angenommen werden. Es ergibt sich so aus

$$V = \frac{10,000.000 \text{ m}^2 \cdot 12 \text{ m} \cdot 30}{100}$$

ein *Wasserdargebot* bzw. ein *Speicherungsvermögen* von 36,000.000 m³ = 36 *Milliarden Liter*.

Setzt man bei der rechnerischen Erfassung der *Durchflußmenge* des *Grundwassers* bei Annahme eines Grundwasser-Querprofles den anlässlich der erwähnten Probebohrung von *Murdorf* bestimmten *mittleren k-Wert* (=Durchlässigkeitswert des Bodens) von 0,17 cm/sek. (=Mittel aus 33 bis 35 m Tiefe der Probebohrung) ein, so würde sich nach der *Darcyschen Formel* (38, 1967, S. 233/34)

$$Q = k \cdot F_p \cdot \frac{h}{l}$$

nur eine solche von 0,0612 m³/sek. = 61,2 l/sek. ergeben (Q=Durchflußmenge in Sek., k=Durchlässigkeitswert, F_p=die durch die Poren eingenommene, durchflossene Fläche und $\frac{h}{l}$ =Gefälle des Grundwassers). Da-

bei ist aber der eingesetzte *k*-Wert im Vergleich zu dem im Raume von F o h n s d o r f und Z e l t w e g bekannten und seinerzeit bei der Berechnung des Grundwasservorrates verwendeten Wert von 3 cm/sek. (42, S. 39) sicherlich zu niedrig angesetzt. Außerdem ist diesem Resultat die sogenannte *Filtergeschwindigkeit* der Berechnung zugrunde gelegt, die in diesem Falle nur 0,58 m/Tag betragen würde. In Wirklichkeit muß aber die größere *Grundwasser-Strömungsgeschwindigkeit* eingesetzt werden, die sich aus $\frac{v}{p}$ (*v* = Filtergeschwindigkeit, *p* = Porenziffer) ableiten läßt. Die *Porenziffer* errechnet sich wiederum aus dem

$$\frac{\text{Porenvolumen}}{100 - \text{Porenvolumen}} = \text{in unserem Falle } 0,45.$$

So beträgt die *Stömungsgeschwindigkeit* des Grundwassers 1,3 m/Tag und man bekommt eine Durchflußmenge von 17.550 m³/Tag = 203 l/sek.

Aber auch dieses Ergebnis ist sicherlich, wie schon früher betont, zu niedrig gegriffen, da es auf dem auf jeden Fall zu niedrigen *k*-Wert fußt, der Grobsanden zukommt, aber nicht einem Gemisch von Fein- und Grobsanden mit Grobkiesen, wie es sich bei der Probebohrung und beim Bau des Horizontalbrunnens in M u r d o r f gezeigt hat.

Nimmt man daher, wie bei der Berechnung des Wasserdargebotes im A i c h f e l d seinerzeit geschehen, eine *mittlere Strömungsgeschwindigkeit* von rund 6 m/Tag an — sie wird in Wirklichkeit hier bei den Lockersedimenten des *Neuen Hochstandes* etwas niedriger sein als bei denen der Würm-Hauptterrasse —, so erhält man eine Durchflußmenge des Grundwassers von 81.000 m³/Tag = 937 l/sek. — Dieser Betrag scheint auf dem ersten Blick zu hoch zu sein, doch wird er, wenn man bedenkt, daß allein in diesem Teilgebiet von M u r d o r f mit einem Grundwasserstrom von 250—300 l/sek. sicher zu rechnen ist, von der Wirklichkeit nicht allzuweit entfernt sein.

Dieses Wasserdargebot darf natürlich keinesfalls mit dem *Entnahmevermögen* gleichgesetzt werden. — Eine genaue Berechnung des Wasserdargebotes wird auf jeden Fall erst nach Bestimmung der *k*-Werte an mindestens 3 Orten des Grundwasserfeldes im westlichen Murboden, und da in verschiedener Tiefenlage des Grundwasserträgers möglich sein.

Beim Grundwasser zwischen W e i ß k i r c h e n und K n i t t e l f e l d (Apfelberg) handelt es sich, abgesehen von dem die Mur begleitenden zeitweiligen Infiltrationsstrom, vorwiegend um *Grundwasser-Teilströme*, die aus dem südlichen Hinterland kommen.

Die maximale Grundwassermächtigkeit hier genau anzugeben ist dadurch, daß die Tiefe des Grundwasserstauers in den meisten Fällen nicht bekannt ist, nicht möglich. So können bei der Berechnung des Wasserdargebotes in diesem Gebiete auf Grund der mehrjährigen Brunnenbeobachtungen nur Annäherungs- und Durchschnittswerte eingesetzt werden.

Für die restliche Fläche des mittleren und östlichen Murbodens von rund 19 km² und bei einer durchschnittlichen *Grundwassermächtigkeit* von 2,60 m ergibt sich bei Annahme des gleichen Porenvolumens wie im west-

lichen Murboden (was sicherlich ortsweise nicht stimmt) aus der früheren Formel nach Einsatz dieser Werte

$$\frac{19,000.000 \text{ m}^2 \cdot 2,6 \text{ m} \cdot 30}{100}$$

ein *Grundwasserdargebot* von $14,820.000 \text{ m}^3 = 14,82 \text{ Milliarden Liter}$. Dieser Betrag kann eventuell etwas geringer als der Wirklichkeit entsprechend sein, da vorsichtshalber die Grundwassermächtigkeit z. T. eher zu gering als zu hoch angesetzt wurde.

So errechnet sich für den *gesamten Murboden* ein *Grundwasserdargebot* von $50,800.000 \text{ m}^3$.

Das Grundwasserdargebot sagt nichts über die Größe der zulässigen Entnahmemöglichkeit aus, da ja einem Grundwasserkörper nicht mehr Wasser entnommen werden darf, als ihm durch Niederschläge aus dem Einzugsgebiet und aus Oberflächengerinnen zufließt, sollte nicht der gesamte Wasserhaushalt gestört werden. Der Betrag, der maximal genommen werden darf, wird durch den Begriff der *Grundwassererneuerung* ausgedrückt.

2. Die Grundwassererneuerung

Außer durch den Zufluß aus dem gesamten Einzugsgebiet ist die *Regeneration des Grundwassers* durch die Niederschläge gegeben. In den Jahren 1963—1968 betrug die Niederschlagsmenge im *Aichfeld* und somit praktisch auch im *Murboden im sechsjährigen Mittel 864 mm* (auf Grund der Aufzeichnungen der *Wetterwarte* des Fliegerhorstes *Hinterstoißer* in *Zeltweg*). — 1963 hat der Verfasser (42, S. 41) errechnet, daß im *Aichfeld* nur rund 15% der Niederschläge, d. s. demnach rund 130 mm/m^2 in den Boden versickern und für die Speisung des Grundwassers daher in Frage kommen.

Für das Gebiet des *Murbodens* (29 km^2) beträgt die *Grundwassererneuerung* nach der Formel

$$Q = \frac{29,000.000 \text{ m}^2 \cdot 864 \text{ mm} \cdot 15}{100}$$

$= 29,000.000 \text{ m}^2 \cdot 0,13 \text{ m} = 3,770.000 \text{ m}^3$. In Sekundenliter auf einen km^2 , wie üblich umgerechnet, ergibt $\frac{3,770.000.000 \text{ l}}{29 \cdot 365 \cdot 86400} = 4,1 \text{ l/sek./km}^2$

N. ANDERLE (44, S. 119) kam bei seiner Berechnung bei Annahme von 120 mm Niederschlags-Versickerung je km^2 auf $3,8 \text{ l/sek.}$ für das Gesamtbecken *Aichfeld-Murboden*, der Verfasser (42, S. 41, 1963) für das *Aichfeld* auf den Wert von $3,7 \text{ l/sek.}$

Auf den ganzen *Murboden* bezogen, heißt dies, daß mit einem Grundwasserdargebot von rund 120 l/sek. als Mindestausmaß gerechnet werden kann. Davon wird man etwa zwei Drittel des Betrages aus dem Raum *Judenburg* (*Murdorf*) — *Weißkirchen* und nur ein Drittel aus dem fast doppelt so großen östlichen Gebiet zwischen *Weißkirchen* und *Knittelfeld* beziehen können.

Für das gesamte Aichfeld (58 km^2) ergibt sich somit ein Angebot von rund 240 l/sek. , für das Aichfeld und den Murboden (87 km^2) somit insgesamt 360 l/sek.

Diese errechnete Grundwassermenge stellt aber einen großteils doch theoretischen Wert dar und gehört in Wirklichkeit *mindestens verdoppelt*, oder, besonders im Hinblick auf den westlichen Murboden, vielleicht sogar fast verdreifacht. Man muß nämlich doch bedenken, daß der einsickernde Niederschlag gerade in diesem Gebiete, und da wieder in besonderer Weise im westlichen Grundwasserfeld, *nicht* die Hauptkomponente und zumindest nicht die einzige Erneuerung des Grundwassers darstellt, sondern daß die *Infiltration* von der Mur, im östlichen Gebiet vom Granitzenbach und Feistritzbach her für lange Zeiten des Jahres eine bedeutende ist. Dazu kommen z. T. sehr beträchtliche Zuflüsse aus den Tälern und besonders aus dem südwestlichen und nordwestlichen Einzugsgebiet des Murbodens sowie aus den südlichen Hängen und dem südlichen Hinterland zuströmendes Grundwasser. Es besteht aber ein Unterschied zum Aichfeld in der Weise, daß dort ein ganz bedeutender Grundwasserzuzug aus dem westlichen Einzugsgebiet besteht, eine Infiltration von der Mur her nur zeitweise in einem flußnahen Streifen besteht, weiters eine solche bedeutender Art aber von der Ingering ausgeht und daß schließlich nur sehr unbedeutendes Hangwasser von Norden her, wie auf Grund von Bohrungen und Abteufungen von Tiefbrunnen nachgewiesen, dem Grundwasser zufließt.

Auf Grund der zwar nicht immer gegebenen Tatsache, daß zur Zeit der *kleinsten Abflußspende* Flüsse ihr Wasser vornehmlich *aus dem Grundwasser* entnehmen, kann man entsprechende Rückschlüsse auf die Grundwassermenge in gewissen Gebieten ziehen. Die Werte, die in l/sek./km^2 ausgedrückt werden und als *Jahresmittel der kleinsten Abflußspenden* aufzufassen sind, sind den Jahrbüchern der *Hydrographischen Zentralanstalt*, Wien, zu entnehmen. Sie stellen natürlich nur grobe Annäherungswerte dar, geben aber doch auch eine gewisse Möglichkeit der Beurteilung des Grundwasserhaushaltes.

N. ANDERLE verzeichnet in der *Hydrogeologie des Murtales* (44, 1969, S. 120), daß der Granitzenbach, bei Eppenstein gemessen, bei einem Einzugsgebiet von $142,5 \text{ km}^2$ nur eine *kleinste Abflußspende* von $2,2 \text{ l/sek./km}^2$ hat im Gegensatz zur Ingering etwa, die eine solche von $5,1 \text{ l/sek./km}^2$ aufweist. N. ANDERLE nimmt für das Talbecken zwischen Judenburg und Knittelfeld ebenfalls eine höhere *mittlere kleinste Abflußspende* und damit ein *Wasserdargebot* von $6\text{--}7 \text{ l/sek./km}^2$ an. Damit käme man auf diesem Weg schon zu einem Wasserdargebot zwischen 522 und 609 l/sek. Der Verfasser ist aber auf Grund seiner in den letzten Jahren gemachten Beobachtungen und Erfahrungen der Meinung, daß das *Gesamtangebot* aus allen Grundwasserfeldern zwischen Judenburg und Knittelfeld nördlich und südlich der Mur nicht nur, wie es die Berechnung der Grundwassererneuerung ergab, 360 l/sek. beträgt, sondern, wie schon betont, mindestens das Doppelte, aber eher noch mehr. Ein Angebot von mindestens 700 l , wahrscheinlich aber von $800\text{--}1000 \text{ l/sek.}$ dürfte so am ehesten gegeben sein. N. ANDERLE

(44, S. 120) rechnet ebenfalls mit einer Verdoppelung der von ihm errechneten Wassermenge und schätzt das *Wasserdargebot* auf Grund der *Wassererneuerung* auf 500 l/sek.

Der derzeitige Wasserverbrauch im Gebiet des *Murbodens* wird einschließlich der in *Murdorf* für die Wasserversorgung von *Judenburg* entnommenen Menge — sonstige Unterlagen fehlen — derzeit kaum 50 l/sek. überschreiten.

Nachdem 1963 der Grundwasserhaushalt des *Aichfeldes* nur durch Berechnung von Durchflusssmengen an mehreren Grundwasser-Querprofilen relativ zum Ausdruck gebracht wurde, soll nun hier als Nachtrag nach der eingangs verwendeten Formel das Grundwasserangebot für das *Aichfeld* festgestellt werden.

Das *Aichfeld* von *Paßhammer*, westlich von *Fohnsdorf*, bis zur *Ingering* umfaßt (ohne die tertiären Hänge) nach genauer Berechnung rund 48 km², mit dem Gebiet östlich dieses Flusses, d. h. einschließlich des Stadtgebietes von *Knittelfeld* um rund 10 km² mehr. Es ergibt sich daher in bezug auf den Grundwasserhaushalt des *Aichfeldes* bis zur *Ingering* bei Annahme einer *Grundwassermächtigkeit* — auf Grund von langjährigen Beobachtungen vorsichtig geschätzt — von durchschnittlich 3,5 m und bei einem *Porenvolumen* von 30%, ein *Grund-*

wasserdargebot von 50,580.000 m³ ($= \frac{48,000.000 \text{ m}^2 \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 30}{100}$), ein-

schließlich des Stadtgebietes bei einer *Grundwassermächtigkeit* von 4,5 m von 78,300.000 m³.

Für das *Aichfeld* und den *Murboden* mit einer Gesamtfläche von 87 km² errechnet sich so ein *Wasserdargebot* von (aufgerundet) 130,000.000 m³. — Dieser Betrag ist sicherlich in Wirklichkeit noch höher anzusetzen!

In der *Hydrogeologie* des *Murtales* kommt N. ANDERLE (44, 1969, S. 119) auf Grund einer viel zu hohen Annahme der durchschnittlichen Grundwassermächtigkeit von 15 m zu einem Gesamtdargebot von 290 Mill. *Kubikmeter* bei Annahme einer Gesamtfläche von 65 km².

Stellt man sich die früher errechneten 130 Mill. m³ als Grundwassersee vor (streng wissenschaftlich kann aber weder im *Aichfeld* noch im *Murboden* von einem solchen gesprochen werden), so würde man zur Ausschöpfung desselben bei einer angenommenen täglichen Entnahme von 500 l/sek. (als *Zukunftsbetrag!*) genau acht Jahre, bei einem derzeitigen, geschätzten Verbrauch von 250 l/sek./Tag demnach 16 Jahre benötigen.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSWORT

Mit der vorliegenden Arbeit, die über die eigentliche und engere *geologische* und *hydrologische Erforschung* des *Murbodens* hinaus auch eine möglichst vollständige *Inventarisierung* dieses Gebietes darstellen soll, wird nun der Kreis der Erforschung des 77 bzw. 87 km² großen Gebietes zwischen *Judenburg* und *Knittelfeld* nördlich und südlich der

Mur geschlossen. Es wurde, wie seinerzeit bei der Arbeit über das Aichfeld, soweit es den geologischen Teil betraf, alles, was an alten Berichten vorlag, zusammengetragen und auf diesen aufgebaut. In hydrologischer Hinsicht mußte vollkommenes Neuland betreten werden.

In gedrängter Übersicht bietet sich folgender *geologischer Aufbau*:

Als südliche Kristallin-Begrenzung des westlichen *Murbodens* wird der Zug der *Bretstein-Kalkmarmore*, der, aus dem *Pölstal* und vom *Falkenberg* her durchstreichend, hier noch einmal eine größere Mächtigkeit entwickelt, durch eine markante *tertiäre Randstörung* abgesichert, die wiederum in engstem Zusammenhang mit der Bildung des *Fohnsdorf-Knittelfelder Einbruchsbeckens* stand und die als *Pölslinie* STINYs nach Nordwesten und wohl auch als *Lobming-Störung* CZERMAKs nach Südosten ihre Fortsetzung findet. Der steile südliche Beckenrand der Tertiärmulde stellt dabei, wie schon W. PETRASCHECK und H. LACKENSCHWEIGER feststellten, eine *Bruchzone* mit *überkippten Schichten* und *Staffelbrüchen* dar.

Oberhalb von *Wöllmerdorf* steht ein großteils mylonitisierter, grusig-breiiger *Pegmatit* im Marmor an.

Von den *oberhelvetischen* Schichten der *Fohnsdorfer Kohlenmulde* am Nordrand des Beckens sind im Raume *Wöllmerdorf — Weißkirchen* vornehmlich nur die stratigraphisch tieferen Glieder als *Liegendes* der *Blockschotter* bei meist nur sehr geringer fazieller Übereinstimmung vertreten. Die typischen grauen *Hangend-Mergel* und die leicht aufblätternenden *Schiefertone* wie der *Liegend-Sandstein* des Nordrandes fehlen ganz oder treten stark zurück.

Als stratigraphische Leitlinien im Tertiär des südlichen Beckenrandes sind insbesondere dunkel- bis schwarzbraune, meist stark bituminöse *Süßwasserkalke* mit *Hornsteinknollen* und *Lagen* anzusehen, wie sie besonders bei *Wöllmerdorf* in einem Hohlweg gemeinsam mit tertiären Schottern und Konglomeraten in leicht überkippter Lagerung, d. h. letztere im *Hangenden* der *Süßwasserkalke*, nachweisbar sind.

Von besonderem Interesse sind leider nur ganz vereinzelt anzutreffende *Tuffe und Tuffite*, deren Bildung in das *O. Helvet* und wohl vornehmlich in das *U. Torton* (jungsteirische Phase der Gebirgsbildung!) zu legen ist, wie der 0,5 m mächtige *Glastuffit* von *Baierdorf* (sw. des Gehöftes *Leitenbauer*), der in tertiäre Mergel eingelagert ist.

Durch die ÖAMG und ihre Vorläufer zwischen *Wöllmerdorf* und *Baierdorf* seit 1870 durchgeführte Bohrungen und Schürfungen gaben Einblick in die tertiären Verhältnisse und Schottermächtigkeiten. Tiefere Bohrungen wurden nordwestlich von *Mariabuch* (1870: 282 m) und bei *Baierdorf* (1910/11: 451 m) niedergebracht. Am tiefsten, nämlich 737 m tief, stieß man 1950/51 nordöstlich von *Murdorf* in unmittelbarer Nähe der *Schäfferhube*, nicht allzuweit entfernt vom vermuteten *Muldentiefsten*, vor. — Bei allen Bohrungen wurden tertiäre Tone und Schiefertone, Sande, Sandsteine, Schotter, Konglomerate und

wenig Kohle (keine Kohle aber bei der tiefsten Bohrung!) in verschiedener Tiefe angefahren (max. Mächtigkeit: 2 m bei M a r i a b u c h).

Als *hängendste* Schichten des Kohlentertiärs lagern zwischen W e i ß k i r c h e n und K n i t t e l f e l d und weiter ostwärts in das Glein- und Stubalpengebiet hinein, z. T. direkt auf dem Grundgebirge liegend, maximal 800—1000 m mächtige *Blockschotter*, die meist mäßig nach Süden einfallen und ihre Bildung dem Aufsteigen des südlichen Hinterlandes verdanken. Sie sind in das *U. Torton* zu stellen. — Der Geröllzusammensetzung nach zeichnet sich *von Ost nach West*, wie schon östlich des behandelten Gebietes, ein *deutlicher Wechsel* ab: Im Osten (bei A p f e l b e r g) fast nur dunkelgraue, blättrig zerfallende Granatglimmerschiefer, im Gebiet südlich des E i n ö d h o f e s bis gegen G r o ß l o b m i n g hin vorwiegend Marmore (bis zu 54⁰/₀) und die angeführten Glimmerschiefer zusammen mit grauen quarzitischen Schiefen (bis zu 35⁰/₀), dann Amphibolite, Pegmatite, Gneise und wenig Quarze; südwestlich von G r o ß l o b m i n g aber kaum mehr Kalke bzw. Marmore, sondern vorwiegend Gneise, Glimmerschiefer und Pegmatite. Südöstlich von W e i ß k i r c h e n sind am Ausgang des M i t t e r g r a b e n s über 90⁰/₀ Gneise verschiedener Art und fast keine Marmore an der Zusammensetzung des Blockschuttes beteiligt, weiter südlicher im Graben aber vorwiegend Marmore und Pegmatite. Stellenweise finden sich im Blockschutt Kohlenschmitzen, vereinzelt auch *schwache Kohlenflöze*, wovon *alte Schurfstollen* Zeugnis geben. Ein in weichem Granatglimmerschiefer-Blockschutt eingebettetes *Glanzkohlenflöz* wurde seinerzeit in einem Schurfstollen bei A p f e l b e r g, in dem in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts Reste von *Mastodon angustidens CUV.* oberhelvetischen bzw. unterortonischen Alters gefunden wurden, abgebaut.

Der *unterortonische*, stellenweise sehr harte *Sandstein* von A p f e l b e r g von grauer bis graugrünlcher Farbe wurde näher beschrieben. Söhlig lagernd oder leicht nach Süden einfallend, liegt er im Hangenden des sehr ähnlichen Sandsteins von H a u t z e n b i c h l im Nordosten von K n i t t e l f e l d. In ihm ist im obersten Hanganschnitt ein Band noch *unterortonen*, *humosen Glastuffes* eingebettet. Tertiärer Sandstein ist auch an den Ufern des F e i s t r i t z b a c h e s bei M ö b e r s d o r f und des G r a n i t z e n b a c h e s (nö. von F i s c h i n g) aufgeschlossen, ebenso solcher in feinschotteriger bis konglomeratischer Art zusammen mit graugrünem, hartem Ton im Gebiet der *Siebenbrunn-Quellen* an der Mur gegen das *Dampfkraftwerk* zu.

Erstmalig wurde der *Kalksinter* von M a r i a b u c h näher beschrieben, der aus *aufsteigendem Kaltwasser* sich seinerzeit abgesetzt hat. Äußerlich hell- bis dunkelbraun, ist er im Innern vielfach reinweiß und durch die auch den *Aragonit* auszeichnende Bänderung infolge verschieden gefärbter, nicht selten feingefalteter Lagen gekennzeichnet. — Auf halbkugelige bis kugelige Absonderungsformen, auf *Tropfstein-* und typische *Erbstein-* Bildung wie auf den honigbraunen „*Onyx*“ wurde hingewiesen (Abb. 12). — Eine Altersbestimmung des Sinters konnte einmal mit Hilfe der grauen bis graugrünen, linsen- bis keilförmigen *Schotter- und Konglomerateinschlaltungen* — ein Äquivalent der tertiären *Wöllmerdorfer Schotter* —,

dann durch das Auffinden von *Sinterstücken* mit *Einschlüssen* von *bituminösem, tertiärem Kalk* in der *Rißmoräne* von *Baierdorf* und im Steinbruch selbst und deren Dünnschliff-Beurteilung im ursächlichen Zusammenhang mit der hier durchlaufenden Randstörung und ihren tektonischen Auswirkungen durchgeführt werden. So bot sich am ehesten das *Untertorton* (jungsteirische Phase) als Bildungszeit an.

Der *eiszeitlichen Formung* verdankt der eigentliche *Murboden* die Ausbildung von *vier Terrassensystemen*. Es ist dies einmal die gerade das *Aichfeld* beherrschende *Hauptterrasse* des *Maximums* der *Würmeiszeit*. Sie erreicht im westlichen *Murboden* flächenmäßig die größte Ausdehnung und streicht westlich von *Großlobming* zungenförmig aus. Größte bzw. größere Mächtigkeiten weisen die Schotter dieser Flur, soweit durch *Bohrungen* bekannt, zwischen *Wöllmerdorf* und *Mariabuch* mit *58 m*, am Ostrand von *Baierdorf* mit *52 m* und nordwestlich dieses Ortes mit *34 m* auf. — Die Niveaudifferenz zur *Mur* nimmt von *40 m* sö. von *Wöllmerdorf* auf rund *18 m* am SW-Rand von *Großlobming* ab. Ebenso verringert sich das Gefälle der Hauptterrasse von *8‰* im Westen auf *6,3‰* im Osten (Durchschnitt wenig über *7‰* im Gegensatz zum Gefälle der *Mur* mit nur *3‰*!). — Die Schotter dieser Terrasse — in zwei größeren Gruben aufgeschlossen — haben höhere Sandkomponenten und zeigen derzeit im Westen keine, weiter im Osten stellenweise konglomeratische Verfestigungen. Im allgemeinen von grauer Farbe, zeigen sie meist einen sehr geringen Verwitterungsgrad. — Ihrer Zusammensetzung nach variieren sie stärker. Im *Westen* (nördlich von *Wöllmerdorf*) und nördlich von *Fisching* überwiegen stellenweise Amphibolite, gefolgt von Gneisen, Glimmerschiefern, Quarzen, Marmoren, Pegmatiten und Epidositen, im *Osten* (westlich von *Großlobming*) führen sie meist weiße Bretstein-Marmore. — Der *Transport* kam *vom Westen her*, Geröllanteile aus dem Süden sind kaum feststellbar.

Einem weiteren, aber nicht so kräftigen Vorstoß des Würmgletschers, vor 18.000 bis 20.000 Jahren, verdankt die nächsttiefere Terrasse, der *Neue Hochstand*, ihre Bildung. Sie ist im Raum östlich von *Murdorf* bis zur Bahnlinie Zeltweg—Wolfsberg weitflächig ausgebildet (*Großpirkach-* und *Murwald*), setzt sich bis westlich des Schlosses *Authal* fort, um westlich von *Großlobming* zwei kleine Teilfluren zu bilden. — Sie liegt im Westen rund *18 m*, bei *Großlobming* nur noch rund *10 m* unter der Hauptterrasse und bei *Murdorf* maximal *30 m* über der *Mur*. Sie fällt im *Westen* mit *9‰* stärker, im *Osten* mit *5—6‰* geringer ab als die Hauptterrasse. — Eine *40 m* tiefe *Versuchsbohrung*, die Abteufung eines über *35 m* tiefen *Horizontalbrunnens* in *Murdorf*, dann die über *737 m* tiefe *Az-Bohrung* der *ÖAMG* (1950/51) sowie eine große Schottergrube bei Schloß *Authal* gaben und geben einen guten Einblick in den Aufbau der Terrasse und ihre besonders im *Westen fast kalkfreien Schotter*, die einen hohen Prozentsatz an Sanden und Kiesen und meist auch konglomeratische Lagen wie auch größere Gerölle und Blöcke zeigen. Die erwähnte *Az-Bohrung* schnitt anscheinend *83 m* mächtige *Glazialschichten* an.

Östlich von *Weißkirchen* erhebt sich als *3. eiszeitliche Terrasse* eine durch die *holozäne Talung* des *Feistritzbaches* geteilte Flur

16—20 m über die Hauptterrasse und mindestens 25—30 m über die Mur. Beide Teilterrasse — die von Allersdorf und die von Pichling-Thann — haben ein starkes Süd-Nord-Gefälle von 2,3—2,6‰. Sie werden vornehmlich aus meist stärker verwitterten Gneisen aufgebaut, die von Feinsanden und bis zu 4 m mächtigen Lehmen überlagert werden. — Das Alter dieser Terrassen ließ sich unschwer in die *Rißeiszeit* (Akkumulation) bzw. in die *Mindel-Riß-Zwischeneiszeit* (Erosion) einordnen. (Die noch höhere, sonst sehr ähnlich aufgebaute Terrasse von Spielberg bei Knittelfeld am Nordrand des Aichfeldes wird daher in die *Mindeleiszeit* [= jüngere Deckenschotter] zu legen sein!)

Als einzige Reste des Rißgletschers im Aichfeld und Murboden sind die *Ufermoränen* von Mariabuch und Baierdorf aufzufassen.

Auf noch tiefere, unter dem *Neuen Hochstand* liegende, *spätglaziale Terrassen*, die ein 4. Niveau im Murboden darstellen und schließlich auf die tiefsten, *holozänen Fluren* wurde ebenfalls hingewiesen. Erstere sind nur im Westen, 12 m unter dem *Neuen Hochstand* — hier fällt im Jesuitenwald die *Überstreuung* mit größeren *Pegmatitblöcken* auf! — und im Osten des Murbodens nachweisbar.

Die geologischen Forschungsergebnisse wurden auch in einer *geologischen Karte* und durch *vier hydrogeologische Profile* zum Ausdruck gebracht.

Die *hydrologische Erforschung* des Murbodens, als Ergänzung der 1963 im Aichfeld abgeschlossenen, wurde hinsichtlich der Beobachtungen des Grundwasserspiegels zusammen mit eigenen Messungen, die sich außerdem auf die physikalisch-chemischen Verhältnisse (Temperaturen, pH-Werte und Härten) erstreckte, durch die *Hydrographische Landesabteilung* in dankenswerter Weise unterstützt.

Trotz mancher Schwierigkeiten, besonders im engeren Raum von Weißkirchen und im Gebiet von Murodorf, die eine längere Beobachtung notwendig machten, gelang es dann doch eine meist volle Klärung der Grundwasserverhältnisse herbeizuführen. Diese sind im Murboden nicht so einheitlicher Natur als im Aichfeld. — Nur im *westlichen Murboden* ist ein besonders *ergiebig* Grundwasserstrom vorhanden (der *Horizontalbrunnen* bei Murodorf wäre in der Lage, allein 200—250 l/sek. zu geben), der von Südwesten, höchstwahrscheinlich auch von Nordwesten her bei vermutlich nicht unwesentlicher Beteiligung der Mur, gespeist wird. — Zwischen Wöllmerdorf und Weißkirchen prägt sich immer stärker nach Osten zu eine Südkomponente aus, die schließlich im engeren Gebiet von Weißkirchen herrschend wird. — Von Weißkirchen ostwärts fließt das Grundwasser, von *Mur-Infiltrationsstreifen*, wie sie bei Neufisching und im östlichen Murboden stärker nachweisbar sind, abgesehen, aus dem südlichen Berg-Hinterland nach Norden zur Mur hin. — Verhältnismäßig starke Grundwasserströme kommen aus den Tälern des Granitzen-, Feistritz- und Lobmingbaches.

Die *Grundwasssertiefen* (s. Tabellen 1—3) sind, abgesehen vom Gebiet Wöllmerdorf — Baierdorf, wo das Grundwasser an der Basis der Hauptterrasse in 34—58 m Tiefe liegt, am größten am *Nordrand* des

westlichen Murbodens (23,5 m im Westen und 33 m im Osten). — Im mittleren Murboden liegt der Grundwasserspiegel im mehrjährigen Mittel nur am Westrand von Weißkirchen und im Gebiet von Fisching über 18 m, im Ortskern von Weißkirchen und westlich von Allersdorf 10—11 m tief, sonst höher. Grundwassertiefen unter 5 m sind überall dort gegeben, wo mehr seichtgründiges Talgrundwasser vorliegt, das außerdem noch von Oberflächen-Gerinnen her gespeist werden kann. — Von besonderem Interesse war die Errechnung und Betrachtung der Schwankungsbreiten des Grundwassers (Tabelle 3) sowohl in den einzelnen Jahren als auch im mehrjährigen Mittel. Das Hochwasserjahr 1965 brachte natürlich in den meisten Fällen auch die größten Schwankungsbreiten, wobei die größten Werte im engeren Raum von Weißkirchen auftraten, höhere Werte aber auch dort, wo Infiltrationswasser vorherrscht. In wenigen Fällen fielen die Höchstwerte in das zweite Hochwasserjahr 1966, so u. a. im Gebiet von Unzdorf, Pichling und am West- und Ostrand von Großlobming. Höhere Werte brachte, wenn auch mit Ausnahmen, das Jahr 1963 (soweit beobachtet), während im allgemeinen 1964, dann auch 1967 und 1968 die niedrigsten Schwankungsbreiten zu verzeichnen hatten. — Die größte Ausgeglichenheit des Grundwasserspiegels zeigte der Hausbrunnen beim Hansbauern (Br. 22) mit einer fünfjährigen mittleren Schwankungsbreite von nur 0,32 m!

Das eigenartige Verhalten des Grundwassers im engeren Gebiet von Weißkirchen, das in den meisten Beobachtungsjahren (abgesehen von der Jahreswende 1964/65) gegen Ende Dezember oder spätestens im Jänner kräftig anzusteigen begann und sogar den absoluten Jahreshöchststand in den Jahren 1963, 1964 und 1968 erreichte, konnte erst nach längerer Beobachtung einer Lösung zugeführt werden. Sie fand sich in der Abhängigkeit des Grundwassers von dem mehr oder minder stark auftretenden Eisstau im Granitzenbach und im benachbarten Fluder, d. h. in der dadurch bedingten Aufpressung des Fluß- und Fluderwassers und der dadurch gegebenen starken Anreicherung des Grundwassers.

Das zeitliche Intervall zwischen Niederschlag und Grundwasseransprache war, meist von mehreren Komponenten abhängig, sehr unterschiedlich und ist schwer genau anzugeben. Es kann sich im behandelten Gebiete bis zu 60 Tagen erstrecken, liegt meist aber wesentlich darunter. Bei Speisung durch Infiltrationswasser gerade bei Hochwasser oder infolge von Eisstau kann die Reaktionszeit des Grundwassers sehr gering sein und nur wenige Tage betragen. So betrug die Grundwassergeschwindigkeit in den Hochwassertagen des Jahres 1965 30—40 m/Tag!

Das aus dem Grundwasserschichtenplan (Tafel 3) herauslesbare Gefälle des Grundwassers wurde für den westlichen Murboden mit 6‰ berechnet. Im mittleren und östlichen Murboden, wo die Strömungsrichtung von Süden nach Norden geht, kann das Gefälle 2—4‰ (letzteres im Gebiet der Rißterrasse) betragen. Das geringste Gefälle im Murboden ist zwischen Großlobming und Kunitzfeld mit nur 2—2,5‰ zu verzeichnen.

Eine wertvolle Ergänzung der Aussagen über das Grundwasser war durch die physikalisch-chemischen Untersuchungen möglich (Kartogramm, Tafel 12). Dabei wurden besonders die Temperaturverhältnisse behandelt.

Es wurde festgestellt daß die allgemeine Regel, daß sich die obertägigen Temperaturschwankungen bei mehr als 20 m tiefem Grundwasser nicht mehr auswirken und die Temperaturdifferenzen in engen Grenzen bleiben, nicht allgemein zutrifft und dort auf keinem Falle gilt, wo das Grundwasser zeitweilig oder vornehmlich durch *Infiltrationswasser* versorgt wird. — Direkte Beziehungen zwischen Grundwassertiefe und Temperatur oder mit den mehrjährigen Mittelwerten herzustellen, war keineswegs immer möglich, da verschiedene Komponenten am Zustandekommen der Temperatur des Grundwassers beteiligt sein können.

Für das Grundwasser des *Murbodens* wurde ein mehrjähriger *Gesamt-Mittelwert* von $8,5^{\circ}\text{C}$ (wie seinerzeit für das *Aichfeld*) berechnet. (Die Mittelwerte liegen im einzelnen zwischen $7,3$ und $9,8^{\circ}\text{C}$.) — Die *Schwankungsbreiten* der Temperatur bewegten sich zwischen $0,5$ und $8,6^{\circ}\text{C}$, bei der Mehrzahl der Brunnen zwischen $0,5$ und 2°C . Das Grundwasser dieser Brunnen fließt dabei entweder *sehr tief* oder — überraschenderweise — vorwiegend *in Tiefen* zwischen 8 und 10 m !

Das Grundwasser reagiert im westlichen *Murboden* *neutral bis leicht alkalisch*, im westlichsten bereits ausgesprochen *alkalisch*, liegt im mittleren und östlichen Gebiet meist im *mittelsauren* Bereich. Bei Tal-Grundwasser aus dem Süden her kann *stark saure* Reaktion auftreten.

Hinsichtlich der *Härten* konnte festgestellt werden, daß es im gesamten *Murboden* kein Grundwasser unter 2° *Karbonathärte* bzw. 3° *Gesamthärte* gibt. *Sehr weiches* und dann *aggressives* Wasser ist vor allem dort anzutreffen, wo die Speisung durch *Infiltrationswasser* geschieht. *Weiches Wasser* ist überwiegend im Raum zwischen *Weißkirchen* und *Thann*, weiters westlich von *Großlobming* und bei *Apfelberg*, *hartes Wasser* (mittelhart bis ziemlich hart) vornehmlich im Gebiet von *Großlobming* und am Nordrand des *Murbodens* vorliegend. Das *härteste Wasser* kommt bei einigen Brunnen am Westrand von *Großlobming* (bis über 23° *Karbonathärte!*) vor. *Sehr hartes Wasser* (Gesamthärte über 25°) konnte im *Murboden* nicht beobachtet werden.

Über die Erforschung des Grundwassers hinaus lag die Beobachtung der *Mur* und des *Granitzenbaches* im Bereich der Arbeit (Tafeln 8—10).

Von den eingehend beschriebenen Quellen und Quellächlein des Gesamtgebietes sind nur die *Siebenbrunn-Quellen* und die Quelle bei *Blackner* (nördlich v. *Unterthann*) von gewisser Bedeutung. Bei den *Siebenbrunn-Quellen* handelt es sich nicht, wie bisher angenommen, um *falsche Windungsquellen*, sondern bei den südlichen Quellen um echte *Schichtgrenzquellen*, bei den nördlichen aber um eine *Mischung* von solchen mit *echten Windungsquellen*. — Die *Schwankungsziffern* der Quellspenden bewegen sich bei den einzelnen Quellen im vierjährigen Mittel zwischen $3,1$ und $5,6$ bzw. unendlich (bei Quelle F). — Bei der *Blackner-Quelle* wurden Schüttungen zwischen $0,18$ (Mitte September 1964) und $4,1\text{ l/sek.}$ (September 1966) gemessen.

Die genaue Einschätzung des *Wasserhaushaltes*, d. h. die Berechnung des *Wasserdargebotes* und der *Grundwassererneuerung* gehört heute gerade im

wirtschaftlich-prospektiven Sinne zu den bedeutendsten Aufgaben einer hydrologischen Forschung.

Für den Raum M u r d o r f - W e i ß k i r c h e n (rund 10 km^2) wurde ein *Wasserdargebot* von $36,000.000 \text{ m}^3$, für das Gebiet W e i ß k i r c h e n - K n i t t e l f e l d (Apfelberg) mit 19 km^2 ein solches von $14,800.000 \text{ m}^3$, für den gesamten Murboden somit ein Angebot von $50,800.000 \text{ m}^3$ errechnet. Mit dem A i c h f e l d zusammen (48 km^2 bis zur I n g e r i n g bzw. insgesamt 87 km^2) ergibt sich ein *Gesamtwasserdargebot* von $130,000.000 \text{ m}^3$ Grundwasser!

Für die *Grundwassererneuerung* wurden $4,1 \text{ l/sek./km}^2$ berechnet, d. i. für den gesamten M u r b o d e n ein Mindestangebot von rund 120 l/sek. , für das A i c h f e l d ein solches von 240 l/sek. , zusammen demnach von 360 l/sek. In Wirklichkeit dürfte ein mindestens *doppelt so hoher Betrag* zur Verfügung stehen!

Mit der hydrogeologischen Erforschung des A i c h f e l d e s und des M u r b o d e n s, die sicherlich noch ausbaufähig ist, wurde somit ein erster größerer Schritt zur Erkundung des *oberen Murtales* getan. Damit soll ein Anreiz für weitere Studien dieser Art in der Obersteiermark gerade in der derzeit laufenden *hydrologischen Dekade* gegeben sein!

L I T E R A T U R N A C H W E I S

1. AIGNER, A.: Eiszeitstudien im Murgebiet. — Mitt. Naturw. Ver. f. Stmk., Jg. 1905, S. 22—81, Graz 1906.
2. BÖHM, A. v. BÖHMERSHEIM: Die alten Gletscher der Mur und Mürz. — Abh. K. u. K. Geogr. Ges. Wien, II. Bd., Nr. 3, S. 5—29, Wien 1900.
3. CZERMAK, F.: Zur Kenntnis der Störungszone von Lobming bei Knittelfeld. — Verh. Geol. B. A., S. 97—103, Wien 1932.
4. EMMERLING, N.: Betriebsbericht über das 1. Sem. 1911. — 3 S., Leoben, 4. Juli 1911 (unveröffentl.).
- 5a. FINK, J.: Zur Korrelation der Terrassen und Löße in Österreich. — Eiszeitalter und Gegenwart, Jb. d. Deutschen Quartärvereinigung, Bd. 17, S. 49—77, Öhringen/Württemberg 1956.
- 5b. FINK, J.: Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand. — Mitt. österr. bodenkundl. Ges., H 3, S. 2—14, Wien 1959.
- 5c. FINK, J.: Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 54, 1961, S. 1—25, 1 Taf., Wien 1962.
6. FLÜGEL, H.: Die jungquartäre Entwicklung des Grazer Feldes. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., Bd. 102, H. I, S. 52—64, Wien 1960.
- 6a. FLÜGEL, H.: Das Steirische Randgebirge. — Sammlung Geologischer Führer, Bd. 42, 153 S., 15 Abb., 4 Taf., geol. Übersichtsk., Berlin 1963.
7. GERMAN, R.: Glazial oder Interglazial? — Mitt. Österr. Geogr. Ges., 107, H. I/II, S. 1—9, Wien 1965.
8. GRANIGG, B.: Gutachten über das Fürstlich Schwarzenberg'sche Schurfterrain bei Mariabuch in der Obersteiermark. — 7 S., Leoben, 18. März 1913 (unveröffentl.).
9. GUTMANN, H.: Bericht über das Fürstlich Schwarzenberg'sche Freischurfgebiet. — 6 S., Cilli, 1. Mai 1899 (unveröffentlicht).
10. HERITSCH, F.: Tertiäre Talniveaus im Stubalpengebiet. — Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 65, S. 85—87, Wien 1922.
11. KIESLINGER, A.: Die Lavantaler Störungszone. — Jb. Geol. B.A., Bd. 78, S. 499 bis 527, Wien 1928.
12. KIESLINGER, A.: Gesteinskunde für Hochbau und Plastik. — Österr. Gewerbeverl., 211 S., Wien 1951.
13. KIESLINGER, A.: Naturstein für Hochbau. — „Bauhandbuch 1957“. — 8 S., Wien.
14. LACKENSCHWEIGER, H.: Schurfprogramm — Fohnsdorf. — 12 S., Leoben, 25. Juni 1946 (unveröffentl.).
15. LACKENSCHWEIGER, H.: Fohnsdorf-Knittelfelder Tertiärbecken: Geolog. Aufnahme des östlichen Teilgebietes im Sommer und Herbst 1946. — 11 S., Leoben-Seegraben, 3. Februar 1947 (unveröffentl.).
16. MANSOUR, A. T.: Quartärgeologische Untersuchungen im oberen Murgebiet (Judenburg — St. Michael). — Inaugural-Dissertation, 67 S., Graz, November 1964 (unveröffentl.).
17. MAYER, R.: Talbildung in der Neumarkter Paßlandschaft und die Entwicklung des Murtales. — Mitt. Naturw. Ver. Stmk., Bd. 62, S. 55—157, Graz 1926.
18. MILLER, A. v. HAUENFELS: Die steiermärkischen Bergbaue als Grundlage des provinziellen Wohlstandes, in historischer, technischer und statistischer Beziehung. — 101 S., Wien 1859.
19. MORAWETZ, S.: Zur Frage der Entstehung der jungdiluvialen Murterrassen. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., Bd. 103, H. I., S. 57—70, Wien 1961.

20. MORLOT, A.: Erläuterungen zur geologisch bearbeiteten VIII. Sektion der Generalquartiermeisterstabs-Spezialkarte von Steyermark und Illyrien und Geol. Karte, S. 1—86, Wien 1848.
21. MOTTL, M.: Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. VI. Neue Säugetierfunde aus dem Glanzkohlenbergbau von Fohnsdorf. — Mitt. Mus. Bergb. Geol. u. Techn. Landesmus. Joann. Graz, H. 22, S. 3—21, Graz 1961.
22. OESTREICH, K.: Ein alpines Längstal zur Tertiärzeit. — Jb. k. k. Geol. R. A. Bd. 49, S. 164—212, Wien 1899.
23. PENCK, A.: Die Alpen im Eiszeitalter (PENCK, A. u. BRÜCKNER, E.). — 3. Bd., S. 1118—1139, Leipzig 1909.
24. PETRASCHECK, W.: Gutachten über die geologischen Verhältnisse in den südlich der Fohnsdorfer Grubenbaue liegenden Freischürfen der Österr.-Alpine Montan-Ges. — 10 S., Wien, 16. 10. 1916 (unveröffentl. .
25. PETRASCHECK, W.: Auszüge aus der Kohlengologie der österr. Teilstaaten. — Berg- u. hüttenm. Jb., Bd. 72, H. 1, S. 8—14, 1924.
26. PETRASCHECK, W.: Vulkanische Tuffe im Jungtertiär der Ostalpen. — Verh. Geol. B. A., H. 4, S. 231—239, Wien 1955.
27. PETRASCHECK, W. E.: Einiges über die Geröllführung im inneralpinen Miozän. — Verh. Geol. B. A., S. 89—95, Wien 1929.
28. PICHLER, V.: Die Schurfbaue bei Mariabuch. — 21 S., Feeberg, 14. 9. 1887 (unveröffentl.).
29. SIEGL, W.: Zur Petrographie und Entstehung der Tongesteine und Bentonite. — Berg- u. hüttenm. Monatshefte, 96, K. 100—104, Wien 1951.
30. SÖLCH, J.: Beiträge zur eiszeitlichen Talgeschichte des steirischen Randgebirges und seiner Nachbarschaft. — Forschg. z. deutsch. Landes- u. Volksk., 21/4, S. 311—384, Stuttgart 1917.
31. SPREITZER, H.: Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. — Geogr. Jahresber. aus Österr., Bd. 28, 1959/60, S. 1—50, Wien 1961.
32. STINY (STINI), J.: Die ostalpinen Eiszeit-Schotterfluren. — Cbl. Min. Geol. u. Pal., S. 202—213, 234—245, Stuttgart 1923.
33. STINY, J.: Zur Kenntnis der Pölslinie (Obersteier). — Cbl. Min. Geol. u. Pal., Jg. 1931, Abt. B, S. 527—538, Stuttgart 1931.
34. STINY, J.: Die Quellen. — 255 S., Wien, Springer-Verl. 1933.
35. STUR, D.: Über die neogenen Ablagerungen im Gebiete der Mürz und der Mur in Obersteiermark. — Jb. K. K. Geol. R. A., Bd. 14, S. 218—252, Wien 1864.
36. STUR, D.: Geologie der Steiermark (Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte des Herzogthumes Steiermark). — 654 S., Graz 1871.
37. SUESS, F. E.: Die Bildung der Karlsbader Sprudelschale unter Wachstumsdruck der Aragonitkristalle. — Mitt. Geol. Ges., II. Bd., S. 392—444, Wien 1909.
38. THURNER, A.: Hydrogeologie. — 350 S., Springer-Verl., Wien — New York, 1967.
39. VACEK, M.: Über neue Funde von *Mastodon* aus den Alpen. — Verh. K. K. Geol. R. A., S. 120—123, Wien 1887.
40. WINKLER, A. v. HERMADEN: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaume außerhalb der Vereisungsgebiete. — Denkschr. Ak. Wiss. Wien, Bd. 110, S. 1—180, Wien 1955.
41. WINKLER, A. v. HERMADEN: Geologisches Kräftespiel und Landformung. — 822 S., Springer-Verl., Wien 1957.
42. WORSCH, E.: Geologie und Hydrologie des Aichfeldes. — Mitt. Mus. Bergb. Geol. u. Techn., Landesmus. Joann. Graz. 45 S., Graz 1963.
43. ZAPFE, H.: Die geologische Altersstellung österreichischer Kohlenlagerstätten. — Berg- u. hüttenm. Monatsh., Bd. 101, S. 71—81, Wien 1956.

Nachtrag:

44. ANDERLE, N.: Hydrogeologie des Murtales. — Berichte d. wasserwirtsch. Rahmenplanung d. Amtes d. Steierm. LR. u. Landesbaudir., Bd. 12/1969, 152 S. m. 13 Taf., Graz 1969.
45. BERNHART, L. u. a.: 10 Jahre Gewässergüteaufsicht in der Steiermark 1959—1969. — Ber. d. wasserwirtschaftl. Rahmenpl. d. A. d. Steierm. LR. u. Lbaudir., Bd. 13/1969, 93 S., 18 Abb., Graz 1969.
46. KOLLMANN, K.: Das Neogen der Steiermark. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 52, 1959, S. 159—167, 1 Abb., 2 Beil., Wien 1960.
47. KOLLMANN, K.: Jungtertiär im Steirischen Becken. — Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 57, 1964, S. 479—632, 2 Abb., 6 Taf., Wien 1965.
48. POLESNY, H.: Beitrag zur Geologie des Fohnsdorf-Knittelfelder und Seckauer Beckens. — Dissert., 234 S., Juni 1970, Wien (unveröffent.).

Knittelfeld, im August 1971

Anschrift des Verfassers: OStR Dr. Emil WORSCH, 8720 Knittelfeld, Parkstraße 103.

TAFELERKLÄRUNGEN

T a f e l 13

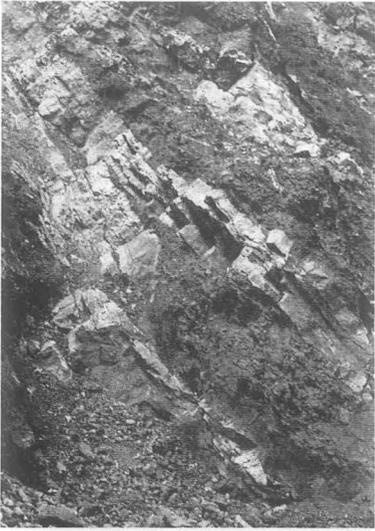
- Abb. 1: **Kalksinter** mit deutlicher Bankung und steilerem NE-Fallen im NW-Teil des Steinbruches Mariabuch. — Sehr deutlich die mehrmaligen Einschaltungen von tertiären Schotterlinsen.
- Abb. 2: **Sinterbank** mit besonders deutlicher **Zentralnaht** (= Schlußfuge), zu der senkrecht die Kristall- und Bankbildung erfolgte.
- Abb. 3: **Unregelmäßig gebankter Sinter** mit deutlichen Sinteradern und typischer Dreiteilung in ihrem Aufbau (von einer ursprünglichen Kluft aus wurde senkrecht zu ihr auf beiden Seiten Material abgesetzt!).
- Abb. 4: **Sinterbänke** mit Bankungs- und unregelmäßigen Zerrklüften. Abzweigend eine stärkere Sinterader mit schwach ausgebildeter Zentralnaht, eine Schotterlinse schräg aufwärts querend. In der Schotterlinse größere Gerölle und Blöcke sichtbar.
- Abb. 5: **Sinterader** (max. 30 cm breit und etwa 40 m hoch hinaufgehend) im SW-Teil des Steinbruches, z. T. mit kleinen staffelbruchartigen Verwerfungen; durchbricht den NE-fallenden Kalksinter, aber auch die eingeschalteten tertiären Schotterlinsen. — In der linken oberen Ecke noch ein Stück der hier 10 m breiten Querbank sichtbar.
- Abb. 6: **Konglomeratblock** (auf Halde), graugrünlich, aus verfestigtem, schlammigem Gesteinsschutt entstanden. Zeigt konglomeratische und brekziöse Einschlüsse. — Abschluß der rechten Seite des Blockes durch eine Sinterlage bzw. Kruste.

T a f e l 14

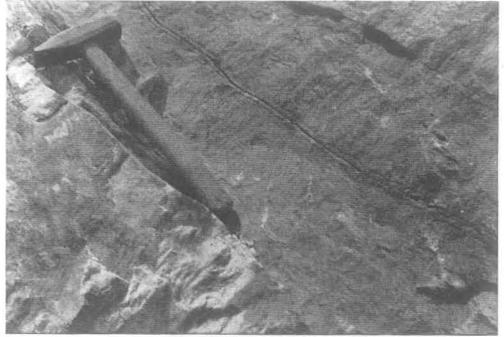
- Abb. 7: „**Pfeifensinter**“ in einer Bank im westl. Teil des Steinbruches Mariabuch. Die pfeifen- bis säulenförmigen Bildungen stehen senkrecht zur Bankung. Im Querschnitt radialfaserige Struktur. — Stellen Ausfüllungen einer ursprünglich offenen, größeren Kluft dar.
- Abb. 8: „**Tropfstein-Sinter**“. — Im obersten Teil des Sinter-Stückes kreisförmige Wachstumszonen gut erkennbar. — Wachstum ähnlich wie bei Stalaktiten.
- Abb. 9: **Innenansicht des Sinters** von Abb. 8 mit den konzentrisch angeordneten Wachstumszonen (Bänderung); Radialstruktur schwach erkennbar.
- Abb. 10: „**Erbstein**“ (max. Lagenbreite 8 cm). — Im sprudelnden Wasser entstanden; Korngrößen um 1 mm.
- Abb. 11: „**Kugelsinter**“ (kugelige Bildungsformen des Sinters) mit schön sichtbarer Bänderung beim rechten Stück.
- Abb. 12: „**O n y x**“, handelsübliche Bezeichnung für wachsgelbe bis honigfärbige, zuckerkörnige bis grobkristalline Sinterformen, die in dünnen Lagen durchscheinen. Werden kunstgewerblich mehrfältig verwendet.

- Abb. 13: **Kalksinter**, durchzogen von tertiärem, bituminösem Kalk von schwarzbrauner Farbe; Steinbruch Mariabuch.
- Abb. 14: **Kalksinter** mit eingelagertem Bretstein-Kalk.
- Abb. 15: **Blick von Lind b. Zeltweg** (Aichfeld) von einer späteiszeitlichen (nachwürmen) Flur (NW) aus auf die südlich der Mur liegende Terrasse der Rißeiszeit (R) von **Pichling-Thann** und die westliche, gleichartige Terrasse von **Allersdorf**. — Zwischen Mur und Rißterrasse die **Würm-Hauptterrasse** (W). — Im Vordergrund (= nördlich der Mur) eine **holozäne** Flur (H), im Hintergrund der **Größing-** und **Ameringkogel**.
- Abb. 16: **Steinbruch von Mariabuch** mit darunter liegender, aus **Kalksinter** aufgebauter Kirche. — Die weiße Linie zeigt die Längserstreckung des Sinters nach Osten mit seiner Obergrenze an.
- Abb. 17: **Tertiärer Hügel** bei **Grottenhof** südwestl. v. **Weißkirchen**. Wegen seiner Form in der Vergangenheit auch für eiszeitlich gehalten.
- Abb. 18: **Blick von der Rißterrasse östlich v. Großfeistritz** b. **Weißkirchen** auf die **Würm-Hauptterrasse** (W) des westlichen **Murbodens** mit seiner südlichen Begrenzung durch den Höhenzug aus **Bretstein-Marmor**, der parallel zur Randstörung zieht. — An seinem Westabfall die Stadt **Judenburg**. Seitlich davon (im Nordosten) die Terrasse des **Neuen Hochstandes** (NH). — Ganz im Hintergrund die **Seetaler Alpen**. — Im Vordergrund die nach Norden auslaufende Terrasse der **Rißeiszeit** (R) von **Allersdorf**; ganz vorne im Bild die **holozäne** Talflur des **Feistritzbaches** (H).

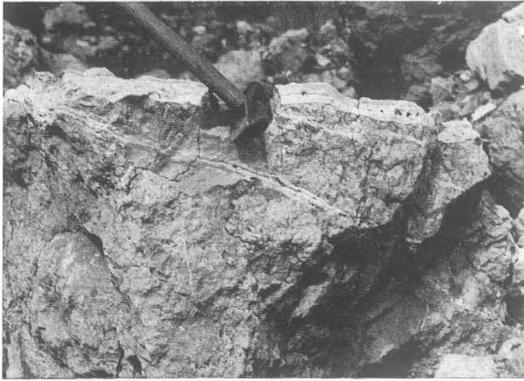
Tafel 13



1



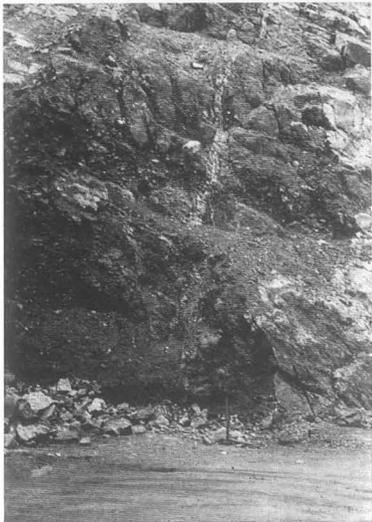
2



3



4



5

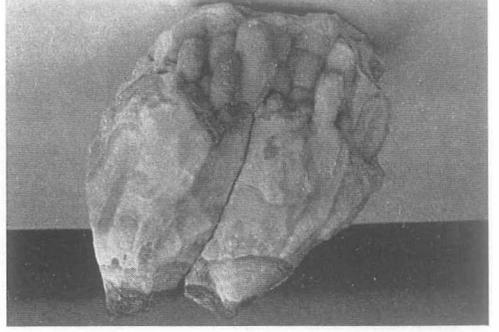


6

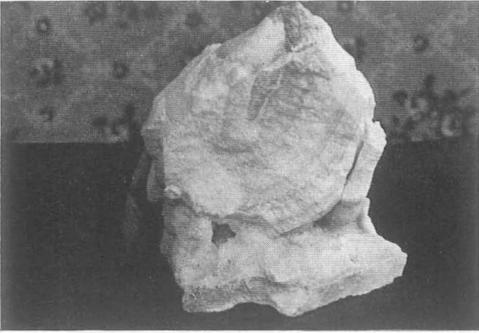
Tafel 14



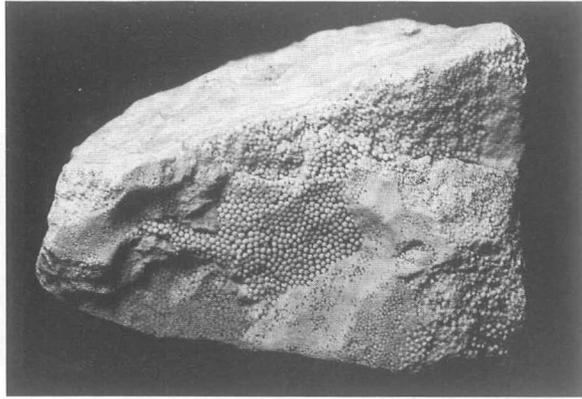
7



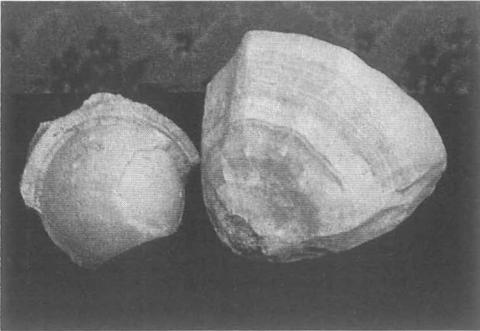
8



9



10

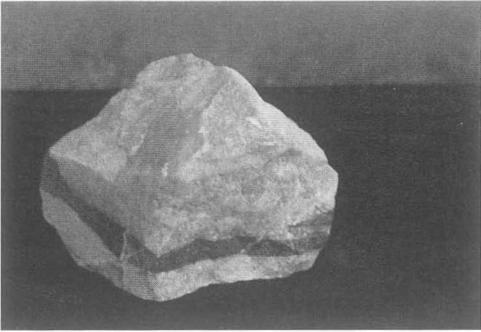


11

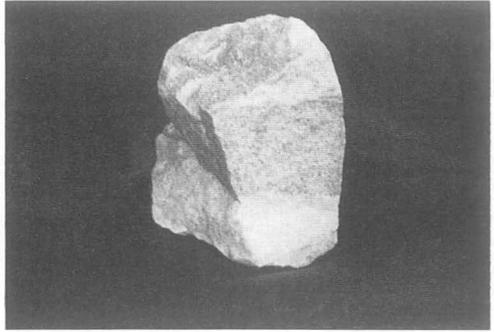


12

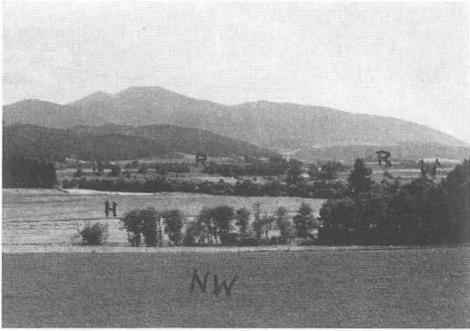
Tafel 15



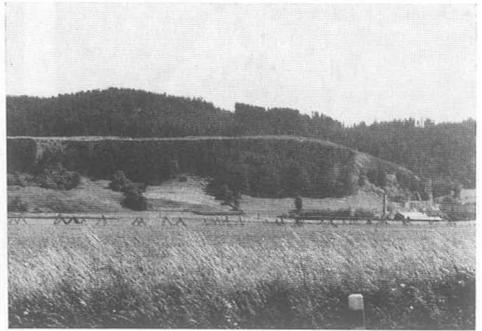
13



14



15



16



17



18

INHALTSVERZEICHNIS

Vorbemerkung	7
I. DER GEOLOGISCHE AUFBAU DES MURBODENS	9
A. <i>Das Kristallin am Südrand des Beckens</i>	10
B. <i>Das Tertiär des Murbodens</i>	11
a) Der Südwest-Rand des Beckens	12
b) Der Südrand zwischen Weißkirchen und Knittelfeld	17
c) Das Tertiär an der Mur	25
C. <i>Der Kalksinter von Mariabuch</i>	26
D. <i>Die eiszeitliche Formung des Murbodens</i>	30
a) Die Würm-Hauptterrasse	30
b) Die Terrassen des Neuen Hochstandes	36
c) Reiß-Moränen und Reiß-Terrassen	40
d) Spätglaziale Terrassen und holozäne Fluren	44
II. DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM MURBODEN	46
A. <i>Der westliche Murboden</i>	47
a) Die alte und neue Brunnenanlage von Murdorf	47
b) die übrigen Brunnen im westlichen Murboden	49
B. <i>Der Murboden zwischen Weißkirchen und Knittelfeld</i>	53
a) Das Grundwasser im Raum von Weißkirchen	53
b) Das Grundwasser im mittleren Murboden	55
c) Das Grundwasser im östlichen Murboden	60
C. <i>Der Grundwasserschichtenplan und seine Aussagen</i>	62
D. <i>Das physikalisch-chemische Verhalten des Grundwassers</i>	68
a) Die Temperaturen	68
b) Die pH-Werte	78
c) Die Härten	78
E. <i>Die Mur und der Granitzenbach</i>	80
F. <i>Die Quellen</i>	82
a) Die Quellen am Südrand des Beckens	82
b) Die Quellen am Nordrand des Murbodens	88
c) Die Siebenbrunn-Quellen	90
G. <i>Der Grundwassergehalt des Murbodens</i>	94
1. Das Grundwasserdargebot	94
2. Die Grundwassererneuerung	97
Zusammenfassung und Schlußwort	99
Literaturnachweis	107

grazer druckerei

Bisher sind folgende Mitteilungshefte erschienen:

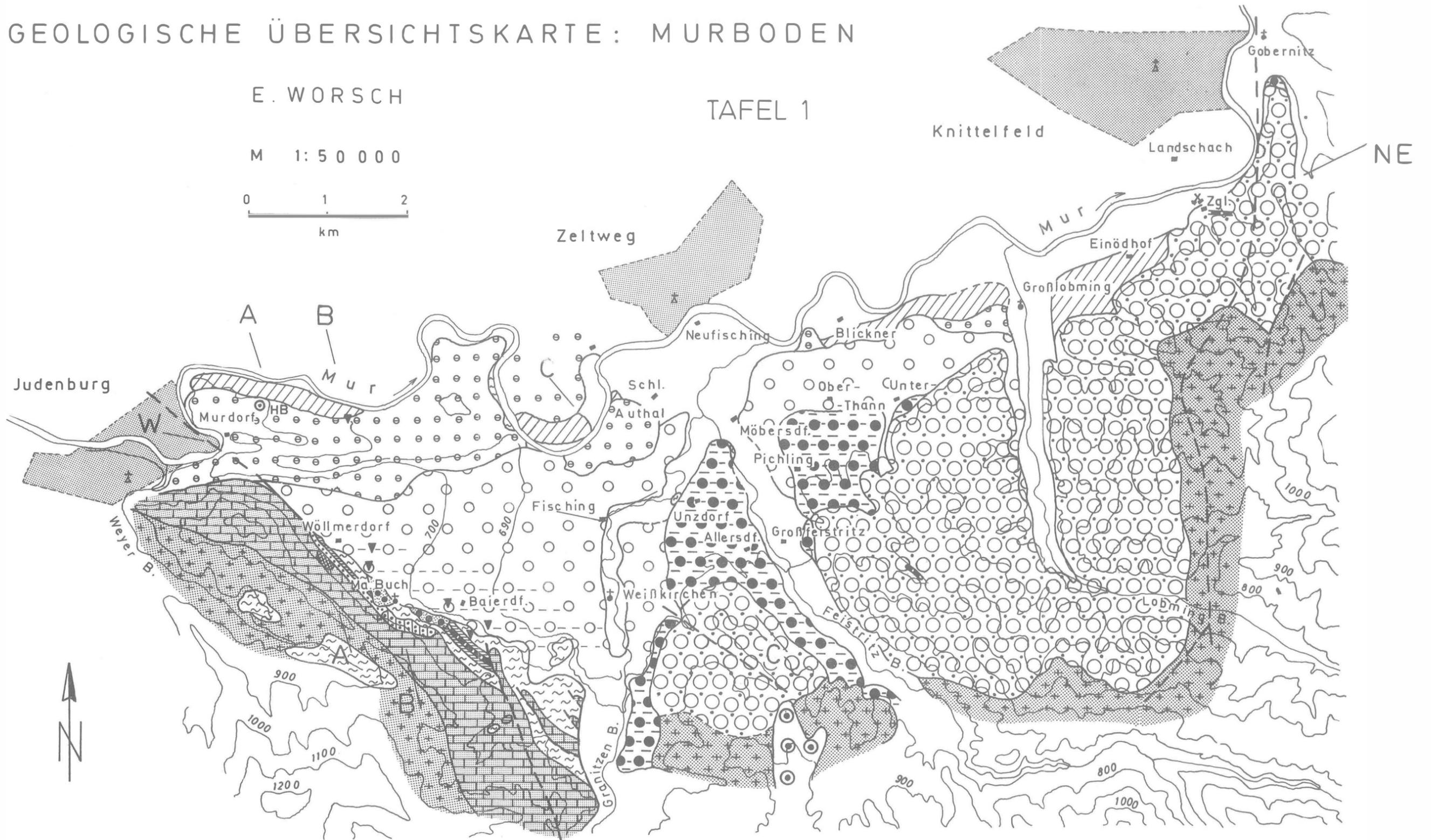
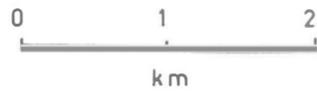
- Heft 1: F. Heritsch: *Neue Versteinerungen aus dem Devon von Graz*. Graz, 1937.
- Heft 2: E. Haberfellner: *Die Geologie des Eisenerzer Reichenstein und des Polster*. Graz, 1935 (vergriffen).
- Heft 3: K. Murban: *Die vulkanischen Durchbrüche in der Umgebung von Feldbach*. Graz, 1939.
- Heft 4: W. v. Teppner: *Tiere der Vorzeit*, Graz, 1940.
- Heft 5: M. Loehr: *Die Radmeister am steirischen Erzberg bis 1625*.
E. Ehrlich: *Aus den Werfener Schichten des Dachsteingebietes bei Schladming*. Graz, 1946.
- Heft 6: W. v. Teppner: *Das Modell eines steirischen Floßofens im Landesmuseum Joanneum, Abt. für Bergbau und Geologie*. Graz, 1941.
- Heft 7: K. Murban: *Riesen-Zweischaler aus dem Dachsteinkalk*. Graz, 1952.
- Heft 8: M. Mottl: *Steirische Höhlenforschung und Menschheitsgeschichte*. Graz, 1953.
- Heft 9: *Die Bärenhöhle (Hermann-Bock-Höhle) im kleinen Brieglersberg, Totes Gebirge*.
I. K. Murban: *Geologische Bemerkungen zum Bau des Südostteiles des Toten Gebirges*. — II. M. Mottl: *Ergebnisse der Befahrung und Untersuchung der Bärenhöhle*. Graz, 1953.
- Heft 10: W. Fritsch: *Die Gumpeneckmarmore*. — W. Fritsch: *Die Grenze zwischen den Ennstaler Phylliten und den Wölzer Glimmerschiefern*. Graz, 1953.
- Heft 11: *Eiszeitforschungen des Joanneums in Höhlen der Steiermark*. K. Murban: *Geologische Bemerkungen*. — M. Mottl: *Die Erforschung der Höhlen*. Graz, 1953.
- Heft 12: A. Schouppé: *Revision der Tabulaten aus dem Palaeozolkum von Graz. Die Favositiden*. Graz, 1954.
- Heft 13: M. Mottl: *Hipparion-Funde der Steiermark, Dorcatherium im Unterpliozän der Steiermark*. Graz, 1954.
- Heft 14: O. Homann: *Der geologische Bau des Gebietes Bruck a. d. Mur bis Stanz*. Graz, 1955.
- Heft 15: M. Mottl: *Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark* — M. Mottl: *Neue Grabungen in der Repolusthöhle bei Peggau in der Steiermark*. (Mit einem Vorwort von K. Murban). Graz, 1956.
- Heft 16: W. Stippenberger: *Schrifttum über Bergbau, Geologie und Karst-Forschung und Heilquellen, Hydrologie, Mineralogie, Paläontologie, Petrographie und Speleologie des politischen Bezirkes Liezen, Steiermark, von 1800 bis 1956*. Graz, 1956.
- Heft 17: H. Flügel: *Revision der ostalpinen Heliolitina*. Graz, 1956.
- Heft 18: G. Kopetzky: *Das Miozän zwischen Kainach und Laßnitz in Südweststeiermark*. Graz, 1957.
- Heft 19: M. Mottl: *Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark*. — A. Papp: *Bemerkungen zur Fossilführung von Jagerberg bei St. Stefan in der Oststeiermark*. Graz, 1958.
- Heft 20: A. Thurner: *Die Geologie des Pleschaitz bei Murau*. Graz, 1959.
- Heft 21: A. Thurner: *Die Geologie der Berge nördlich des Wölzertales zwischen Eselsberg und Schönberggraben*. Graz, 1960.
- Heft 22: M. Mottl: *Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark. VI. Neue Säugetierfunde aus dem Glanzkohlenbergbau von Fohnsdorf. Die Dorcatherien (Zwerghirsche) der Steiermark*. Graz, 1961.
- Heft 23: H. Flügel: *Die Geologie des Grazer Berglandes*. Graz, 1961.
- Heft 24: E. u. H. Flügel: *Die mikrofazielle und geochemische Gliederung eines Riffes der Nördlichen Kalkalpen, und zwar des obertriadischen Riffes der Sauwand bei Mariazell*. Graz, 1962.
- Heft 25: E. Worsch: *Die Geologie und Hydrologie des Aichfeldes zwischen Judenburg und Knittelfeld*. Graz, 1963.
- Heft 26: M. Mottl: *Bärenphylogese in Südost-Österreich*. Graz, 1964.
- Heft 27: A. Fenninger und H. Hötzl: *Die Hydrozoa und Tabulozoa der Tressenstein- und Plassenkalke (Ober-Jura)*. Graz, 1965.
- Heft 28: M. Mottl: *Neue Säugetierfunde aus dem Jungtertiär der Steiermark VII—IX*. Graz, 1966.
- Heft 29: W. Stippenberger: *Almanach des steirischen Berg- und Hüttenwesens*. Graz, 1963.
- Heft 30: A. Alker - H. Haas - O. Homann: *Hangbewegungen in der Steiermark*. Graz, 1969.
- Heft 31: M. Mottl: *Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs*. Graz, 1970.

GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE: MURBODEN

E. WORSCH

TAFEL 1

M 1:50 000

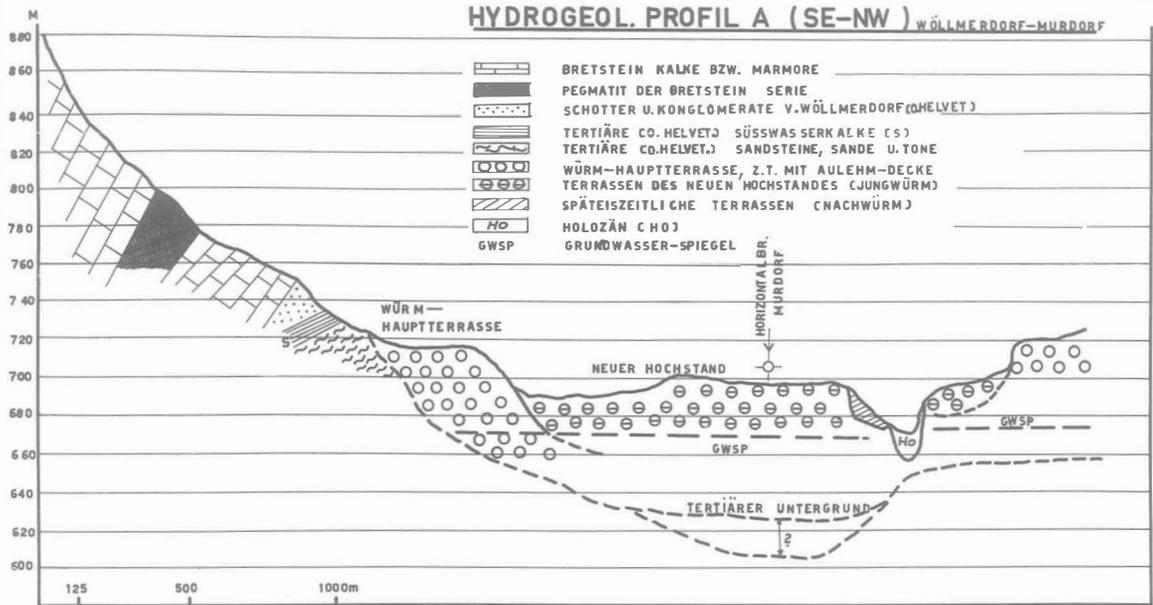


- | | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|---------------------------------------|
| | Kristallines Grundgebirge
(Gneise, Glimmerschiefer, etc.) | | Süßwasserkalke
("OB. HELVET") | | Riss Moräne
(Ma. Buch - Baierdf.) | | Störungen |
| | Bretsteinkalke-bzw. Marmore | | Tuffe-Tuffite
("OB. HELVET"-"U. TORTON") | | Riss-Terrasse | | Tiefenbohrungen d. ALPINE MONTAN Ges. |
| | Pegmatit d. Bretstein Serie | | Blockschotter z.T. kohleführend ("U. TORTON") | | Würm-Hauptterrasse
(z.T. mit Aulehmdecke) | | Horizontalbrunnen bei Murdorf |
| | Schotter u. Kongl. von Wöllmerdf. ("OB. HELVET") | | Sinter v. Ma. Buch, (älter als Riss vermutl. TERTIÄR) | | Terrasse d. Neuen Hochstandes (JUNGWÜRM) | | Profilinien |
| | Sandsteine, Sande und Tone ("OB. HELVET") | | Jüngstpliozän oder Ältest-Quartär | | Späteiszeitliche Terrassen (NACHWÜRM) | | |
| | | | Holozän | | | | |

TAFEL 2a

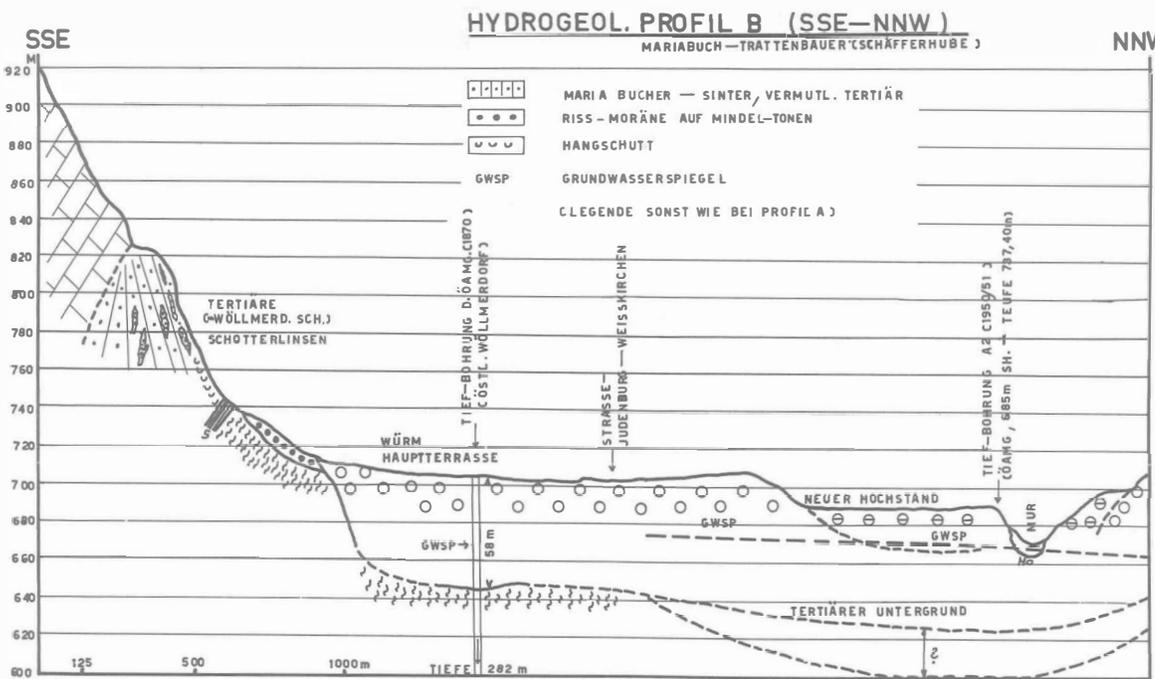
SE

NW



SSE

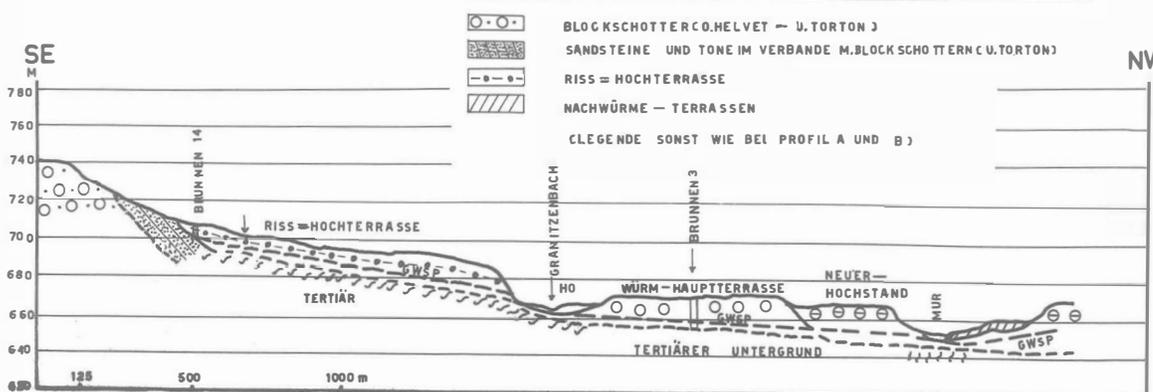
NNW



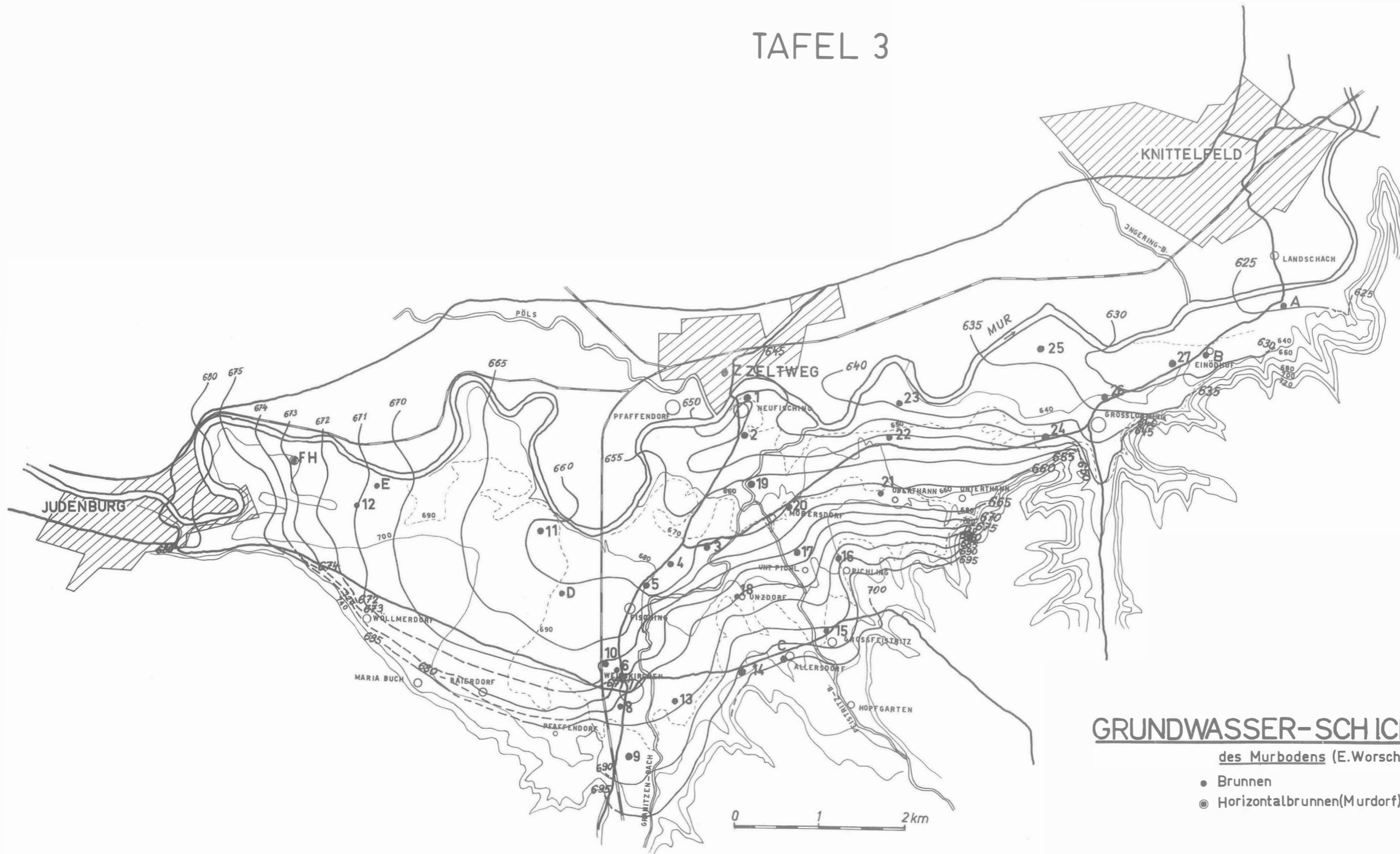
HYDROGEOLOG. PROFIL C (SE-NW) ALLERSDORF-PFAFFENDORF

SE

NW



TAFEL 3



GRUNDWASSER-SCHICHTENPLAN

des Murbodens (E. Worsch)

- Brunnen
 - Horizontalbrunnen(Murdorf)
- } BRUNNEN-BEZEICHNUNG,
TERRAIN- UND GRUNDWASSER-
SPIEGELHÖHEN: SIEHE TABELLEN 1-3

GRUNDWASSERSPIEGEL-KURVEN (MURBODEN)

Wasserstände in m unter Terrain

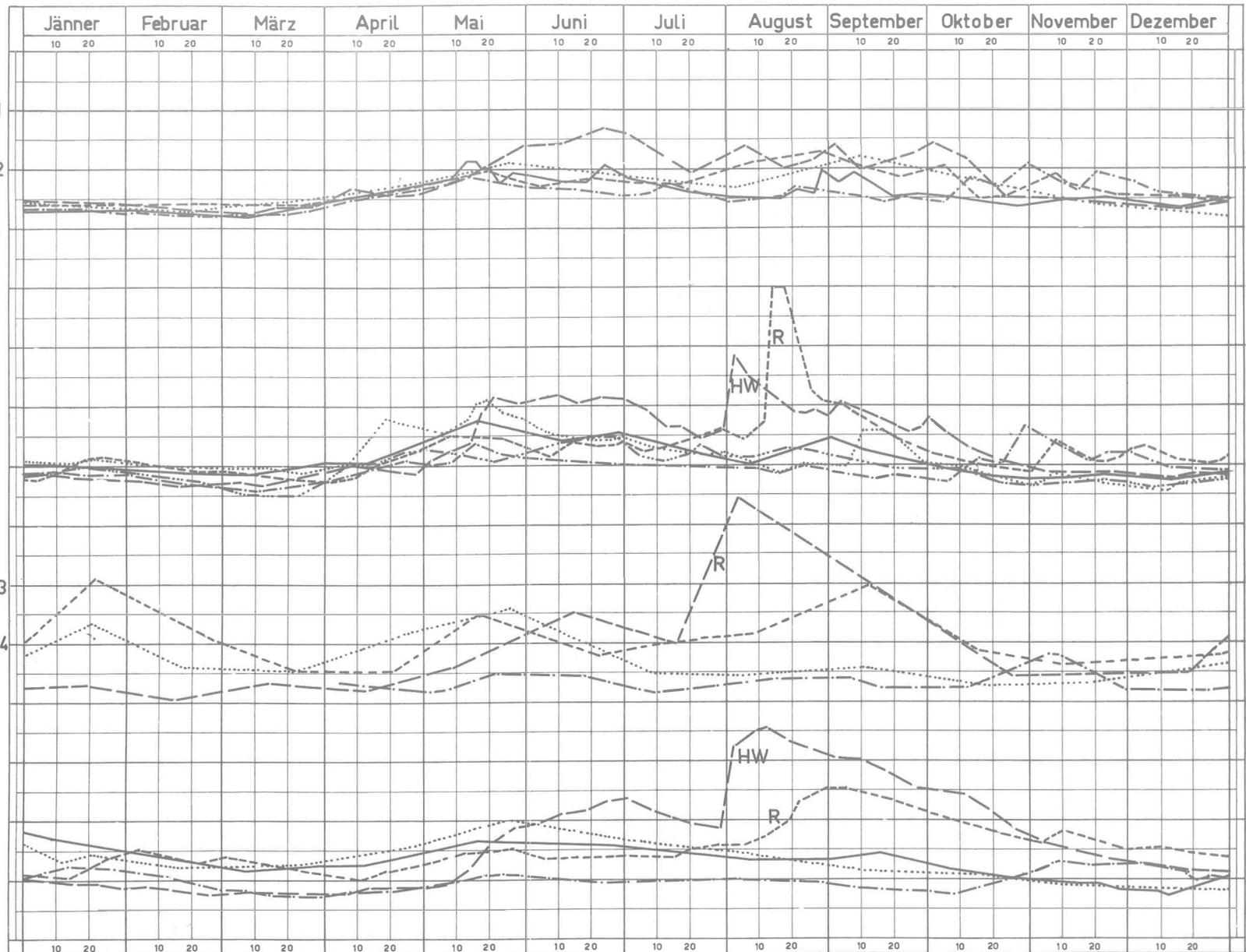
TAFEL 4a

BRUNNEN NR. 1

NR. 2

NR. 3

NR. 4



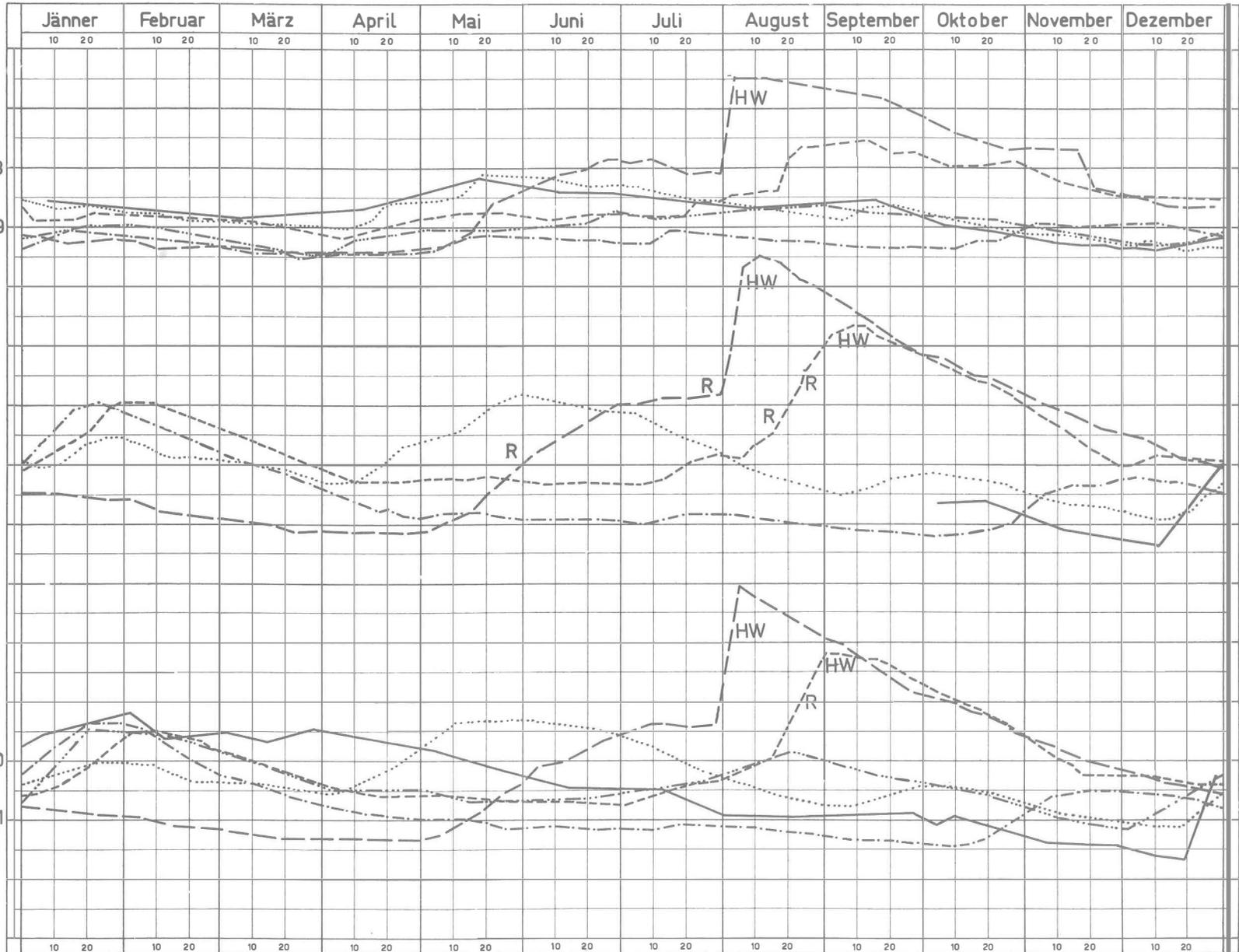
Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN
 1964 - · - · - · 1966 - - - - - 1968 - · - · - · HW = HOCHWASSER

TAFEL 4

BRUNNEN NR.5

NR 6

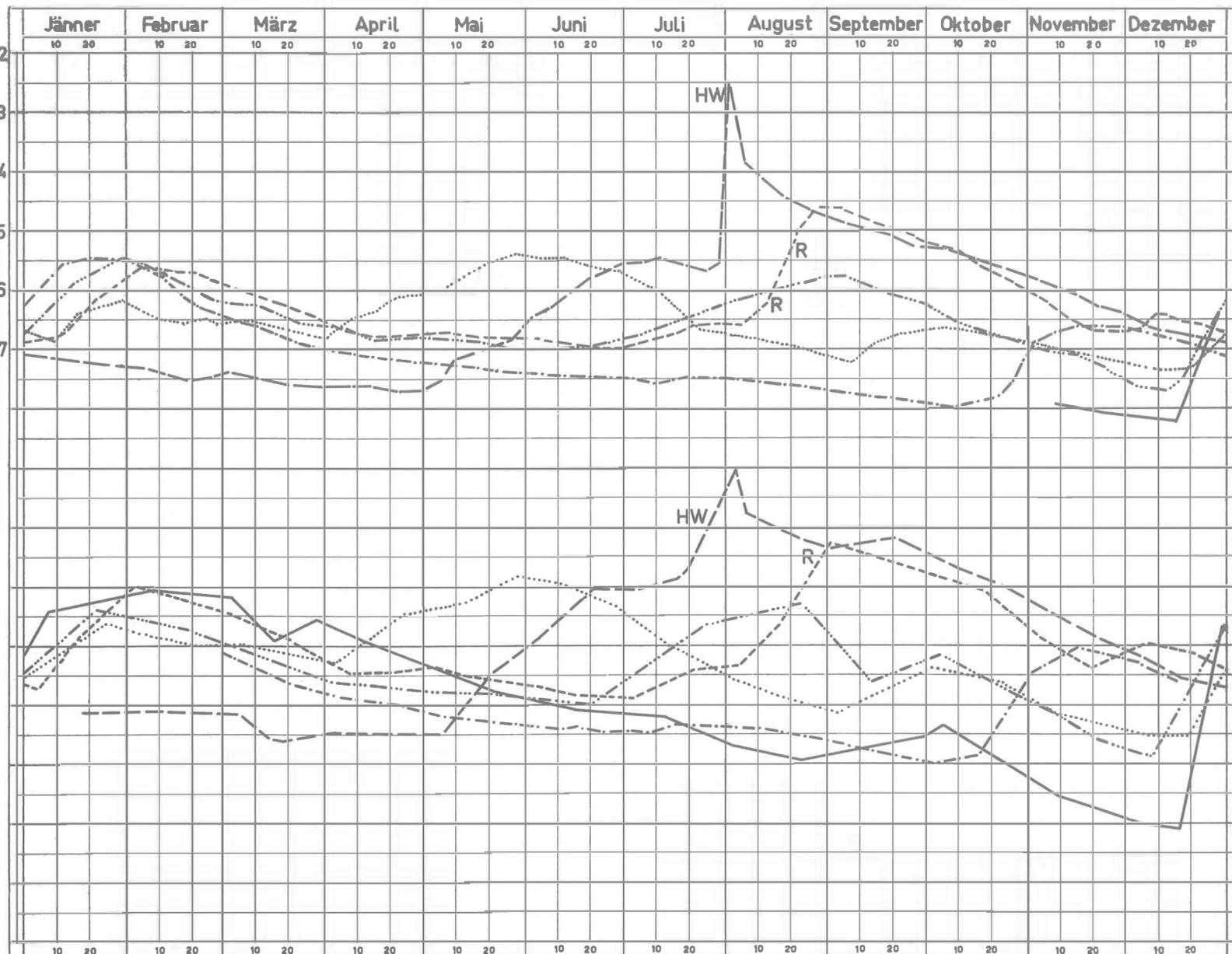
NR. 7



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN
 1964 - · - · - · 1966 - - - - - 1968 - - - - - HW = HOCHWASSER

TAFEL 4

BRUNNEN NR.8

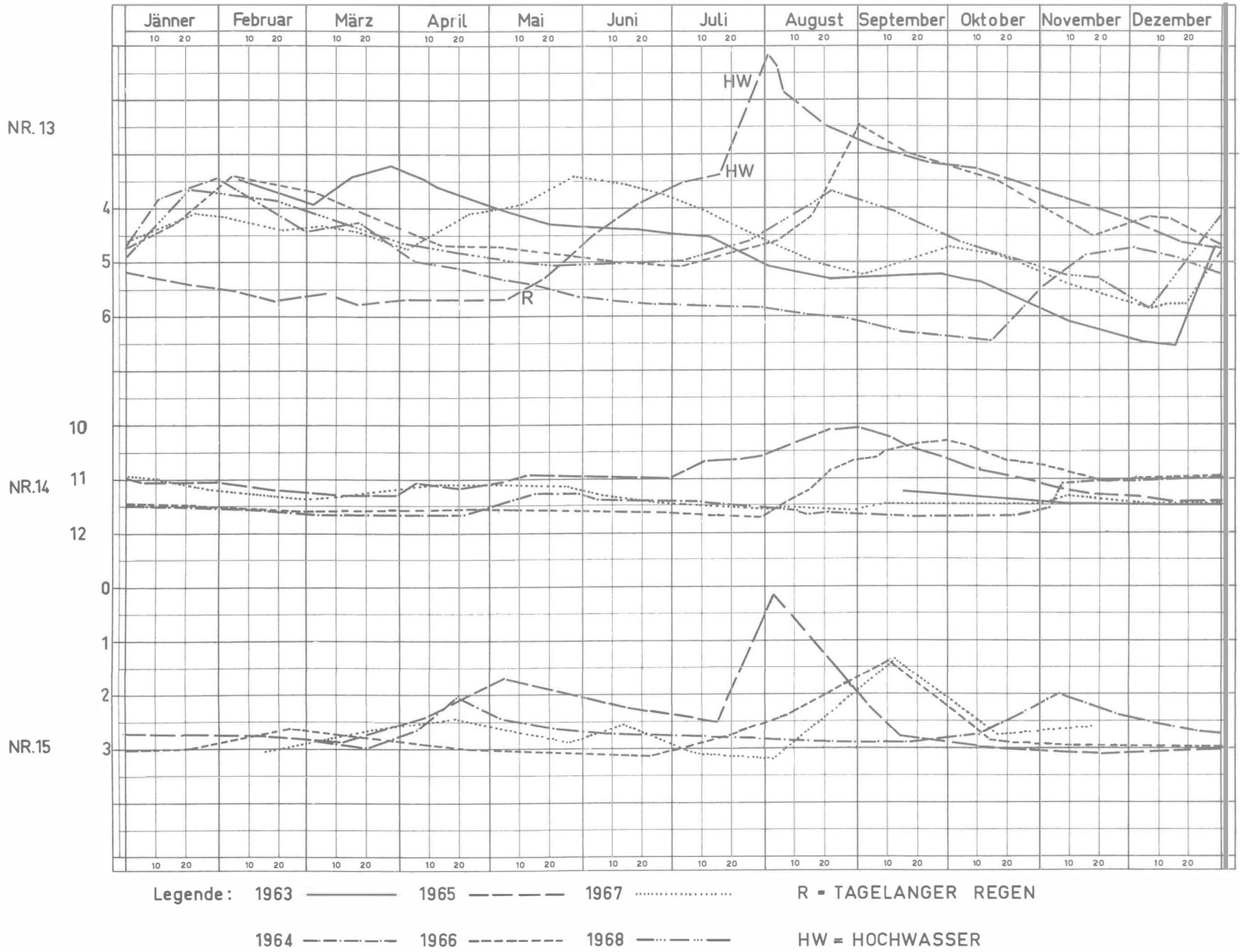


NR.9

Legende: 1963 ——— 1965 R - TAGELANGER REGEN
 1964 - - - - - 1966 - - - - - HW = HOCHWASSER
 1967 - - - - - 1968 - - - - -

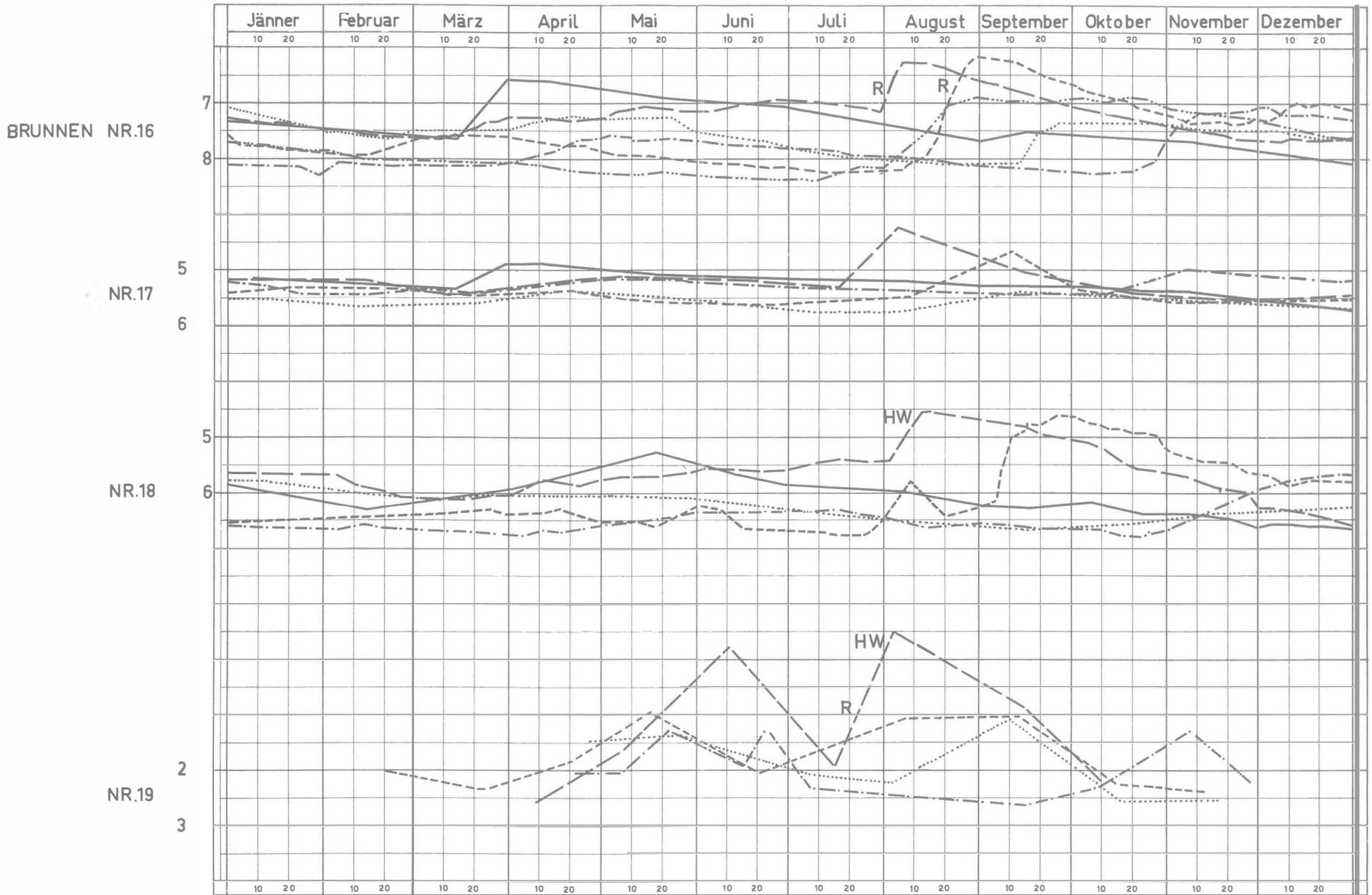
TAFEL 4b

BRUNNEN NR.13



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN
 1964 - - - - - 1966 - . - . - . 1968 - HW = HOCHWASSER

TAFEL 4

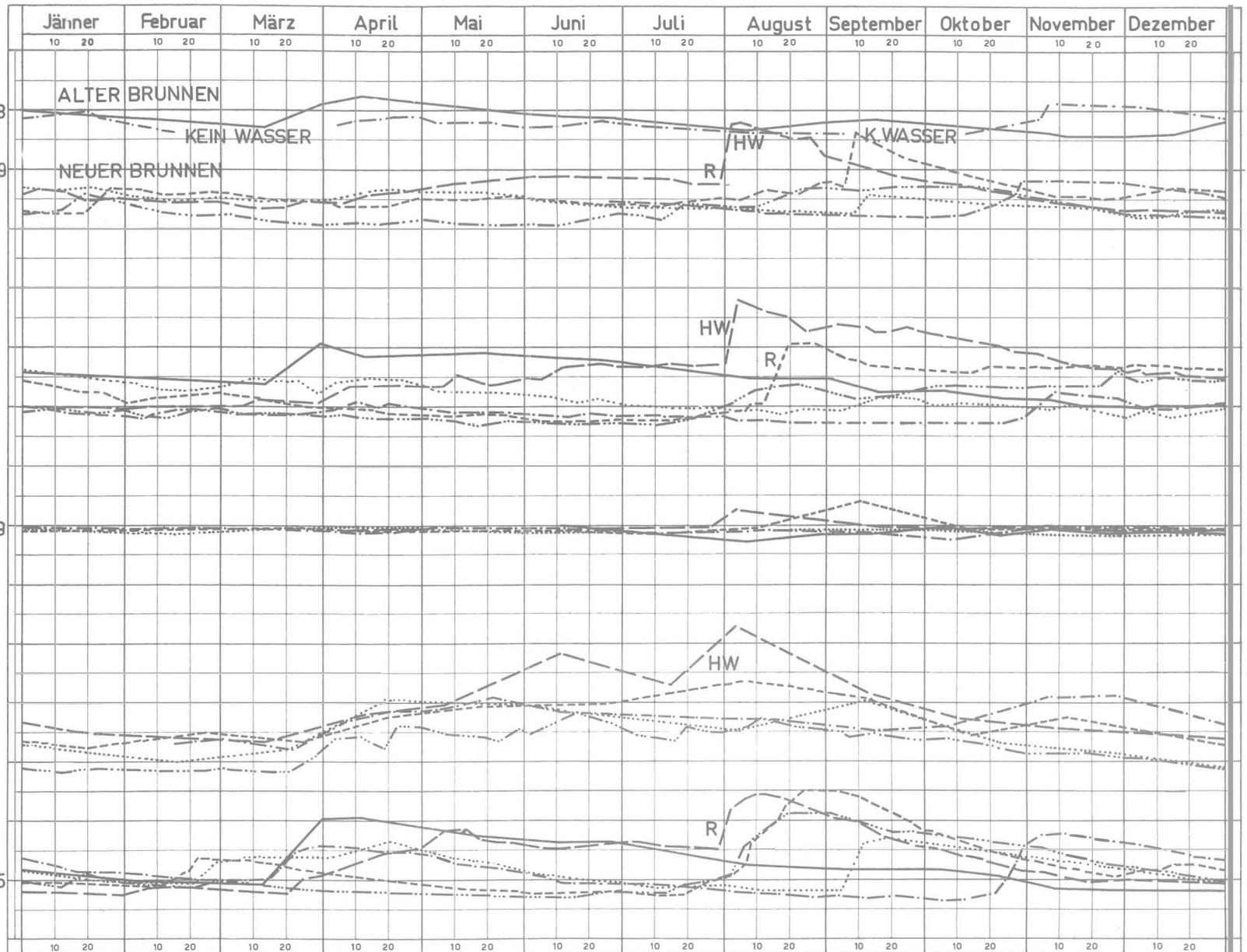


Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN

1964 - · - · - · 1966 - - - - - 1968 - · - · - · HW = HOCHWASSER

TAFEL 4

BRUNNEN NR. 20



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN

1964 - - - - - 1966 - - - - - 1968 ——— HW = HOCHWASSER

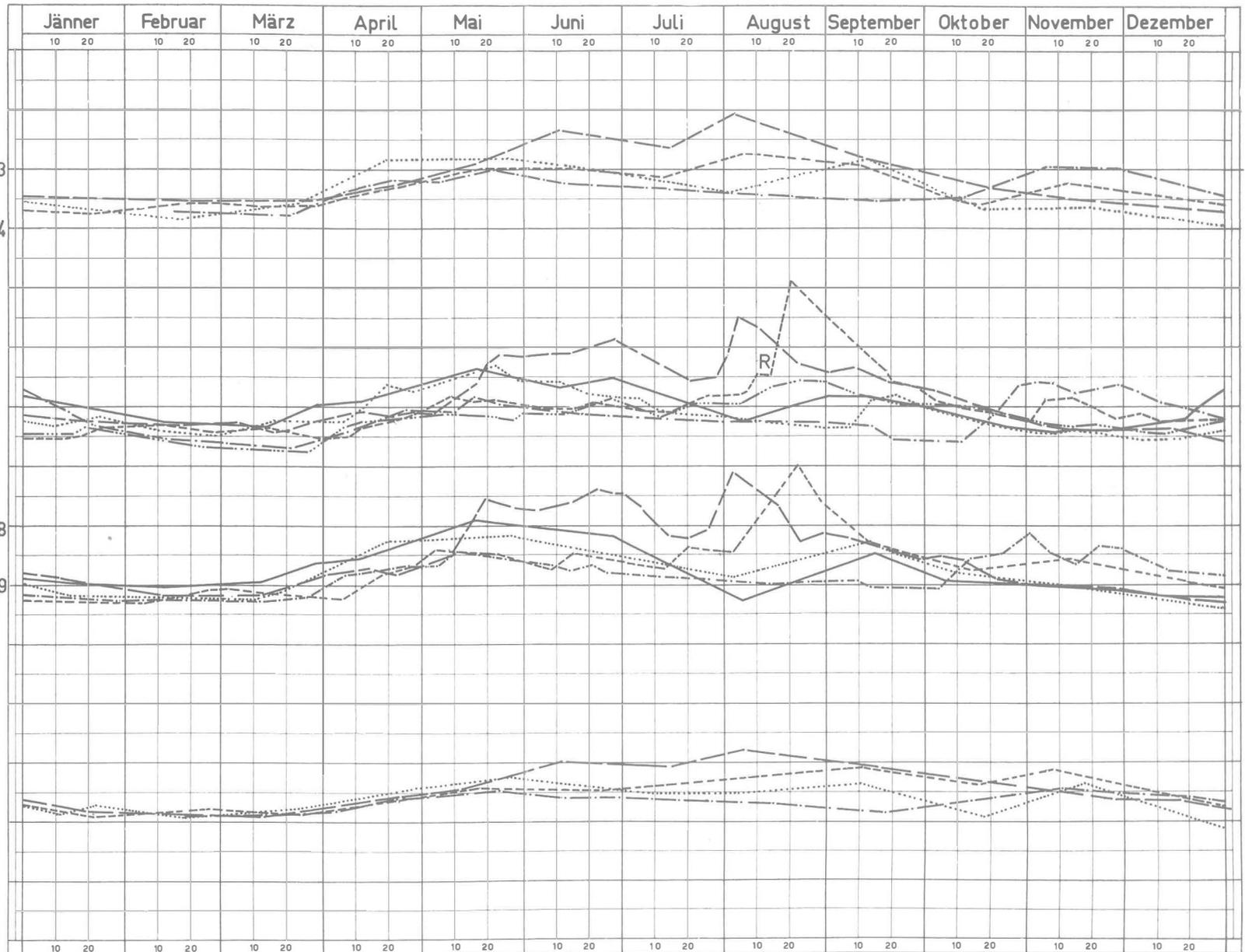
TAFEL 4

BRUNNEN NR.25

NR.26

NR.27

Z

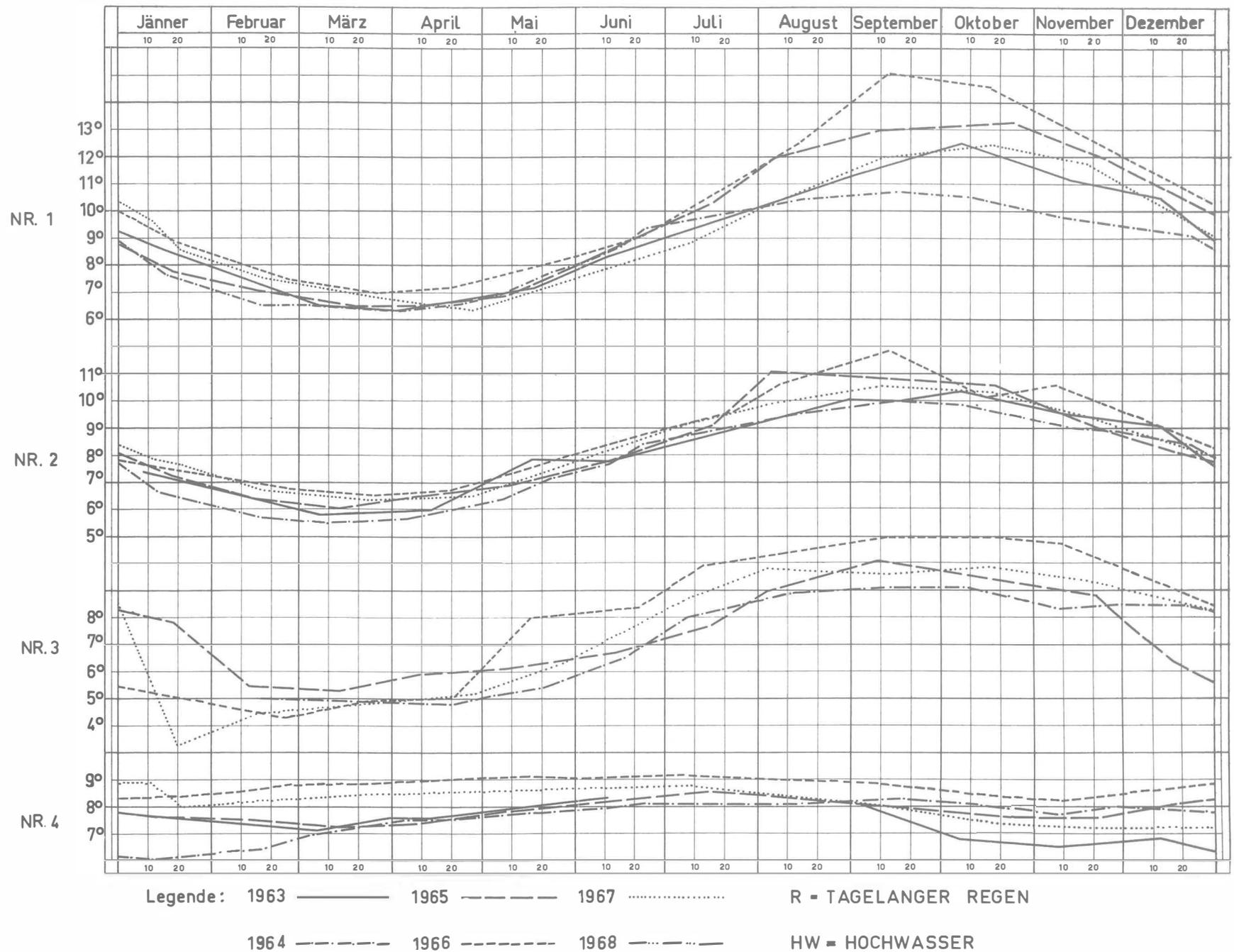


Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN

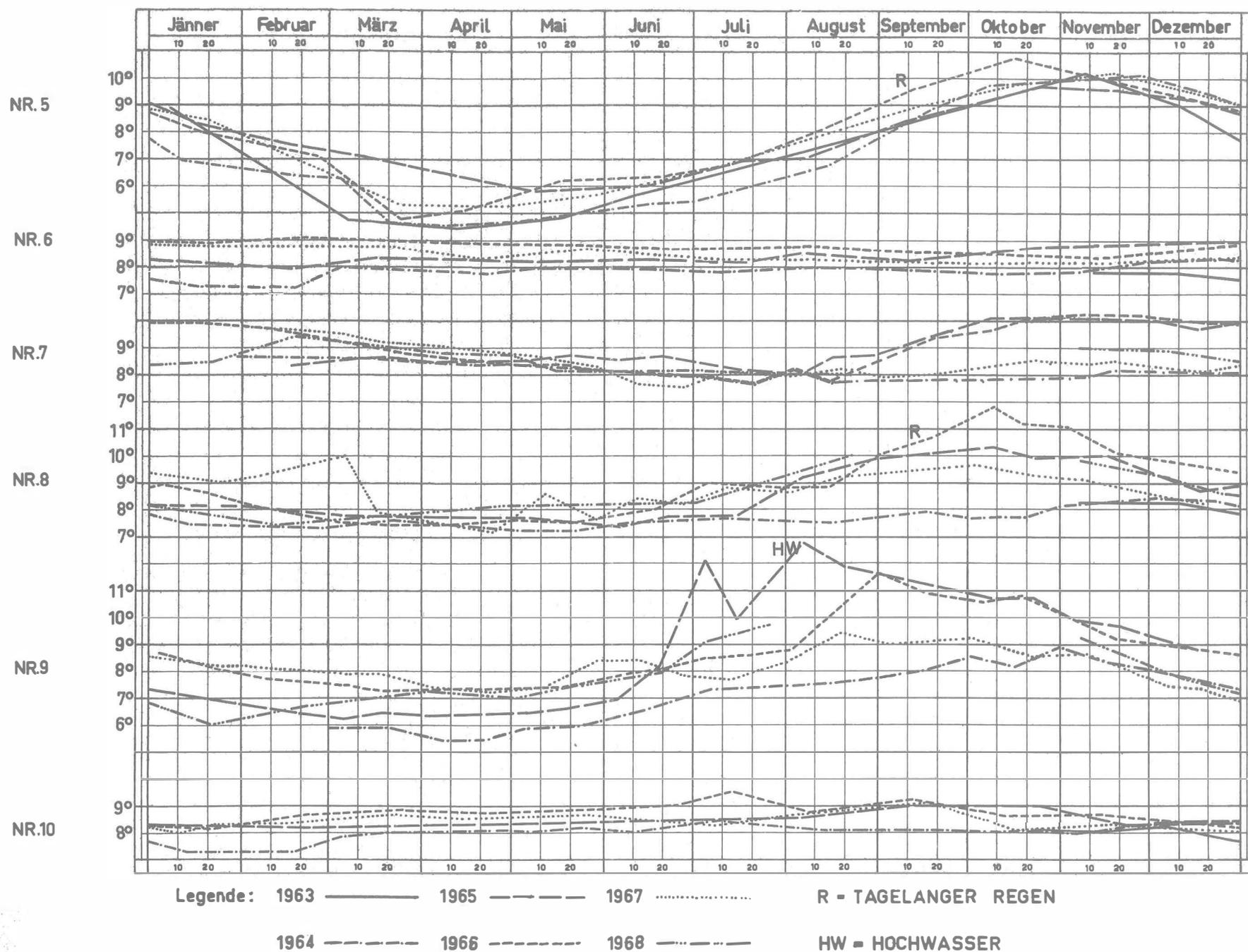
1964 - · - · - · 1966 - - - - - 1968 - · - · - · HW = HOCHWASSER

GRUNDWASSER-TEMPERATUREN der Brunnen in °C (MURBODEN)

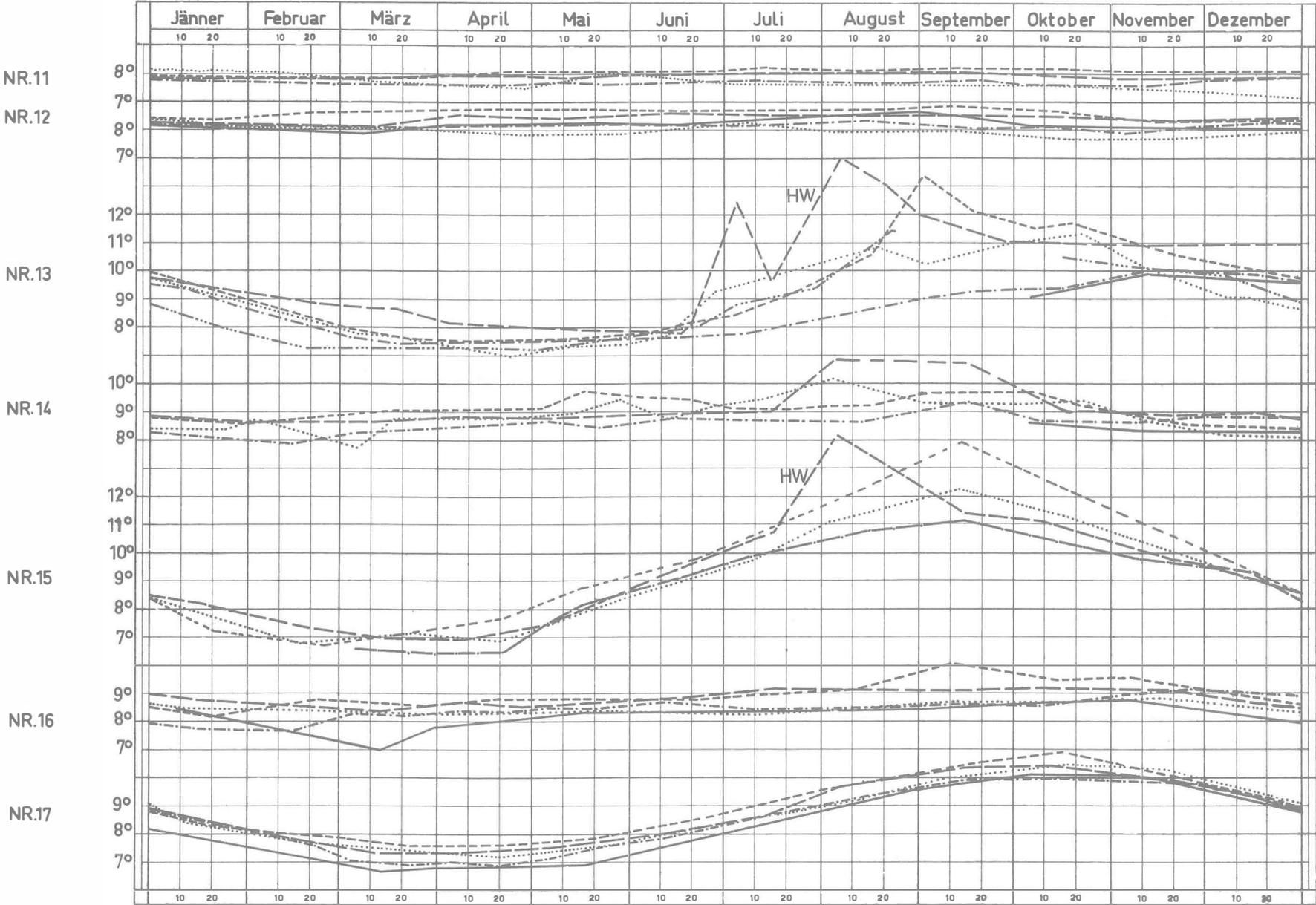
TAFEL 5



TAFEL 5

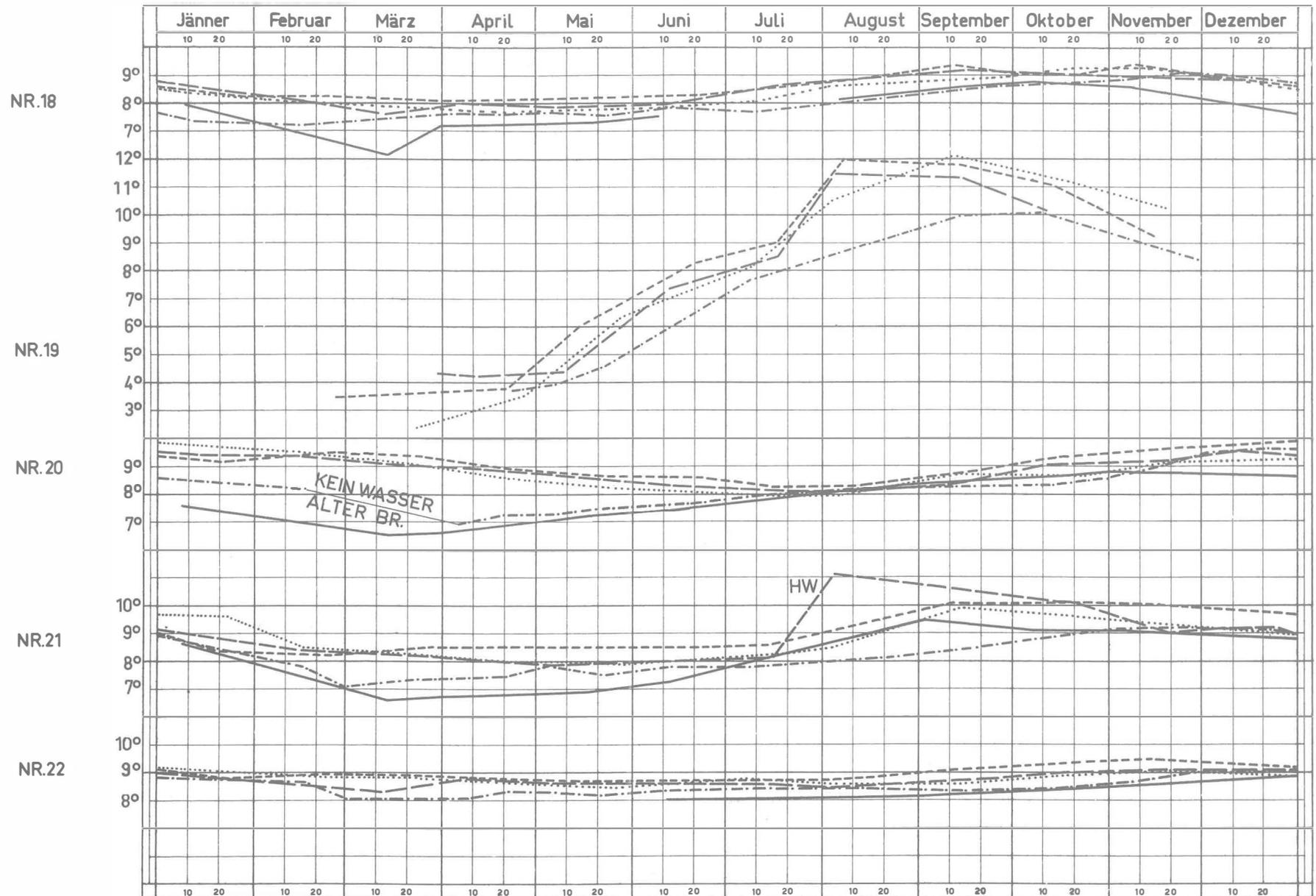


TAFEL 5



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN
 1964 - - - - - 1966 - - - - - 1968 - - - - - HW = HOCHWASSER

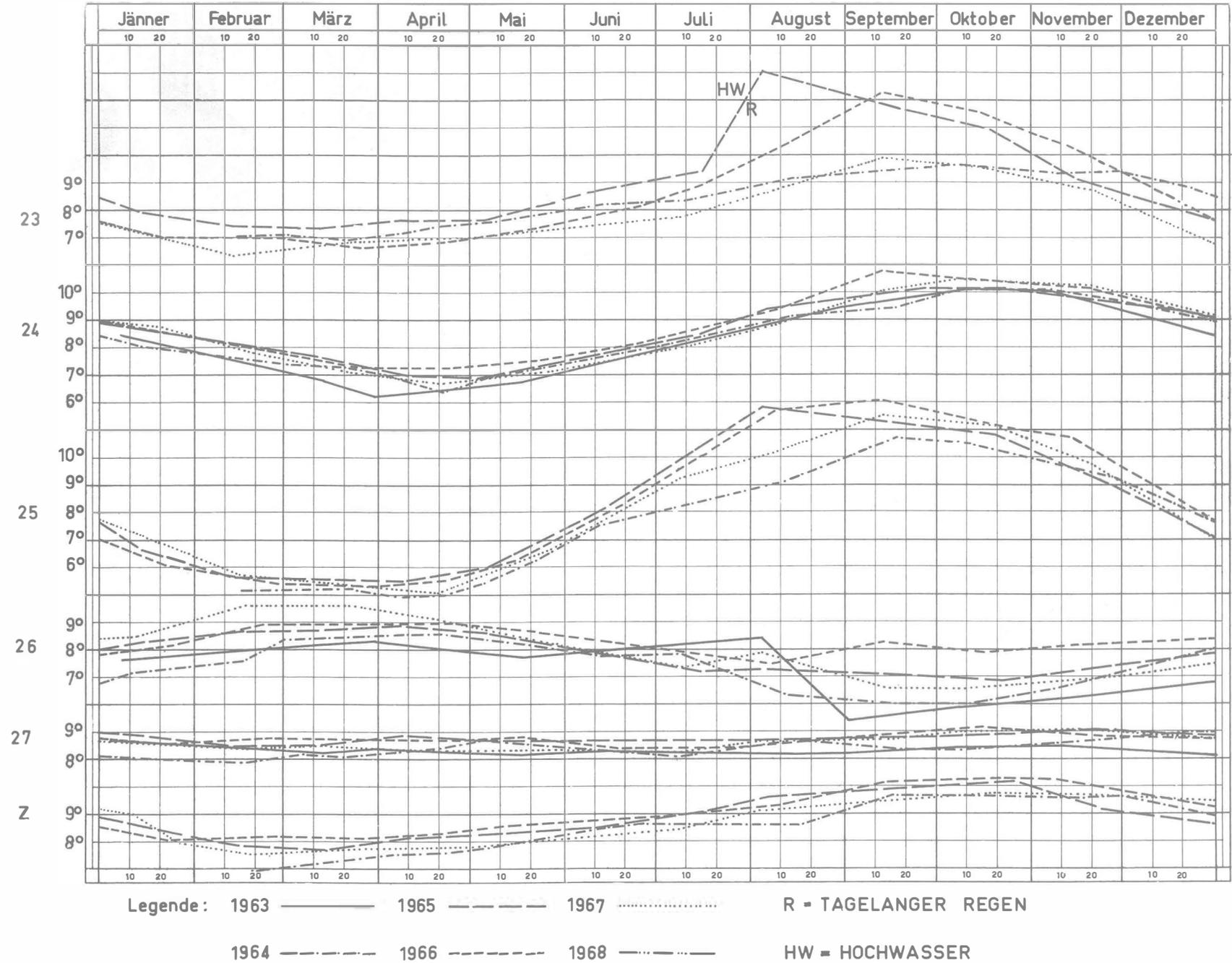
TAFEL 5



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R - TAGELANGER REGEN

1964 - - - - - 1966 - - - - - 1968 - · - · - · HW - HOCHWASSER

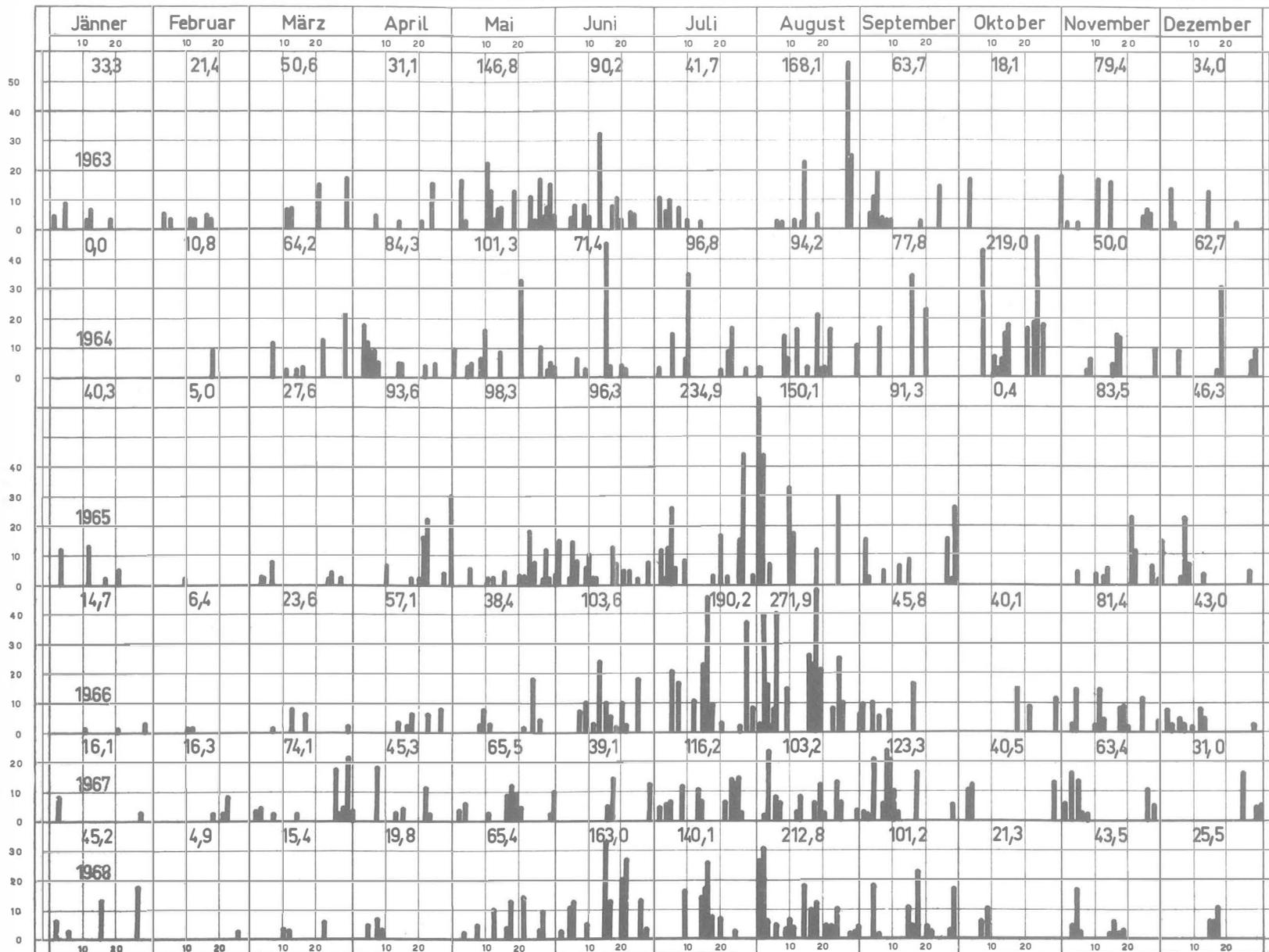
TAFEL 5



NIEDERSCHLÄGE in mm

TAFEL 11

Beobachtungsstation Wetterwarte Fliegerhorst Hinterstoisser
Zeltweg



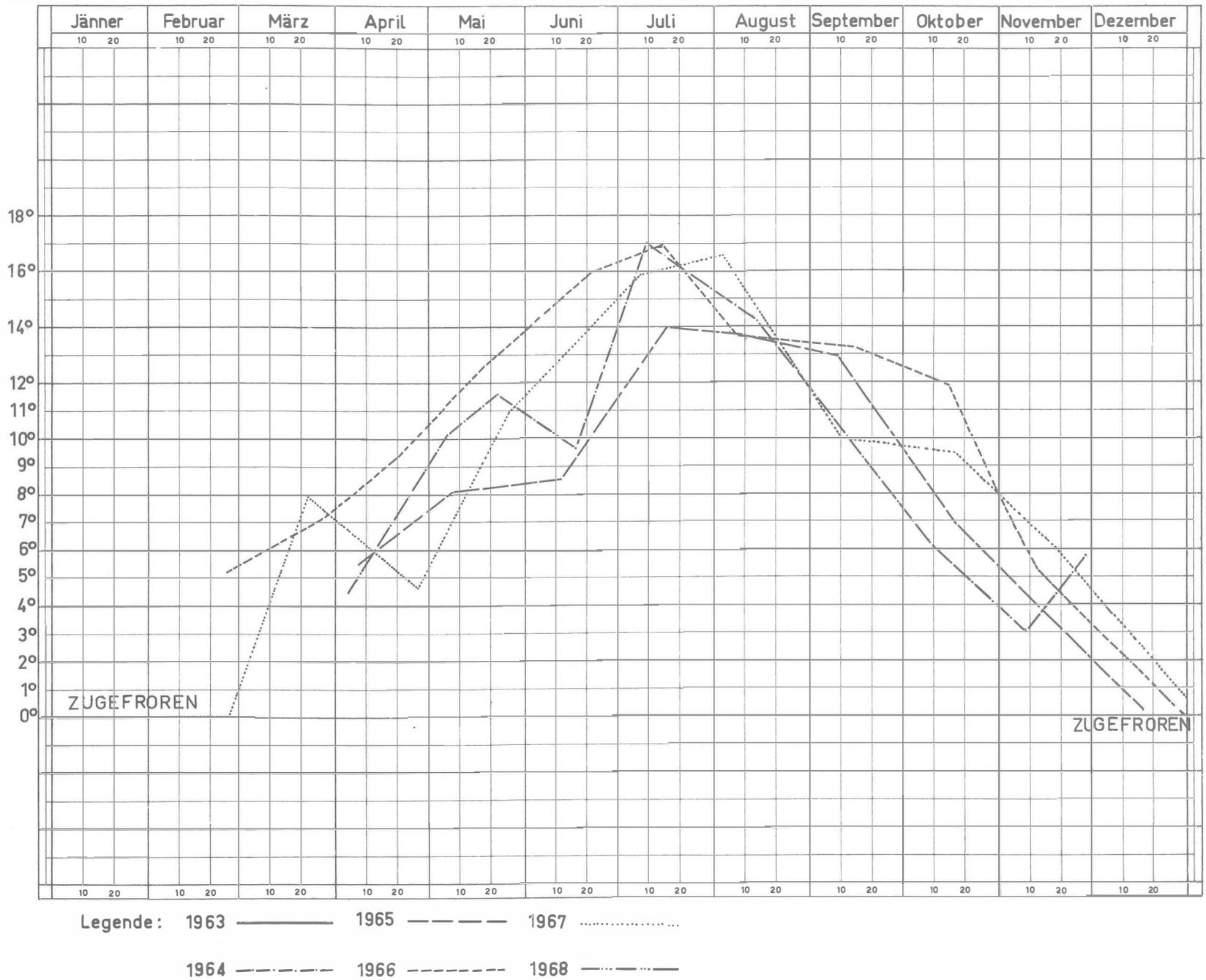
Jahressummen: 1963=778,4 1964=932,5 1965=967,6 1966=916,2 1967=734,0 1968=858,1 mm

Fünffähriges Mittel: (1963 - 1967) = 865,74 mm

Sechsjähriges Mittel: (1963 - 1968) = 864,46 mm

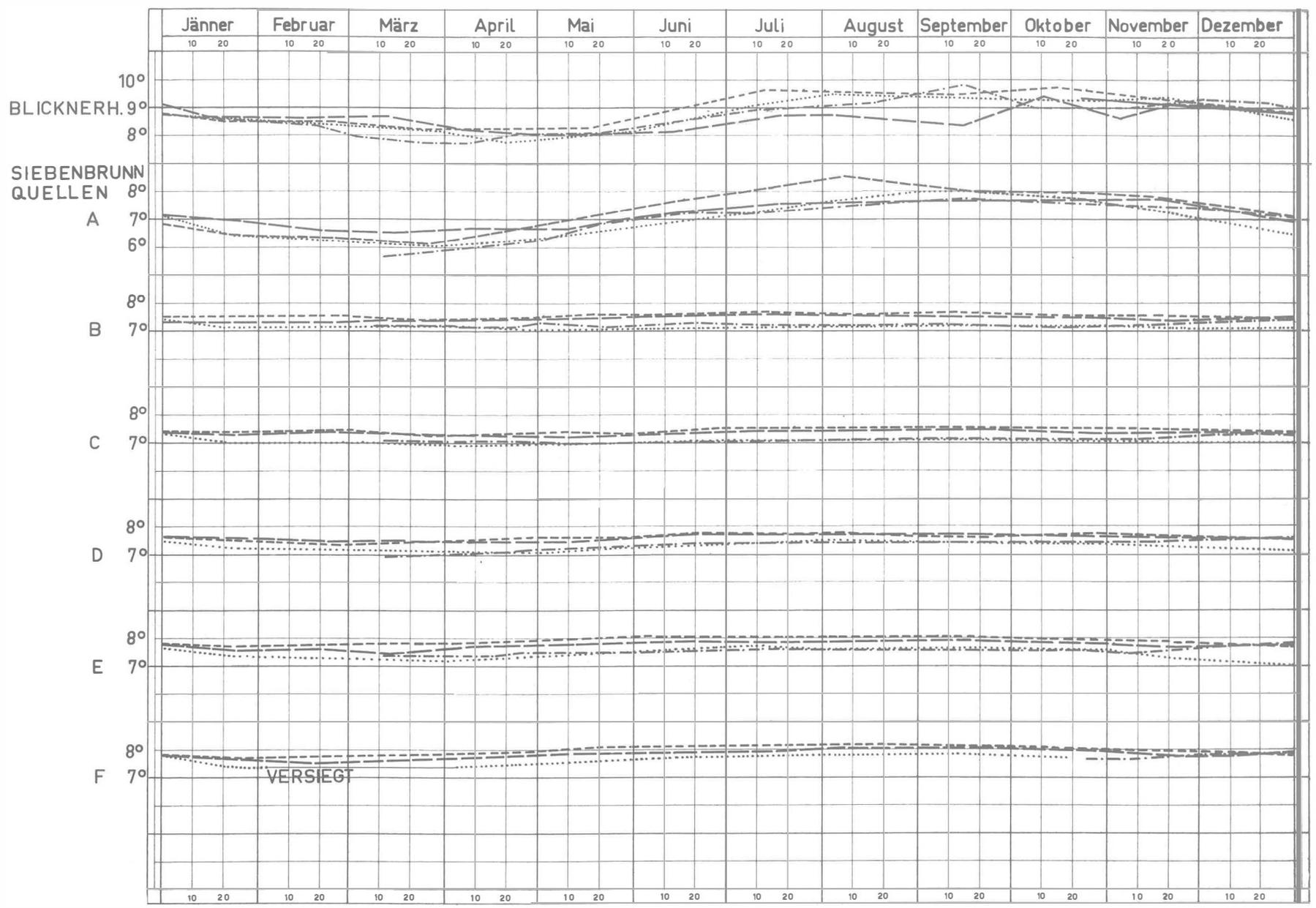
TEMPERATUREN DES GRANITZENBACHES MEßSTELLE: FISCHING IN °C (DIAGRAMM)

TAFEL 10



TEMPERATUREN d. QUELLEN in °C

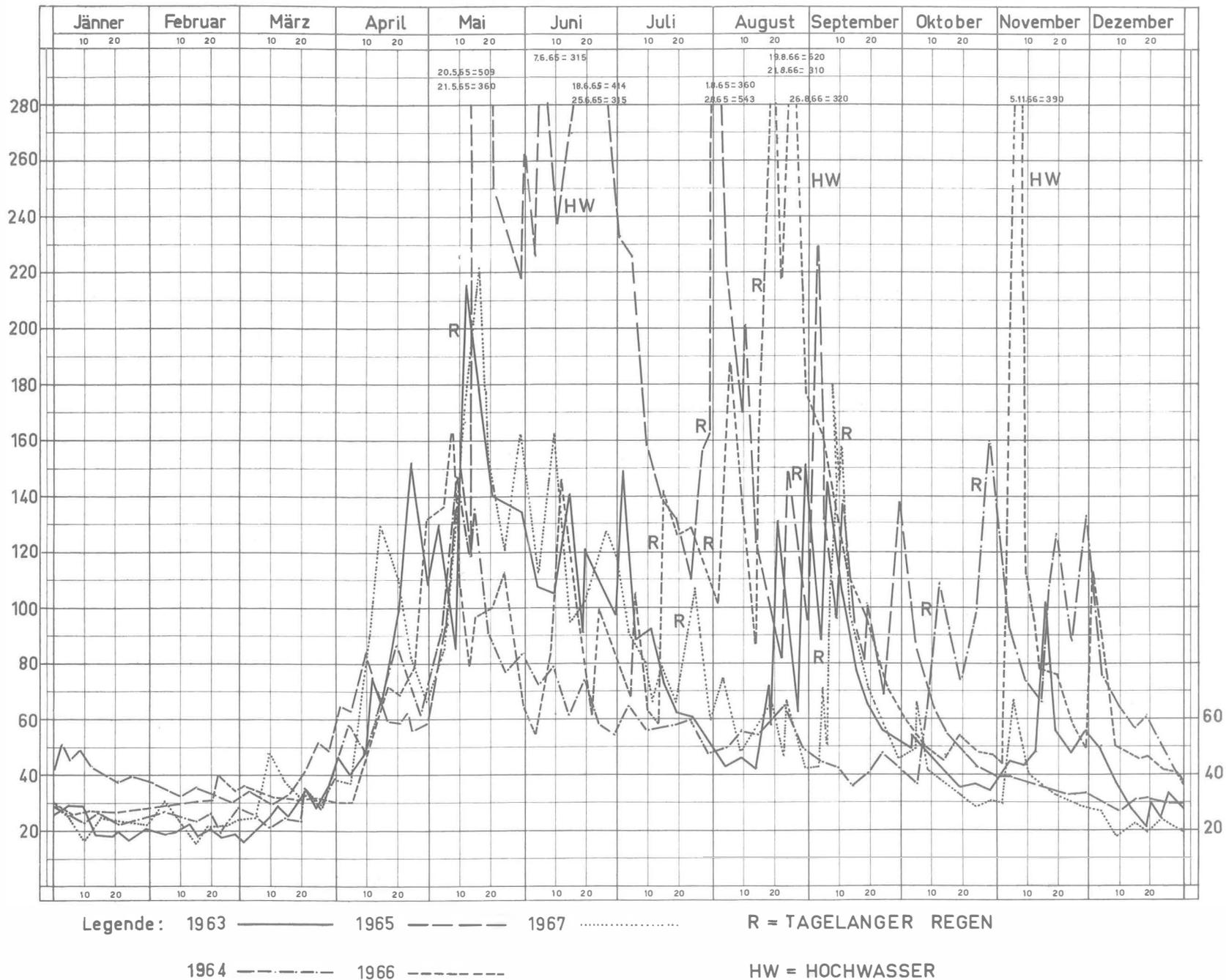
TAFEL 7



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - - 1967 R = TAGELANGER REGEN
 1964 - - - - - 1966 - - - - - 1968 - - - - - HW = HOCHWASSER

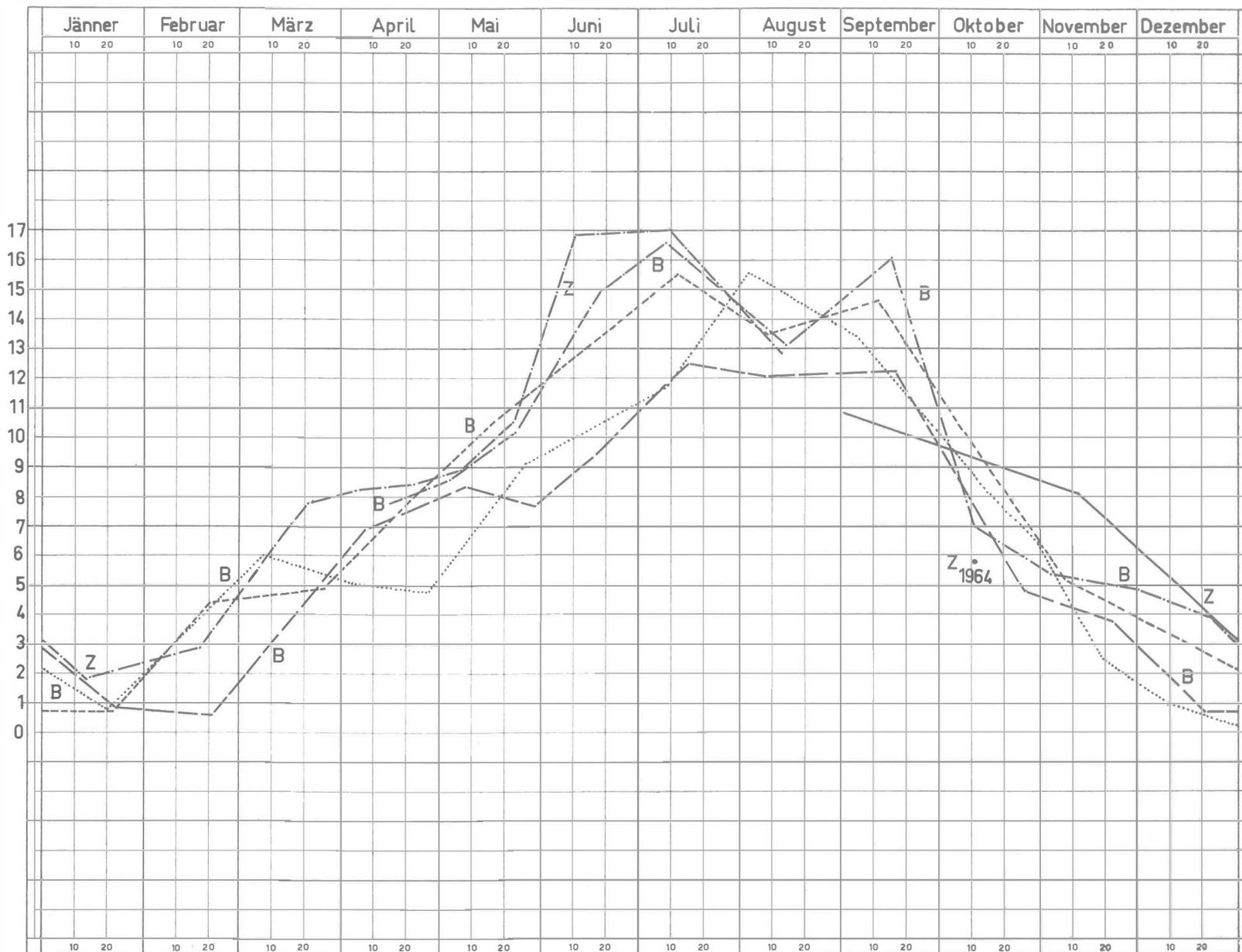
MUR: WASSERFÜHRUNG (DIAGRAMM)
 (MEßSTELLE JUDENBURG) IN Qm³/Sec

TAFEL 8



TEMPERATUREN DER MUR IN °C
 MESSSTELLE BEI SIEBENBRUNN=B
 MESSSTELLE ZELTWEG=Z (DIAGRAMM)

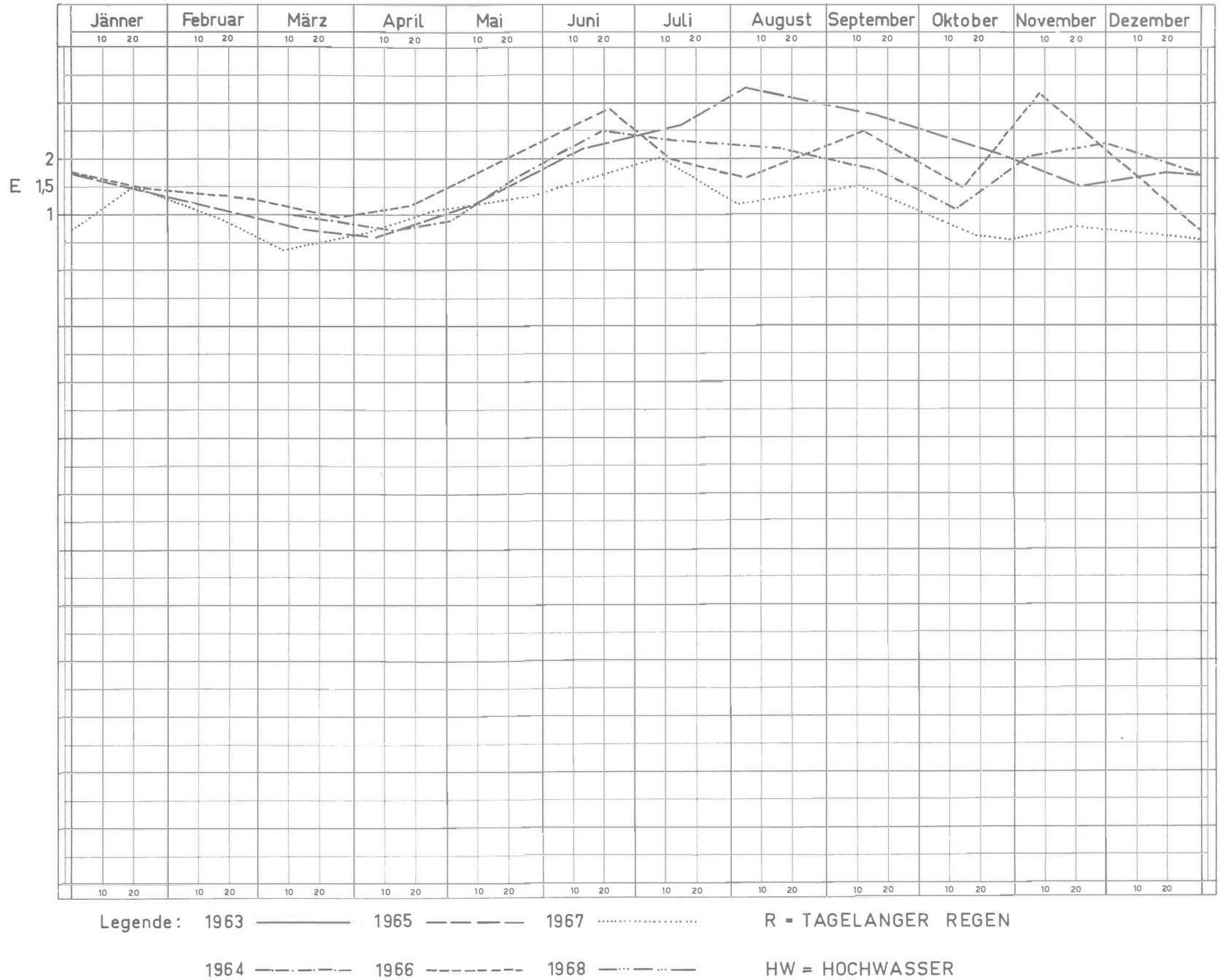
TAFEL 9



Legende: 1963 ——— 1965 - - - - 1967
 1964 - · - - - 1966 - - - - -

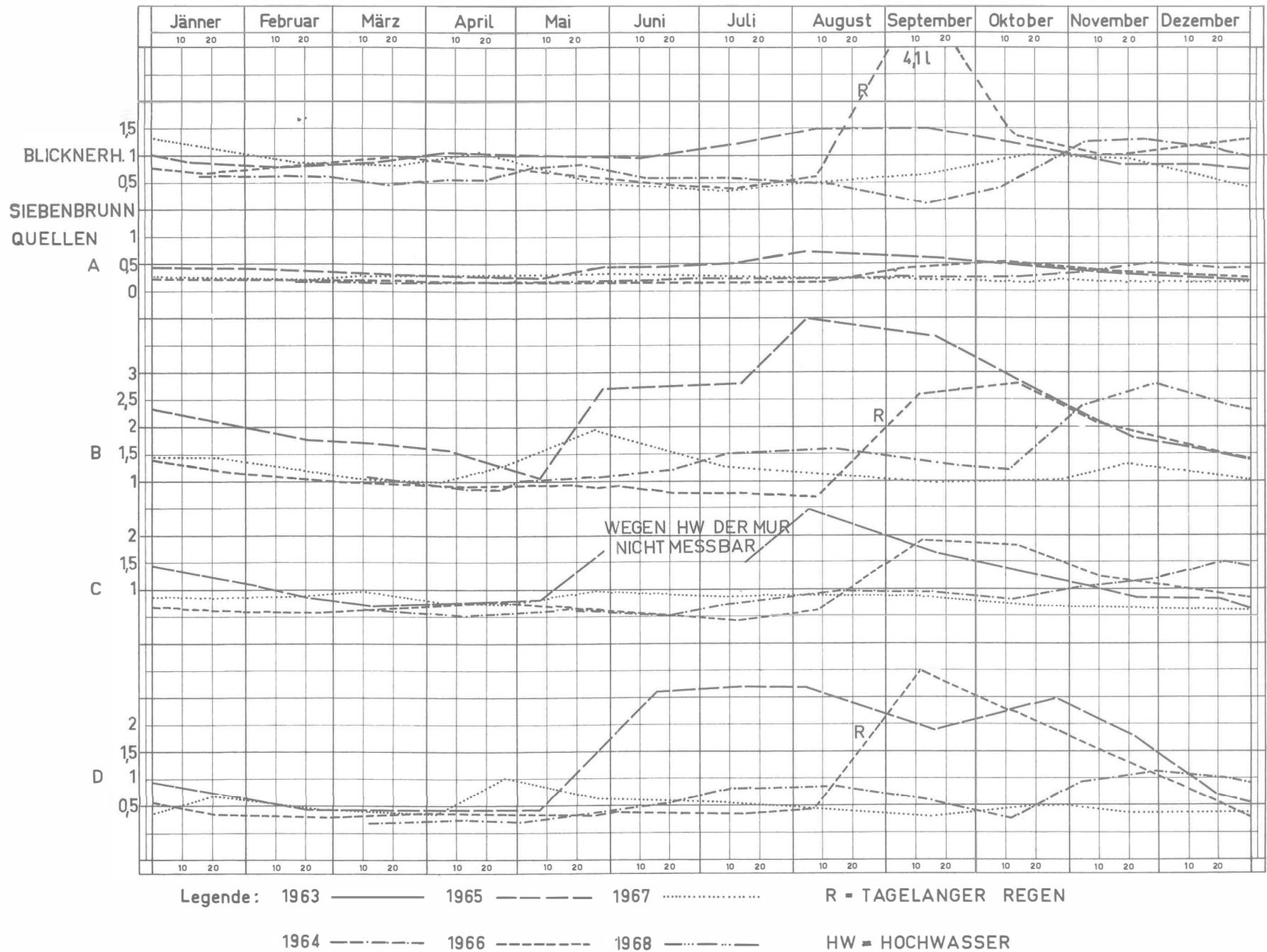
QUELLEN: WASSERSPENDEN

TAFEL 6



QUELLEN – WASSERSPENDEN in l/sec

TAFEL 6



TAFEL 12

KARTOGRAMM: Murboden Härten, Temperaturen, pH-Werte

