

# Zur Geologie der Umgebung von Warmbad Villach.

Von Josef Stiny.

Mit 1 Tafel und 13 Abbildungen.

## Vorbemerkung.

Seit dem Jahre 1925 weilte ich wiederholt längere Zeit in Warmbad Villach und unternahm von dort aus geologische Wanderungen in die Nachbarschaft. Zugleich leitete ich Messungen an den Warmquellen und den kalten Rieseln des Gebietes ein. Unterstützt wurde ich dabei von den Besitzern des altberühmten Heilbades, welche vom Herbst 1928 an durch einige Zeit hindurch die Schüttung und Wärme der Quellen durch einen ihrer Angestellten beobachten ließen. Sie förderten auch meine eigenen Untersuchungen in mancher Hinsicht, wofür ihnen an dieser Stelle ausdrücklich Dank gesagt sei. Wenn ich auch vorhabe, in dem hier behandelten Gebiete weiterhin gelegentlich ergänzende Messungen und fachliche Wanderungen auszuführen, so lege ich die bisherigen Ergebnisse doch schon heute der Öffentlichkeit vor, um anderen die Möglichkeit zu bieten, an sie anzuknüpfen oder zu ihnen Stellung zu nehmen.

### I. Die Schichtglieder des Gebietes.

Hinsichtlich der ältesten Schichtglieder des Gebietes, welche dem kristallinen Grundgebirge angehören, verweise ich bemerkungslos auf die Veröffentlichungen von W. Petraschek und R. Schwinner. Auch über die Werfener Schichten südlich und südwestlich von Warmbad erübrigen sich Bemerkungen; diese seien auf die jüngeren bis jüngsten Ablagerungen des Gebietes beschränkt.

#### Gutensteiner Kalk.

Der Gutensteiner Kalk des Gebietes zeigt das gewohnte Aussehen; die dunklen Bruchflächen seiner dünnen Platten durchziehen weiße Spatadern; beim Anschlagen riecht er bituminös. Er steht z. B. am Südhang der Rückfallkuppe 560 im Gaillnie an, wo ihn bereits Geyer (1901) entdeckt hat; er fällt hier steil gegen ONO und ist mit hellgrauen, klüftigen Dolomiten verknüpft, die auch in dem Sattel zwischen Kuppe 560 und Graschlitzen an der Bundesstraße entblößt sind.

Südlich von Gummern treten auch dunkle, schwach spatadrig Stinkdolomite im Hangenden des eigentlichen Gutensteiner Kalkes auf. Ähnliche breschige, aschgraue bis schwärzliche Dolomite unterteufen am Südfuße der Graschlitzen in den Steinbrüchen an der Bundesstraße den Wetter-

steinkalk. Sie sind verknüpft mit Gutensteiner Kalken. Im Liegenden treten hier auch gelbliche, zellig-löchrige Kalke auf, welche jenen auf der Gahns (N.-Ö.) unweit der Sperringquelle u. a. a. O. gleichen.

### Wettersteinkalk.

Die genauere Gliederung des Wettersteinkalkes, welche den eingehenden Untersuchungen Hollers im Bergbaugebiete von Bleiberg—Kreuth gelungen ist, konnte auf das untersuchte Gebiet noch nicht angewendet werden, da sie erst im Herbst 1936 veröffentlicht wurde.

Der Wettersteinkalk der östlichen Staffel der Villacher Alpe bricht im allgemeinen muschelig, seltener splittrig (nördlich Heiligengeist) und zeigt örtlich nur undeutliche Schichtung. Sein Aussehen ist mehr oder minder dicht, seine Farbe weißlich, gelblichgrau, zart fleischfarben, pfirsichblütenrot oder auch grau. Junge Störungen, wie z. B. südlich Mittewald, zerhacken ihn zu kleinen, scharfen Splittern oder mittelgroßen Bruchstücken, ältere, etwa vormiozäne, verleihen ihm eine breschige, rotklüftige bis rotscherbige Tracht; auch lückige und zellige Abarten finden sich. Als ziemlich reiner bis sehr reiner Kalk neigt er zur Karrenbildung; zahlreiche Naturschächte weisen lotrecht oder schräge in die Tiefe und Höhlenschläuche, die sich örtlich enge aneinander drängen, durchlöchern an vielen Stellen den schnittigen Kalkfels. Versteinerungen entdeckt man gar nicht selten; so z. B. Korallen, Kalkalgen, Schnecken (Chemnitzien), Diploporendurchschnitte usw.; Riesenroggensteintracht bemerkt man öfters (Steinbruch bei der Schießstätte, Burgkopf (Gradischen oder Tschelschnigkopf) usw.

Die unteren Lagen des Wettersteinkalkes sind häufig dolomitisch ausgebildet; so namentlich am Südfuße der Graslitzten; auch auf der Vorkuppe 560 steht hellgrauer, unterer Dolomit an; seine Abgrenzung gegen den hangenden Wettersteinkalk ist schwierig durchzuführen.

Wandbildung ist häufig (Schwarze Wand W von Warmbad, Rote Wand, Abstürze bei Federaun usw.).

### Raibler Schichten.

Die Carditaschichten (Lagerschiefer, Hauptschiefer des Bergbaues) bestehen im Aufnahmsgelände vorwiegend aus schwärzlichbraunen bis schwarzen, leicht zerbröckelnden Tonschiefern; wegen ihrer geringen Widerständigkeit gegen Verwitterung und Ausräumung bilden sie weiche Formen und sind nur in frischen Aufschlüssen der Beobachtung zugänglich. Ihre Mächtigkeit ist gering. Zu den bereits bekannten Vorkommen wurden einige neue hinzugefunden.

### Hauptdolomit.

Der Hauptdolomit des Gebietes weicht in seinem Aussehen kaum von jenem anderer Vorkommen ab. Seine Farbe ist meist hellgrau bis graulichweiß, seltener dunkelgrau bis schwärzlich (Stinkdolomit, Stinkstein). Seine Sprödigkeit äußert sich in einer häufigen Zerhackung in kleine Stücke bis zum Grus herab; nur abseits der zahlreichen Verwerfungen und Quetschstreifen des Gebietes zeigt er sich geschonter und mehr oder weniger erkennbar gebankt.

Westlich von Pogöriach sind scharf umgrenzte, eckige Putzen der dunklen Abart in kleinzerhackte, helle Massen gewissermaßen eingespießt. Auch südwestlich der genannten Ortschaft zeigen sich dunkle Lagen nicht selten. Hier, im Gebiete zwischen Brochner und Kaltenbrunn ist der Hauptdolomit meist bis zu Grus zerquetscht; ONO streichende und mittelsteile, NNW streichende Klüfte schließen oft Zerrüttungstreifen ein, zwischen welchen Blöcke geschonter geblieben sind.

Landschaftlich kennzeichnen den Hauptdolomit von Neubaustreifen tiefe Einrisse, scharfe Grate, zierliche Säulen, Türmchen und Pfeiler sowie bröcklige, rauhe, mittelsteile Wände von kleineren Ausmaßen. Die glatten Wände, welche im Wettersteinkalk steil bis fast lotrecht aufstreiben und langhin ebenflächig streichen, fehlen hier. Musterformen der Hauptdolomitkleingestaltung zeigt u. a. die durch O—W streichende Klüfte bedingte Schlucht des Weißenbaches. Höhlenbildung ist selten.

Viel Ähnlichkeit mit dem Hauptdolomit zeigt der Dolomit und kalkige Dolomit bei Egg. Seine Farbe reicht von schwärzlich über dunkelblaugrau bis hellgrau; bisweilen führt er dunkle Hornsteine. Beim Kirchlein von Egg und östlich davon ist er kleingequetscht (Reibsandgewinnung) und scheint flach südlich, das ist unter den Tabor, einzufallen. Sichere Anhaltspunkte für die Altersbestimmung fehlen. Am Ostufer des Sees fällt er gleichfalls gegen Süden ein; hier durchziehen ihn vielfach feine, weiße Spatadern. Gegen Egg zu schalten sich grünlichgraue, rostig anwitternde, dolomitische Sandsteinschiefer ein, deren Klüfte Fällungsringe zeigen, ähnlich wie gewisse altzeitliche Sandsteinschiefer der Umgebung von Bruck a. d. Mur (Schloßberg, Kaltbachgraben). Am Wauberge trifft man zahlreiche Karsttrichter an. N des Roterdevorkommens bei Petschnitzen streicht ein Zug von grauen Kalken durch, welche Wettersteinkalken zum Verwechseln ähnlich sehen. Ein gutes Stück weiter im Norden entblößt ein Karrenweg bräunlichgelbe, seidenglimmerführende Dolomit-Mergelschiefer, ähnlich jenen, welche am Seeufer anstehen.

Das Waldkleid der Dolomitlandschaft ist in der Regel dürrtig; Föhren herrschen vor; in der lebenden Bodendecke machen sich Schneeheide, Besenheide und Beersträucher bemerkbar.

### Jungtertiäres Konglomerat.

Echtes Sattnitzkonglomerat baut den Tafelberg des Tabor auf; seine Oberfläche zeigt Karsttrichter und eine zweistufige Formenentwicklung. Gegen den See zu hüllt Bergsturztürmwerk den Fuß des Berges ein; aus ihm hebt sich dann, nordwärts allmählich ansteigend, die Dolomitsockelmasse heraus. Zwischen dem OW streichenden Dolomitrückden des Wauberges und dem Tabor liegt eine Mulde, in welche der Würmgletscher Moränenfülle (teils Grund-, teils Ufermoräne) hineingeschmiert hat; sie verhüllt das Liegende der Sattnitzkonglomeratplatte; daß die kohlenführenden Tone der Penken hier anstehen dürften, beweist ein alter Schurfbau nördlich des Weilers Petschnitzen; etwas weiter nordwestlich ruhen rote Tone unmittelbar den Triasdolomiten auf; sie wurden von Canaval (1899) und Stiny bereits geschildert. Für ein undurchlässiges Zwischenglied zwischen Dolomit und Sattnitzkonglomerat sprechen auch die Quellen, welche am Taborberge

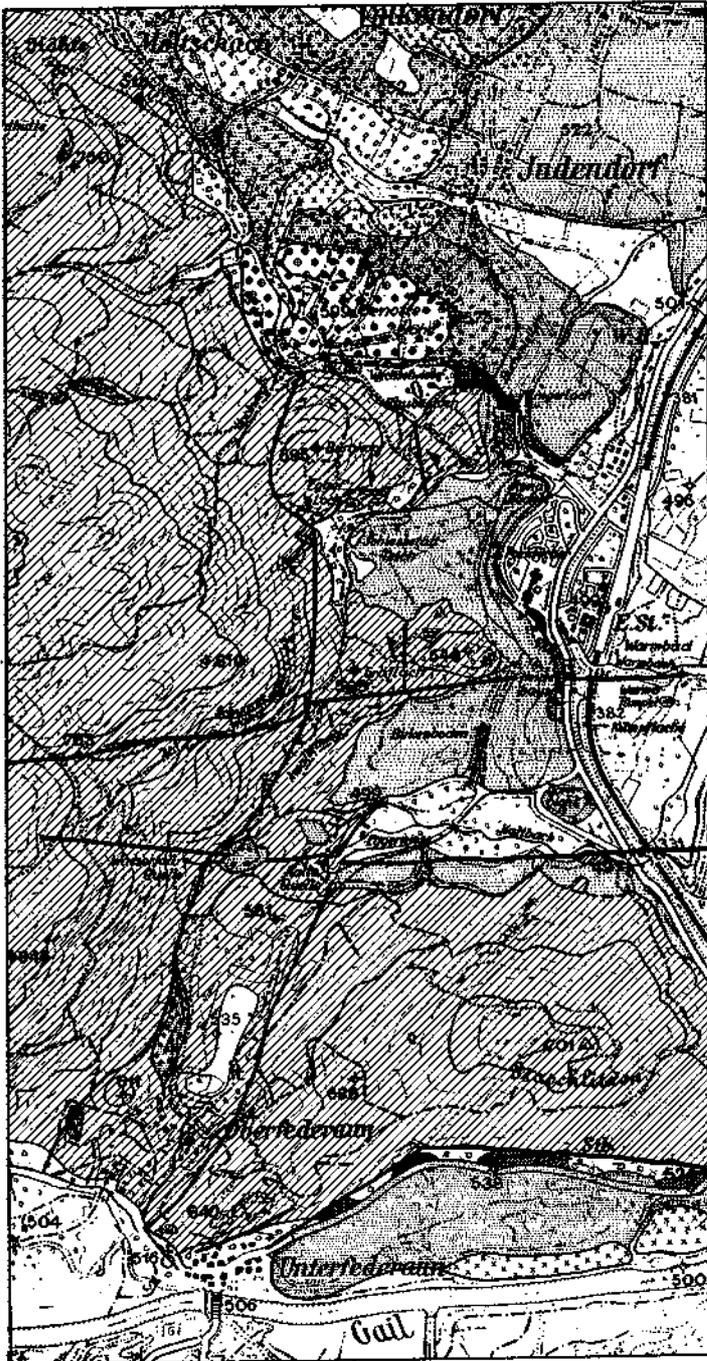


Abb. 1. Geologisches Kärtchen der Umgebung von Warmbad Villach.  
Maßstab ungefähr 1 : 24.000.

### Zeichenerklärung.

	Junge Anschwemmungen und nicht näher bestimmter Gehängschutt	
	Schutthalden; westlich Federaun Moränen überrollend	
	Schießstattflur (Flur von Judendorf)	}
	Nächsthöhere Flur	
	Flur von St. Johann	
	Obere Möltschacher Flur	
	Obere Judendorfer Flur	
	Grundmoränen	
	Konglomerat des Hungerloches (Tertiär?)	
	Gutensteiner- und Wetterstein-Dolomit	
	Weitersteinkalk	
T T T	}	Gesteinseinfällen
		< 30°
		30°—50°
		> 50°

hervorbrechen. Die höchsten liegen auf dem Nordwestsporn und dem Nordabfalle des Tabors, tiefere bei Petschnitzen und am Südwestsporn; die ergeblichsten aber brechen auf dem seeseitigen Abfalle des Berges hervor. Aus dieser Verteilung der Quellen glaube ich schließen zu können, daß die Tafel des Sattnitzkonglomerates sehr sanft verbogen ist; die WSW—ONO streichende Achse der Mulde taucht gegen SW unter den jungen Bergsturz-, Halden- und Schwemmschutt unter. Die Quellen wären also im Norden (Wasserleitungen Aschgan und Tschebull) und Osten Überfließer, auf der Westseite aber gewöhnliche Schlauchquellen (Untergruppe der Schichtquellen), wie sie dem zur Verkarstung neigenden Gestein ohne weiteres entsprechen. An der Zusammensetzung des Sattnitzkonglomerates nehmen fast ausschließlich Gesteine aus den Karnischen Alpen und den Karawanken teil; Quarze und andere kristalline Leitgesteine findet man nicht häufig; Sandsteinzwischenlagen trifft man da und dort an, z. B. beim Abstiege gegen Petschnitzen.

Höfer gibt Sattnitzkonglomerat aus einem Bräuhauskeller in St. Martin an. Unsicher ist die zeitliche Einordnung der sattnitzkonglomeratähnlichen Ablagerung, aus welcher das Hungerloch NW von Warmbad entspringt; ebenso jene des Bleiberger Konglomerates und des Konglomerates von Faak; von diesen Vorkommen wird weiter unten die Rede sein.

Im Feistritzgraben traf ich NW und westlich des Kopainig steil eingeschupptes Sattnitzkonglomerat an; vielleicht entspringt aus ihm, durch Moräne verhüllt, die Schwefelquelle von Susalitsch.

### Eiszeitschotter.

Die Eiszeitschotter (vgl. besonders Penck), welche die Fluren um Villach und bei Warmbad aufbauen, zeigen fast überall in augenfälliger Weise die Kennzeichen von Zuschüttungsformen kleiner Seebecken (Mündungskegelschichtung usw.). So z. B. in den Kiesgruben bei Pogöriach, Möltschach, Völkendorf, Judendorf, Warmbad Villach, in der Prallstelle bei St. Martin, bei St. Johann u. a. a. O. m.

In ihrer äußeren Formung erinnern sie an das Bild einer „Taltreppe“, wie es V. Hilber in einer wenig beachteten Veröffentlichung so meisterhaft entworfen hat. Flur erhebt sich über Flur; die Ausgangsplattform bildet die heutige Talsohle etwa an der Gailmündung (rund 486 m); als höchste Stufe erscheint dem Auge jene von Heiligengeist, bzw. seines Bergkirchleins (915 m).

Wer diese mehr als 400 m hohe Flurtreppe um Villach das erstemal sieht, glaubt zunächst eine streng planmäßige Anlage und geometrische Ausbildung ihrer Staffel annehmen zu sollen. Sorgfältige Begehungen und Messungen zeigen aber bald, daß dies nur bei den jüngsten Fluren zutrifft. Die älteren, eiszeitlichen, fügen sich nur schwer einer gesetzmäßigen Eingliederung. Der Grund dieser Erscheinung muß in den Verhältnissen beim Rückzuge des Würmgletschers gesucht werden. Dieser schüttete die mächtigen, drumlin-artigen Rücken aus Grundmoräne um Wernberg, Schleben, Zettin und Goritschach auf; südlich der Drau liegen die Moränenmassen der Dobrava (Eichenberge), die in der Polana (661 m) gipfeln, in gleicher Weise auf Reiß-Würm-Schottern; die Schotter- und Nagelfluhbänke, welche in den Prallstellen der Gail unterhalb Müllnern, bei Maria-Gail und Prossowitsch aufgeschlossen sind, entsprechen den von Penck benannten Schottern von Förderlach in der Wernberger Drauschlinge. Die liegende Reißmoräne ist meines Wissens nur hier und S von Tschinowitsch klar aufgeschlossen.

Für einen längeren Gletscherhalt im Teilbecken von Villach habe ich keine schlüssigen Beweise finden können. Dagegen deutet vieles darauf hin, daß sich in der Niederung der Drau-Gail-Vereinigung in dem Augenblicke ein Toteisgebiet entwickelte, als beim Nachlassen des Zuschubes aus dem Hochgebirge ein Mißverhältnis zwischen der Ernährung durch die schmale, schattige Durchbruchtalung von Gummern und der Abschmelzung im weiten Becken von Villach sich herausbildete; der breite, aber dünne Eiskuchen der Zunge begann zu zerfallen; die einzelnen Schollen wurden selbständig, verloren die Fühlung miteinander und verfielen langsam der Einschotterung und der Abschmelzung. Vielleicht entbehrten manche der Teilkuchen nicht völlig der Bewegung und verdienen die Bezeichnung „Trenneis“ mehr als „Toteis“. Der Zeit der Zerfalleisbildung im Villacher Becken gehört auch der Rest eines Draumoränenwalles an, welcher bei Punkt 616 (O. A.) im Eichholzgraben sich quer über das Tal legt und eine Stufe bildet.

Wasmund (1934) hat bereits bemerkt, daß ihm die Umrahmung des Magdalensees wie eine Kameslandschaft vorkomme. Paschinger spricht von einem Toteisgebiet (1936). Meine Begehungen geben ihm Recht. Die zahllosen, z. T. wassererfüllten, z. T. versumpften Wannen waren einst von Zerfalleis erfüllt; in den weiteren Niederungen setzten sich Bändertone ab; sie haben insbesondere im Raume der Ziegelei gegen Seebach und St. Magdalena hin ausgedehnte Verbreitung und bilden das Liegende der ockrig anwitternden Sande, Kiese und Grobschotter, aus denen die Kuppen der Kameslandschaft bestehen; gelegentliche Aufschlüsse zeigen Schrägschichtung an. Die kleinen Seen des Gebietes sind keine von der Drau abhängigen Grundwasserseen; ihr Spiegel liegt etwas höher als jener der Drau und macht die starken Schwankungen des Drauwasserspiegels nicht mit. Dagegen beweisen Grenzquellen am Süd- und Ostufer des Magdalensees und bei der Ziegelei, daß Grundwasser der Eiszeithügel die kleinen Seebecken speist; sie sind

also „Quellseen“. Wannen und ähnliche mehr oder minder abflußlose Hohlformen beobachtet man noch bis gegen St. Michel und Zauchen hin. Von den eindruckvolleren Gleichstücken rund um den Magdalenasee herum trennt sie ein merkwürdiger, schmaler Rücken, welcher in der genauen Richtung des Seebachtales von NNO gegen SSO fast geradlinig dahinzieht. Bundesstraße und Bahn kreuzen ihn; spärliche Aufschlüsse verraten Schrägschichtung; rostig anwitternde Schotter aus einem rein kristallinen Hinterlande bauen den Rücken und die Kameshaufen auf. Ich halte den Rücken für ein Os, u. zw. meines Wissens das erste, das auf Kärntner Boden aufgefunden wurde; es ist rund 2 km lang und vom Schmelzwasser des Treffner Eislappens unterirdisch aufgeschüttet worden.

Zur selben Zeit, als der Lappen aus dem Gegendtale die Zerfalleislandschaft um den heutigen Magdalenasee bildete, zerlegte die Abschmelzung in der sonnigen Niederung von Villach auch das Eis der Zunge des Draugletschers selbst.

Von Lind bis zum Leonharder See dehnt sich eine Trenneislandschaft mit abflußlosen Senken und inselbergähnlichen Hügeln aus; wo Moräne den Boden der Wannen und den unteren Teil ihrer Wandungen bildet, sind sie wassererfüllt (Leonharder See); im Gebiete der Schotter liegen sie trocken da (Lind). Schräg geschichtete Sande, Kiese und Schotter aus dem Draugebiete bauen die Hügel auf. Sie sind wie jene der Fluren im Westen (Kapuzinerwäldchen, Groß-Vassach) bis tief unter die heutige Landoberfläche rostig angewittert; erst tiefere Aufschlüsse legen die unverwitterten, grauen Schotter bloß.

Die Flur des Kapuzinerwäldchens N von Villach besteht aus unruhig aufgeschütteten, ungeschichteten Schottern mit einzelnen, mäßig großen Blöcken; ihre Zusammensetzung und Kornverteilung ähnelt jener der Kieshaufen um den Magdalenasee.

Die Fluren von Neulind, Groß-Vassach und Gritschach bestehen aus Drautalgeschieben. Sie senken sich aber steiler talauswärts, als dies echte Fluren des Drauflusses tun. Zudem kann der Steilabfall mit dem sie gegen Südosten abbrechen, nicht vom Andrängen der Drau selbst erzeugt worden sein; eine derart hoch fließende Drau hätte die Zerfalleislöcher und Trenneiswannen von St. Leonhard zuschütten müssen. Die Steiflur von Goritschach und Groß-Vassach hat daher wohl ein Schmelzwasserbach zu einer Zeit aufgeschüttet, da Trenneis noch bei St. Leonhard lag; die Abtreppung der tieferen Schotterfluren ging Hand in Hand mit der Abschmelzung der Eiskuchen vor sich.

Auf der Schattseite erhielt sich ein Eiskuchen länger; vor ihm entstanden die hohen Fluren NW von Obervellach, die wahrscheinlich ein recht kräftiger Schmelzwasserfluß aufgeschüttet hat. Der Trenneiskuchen ruhte einer Grundmoränenlandschaft auf; ihre Ablagerungen bilden da Hügel und dort den Boden von Wannen und Mulden; überall rufen ihre Ausbisse gleich jenen der Bändertone den Austritt von Quellen und Wasserfäden hervor; so z. B. W Möltchach (Wasserfassungen), SÖ St. Georgen (moosiger Kessel), S des Weges von St. Johann nach Goritschach (Wasserfassungen), im Orte St. Martin (Hohlweg), am Südhange des Judendorfer Tälchens, in der Mulde zwischen Völkendorf und Möltchach, auf dem Steilabfalle der St. Johannser Flur gegen Osten (zwei fast aneinanderschließende, ungefähr N—S verlaufende

Quellreihen) u. a. a. O. m. Schmelzwässer füllten Schotter in Spalten und Hohlräume der zerfallenden Eisblöcke; sie bildeten heute schrägschotter-erfüllte Hügel mit vereinzelt Toteiswannen (z. B. östlich Punkt 578), während die Senken jene Räume darstellten, welche am längsten mit Eis bedeckt blieben. Während aber die Zerfalleislöcher von St. Leonhard fern von geschiebereichen Wasserläufen besser und in größerer Zahl erhalten blieben, schoben auf der Schattseite Wildwässer von der Villacher Alpe herab in die Wannen ihre Schwemmläuser vor, vernichteten viele der Hohlformen und verschonten nur einige geschützter liegende; so z. B. NNO von Goritschach, östlich dieses Ortes und westlich von Pogöriach auf der Vorflur gegen den Treppenstafel hin, welcher das Kreuz 683 trägt.

Die Hügel ragen nun vielfach aus Schotterfluren heraus, die rein örtliche Bildungen sind. Als solche lassen sie sich natürlich mit den übrigen Fluren um Villach schwer vergleichen. Die Geschiebezusammensetzung der Hügellandschaft W von Villach weist auf kräftigen Zustrom vom Bleiberger und vom Gailtale hin. Wenn die Zerfalleislandschaft um den Magdalenasee auf Gegendeis zurückgeht, dann müssen wir jene von St. Leonhard dem Drauseise und schließlich jene von St. Johann—Pogöriach dem Gailtal (Bleiberger) Eise unter Mitbeteiligung des eigentlichen Draugletschers zuschreiben.

Im großen und ganzen wird man die Taltreppe um Villach in folgender Weise staffeln dürfen:

1. Gegenüber Gottestal 479 m, Frojach 475 m, St. Lambrecht 473 m (Jetztzeitflur).
2. Bahnhofflur, Perau (Teilflur), Altlinger Flur (Bahnhofflur).
3. St. Ulrich 485 m, Drau 487 m, Flur von Duell (?), Wudmat 481 m, Dragnitz, St. Michel 477 m (Draufur).
4. St. Leonhard, Kirche St. Ulrich 503 m, Föhrenwald, r. U., 503 m, Zauchen 507 m, Flur von Magdalena, Tschinowitsch, St. Martin, unterer Ort, Föderlach 492 m, 491 m, Flur von Gottestal (Teilflur) und westlich Drau (um 500 m) (Magdalenaflur).
5. Flur von Judendorf, Flur O von Federaun, tiefere Keltengräberflur (N-Fuß der Graschlitzen) (Judendorfer Flur).
6. Obervellach N 551 m, höhere Keltengräberflur am N-Fuß der Graschlitzen, Neulind 530—540 m, St. Martin, Kirchenflur 534—340 m, Zauchen 520 m (Neulinder Flur).
7. Groß-Vassach 550—562 m, Neuhaus 553 m, St. Johann 561—565 m (Groß-Vassacher Flur).
8. Gritschach 576 m, Vorbau Punkt 543 W von Drau (Gritschacher Flur).
9. 660 m Vorflur W von Pogöriach.
10. 675—685 m Flurreste W von Pogöriach.
11. Heiligengeister Flur (um 880 m).

Am Buchberge und östlich desselben liegt eine mächtige Folge von grauen Tonen und feinen, glimmerigen, lagenweise mehr oder weniger schwachlehmigen Sanden. Vermutlich handelt es sich um die Ausfüllung einer moränen-nahen Mulde; die höchsten Lagen der Tone enthalten sogar einzelne Kritzerlinge.

Auf die Aufschüttungszeit folgte in der Nach-eiszeit wiederum eine Zeitspanne der Ausräumung; sie schuf die Talungen bei Goritschach, Mölttschach usw. und die jüngeren, etwa der Gail und der Drau.

Das Schnittbild gibt die Jungfluren wieder (Abb. 2). Sie lassen sich um so leichter verfolgen und gleichstellen, je jünger sie sind. Einen prächtig abgestuften Schwemmkegel, dessen Steilstufen das Sinken des Schurfausgangspunktes abbilden, hat die Vellach gegen die Draufurche vorgebaut. Mehrere gut ausgebildete Baustufen schuf auch der Seebach bei Müllnern und bei St. Stefan.

Rascher, unvermittelter Wechsel der Korngröße in den einzelnen, übereinanderliegenden Schichten vom Grobschotter bis zum Feinsand herab zeugt von wildflußartigem Absatze der Schotter. In den Zerfalleisgebieten weist die Schrägschichtung gegen die Eiskuchen hin; die Schotter mögen auch manche Toteiswanne ganz zugeschüttet haben (echte Mündungskegelschichtung). Zuweilen gehen Schrägschichtungen in solchen Gebieten auch auf Rutschungen zurück, welche in Zerfalleistrichter hinein gerichtet waren; so z. B. unweit des St. Leonharder Sees, wo die Eiszeitlockermassen oft unter 40 und mehr Grad gegen Wannen zu abfallen.

Lagerungsverhältnisse und Geschiebezusammensetzung stellen die Schotter westlich der Weiler Drau und Bogenfeld mit ihren Nagelfluhzwischenlagen in die Riß-Würm-Zwischenzeit. Der vorherrschende Einfluß der Gail spricht sich in dem Überwiegen von Brausgesteinen aus; Serpentin, Gneis und andere Tauerngeschiebe sind nicht häufig. Daß die Ablagerung tatsächlich das Liegende der Grundmoräne von Drobollach, Greuth und des Dobravazuges überhaupt bildet, geht u. a. auch daraus hervor, daß die Sohlentäler, welche in die Schottermassen eingeschnitten sind, auf lange Strecken hin trocken liegen, während in ihrem moränenbedeckten Einzugsgebiete die Wasserlein Hausmühlen treiben und Schwellteiche auffüllen. Diese Liegendschotter sind in der Drauprallstelle gegenüber St. Ulrich prächtig aufgeschlossen. Ihre Hangendgrenze zieht dann weiter im Westen tiefer herab; der Hohlweg, welcher von Prosovitsch zur Gailbrücke herabzieht, entblößt Grundmoräne, welche festen Nagelfluhbänken aufruht. Im links aus-

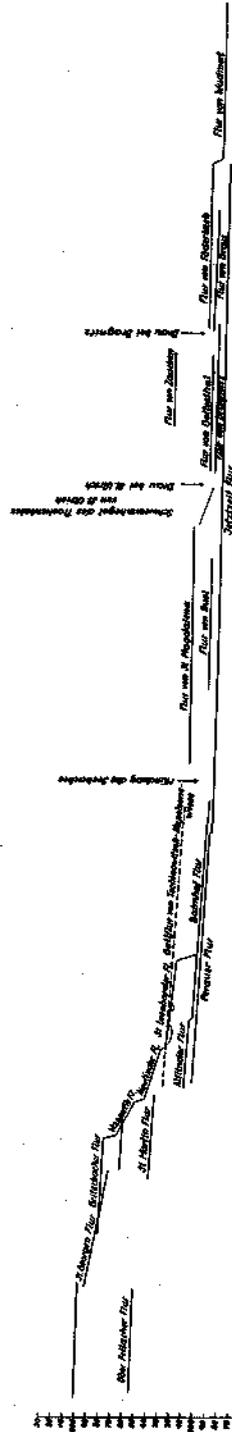


Abb. 2. Flurentreppe bei Villach.

biegenden Gailknie SW von Tschinowitsch trifft man die älteren Schotter- und Nagelfluhmassen unter ihrem Würmmoränendache wieder an.

Es wäre nur folgerichtig, die Schotter- und Nagelfluhmassen in dem Hohlwege, der von Höfling nordwärts zum Punkte 601 der O. A. hinaufführt, gleichfalls der Rib-Würm-Zwischeneiszeit zuzuordnen; ihre bergartige Zusammensetzung weist auf die Gail als Frächter hin; Sandlager schalten sich häufig ein. In den Nagelfluhbänken erfüllt der Kitt die Hohlräume ziemlich gut.

In gleicher Lagerung trifft man nun an der Straße Drobollach—Faak auf den Hängen des Schwarzkogels und in inselartigen Aufragungen in Faak und N von Faak sowie auf der Seeinsel Konglomerate an, welche Hartmann (1886) noch zum Sattnitzkonglomerat gezählt hat. Sie gleichen ihm auch tatsächlich in vielen Punkten; das Bindemittel ist reichlich in die Lücken gegossen und zeigt oft jene rötlichgelbe Färbung, wie wir sie beim Sattnitzkonglomerat häufig sehen, während sie uns in eiszeitlichen Ablagerungen ungewohnt ist; außerdem herrschen im Geschiebe Kalke vor, wenn auch kristalline Geschiebe durchaus nicht selten sind; Heritsch hat in einem 1936 gehaltenen Vortrage diese Konglomerate als eiszeitlich angesprochen.

Auch dafür lassen sich Anhaltspunkte finden. Es ist in der Natur sehr schwer, diese Konglomerate von Faak, wie ich sie der Kürze halber nennen will, von jenen Sand-, Schotter- und Nagelfluhmassen abzutrennen, welche nördlich von Höfling von Eiszeitablagerungen nicht zu unterscheiden sind. Auf die Geschiebezusammensetzung darf man nach meinen Erfahrungen im Klagenfurter Becken keinen allzugroßen Wert legen; die Bringer kristalliner Geschiebe, wie Möll, Lieser usw. haben ebenso wie die Frächter kalkalpinen Schuttes ihre Laufrichtung in geologisch junger Zeit wiederholt gewechselt; dazu kommt, daß die Geschiebemassenzufuhr aus den zwei Hauptgebieten, Urgebirge und Kalkalpen, zeitlich miteinander abgewechselt haben kann, je nach der zeitlichen Verteilung der Krustenbewegungen und der für die Geschiebeförderung einzig in Betracht kommenden Hochwässer. Wie sehr dies zutrifft, zeigten vor einigen Jahren die damals noch frischen Aufschlüsse unweit Bildstock 576 N von Faak. Die tieferen Lagen des Konglomerates sind überreich an Kalkgeschieben, die höheren dagegen weisen sehr viele Quarze, Schiefer und andere Urgebirgsgeschiebe auf. Noch höher oben, bei Punkt 595 der O. A. herrschen wieder die kalkalpinen Geschiebe weitaus vor. Um weitere Aufschlüsse über das Faaker Konglomerat zu erhalten, habe ich die Härte des Wassers jener Quellen bestimmt, welche aus ihm austreten; es zeigte sich, daß die Härte der Schwarzkogelwässer größer ist, als jene der Quellwässer aus dem Sattnitzkonglomerate des Tabors; der Unterschied ist namentlich im Sommer erheblich; die Härtewerte entsprechen jenen, welche in dem gegenständlichen Gebiete an Wässern aus Eiszeitschotter gefunden werden (vgl. Übersicht 8). Die Erhöhung der Härte kann aber auch auf die Überlagerung durch Moränenreste zurückgehen.

Ich habe daher auf der beiliegenden geologischen Karte das Konglomerat von Faak vorläufig als tertiär eingetragen, bemerke aber ausdrücklich, daß ich die Altersfrage noch nicht als völlig geklärt ansehe. Die öfters rötlichgelbe Färbung des Bindemittels liefert allein noch keinen Beweis für tertiäres Alter des Faaker Konglomerates oder jenes beim Hungerloch oder östlich von Bleiberg. Auf den Höhen nördlich des Wörthersees zwischen Töschling

und Velden liegen auf den Rundbuckeln und in den Mulden zwischen ihnen zahlreiche Vorkommen von Blutlehm (nicht zu verwechseln mit Roterde!), welche auf ein wärmeres Klima nach dem Rückzuge des Würmeises hindeuten; auch aus Zwischeneiszeiten kennen wir derartige Wärmewellen, während welcher ganz gut Blutlehm entstanden sein kann; wir brauchen jedoch zu dieser Hilfsannahme nicht zu greifen; für die genannten, unweit der Kalkalpen gelegenen Vorkommen genügt die Einschwemmung von entarteter Roterde ins Bindemittel, die im Gebiete ja jetzt noch sehr häufig ist.

In den Schottern westlich von Villach finden sich nicht selten Geschiebe, welche dem Bleiberger Konglomerat äußerst ähnlich sehen. Für die Altersbestimmung dieser viel umstrittenen Ablagerung ist damit aber nichts gewonnen; denn schon die Aufschlüsse zwischen Bleiberg und Heiligengeist zeigen die Überlagerung des Konglomerates durch Jungmoränen und späteiszeitliche Bändertone, Sande, Schotter und Nagelfluhmassen.

Im Graben, welcher westlich des Friedhofes und Schulhauses Heiligengeist zum Weißenbache hinabzieht, stehen gleichfalls Bändertone, Schotter und Konglomerate an; letztere verursachen Wasserfälle des kleinen Bächleins. Die Ablagerungen ruhen Triasfelsen auf und gehören sicher in die Eiszeit. Die Nagelfluhbänke haben einige Ähnlichkeit mit gewissen Abarten des Bleiberger Konglomerates; das Bindemittel zeigt allerdings nicht den kräftigen, rötlichen Ton, den viele Lagen des Bleiberger Konglomerates aufweisen.

Würde man nur nach der Farbe des Bindemittels urteilen, dann müßte man das Bleiberger Konglomerat ins Tertiär weisen und es dem Sattnitzkonglomerat gleichstellen, wie dies Erdmann-Klinger (1933) getan hat. Alles in allem betrachtet, wage ich es aber derzeit noch nicht, die Altersfrage für völlig erledigt zu halten.

Nächst dem Elektrizitätswerke in der Örtlichkeit „Schneckenreit“ liegt eine Nagelfluh in der Mulde der Hauptdolomitoberfläche (Talauflegung).

Das Kirchlein von Heiligengeist steht auf Nahschottern, welche von Würmmoränen unterlagert werden, also jung sind; längs ihrer Sohlfläche sickern Quellen aus. Westlich der Seboquelle führen die Schotter eckige und auch runde, bis kopfgroße Trümmer des Bleiberger Konglomerates und der Bleiberger Bresche; diese Gesteine dürften bei der Seboquelle unter seichtem Schutt anstehen. Die Jungmoränen bestehen vorwiegend aus Nahgeschieben; naturgemäß herrscht der Wettersteinkalk in ihnen weitaus vor, doch findet man auch häufig Rundlinge von Gutensteiner Schichten.

Sichere Ausbisse des Bleiberger Konglomerates finden sich in den Gräben, welche weiter im Westen zum Weißenbache herabziehen. Im Gegensatze zu den jungen Nahschottern der Kirche von Heiligengeist unterteuft das Bleiberger Konglomerat die Jungmoränen; daher bilden seine Ausbisse keine wahre Quellsohle. Im Liegenden von Nagelfluhbänken treten westlich der Engschlucht der Schneckenreit oberhalb der Straßenbrücke am rechten Ufer des Weißenbaches Bändertone auf (Verlandungsfolge). Die Bändertone verursachen Wasseraustritte aus ihrem Dache. Das echte Bleiberger Konglomerat ist nun mit diesen Eiszeitablagerungen in einer Weise verknüpft, die seine Abtrennung sehr erschweren. Es wäre trotz der sorgfältigen Untersuchungen Klingners (1933) doch möglich, daß die Konglomerate mit rötlichem Bindemittel nur eine ausbildungsverschiedene Abart der Reiß-Würm-Zwischeneiszeit-Nagelfluh sind. Wie wenig man auf die Farbe des Binde-

mittels geben kann, zeigt ja u. a. auch die Höttinger Bresche; Einschwemmungen von rötlich färbenden Feinstoffen können in ein und derselben Aufschüttungsfolge zeitlich und örtlich beschränkt auftreten.

Trotz Vorhandenseins von Aufschlüssen liegen also die Verhältnisse in Kadutschen nicht ganz klar. Dort, wo ein Steig von der verfallenen Sägemühle nach Heiligengeist hinaufführt, rieselt ein Wasserfaden über eine Steilstufe herab; Bleiberger Konglomerat baut sie und die waldbewachsenen Wandeln am östlichen Runsenufer auf; westseitig aber schließt ein kleiner Anbruch die vorgeschilderte Verlandungsfolge Bänderton, Sandsteinplatten, Schotter und wenig feste Nagelfluh auf. Man kann ohne Schürfungen nicht völlig sicher entscheiden, ob diese zweifellos eiszeitlichen Ablagerungen an das Bleiberger Konglomerat angelagert sind oder, was wahrscheinlicher sein würde, in das festere Gestein übergehen, so daß die Bändertone das Bleiberger Konglomerat unterlagern würden. Dieses müßte dann der Rib-Würm-Zwischeneiszeit angehören.

Man kann nur das eine als gesichert feststellen, daß das Bleiberger Konglomerat vor der Würmvereisung gebildet worden ist; denn die gewaltigen Moränenmassen um Heiligengeist enthalten neben Drautalgeschieben und Braungesteinen auch gar nicht selten Brocken und Rundlinge von Bleiberger Konglomerat.

#### Grundmoränen.

Die Grundmoränen der Würmeiszeit, z. B. des Zuges der Eichenhügel (Dobrava) tragen dort, wo ihre ursprüngliche Oberfläche mehr oder minder gut erhalten ist, eine 2—4 m mächtige Verwitterungsschwarte, welche sich schon durch ihre okerbraune Farbe von dem Bleigrau der frischen Grundmoräne unterscheidet. Im Gegensatze zur frischen Grundmoräne ist die Verwitterungsdecke mäßig bis ziemlich gut durchlässig; sie vermag daher Niederschläge aufzunehmen und an spärlich fließende „Moränenquellen“ abzugeben; ihre Schüttung zeigt große Schwankungen der Wärme und der Menge (vgl. auch Übersicht 7). Die Wasserversorgung der Siedlungen ermöglicht nur das Schwitzwasser, z. T. auch das Mittelwasser („Schwartenwasser“), das in gesundheitlich oft beanständbaren, behelfsmäßigen Schachtbrunnen aufgefangen wird. Die Grundmoränenböden begünstigen dank ihrer wasserhaltenden Kraft den Wiesenbau und die Feldwirtschaft; wenn die Wälder, die einst reich an Eichen waren (Dobrava = Eichenwald), heute einen sehr herabgekommenen Eindruck machen und sich vorwiegend aus schlechtwüchsigen Kiefern zusammensetzen, so ist daran der Raubbau an Waldstreu schuld, welcher die Böden verarmt hat.

In die Moränentälchen wurden da und dort in der Nachwürmzeit gering mächtige Schotterlagen eingeschwemmt; so W von Greuth, O von Kratschach u. a. a. O.; in ihnen versickert das Wasser der Moränentälchen. Von unten her hat rückwärtsschreitender Tiefenschurf diese Jungschotter zurückgedrängt; eine Steilstufe kennzeichnet das Eintiefungsende, von dem Leisten ausstrahlen.

In den Moränen der Dobrava-Landschaft liegen häufig kleine und größere, etwa linsenartige Körper von Bändertonen, ebenso in den Moränenmassen südlich, westlich und östlich von Heiligengeist. An der Straße von Heiligengeist nach Bleiberg kommen neben Fernmoränen auch Nahmoränen vor;

die mangelhaften Aufschlüsse gestatten eine Abtrennung dieser hangenden Moränen mit ihren seltenen Draugeröllen (Umschwemmung!) von den Würmmoränen und ihre sichere Zuweisung zur Schlußvereisung nicht.

Im Graben, welcher gegenüber dem Franz-Joseph-Stollen am rechten Ufer des Weißenbaches ausmündet, breiten sich Bändertone und wasserfallbildende Konglomeratbänke (Übergänge in Breschen), die bereits Höfer erwähnt, über die Triasschichten. Manche, schwach ockergelb gefärbte Lagen der Nagelfluh erinnern an das Bleiberg'er Konglomerat (vgl. auch Höfer). Im Hangenden des Wasserfalles beobachtet man wieder Bändertone mit Moränen verknüpft; sie werden von Nachwürmschottern überlagert und veranlassen so reichliche Wasseraustritte.

Südlich des Jägerwirtes, unweit von Tschinowitsch, stehen im Graben dunkelblaugraue Tone und Moränenschotter mit deutlichen Kritzern an; zuweilen finden sich auch Sandzwischenlagen. Im Hangenden folgen Nagel-



Abb. 3. Entwickelte Ansicht der Prallstelle am linken Ufer der Drau bei Wernberg.

- 1 = Glimmerschiefer und Granatglimmerschiefer
- 2 = Liegendmoräne (Rißeiszeit)
- 3 = Rostig gefärbte Sande, Schotter und Nagelfluhbänke
- 4 = Riß-Würm-Zwischeneiszeitschotter
- 5 = Würmmoräne (Hangendmoräne)
- 6 = Hangendschotter

fluhbänke der Riß-Würm-Zwischeneiszeit. Vermutlich sind die Liegendablagerungen der Rißmoräne gleichzuhalten, welche hier Gailtaler Zusammensetzung aufweist. Es wäre dies neben dem von Penck entdeckten Punkte in der Wernberger Drauschlinge einer der wenigen Punkte, wo in Kärnten die Liegendmoräne der Riß-Würm-Schotter aufgeschlossen ist.

Den östlichen, flußabwärtigen Teil der Wernberger Prallstelle hat Penck bereits in treffender Weise geschildert und gedeutet. Genaue Begehungen der Örtlichkeit führten mich aber bezüglich der Bogenhälfte flußaufwärts des Granatglimmerschieferspornes zu einer etwas anderen Deutung. Die rostigen Sande, Schotter und Nagelfluhbänke werden nämlich schräge von der Würmmoräne (Hangendmoräne) abgeschnitten. An ihren Schräghang angebaut lagern dann die Flurschotter südlich der Bundesstraße Wernberg—Zauchen, welche also in die Zeit des Rückzuges des Würmeises fallen und etwas älter sind als die Schotter der kieferbestandenen Hangflur am rechten Ufer der Drau, aufwärts der Ortschaft Drau (um 500 m mittlere Oberfläche). Zeichnung 3 gibt die geologischen Verhältnisse in der Drauschlinge wieder. Dort wo die Straße nach St. Ulrich zum Bächlein bei Punkt 486 herabsinkt, rieselt eine Quellreihe, welche die Überlagerung der Moräne durch Schotter erhärtet. Zwischen Wernberg und Föderlach sitzt die Würmgrundmoräne mit ihren bezeichnenden Landschaftsformen einer unruhigen Oberfläche der

Zwischeneiszeitschotter und Nagelfluhmassen (Schottergruben bei Duell und Bahnhof Förderlach) auf; unter diesen war noch vor einigen Jahren beim Bahnhofs Förderlach liegende Ribmoräne aufgeschlossen.

### Junge Anschwemmungen.

Anschwemmungen der Drau während des Ausklagens der Eiszeit und in der Nacheiszeit bedecken namentlich südlich und östlich von Villach und bei Gottestal und Förderlach weite Flächen.

Die Gailauen östlich von Warmbad bauen Grobschotter auf; auf ihnen liegen etwa 60—80 cm Kiese (Feinschotter), welche ihrerseits wieder von 10 bis 20 cm mächtigen, lehmigen Ausanden überdeckt werden. Die Grenze zwischen den Ausanden und ihrer Unterlage ist sehr uneben, aber scharf. Die ganze Ablagerung bezeugt eine abnehmende Schleppekraft des Wassers.

Gegen Westen zu taucht ein Steilrand von 2 bis  $2\frac{1}{2}$  m Höhe auf; um diesen Betrag gewinnen die Ausande an Mächtigkeit; gleichzeitig gehen sie vielfach in graue bis blaugraue, oberflächlich graulichgelb anwitternde Aulehne über; sie wurden früher zur Ziegelerzeugung verwertet (Z. O. Zeichen älterer Karten). Die Aulehne geben Kunde von einer nicht sehr weit zurückliegenden Versumpfung des Geländes zwischen Müllnern und der Drau; erst seit kurzem schneidet die Gail, kräftig pendelnd, ihre jungen Ablagerungen wieder an (Steilrand!); der Mensch unterstützt sie in diesem Bestreben durch neuzeitliche Laufregelung; diese hat den Grundwasserspiegel in den letzten Jahren um mindestens 30 cm gesenkt und bedroht dadurch in kleinerem oder größerem Grade die Ergiebigkeit und Wärme der Heilquellen von Warmbad. Die geschilderte Flur trägt den Vorort Perau; sie ragt etwa 4—5 m hoch über Draumittelwasser empor. Ihr entspricht etwa die Flur von Duell bei Prossowitsch und das niedrige Gelände um Seebach. Auf einer noch höheren Jetztzeitflur steht die Kirche zwischen Perau und Villach (etwa 8—9 m über Draumittelwasser).

Die jugendlichen Schwemmkegel des Gebietes gehen unmittelbar aus dem Kartenbilde hervor.

### 2. Der Bau des Gebietes.

Das Gebiet um die Stadt Villach herum ist ein kleines Senkungsfeld inmitten eines Hebungsgeländes. Seine Umgrenzung ist nur im Westen und Norden etwas genauer bekannt, wo Wettersteinkalk, Hauptdolomit und Glimmerschiefer (mit dem Granite von Seebach) es umrahmen. Seine einstige, zumindest teilweise Wasserfüllung deutet die Mündungskegelschichtung verschiedener Schotterfluren im Westen an. Wie tief das Villacher Becken abgesenkt wurde, wissen wir nicht; eine Bohrung, welche auf dem Grunde des Schlossermeisters Bialowas in Villach im Jahre 1928 bis zu einer angeblichen Tiefe von rund 120 m abgeteuft wurde, erreichte anscheinend das Grundgebirge nicht; sie fuhr ein laues, radioaktives Wasser von rund 15 bis 16° C an. Näheres wurde mir über diese Bohrung nicht bekannt. Der zweifellosen Absenkung der Villacher Jungebene, welche annähernd die Gestalt eines Trapezes zeigt, dürfte eine Hebung der Eiszeitfluren im Westen ebenso entsprechen, wie ihr der Aufstieg der Villacher Alpe zugeordnet sein kann. Der zahlreichen, damit übereinstimmenden Abbeugungen, Verwerfungen usw.

in den Eiszeitablagerungen wird gelegentlich der Schilderung einzelner Örtlichkeiten gedacht werden; ihr Auftreten in den jüngeren Eiszeitschottern legt den Schluß nahe, daß sie noch bis in die geologische Gegenwart hereingereicht haben. Damit steht die Versumpfung des Mündungsgebietes der Gail im Einklange; erst die Laufregelungsarbeiten der letzten Jahrzehnte haben hier den Grundwasserspiegel in eine für die Anrainer günstigere Lage gebracht. Ein gewisser, einige Zehner von Metern betragender Aufstieg der Schotterfluren zwischen Heiligengeist und Villach muß auch deshalb angenommen werden, weil uns auch zur Zeit der Zerfalleislandschaft im Osten sonst eine wasserstauende Barre von der erforderlichen Höhe fehlt. Wollen wir nicht zu ganz unwahrscheinlich großen Ausräumungen im Gail- und im Drautale greifen, dann kommen wir ohne die Annahme von jugendlichen, bis in die geologische Gegenwart andauernden Krustenbewegungen nicht aus. An diese zu glauben, wird uns um so weniger schwer fallen, als unser Gebiet wiederholt der Schauplatz von mehr oder minder schweren Erderschütterungen war (Hörnes, Höfer, Till usw.).

Die Krustenbewegungen und die Zerfalleiserscheinungen machen es geradezu unmöglich, die Fluren des Drautales oberhalb Villach und die Tritte der Schotterflurentreppe zwischen Völkendorf und Heiligengeist mit den übrigen Fluren östlich und südlich von Villach zu vergleichen. Die beigegebene Übersicht (S. 64) stellt nur eine von mehreren möglichen Lösungen dar. Aus ihnen scheint hervorzugehen, daß bereits die zweite der vermerkten Fluren, welche nacheiszeitlichen Alters ist, im Westen Villachs verbogen (verstellt) worden ist. In der Gegend der Gailmündung stehen die Fluren 1 und 2 nur etwa 4—5 m voneinander ab. In Altland ist ihr Höhenunterschied bereits auf rund 10 m gestiegen und erreicht seinen Höchstwert in der Gegend südlich von Oberwollanig (mehr als 15 m). Neue Teilfluren schieben sich ein; z. B. jene von 511 m südöstlich des Gummerner Kalkofens; ihre Höhe beträgt an der Weißenbachmündung nur mehr 507 m und zeigt an, daß wir uns jetzt wieder einem Senkungstreifen nähern, welcher Fluren abgesenkt und verschluckt hat. Tatsächlich endet bei Gummern der Senkungstreifen des Drautales, welcher über Spital hinaus bis in die Gegend von Obervellach verfolgt werden kann (Drau-Möll-Linie; vgl. auch Stiny, 1926). Den vorgetragenen Anschauungen entspricht aufs beste die Beobachtung, daß die Hebungsbiete Fluren und Leisten gewinnen, während das Senkungsgebiete an ihnen verarmt.

Unter solchen Umständen wird die Gleichstellung von Leisten und Fluren in junggestörten Gebieten nicht nur zu einer undankbaren, sondern auch vielfach zu einer unlösbaren Aufgabe.

Ähnlich ergeht es uns, wenn wir ins Gailtal gegen Arnoldstein hineinwandern. Die schöne, moränenunterlagerte Flur östlich von Unterfederaun liegt bereits kaum höher als die weiter talabwärts gelegene Flur bei Müllnern (533 m). Wir kommen hier in den Senkungstreifen des Gailtales, zu dessen Versumpfung Krustenbewegungen und weiter oben Bergstürze einander unterstützend beigetragen haben. Viele der großen Schwemmkegel, welche die Karawankenbäche in die Talaue vorgebaut haben, fallen mit einem Steilhang zur Gailebene ab; ihre Ränder sind aber bedingt durch früheres Andrängen von Gailschlingen und daher zum Höhenvergleiche unbrauchbar. Mit Vorbehalt ordne ich die vorwiegend aus Nagelfluh aufgebaute

Flur 553 bei Neuhaus der Gruppe 7 zu, dabei eine kleine Senkung berücksichtigt.

Wir dürfen die Fluren der Gruppe 4 (bei Tschinowitsch etwa 24—25 m über der Gaillaue) wohl der letzten Eiszeitflur gleichsetzen (Nachwürmschotter im allgemeinen). Sie ist den Jungmoränen der Eichenhügel (Dobrova) angelagert; diese lagern wiederum auf Schottern und Nagelfluhbänken der Vorwürmzeit, welche die Gail unterhalb Müllnern prächtig aufgeschlossen hat.

Störungen in den jüngsten Eiszeitschotterfluren beobachtet man u. a. in den Schottergruben: S Warmbad, beim Marienheim (N des Judendorfer Trockentales), am linken Ufer des Maibachels auf dem Wege Warmbad—Judendorf, in Judendorf (NW-Ende der Ortschaft), beim Thalerheim, bei Haus Nr. 20 (Zusner) Judendorf, unweit Möltschach (Verstellung von mehr als 60 cm längs steiler Verwerfungsfläche), beim Hause Nr. 36 (Arbesser) in Völkendorf, bei der Grundnermühle N von St. Ruprecht (zahlreiche, kleine Verwerfungen in Sanden) u. a. a. O. Stark aufgerichtet oder sonstwie gestört sind auch die Schotter- und Nagelfluhmassen bei St. Johann. Mit Brodelböden, die auch vorkommen, haben die geschilderten Erscheinungen nichts zu tun.

Am Nordabfalle der Fluren von Maria Gail und Prossowitsch beobachtet man mehr oder minder feste Nagelfluhbänke mit Sandsteinzwischenlagen; sie sind offensichtlich verbogen und gestaucht; Nischen und geologische Orgeln zieren die Steilwände. In diesem Falle wird man die Faltungen auf den Druck des Würmgletschers zurückführen müssen, dessen Eis an der Straße zwischen Gailbrücke und Prossowitsch und gegen Maria Gail zu Grundmoränen mit prächtigen Kritzern hinterlassen hat.

Von den Störungen, welche Voreiszeitschichten betroffen haben und aus den Übersichtskärtchen hervorgehen, erwähne ich u. a. den Gegendbruch (Petraschek, 1927), die Sattendorfer Linie (Petraschek, Stiny, 1926), den Bleiberger Grabenbruch, welcher dem Gailtaler Bruche gleichläuft, die Villacher Alpstörung (Dobratschstörung Hollers), die Wörtherseelinie (Stiny, 1925), die Drau-Möll-Linie (etwa 118°), die Thorgrabenlinie (rund 110°, also ungefähr der Villacher Alpstörung gleichlaufend), die Eggerlinie (gleichgerichtet mit der Sattendorfer Linie), die Seebacher Linie (dem Pungartabbruche gleichlaufend = Wolfsgrubenlinie) u. a. Gegen Bleiberg zu wurden die Untersuchungen nicht weiter fortgeführt, um den angekündigten Arbeiten Hollers nicht vorzugreifen.

Die Gailtalstörung hat die bergsturzreifen, südlichen Steilabstürze der Villacher Alpe geschaffen. Neben Flächen, die ihr gleichlaufen, zeigt der Wettersteinkalk auch Schnitte, welche der Federauner Linie (SW—NO) und der Störung zwischen Wolfsgrube und Hundsmoarhofblock gleichgerichtet sind; man sieht sie bei Neuschnee besonders klar; so z. B. in den Südbabstürzen der Storföhle.

In gewissem Sinne ist auch der Faaker See alten Umfanges störungsbedingt. Seine Ufer tauchen, wie meine Lotungen im August 1933 gezeigt haben, längs des Taborwesthanges sehr steil unter (örtlich mit 40 v. H. anschließend an die Uferbank). Am Nordufer der Insel fällt die wohl aus Fels bestehende Seehalde stellenweise gar unter 83 v. H. ab. Dem Eisschurfe wird man neben den Krustenbewegungen eine sehr bedeutsame Ausräumungsarbeit zuerkennen dürfen.

Der moränengekrönte Höhenzug Punkt 582—634 zieht mit seinem aus der Flur 4 auftauchendem Fuße eine streng gerade von WSW gegen ONO laufende Linie; östlich des Weilers Dobrava biegt der Saum der Moränenhügel plötzlich unter rechtem Winkel nach Norden um; die Verlängerung dieser Linie trifft genau den Ostabbruch des Kristallins des Kumitzberges bei Seebach, der bekanntlich einer Störung folgt. Zweifellos ist dieses Zusammentreffen kein Zufall; wir haben wohl die südöstliche und östliche Begrenzungslinie des jungen Villacher Einbruchbeckens vor uns, dessen Bewegungen bis nach dem Ende der Würmvereisung noch ziemlich lebhaft gewesen sein mögen; dabei mag wohl die eine oder andere Schotterflur verschwunden sein.

Querbrüche, wie sie in letzter Zeit besonders Holler (1936) aus dem Bergbaugebiete beschrieben hat, spielen auch in der Umgebung von Villach eine große Rolle. Eine nordnordöstlich streichende Störung zeichnet schon Erdmann-Klingner (1932) westlich Heiligengeist in sein Kärtchen ein. Eine weitere Querstörung streicht westlich des Hundsmoarthofes durch. Hier stehen die Raibler Schichten an der neuen Forststraße rund 100 m höher am Gehänge an als beim Kaltenbrunn; die Störung zieht von hier in annähernd nördlicher Richtung gegen Mittewald. Im Gelände drückt sie sich in dem Steilabfalle des moränenbedeckten Flurtrittes von Heiligengeist nach Osten zu aus. Südwärts macht sie sich in dem Staffel bemerkbar, mit dem die Wabenriegelversanftung (um 1450 m Seehöhe) gegen die Wabenverflachung abfällt (1300—1350 m).

Kurz darauf steht man, ostwärts wandernd, an einer neuen Querstörung. Sie streicht aus der Senke zwischen Kuppe 811 und Rücken 758 fast genau gegen Süden; wo sie den Vellachbach erreicht, zwingt sie ihn, ein kurzes Stück weit ihr zu folgen; sie läßt im Tälchen Raibler Schichten ausbeißen und biegt dann in südöstliche Richtung um; die Raibler Schichten beim Kaltenbrunn liegen um mehr als 100 m höher als jene, welche östlich der Verwerfung unweit Punkt 771 anstehen. Ihr Begleiter ist vielleicht die bedeutende Störung, welche, von einem nachweisbaren Quetschstreifen begleitet, den Wabenstaffel von der breiten Vorstufe der Jockelbauernwiese und des Pungart trennt.

Wie ich bereits in einer älteren Arbeit (1926) gezeigt habe, bestimmt die auf Krustenverstellungen usw. zurückgehende Klüftung vielerorts Formen des Geländes. So fällt z. B. der Burgfels von Federaun nach WSW streichenden Schnitten jäh zur Gailau ab; nordsüdstreichende Klüfte erleichterten den Aushub des Burggrabens. Nahe dem Absturze ist der Wettersteinkalk stark zerhackt und rotklüftig.

Im Steinbruche SW von Möltschach streichen zahlreiche Schnitte dem Abbruche der Flur der Wolfgrube gleich (SSO—NNW); sanft südöstlich einfallende Rutschstreifen auf ihnen weisen auf Schrägbewegungen hin. Daneben treten auch WSW—ONO ziehende Schnitte auf, die ersteren unter annähernd rechtem Winkel kreuzend; ihnen folgen manche Hangfurchen und seichte Kerben des Wolfgrubenabfalles gegen Möltschach zu.

Südlich der eigenartigen Senke, welche das Villacher Einbruchfeld über St. Georgen und Pogöriach bis über den Wispelhof hinaus in der Richtung gegen Bleiberg zu fortsetzt, zeigt der Hauptdolomit trotz seiner kräftigen Zerhackung bis zu Grus doch einige längere Schnitte; sie ziehen von WNW gegen OSO, fallen sehr steil gegen NNÖ ein und begleiten die Störungen,

mit welchen die Vorstufen der Villacher Alpe gegen den vorgenannten Tiefenstreifen zu abbrechen.

Nach zwei Klufscharen (O—W, S—N) sind auch die Kamine, Ransen und Tälchen im Hauptdolomit der Schlucht zwischen Bleiberg und Mittelwald herausgearbeitet.

Die eigentümliche, seichte Nische auf dem Nordabfalle der Graschlitzen ist kluftbedingt. Ihre Umrahmung folgt zwei Klufscharen; die eine derselben streicht SSW—NNO und folgt annähernd der Richtung des Federauner Störungstreifens; die andere aber streicht annähernd Ost—West gleich ähnlich ausgerichteten Linien, welche die Graschlitzen im Norden und Süden begrenzen und auch den Teltchenkopf (Gradischen) spornartig heraustreten lassen. Besonders die erste Kluftchar ist durch lehrreiche Harnische belegt, deren Rutschstreifen unter mäßigen Winkeln gegen Süd fallen.

Gut ausgeprägte, zahlreiche Klüfte in Zwischenbergen, SW—NO-streichend, begleiten auch die Störung, welche das Kumitzbergl vom Oswaldiberg trennt; sie hat die Ausräumung der Talung begünstigt, welche die Schotterfluren um Vassach mit dem Störungstale von Treffen verbindet. Die weiteren Staffeln dieser Riesentreppe (Wollanig, Amberger Alm usw.) habe ich bereits an anderer Stelle geschildert (1926).

Zwischen dem Staffeln: Pungart—Wolfsgrube und dem Burgkopf zieht eine Störungslinie (Burgkopfverwurf) durch. Westlich derselben fallen die Wettersteinkalke sanft gegen ONO oder NO ein; gegen den gebirgsbaulich bedingten, karstgrubenreichen Sattel erscheinen sie kräftig abgebeugt und niedergezogen; auf dem Burgkopf selbst verflachen sie wieder unter mittleren Winkeln gegen Osten. Die von Teppner, Strouhal u. a. (siehe Schriftenverzeichnis!) beschriebenen Höhlen knüpfen z. T. an die Schichtfugen, z. T. an die Klüfte, besonders gerne aber an Verschneidungen beider an; der Ausgang des Eggerloches z. B. zeigt in seinem Firste eine Schichtfuge und eine Querkluft als obere Begrenzung und ähnelt daher bis zu gewissem Grade einem gotischen Spitzbogen.

Aber auch zwischen Tschelttschniggkopf (Gradischen) und Gaisrücken streicht eine Verwerfung (Schmierberkeuschenbruch) durch; die Sprunghöhe ist jedoch hier klein und hat keine nennenswerte Störung im Verflachen zur Folge gehabt. Sie läuft annähernd gleich dem „Gräflachsprunge“ zwischen Kuppe 585 und 546; dieser ist aber mit einer deutlichen, die Einfallsrichtung verkehrenden Lagerungsänderung verbunden. Östlich Punkt 546 dürfte die „Schmierberkeuschen“-Störung (so benannt nach der verfallenen Keusche, die einst in ihrer Nähe stand), unter den Eiszeitschottern der Napoleonwiese durchstreichen. Denn die Wettersteinkalke bei der Schwimmschul- und bei der Wäscherquelle fallen ganz anders ein (18/311 mit NNW—SSO und O—W-Klüften!), als jene bei Punkt 546. Die östlichste Störung endlich verläuft aus der Gegend von Judendorf an den Ostfuß des Dornbühels und der Graschlitzen und bedingt deren Steilabfall sowie das Absinken der Wettersteinkalke des Gaisrückens, des Dornbühels und jener bei der Wäscherquelle unter die Jungfüllung des Villacher Beckens (Graschlitzenlinie).

Der grabenbruchähnliche Verwurfstreifen von Oberfederaun drängt sich nicht bloß in den Landformen dem Auge des Beschauers auf. Er zeichnet sich auch durch starke Zerhackung des Felsens und durch den Austritt von Quellen an der Stelle aus, wo er die Schüttlinie (Teilstrecke des Galltaler

Verwurfes) schneidet. Die Kleinklüftigkeit, welche die Störung von Oberfederaun im Wettersteinkalk hervorgerufen hat, läßt die gleichgerichteten Schnitte kurz und vielfach auch uneben erscheinen, während sich die der Schüttlinie gleichlaufenden OW-Klüfte als länger hinstreichende und ebene Hauptklüfte sofort zu erkennen geben (Abstieg von Oberfederaun in das Gailtal).

Eine ähnlich streichende Verwerfungslinie, welche mit starker Zerhackung des Braugesteins verbunden ist, trennt die Vorkuppe 560 von der Gra-schlitzen.

Annähernd gleichgerichtet mit der Bruchsenke des Gailtales verlaufen die Wasserfalllinie und die Linie der Schwarzen Wand; ihre Störungen scheinen auf der Hochfläche der Wolfgrube zu erlöschen; sie schließen den OW streichenden Tiefenstreifen des Birkenbodens und der Eggerwiese ein; ob eine Verbindung zur Linie Hundsmoarthof—Jodelbauerwiese besteht, ist ungewiß.

Stark gestört ist der Wettersteinkalk beim Brochner südlich Pogöriach. Hier stehen westlich des Gehöftes zuerst gelbe Kalke an, ähnlich jenen, welche man auch auf dem Wege nach Heiligengeist beobachtet. Sodann stößt man auf SSW fallende Wettersteinkalke, die weiter im Westen saiger aufgerichtet sind und NO—SW streichen; auf ihnen lagern Raibler Schichten, ihrerseits wieder überdeckt von Hauptdolomit. Im Zusammenhange mit einem südlich davon vorhandenen Gegenflügel ergibt dies das Bild einer enggepreßten Mulde. Doch liegen die Verhältnisse nicht ganz so einfach; die Mulde wird im Westen von einer N—S streichenden Querstörung abgeschnitten, längs deren auch das Hauptdolomitgelände von Nischach zur Flurenlandschaft von St. Georgen absinkt. Neben diesen größeren Verwerfungen zerstückeln noch einige kleinere die Triasscholle beim Brochner.

Überschauen wir die Beobachtungen noch einmal, so stellen wir kurz den treppenförmigen Aufstieg der Landschaft im Westen und Norden von Villach fest. Die Stadt selbst steht auf einem kleinen Senkungsfelde, das auch im Osten und Süden von einem Schollengebirge umrahmt wird. Wesentliche Züge dieser Krustenbewegungen habe ich bereits 1924 (Hebung oder Senkung, Petermanns Mitteilungen, Heft 9/10) und 1926 (Kluftmessung und Quellenkunde) veröffentlicht. Wenn H. Paschinger (1935) hinsichtlich der Umrahmung des Klagenfurter Beckens, von dem die Landschaft um Villach nur das westlichste Teilgebiet darstellt, zehn bis elf Jahre später zu den gleichen Ergebnissen kommt, ohne meine Arbeiten überhaupt zu erwähnen, wird sich der Leser unschwer ein Urteil über das wissenschaftliche Vorrecht bilden können.

### 3. Landformenkundliche Bemerkungen.

Die Landschaft von Villach nimmt gefangen durch den eindrucksvollen Gegensatz zwischen den wilden, steinstarrenden Formen der Karawanken im Süden und den milder geformten Höhen des Urgebirges im Norden, das auf seinen Häuptern noch weithin erkennbare Reste der tertiären Altflächen trägt. Staffelförmig steigt das alte Hochland zur Niederung herab. Eine Art Mittelstellung nimmt die Villacher Alpe ein; ihre ausgedehnten, stufenförmig übereinandergeordneten Altversanftungen scheinen die Verflachungen auf den Höhen des Urgebirges fortzusetzen; aber die Hänge der Neubau-

streifen fallen hier, entsprechend dem Brausgestein, das sie aufbaut, vie steiler ab und ihre Formen gemahnen an jene der Karawanken.

Auch das Antlitz der Niederungen zeigt sehr verschiedene Züge. Versenkungen wechseln mit Steilhängen und erwecken auch hier den Eindruck einer Taltreppe; nur sind die einzelnen Staffel weit niedriger; in der Ebene bauen sich die Schotterfluren in Abständen von gar nur wenigen Metern übereinander auf. Die Fluren nördlich des Wörthersees, auf welche bereits Penck (13) hingewiesen hat, sind aber keine Ebenen; es sind nur Versenkungen, welche von weitem gesehen, dem Blicke zu einer Ebene verschwimmen. Das gilt auch von den Höhen bei Gottestal und bei Föderlach sowie von dem Zuge der Eichenhügel zwischen Faaker See und Maria Gail; eine Moränenlandschaft mit schwacher Einzelgliederung ruft in einem weiter entfernt stehenden Beschauer den Eindruck einer Ebenheit hervor, die in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Erst die tieferen Schotterfluren der Nachwürzeit bieten Ebenen im strengen Sinne dar.

Die Niederung um Villach ist also eine ausgesprochene Flurtreppe, eingesenkt in eine Hangtreppe des Grundgebirges. Auf den treppenförmigen Aufstieg der Villacher Alpe (Napoleonwiese—Graschlitzen—Tscheltschniggkopf (695—710 *m*)—Wolfsgrube Pungart (900—950 *m*)—Waben (1310 bis 1350 *m*)—Rote Wand (um 1500 *m*)—Stufe um 1600 *m*—Stufe 1700 bis 1750 *m*—Gipfflächen) und der Amberger Alpe (Kumitzberg, Oswaldiberg (963 *m*), Wollanig (950 *m* und 1200 *m*), Amberger Alpe (Auslaufrücken zwischen 1400 und 1800 *m*), Mirnock) habe ich bereits vor längerer Zeit hingewiesen. Ich habe weiters im Jahre 1924 klargelegt, daß die meisten Landstufen der Alpen und natürlich auch der Umrahmung des Klagenfurter Beckens durch staffelförmige Hebungen und sie begleitenden Abtrag und nicht durch Senkung entstanden sind. Paschinger H. hat 1935 in einer Arbeit den gleichen Standpunkt vertreten, ohne auf meine älteren Darlegungen auch nur zu verweisen.

Obwohl also im allgemeinen der Aufstieg der Randgebiete Innerkärnten die Beckenform verliehen hat, fehlen da und dort auch vereinzelt echte Senkungserscheinungen nicht (siehe weiter oben). Die günstige geographische Lage von Villach ist landschaftbedingt; die Landformung selbst aber wurzelt wieder im geologischen Bau, der die mittige Senke mit den von ihr ausstrahlenden Tiefenstreifen geschaffen hat. Neben den Großformen verdienen auch die Kleinformen unsere Beachtung.

Die Rundbuckel des Wettersteinkalkes sind meist prächtig geglättet. Seit der letzten Eiszeit haben sich in ihre steileren Flächen Karrenrillen eingegraben; die Rillen sind auf der Graschlitzen etwa 12—15 *cm* tief; die Kluftkarren reichen noch weit tiefer hinab; beide geben uns einen Maßstab für die Raschheit, mit welcher die Karrenbildung fortschreitet (vgl. auch Leinigen, Beiträge zur Oberflächengeologie und Bodenkunde Istriens, Naturw. Zeitschr. f. Land- und Forstwirtschaft 1911, 9, 1—44).

Die Landschaft um St. Georgen und Goritschach bietet ein eigenartiges Bild: aus schottrigen, feldertragenden Fluren tauchen Hügel auf, die meist Wald bedeckt und oft Moränenschutt aufbaut; da und dort winden sich breite, aber seichte Talungen durch das Hügelland, Sauergrasauen bergend und in Grundmoränen gebettet; die Torfschicht über dem wasserstauenden

Boden der Aue erreicht zuweilen an 100 *cm* Mächtigkeit (Teichwiese zwischen Mölttschach und Völkendorf).

Auf den Hochböden des Pungart und der Wolfsgrube kann man zweierlei Karsthohlformen, meist Trichter usw. unterscheiden. Die einen, älteren, sind mit Moränenresten verschmiert und tragen prächtigen Waldwuchs; die anderen sind jünger als die letzte Vereisung und heute noch offen und in Weiterbildung begriffen. Auf solchem jugendlichem Karstgelände sind so große Kahlschläge, wie man sie noch in den letzten Jahrzehnten einzulegen pflegte, nicht am Platze; der Humus trocknet aus und wird eine Beute des Windes; die schattengewohnten Algen, Flechten und Moose sterben ab; nackt und blendend weiß starren dann die des Pflanzenwuchses beraubten, karrenrillendurchfurchten Kalkfelsen und Blöcke dem Wanderer entgegen; es dauert Jahrzehnte, bis der verdrängte Pflanzenwuchs wieder durch andere, den geänderten Verhältnissen angepaßte Arten von seiner Scholle Besitz ergreifen kann.

Ähnliche zweistufige Entwicklung beobachtet man auch auf der vermutlich tertiären, aber eisüberarbeiteten und verkarsteten Landoberfläche des Tabor bei Egg (Sattnitzkonglomerat statt Wettersteinkalk).

Im Gebiete östlich des Faaker Sees kann man beobachten, wie die Altformen in der Regel über alle Gesteinsunterschiede rücksichtslos hinweggreifen. Den wirkungsvollen Gegensatz zwischen den steilböschigen Gestalten der Dolomitberge und den Tafelbergen aus Sattnitzkonglomerat hat erst der Jungabtrag in nachtertiärer Zeit geschaffen; für die Beseitigung der Unterschiede in der Widerständigkeit der einzelnen Baustoffe war die Zeitspanne noch zu kurz.

Schwemmflurreste bei Faak, welche sich etwa 4—5 *m* über den heutigen Seespiegel erheben, Leisten am Westfuße des Tabors und verschiedene andere Anzeichen sprechen dafür, daß der Spiegel des Faaker Sees einstens höher stand als heute; die Einnagung der Schlucht von Müllnern her hat ihn stark abgesenkt und seine Fläche verkleinert. Daneben vollzieht sich noch eine andere, rückläufige Entwicklung; die von den Karawanken herabströmenden Schuttmassen des Mallestiger Baches, Rauscherbaches und besonders der Rohitza trachten zwar mit ihren Schwemmkegelfüßen den Faaker See wieder aufzustauen; es gelingt ihnen dies aber nur in sehr bescheidenem Maße; inzwischen schreitet die Verlandung des Beckens durch die Woruniza, die Hartmann (1886) so lebendig geschildert hat, rasch und unaufhaltsam vorwärts; vom West- und Südufer her dringt der Pflanzenwuchs gegen die freie Oberfläche des Sees vor; die Insel ist im Begriffe, sich dem Lande anzugliedern und so kann man das Erblinden des Faaker Sees in geologisch kurzer Zeit voraussagen.

Spuren eines um 3—4 *m* höheren Seestandes zeigt auch der Magdalenensee. In einem einst weit nach Westen ausgreifenden Becken mögen wohl die Bändertone abgelagert worden sein, welche die Ziegelei ausbeutet; im frischen Zustande blaugrau und recht bildsam, nehmen sie bei der Verwitterung eine ockerbraue Färbung an; stellenweise findet man in ihnen massenhaft röhrenähnliche Zusammenwachsungen, welche wohl an Rohrstengel und deren Wurzeln anknüpfen. Die Bändertone nehmen nach oben zu immer mehr Sand auf und gehen schließlich in die schon geschilderten ockerbraunen bis

ockergelben kristallinen Sande und Schotter über, welche dem Zerfalleisgebiete um den See herum eigentümlich sind.

Eine nacheiszeitliche, also recht junge Anzapfung zeigt der Eichholzgraben. Sein Oberlauf beginnt NO der Ortschaft Oberwollanig und führt klüfterleichtert über Punkt 721 (O. A.) in nordöstlicher Richtung gegen die Gehöfte Eichholz. Hier dreht er sich auf eigenen Schwemmassen plötzlich gegen Süden um und mündet nach einigen weiteren Richtungsänderungen gegenüber von Unterfellach in die Drau. Sein altes Mündungsstück aber ist eine Schlucht, die im riesenkorngneishaltigen Glimmerschiefer eingengagt gegen Töbring hinausführt (526 m). Der Schurfausgangspunkt der räuberischen Seitenfurche der Drau aber liegt ungefähr in 495 m Seehöhe.

Vom steilen, etwa 100 m hohen Nordwestabfalle der Dobrova ziehen zahllose Regenrunsen gegen Tschinowitsch hinab. Sie senken sich meist 10—15 m tief in den Hang ein, laufen unten sanft aus (3—4°) und enden oben mit einer Art alten Muschelaussisses (37—39°); ihre Schuttsohle ist unten oft etwa 10 m breit, sehr sanft gemuldet und verjüngt sich gegen den Ursprung der Tälehen rasch. Die seitlichen Einhänge haben in den höheren Teilen der Runsen 31—35°, in den unteren dagegen nur 27—28° Neigung. Zwischen den Regenrunsen verbleiben nur schmale, fast gratähnliche, aber gerundete Kämme. Oft vereinigen sich zwei Runsen miteinander, eine bei den Regenrillen ja sehr häufige Erscheinung.

In den Moränenlandschaften der Eichenberge (Dobrova) sind die Tälehenanfangstrecken oft 20—30 m breite, mehr weniger versumpfte Sohlenkerbtäler (Alttalstrecken). Wo in der Talsohle unter der Würmmoräne Schotter zutage treten, versickert das Bächlein ganz; das Tal formt sich zum Dreiecktal um; seine Sohle setzt sich in Form schmaler Leisten oft noch am Hange des Dreiecktales (bis Kerbtalles) fort (Jungstrecken). Dreiecks-, bzw. Kerbtal erhalten weiter unten dann wieder eine Sohle (Mündungsstrecke).

Bei Kratschach sieht man deutlich, wie die sohlentälchenartigen Alttalstrecken oft selber wieder in ganz flache, weitgespannte Muldentungen eingesenkt sind. Diese sind wohl Teile der wenig veränderten, nur der Abspülung unterliegenden Uroberfläche der Moränenlandschaft; die Talentwicklung ist also hier ganz ähnlich wie im Waldviertel, wo gleichfalls in muldige Talräume mit Seggen, Kohldisteln und Wiesenschmielen nach abwärts zu leistenträgende Sohlentälchen mit zunehmender Tiefe eingeschnitten sind. Die Bewohner schöpfen das seichte, nicht einwandfreie Grundwasser aus Schachtbrunnen. Die Sohlentälchen werden im Schotter wieder zu Dreiecktälehen und diese nehmen später allmählich eine Sohle auf.

Östlich von Großsattel entwickeln sich die Täler zuweilen anders. Das Flachmuldentälchen mit seinem sanften Sohlengefälle streicht gewissermaßen in die Luft aus; dort, wo der Liegendschotter angeritzt ist, liegt das Eintiefungsende (Diwald) eines steilsohligen Dreiecktales, das noch weiter unten dann in ein Sohlental übergeht (trocken, wenn im Schotter ausgeräumt). Die Entwicklung ist hier deutlich zweistufig, weiter im Westen aber, wo die Schurfausgangspunkte weiter von den Urmulden abstehen, eine dreistufige.

Die Entstehung des sogenannten Judendorfer oder Schießstadtteiches ist nicht ganz klar. Sein Boden ist aus rötlichbraunem Lehm (entarteter Roterde) aufgebaut, welcher gegen das Gräflach und gegen Osten zu ausdünt und in der Richtung gegen den Burgkopf zu rasch mächtiger wird.

Nach unüberprüfaren Mitteilungen soll hier einmal Lehm gewonnen worden sein. Sicher ist, daß gelegentlich der Errichtung der Schießstätte die Geländeformen verändert worden sind. Meiner Ansicht nach ist die Hohlform im westlichen Winkel der Schießstadtwiese bei der Aufschüttung der Napoleonwiese unausgefüllt geblieben. Zwischen den Schutthalden im Westen und Nordwesten erhielt sich hier in der Bucht zwischen den Vorsprüngen des Gräflach und des Tscheltschniggkopfes eine Vertiefung von ziemlich beträchtlichem Ausmaße; sie wurde später mit Rotbraunboden aus den benachbarten Höhlen teilweise ausgekleidet. Eine geringe Einschwemmung von Rotbraunboden (nicht zu verwechseln mit Braunerde!) findet auch heute noch bei außergewöhnlichen Niederschlägen statt.

In früheren Zeiten war die Einschwemmung von steindurchsetztem Rotbraunboden viel lebhafter; damals schütteten die Höhlen der Südwand des Tscheltschniggkopfes noch viel Wasser; in dieser Zeit wurde auch das Bachbett angelegt, das aus dem allmählich seicht gewordenen Teiche zum Gerinne des Maibachels hinabführt. Seine Größe entspricht nicht dem jetzigen schwachen Überlaufe von höchstens 10—15 l bei außergewöhnlichen Niederschlägen; sie ist nur erklärlich, wenn die Wassermenge früher erheblich größer war. Ob dieser Rückgang in der Wasserführung des Teichabflußgerinnes mit dem Erdbeben von 1348 zusammenhängt, ist unsicher; damals sollen ja, wie einige behaupten, die Höhlenschlünde, die oberhalb der Schießstadtwiese gähnen und jetzt nur äußerst selten etwas Wasser liefern, trocken geworden sein.

Der Schießstatteich läuft nur selten über; er hat auch so selten sichtbare Zuflüsse, daß er von vielen als Himmelsauge angesprochen wird. Von Zeit zu Zeit jedoch, nach außerordentlich ergiebigen Niederschlägen, wie sie der Herbst 1935 und die Osterzeit 1936 lieferten, fließen dem Teiche jedoch auch oberirdische Zuflüsse zu. Im Burgkopfwinkel und aus den Felsen westlich des Teiches entspringen zu solchen Zeiten Quellen, welche durch kurze Zeit hindurch einige Sekundenliter schütten; ihre Wasserspende versickert allerdings bald wieder in den Schutthalden, rieselt jedoch aus diesen knapp am Westufer des Teiches in einigen Adern wieder heraus und speist den Teich, der dann überläuft und weiches Wasser führt (siehe die Übersicht 1). Die Quelle am Felshange ist jedoch bestimmt nur ein Übersprung; schon bei weniger reichlichen Niederschlägen treten nämlich am Westufer des Teiches kleine Riesel aus, welche aus den Halden stammen und von einer Unterschuttquelle gespeist werden dürften. Den größten Teil des Jahres über ist der Teich abflußlos; in diesem Zustande hat er zu den Warmquellen keinerlei Beziehung; sein Wasser wird mit abnehmendem Wasserstande härter. Zu den seltenen Zeiten des Überlaufens dürfte nur sehr wenig oder gar kein Wasser in die Unterlage des Trockengerinnes einsickern, da vermutlich bereits Selbstdichtung eingetreten ist; eine Beeinflussung der Warmquellen findet also auch dann nicht statt, wohl aber eine Veränderung des Maibachwassers, dessen Einzeladern sich ja in das Teichgerinne ergießen.

Zu Zeiten außergewöhnlicher Niederschläge münden sicherlich 10 l/sec oder noch mehr kalte Wasser in den Teich; an seinem Westufer und seinem Nordrande sudelt der Rasen lebhaft. Die Härte der Zuflüsse der Übersicht 2 schwankt zwischen etwa 7-60 und 9-60 Hv; die höheren Werte gehören Rieseln an, welche längere Zeit durch Schutt geflossen sind, die niedrigeren Felsen-

quellen oder Rieseln aus Grobschutt über seichtem Fels. Die Härteunterschiede erklären auch manche Erscheinung an den Übersprüngen (Streuung der Härte-Wärme-Beziehung).

Übersicht 1.

**Bestimmungen am Schießstättelch.**

Zeitpunkt der Messung	C°		H <sub>v</sub>	H <sub>a</sub>	H <sub>g</sub>	Luft in C°
1926 13. 6. ....	12	.	.	.	.	12.2
1928 6. 9. ....	12.3	-26 mm	.	.	.	13.2
1928 7. 9. ....	10.3	-31 "	.	.	.	.
1928 30. 9. ....	14.80-14.90	.	.	.	.	.
1928 4. 10. ....	9.1	-16 "	.	.	.	.
1928 5. 10. ....	10.2	-19 "	.	.	.	.
1935 4. 9. ....	.	-170 "	3.30	.	3.10	.
1935 15. 9. 9 Uhr ....	15.1	-260 "	5.00	0.1	5.00	.
1935 17. 9. ....	18.4	-262 "	4.60	0.40	5.00	.
1935 2. 11. ....	8.2	.	9.20	1.35	10.55	.
1936 4. 4. 1/2 12 Uhr ...	15.3	-260 "	7.30	.	.	.
1936 8. 4. 13 " ...	11.84	-290 "	6.65	1.15	7.80	.
1936 13. 4. 16 " ...	10.50	+3 "	5.20	.	.	.
1936 16. 4. 17 " ...	11.24	+150 "	6.60	.	.	.
1936 18. 4. 11 " ...	9.44	+480 "	.	.	.	.

Übersicht 2.

**Zeitweise Speiser des Schießstättelches, gemessen zu Ostern 1936.**

Wasseraustritt	Tag	l/sek	C°	H <sub>v</sub>	H <sub>a</sub>	H <sub>g</sub>
Waller aus einem Mausloch am Westufer .....	18. 4.	.	9.42	9.00	.	.
Waller etwa 4 m weiter südlich..	18. 4.	.	8.84	8.90	.	.
Rasensudel S des Egger Loches.	16. 4.	.	7.56	.	.	.
Haldenquelle unterhalb des Heidenloches .....	16. 4.	3	7.82	8.00	1.20	9.20
	18. 4.	3	7.82	7.60	.	.
Felsenquelle W des Kugelfanges.	18. 4.	2	8.07	7.95	.	.
	16. 4.	2	6.40	.	.	.
1. Schuttquelle beim Kugelfang..	18. 4.	3	6.52	.	.	.
	16. 4.	2	7.25	9.60	10.80	.
2. Schuttquelle beim Kugelfang..	18. 4.	5	7.24	.	.	.

**4. Einige höhlenkundliche Feststellungen.**

Zu den Ausführungen Strouhals (1936) und seiner Vorgänger will ich nur einige, das Egger Loch betreffende Ergänzungen hinzufügen, welche für das Verständnis der Wasserverhältnisse bedeutsam sind.

Aus dem Egger Loche soll vor dem Jahre 1348 ein Bach hervorgequollen sein, welcher nach dem großen Erdbeben verschwand. Wie dem auch sein mag, die Höhle zeigt überall Spuren junger Ausstrudlung. Gamei- und Sinterabsätze verraten, daß ihre oberen Teile im Zuwachsen begriffen sind.

Eine Probe des stellenweise reichlich vorhandenen Höhlenlehmes ergab nachstehende Eigenschaften:

Sand . . . . . (2—0.2 mm)	0.02 v. H.		
Grobmu . . . (0.2—0.1 mm)	15.93 „ „	Ausrollgrenze . . . . .	27.40 v. H.
Mittelmü . . (0.1—0.05 mm)	4.22 „ „	Fließgrenze . . . . .	30.70 „ „
Feinmu . . . . (0.05—0.02 mm)	67.60 „ „	Klebegrenze . . . . .	37.50 „ „
Grobschluff (0.02—0.006 mm)	10.42 „ „	Bildsamkeitsziffer . .	3.3 „ „
Feinschluff (0.006—0.002 mm)	0.31 „ „		
Rohton (kleiner als 0.002 mm)	1.50 „ „		

Im Rotbraunlehm der Höhle findet man neben Wettersteinkalken Geschiebe von Triaskalk, Quarz, steinkohlenzeitlichen Sandstein usw.

Der zuletzt von Strouhal (1936) ausführlich beschriebene Höhlenschlauch folgt stückweise den Schichtflächen, welche dann die Firste abschrägen und streckenweise der Klüftung. Man kann besonders zwei Klufscharen deutlich erkennen; die eine ist genau ostwestlich ausgerichtet (gleich der Gailtaler Verwerfung) und fällt sehr steil gegen N, seltener gegen Süden ein; die zweite streicht N—S, also gleich mit der Burgkopferverwerfung. Die Schichten selbst, welche häufig Durchschnitte von Diploporen und Armfüßlern erkennen lassen, fallen unter 39—49° fast genau östlich ein.

Der Firstentropf ist im rückwärtigen Teile der Höhle in Trockenzeiten schwach, nach Niederschlägen sehr kräftig. Das Tropfwasser zeigte unweit des Höhlenendes am

Zeitpunkt der Messung	$\frac{1}{2}$ sec	C°	Luft in C°	ph	$H_v$	$H_d$	$H_g$	
1935 4. 9. . .	.	8.6	8.8	.	6.35 9.00	0.85 0.60	7.20 9.60	aufgefangen seichter Tümpel am Höhlenende
					9.20	0.60	9.80	Wässerlein am Beginn des südlichen Seiten- stollens
					9.10	0.50	9.60	desgleichen am Ende des südlichen Seiten- stollens
1936 8. 4. . .	0.02	8.94	.	.	8.20	1.60	9.80	Höhlenbächlein bei der Stufe (trüb)
		8.60	.	.	7.40	1.10	8.50	Höhlenbächlein weiter oben
		8.36	.	.	7.45	0.95	8.40	Beginn des Seiten- stollens
		8.24	.	.	7.50	0.90	8.40	Ende des Seitenstollens
			9.7	.	6.25	0.75	7.00	Tropfwasser im Höh- lenende
				.	6.65			Tropfwasser im Höh- lenende
1936 13. 4. . .	0.36	7.46	.	.	7.80	.	.	Höhlenbach beim Höh- leneingang
16 Uhr . . . .	0.30	8.90	.	7.7	7.40	.	.	Firstentropf beim Ein- gange
1936 16. 4. . .	0.40	8.87	.	7.60	.	.	.	Höhlenbach beim Ein- gange
1936 18. 4. . .	0.2	8.00	.	.	.	.	.	Höhlenbach (Schnee bereits wegge- schmolzen)

Die Messungen zeigen, daß das Tropfwasser im Bergleibe verhältnismäßig weich ist; es enthält in Trockenzeiten mehr kohlensäure Salze als nach Regen (13. und 16. April 1936); auch ist es am Höhleneingange härter als im Berginnern. Sobald jedoch das Tropfwasser sich in Mulden ansammelt, oder träge dahinfließt, wie im Seitenstollen, reichert es sich bei der Berührung mit dem Höhlenlehm, dem Gamei und dem Sinter an kohlensäuren Salzen an. Außerdem erkennt man, daß das Tropfwasser aus den breiteren Spalten des Kalkes weicher ist als jenes, welches dem Seitenstollen aus dem Sinter zuschwitzt; diese Beobachtung erhärtet die von mir bereits vor einigen Jahren ausgesprochene Regel, daß das Wasser in Kalkgesteins- und Kalkschottergebieten im allgemeinen unter sonst gleichen Umständen um so härter ist, je engere und je schlechter belüftete Hohlräume es durchfließen muß; je rascher das Wasser durch den Bergleib — etwa in weiten Klüften — hindurchheilen kann, desto weicher bleibt es oder wird es (je nachdem).

Zu Ostern 1936 trat infolge starken Regens und Neuschneefalles der nicht häufige, bereits früher erwähnte Fall ein, daß das Höhlenbächlein aus dem Höhlentore abfloß (siehe obige Zusammenstellung).

Um die Wässer im Bergleibe kennen zu lernen, wurden auch die rund 120 m tiefen, in einer Seehöhe von etwa 770 m gelegenen Naturschächte bei Möltschach besucht, welche von dem rührigen Verein für Höhlenkunde in Villach erschlossen worden sind. Es wurden ermittelt (offene Werte am 10. September 1935, eingeklammerte am 18. April 1936)

Örtlichkeit	C°	H <sub>v</sub>	H <sub>g</sub>	l/sec
Tropfwasser im Gnomenschloß .....	.	7·65 (6·70)	8·40	.
Tropfwasser im Vereinsdom .....	.	8·90 (7·95)	9·30	.
		10·30	11·60	.
Brunnen in rund 40 m Tiefe .....	(5·88)	(8·10)	.	.
Bacherl in 80 m Tiefe .....	(6·04)	(6·55)	.	(1·3)
Bacherl in 87 m Tiefe .....	5·9	8·35	10·2	(0·97)
Bacherl in 95 m Tiefe .....	.	8·60	9·85	.
Bacherl im Vereinsdom .....	(6·00)	.	.	(1·7)
Sturzquelle .....	(7·42)	(7·90)	.	(2·0)
Tumpf der Sturzquelle .....	(7·38)	.	.	.
Jungbrunnen in 120 m Tiefe .....	7·15	9·10	9·60	0·04

Zur Zeit der Schneeschmelze bricht aus einem seitlichen Spelloche ein kürzere Zeit fließendes Bächlein in den Schacht herein (Sturzquelle), überstaut den Jungbrunnen und füllt den Schacht oft 15—20 m hoch mit Wasser an.

Auch hier zeigen die Messungen, daß das Wasser, welches die Klüfte des Wettersteinkalkes der Villacher Alpe führen, verhältnismäßig weich ist. Es enthält um so weniger kohlensäure Salze, je schwächer der Firstentropf ist; die stärkere Verdunstung macht sich geltend. Auch die Zunahme der Wassermenge bei der Schneeschmelze verdünnt die Lösungen (Vergleich der Werte Herbst 1935 und 1936).



### Umgebung von Warmbad Villach. Vorübergehende Härte von Quellwässern, welche aus Kalkhaldenschutt entspringen.

(Scheinschuttquellen.)

Ort des Austrittes	Tag der Probeentnahme	
	1935 7. 7. u. 9. 9.	1936 14. 4.
Unterschütt, westlichstes Häuschen . . . . .	.	9·10
Oberschütt, Wiesentälchen . . . . .	.	10·90
Oberschütt, Wald, 620 m Seehöhe . . . . .	.	10·95
Federaun West . . . . .	9·10	8·70
Federaun West . . . . .	8·70	9·00
Federaun West . . . . .	10·05	11·40
Federaun a. d. Straße . . . . .	12·05	12·80
Federaun West . . . . .	8·60	8·05
Heiligengeist, Kaltenbrunn . . . . .	12·45	.

äußert; in gleichem Sinne ist die Übersicht 4 zu deuten. Bei den Quellen aus Fels sinkt die Härte fast ausnahmslos mit der Wärme; die Sommerhärte ist daher höher als die Winterhärte. Die Scheinschuttquellen verhalten sich z. T. abweichend.

Im großen und ganzen kann man feststellen, daß die Härte der Kaltquellen aus Kalken und Dolomiten der Umgebung von Villach nur etwa halb so groß ist, als die entsprechenden Werte der wärmeren Heilquellen. Man kann förmlich aus den Härtewerten der Warmquellen den Anteil der Beimischung von Wildwasser abschätzen.

Quellen, deren Einzugsgebiet in Moränenmassen liegt und die aus ihnen dort entspringen, wo undurchlässige Ausbildungsarten der Moräne oder eingeschaltete Bändertone etwas wasserwegigere Abarten der Moräne unterlagern, schütten meist nur wenig Wasser; da ihr Sammelgebiet sehr häufig seicht liegt, sind sie in der Regel im Sommer warm (bis zu 14·7° C) und im Frühjahr sehr kalt; ihr Härtewert liegt höher als jener der Braugesteins-Felsbrünneln. Die Übersicht 7 zeigt nur einen kleinen Ausschnitt aus den Beobachtungen; aus Raummangel müssen Hunderte von anderen Messungen an Quellen überhaupt wegbleiben.

Auch die Austritte aus eiszeitlichen Sanden, Schottern und Nagelfluhen zeigen höhere Werte als jene der Braugesteinsfelsenmassen; aber auch ihre höchsten Beträge ( $H_v = 13·40-14·80$ ,  $H_g = 14·80-15·95$ ) bleiben noch erheblich hinter den Härtewerten der eigentlichen Heilquellen zurück; deren besondere Herkunft kann also u. a. auch aus den Härtewerten abgeleitet werden. Bei der Quellgruppe *a* der Übersicht 8 treten die jahreszeitlichen Schwankungen der Härtewerte ganz besonders deutlich hervor; die Frühjahrshärte liegt oft um 1–3° unter dem Werte der Herbsthärte.

Die Quellen aus dem Sattnitzkonglomerate des Tabors schütten sehr wenig hartes bis fast weiches Wasser; nur dann, wenn dieses in Brunnen-schächten länger steht, wird es härter, wie man dies auch von anderen Wässern her weiß. Eine eigenartige Stellung nehmen die Quellen am Schwarzkogel

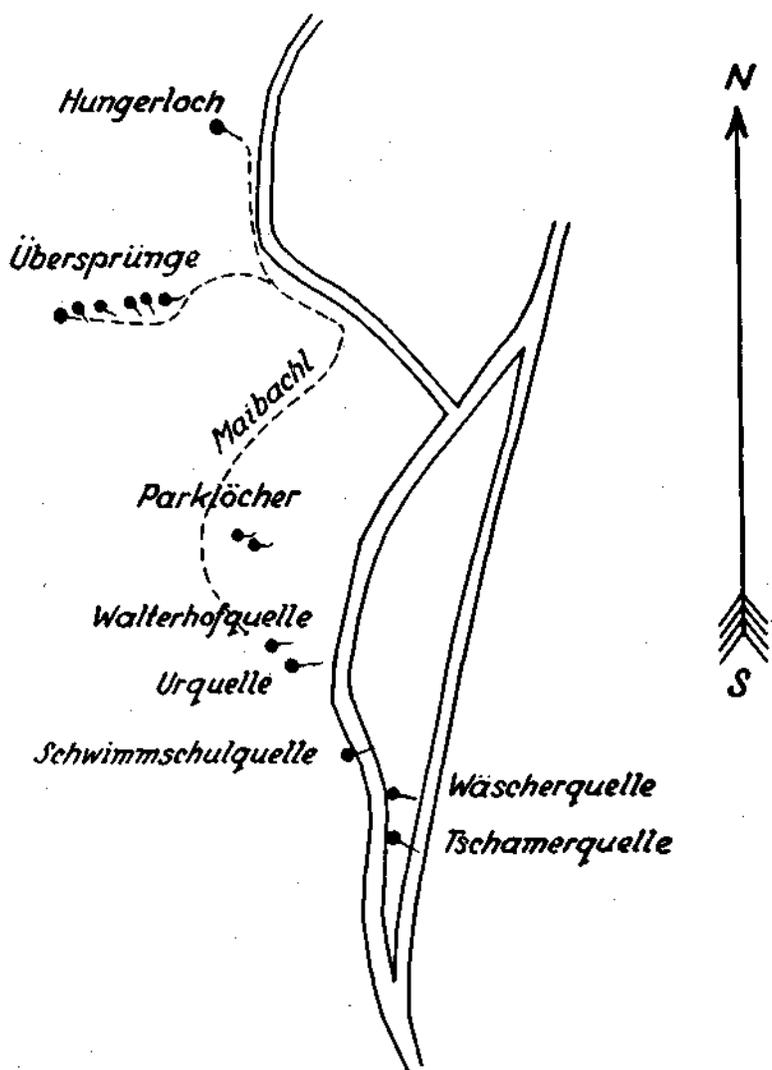


Abb. 4. Lage der wichtigeren Warmquellenaustritte bei Bad Villach.

nördlich von Faak ein (Übersicht 8, e); sie sind etwas härter als die Sattnitzkonglomeratwässer und gleichen sich dadurch mehr den Wässern aus Eiszeit-schottern westlich der Gail an; östlich des Gaildurchbruches aber haben wieder die Quellen nördlich von Müllnern Härtewerte, welche mit jenen der Sattnitzkonglomeratriesel aufs schönste übereinstimmen.

#### b) Die Warmquellen.

Hinsichtlich der Warmquellen beschränke ich mich auf Schilderungen, welche in Strouhals umfangreicher Arbeit (1934) noch nicht enthalten sind; das Kärtchen gibt einen Einblick in die Lage der Warmquellen (Abb. 4).

**Wärmewerte der**  
(Entspringen aus

Zeitpunkt der Messung	C° des Quell-						
	1	2	3	4o	4u	5	6
1925 22. 7. ....	10·1	10·1	.	.	.	aus Fels	.
1925 23. 7. ....	.	.	8·8	.	.	.	.
1925 1. 8. ....	.	.	.	.	.	.	.
1925 3. 8. ....	.	.	8·3	.	.	.	.
1928 24. 9. ....	.	.	7·5	.	.	.	.
1928 1. 10. ....	9·0	.	.	.	.	.	.
1933 2. 11. ....	.	.	.	.	.	.	.
1933 6. 9. 16 Uhr .....	.	.	7·7	8·1	.	.	.
1933 12. 9. 1/2 10 " .....	9·4	9·3	7·65	.	.	8·05	.
1933 12. 9. 17 " .....	.	9·3	.	.	.	.	.
1933 13. 9. 18 " .....	9·55	9·4	7·62	7·48	7·66	8·06	7·82
1933 17. 9. 9 " .....	9·38	9·3	.	.	.	.	.
1933 19. 9. 10 " .....	9·32	9·3	7·56	7·45	7·62	7·94	7·65
1933 24. 9. ....	9·00	7·75	7·75	7·92	.	8·92	7·68
1935 30. 8. ....	.	.	7·60	8·3	7·7	9·1	t
1935 4. 9. ....	.	.	7·60	7·85	7·8	8·55	tt
1935 17. 9. 1/2 18 Uhr .....	.	.	7·6	9·05	8·1	8·3	t
1935 4. 11. 15 " .....	.	.	7·7	7·7	7·7	7·6	t
1936 4. 4. 16 " .....	.	.	7·42	7·59	7·52	7·23	7·23
1936 7. 4. 1/2 18 " .....	.	.	7·32	7·24	7·35	7·20	7·29
1936 8. 4. 17 " .....	.	.	7·36	7·41	7·34	7·21	7·23
1936 10. 4. 16 " .....	.	.	.	7·77	7·45	7·21	7·22
1936 14. 4. 17 " .....	.	.	7·56	7·56	7·50	7·21	7·27
Wärmeschwankungen in der Beobachtungszeit .....	1·1	2·35	1·48	1·81	0·76	1·90	0·60

t = trocken; tt = versiegt.

**Härtewerte der Kaltquell-**

Bezeichnung der Quelle	vorübergehende Härte am							bleibende	
	4. 9.	17. 9.	2. 11.	4. 11.	4. 4.	7. 4.	10. 4.	4. 9.	17. 9.
3 .....	9·60	9·60	.	9·60	8·60	.	.	0·40	0·50
4 oben .....	9·3	9·7	.	9·60	.	.	.	1·1	0·60
4 unten .....	9·4	9·35	.	9·65	.	.	.	0·5	0·75
5 oben .....	.	.	.	9·60	9·05	.	.	.	.
5 unten .....	9·45	9·6	.	.	.	.	.	0·5	0·9
6 .....	.	.	.	.	9·25	.	.	.	.
9 .....	10·25	10·35	9·85	.	9·80	.	9·20	0·75	0·65
10 m .....	9·4	9·4	.	.	9·00	.	.	0·8	0·8
11 .....	9·3	9·55	.	9·65	9·20	8·80	8·85	.	.
12 w .....	.	.	.	9·60	.	.	.	.	.
14 .....	.	.	.	9·90	.	8·70	.	.	.
15 .....	.	.	9·60	.	.	.	.	.	.

Die Schwankungen der Härtewerte der einzelnen Quellen im Laufe der Jahres- erklärt manche eigenartige Beziehung zwischen Wärme und Härte in den Warm-

**Kaltbachquellen.**

Wettersteinkalk.)

**Übersicht 5.**

ortes										
7	9	10 m	10 u	11	12 w	12 m	12 o	13	14	15
.	9-1	.	.	aus Fels	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7-8
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6-9
7-7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6-95
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7-1
.	8-30	.	.	7-7	.	.	.	.	.	.
.	8-30	.	7-6	.	.	.	.	.	.	.
.	8-35	8-02	.	7-75	.	.	.	.	.	.
.	8-35	7-92	.	7-92	.	.	.	.	.	.
.	7-65	8-30	.	7-8	7-83	7-73	7-86	9-95	7-54	.
.	9-0	8-25	.	7-8	tt	tt	tt	tt	tt	.
.	8-6	8-3	.	7-3	tt	tt	tt	tt	tt	.
.	7-74	7-43	.	7-7	7-7	7-7	7-7	tt	7-55	.
.	6-66	7-34	.	7-15	.	.	.	.	.	.
.	.	7-36	.	7-12	.	.	.	.	.	.
.	6-71	7-42	.	7-12	7-42	7-39	7-42	.	7-04	.
.	.	.	.	7-44	7-44	7-42	7-48	.	7-06	.
.	.	.	.	7-64	7-64	5-92	.	.	7-21	.
.	2-44	0-96	.	0-68	0-41	0-34	1-44	.	0-51	0-9

**Gruppe (1935 und 1936).****Übersicht 6.**

Härte am				Gesamthärte am					
2. 11.	4. 11.	4. 4.	7. 4.	7. 9.	17. 9.	2. 11.	4. 11.	4. 4.	7. 4.
.	1-50	1-90	.	10-0	10-10	.	11-10	10-50	.
.	1-50	.	.	11-4	10-30	.	11-10	.	.
.	1-55	.	.	9-9	10-10	.	11-10	.	.
.	1-50	0-95	.	.	.	.	11-10	10-00	.
.	.	1-60	.	9-95	10-50	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	9-25	.
2-60	.	.	.	11-00	11-00	12-45	.	10-90	.
.	.	0-75	.	.	.	.	.	9-75	.
.	0-55	1-00	0-65	10-2	10-2	.	10-2	10-20	9-45
.	0-8	.	0-70	.	.	.	10-4	.	9-40
.	1-15	.	.	.	.	.	11-05	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

zeiten und die Unterschiede in der Härte des Wassers der einzelnen Austritte quellen, welche Mischwasser führen. Regen vermindert die Härte der Kaltquellen.

### Vorübergehende Härte (D. H.) von Wässern, welche aus Moränen entspringen.

(9. 9. 1935 n. m.)

Örtlichkeit	C°	ph	H <sub>v</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>g</sub>	l/sec
Hundsmoarhof West, unweit Punkt 1002 .....	8·6	7·5	12·20	0	12·20	
Hundsmoarhof Hausbrünnl .....	11·9		15·50	0·50	16·00	0·009
Jocklbauernwiese, Viehtränke .....	10·6	7·55	12·15	0·65	12·80	0·16
Hundsmoarhof Ost, Quelle beim Jagd- hause .....	12·7	7·5	12·05	1·25	13·30	0·006

#### Die Urquellen.

Zahlreiche warme „Urquellen“ und einige kalte Zuflüsse speisen das gedeckte Schwimmbecken. Seine vollständige Entleerung am 29. November 1927 bot Gelegenheit zur genaueren Besichtigung seines Untergrundes und ermöglichte die Feststellung und Messung der einzelnen Austritte.

Von der Auskleidezelle 3 erstreckt sich eine länglichrunde Platte einer jungen Nagelfluh in schräger Richtung bis gegen die Zellen 17 und 18 hin; die Felsplatte stößt nirgends unmittelbar an die Grundmauern der Badeanlage, sondern grenzt seitlich an lose Schotter; sie bildet eine Linse. Die kräftigsten Warmwasserzutritte finden in der Südwestecke des Beckens zwischen den Zellen 21 und 24, bzw. im Winkel gegen die Zuschauerhalle zu statt. Das Warmwasser quillt hier, zahllose Gasblasen ausstoßend, kräftig aus dem Schotter empor; Nachgrabungen und Versuche mit Eisenstangen ließen nirgends Kalkfels in der erreichbaren Tiefe von etwa 1½ m unter Beckensohle erkennen.

Das wärmste Wasser quillt aus einem Loche knapp südlich von Zelle 17 empor (28·3—28·5° C); der Riesel ist vergleichsweise schwach, gleich dem Austritte zwischen 18 und 1 mit 28·2—28·3° C Wärme am 29. November 1927. Die Quelladern zwischen 22 und 23, welche das meiste Wasser schütten (etwa drei Viertel des ganzen Zuflusses) maßen 28·2—28·3° C; ungefähr gleich warmes Wasser steigt zwischen Zelle 23 und 24 empor. Es wurden weiters am selben Tage folgende schwächere Austritte gemessen:

° C

Zwischen Zelle 21 und 22 .....	28·1
zwischen Zelle 20 und 21 .....	25·2—25·3
unweit Zelle 21 .....	27·7—27·8 (Auftrieb von Sand)
bei Zelle 20 .....	27·8
zwischen Zelle 19 und 20 .....	26·6
knapp nördlich 17 (Loch) .....	28·1
2 m westlich von 12 .....	22·6
4 m südlich von 12 und 3 m westlich von 8 .....	26·6
unmittelbar bei 8 .....	24·2
in der Ecke zwischen 10 und 11 .....	15·9

° C

zwischen 7 und 8 .....	25.6—25.8
ungefähr in der Mitte des Beckens .....	27.5—27.7
bei Zelle 4 und 5 .....	27.0

Aus den Messungen geht hervor, daß hauptsächlich in der NO-Ecke des Beckens kaltes Grundwasser zudrängt; schwache Beimischungen von Wildwasser beobachtet man auch in der Gegend der Zelle 21 und 20; sie liegen zwischen den zwei Warmwasserströmen mit den Kernen bei Zelle 18 und 23. Die Verteilung von Warmwasser und Mischwasser spricht gegen ein Aufquellen des Heilwassers längs einer NNW—SSO-Spalte; sie läßt sich eher mit einer Fließrichtung von WNW gegen OSO oder von W gegen O vereinbaren, wobei naturgemäß Auftrieb und Wärme gegen O nachlassen. Durch Abdämmung der kühleren Zuflüsse ließe sich die Wärme des Wassers im nordöstlichen Teile des Beckens um einen geringen Betrag steigern.

Nach einer gütigen Mitteilung des Herrn Hofrates Neuscheller bestimmte Sir Humphry Davy am 6. Juni 1819 die Wärme des Wassers im gedeckten Becken zu 84° F, d. s. 28.9° C. Ich selbst maß am 24. September 1933 nach stärkeren Regengüssen, welche die Übersprünge einschließlich des Hungerloches zum Speien brachten, 28.8° C. Am 10. Oktober 1933 sollen, wie mir berichtet wurde, nach einem heftigen Regen alle Quellen vom Hungerloche herab bis zur Schwimmschulquelle „braun“ geflossen sein; erst nach etwa acht Tagen klärte sich das Wasser wieder; Leute, welche sich auf dem Bürger Boden befanden, wollen kurz vor der Trübung des Wassers ein kräftiges, donnerartiges Rollen im Bergleibe gehört haben. Der Einsturz eines unterirdischen Hohlraumes, den das Warmwasser durchfließt, würde Geräusch und Trübung ohne weiteres erklären. Jedenfalls liefert die gleichzeitige Trübung aller Quellen einen weiteren Beweis für die Annahme, daß sämtliche Warmquellen aus einer und derselben Ader stammen, deren Endverastelungen sie darstellen. Die Beobachtungen vom Oktober 1933 sprechen auch sehr dafür, daß das Warmwasser von der Gegend des Bürger Bodens her in einer Art Höhlenschlauch fließt und dann erst sich in viele Arme spaltet, welche je nach der Höhe ihrer Endigungen Freifließer oder Waller entsenden.

Wie bei allen Warmquellen des betrachteten Gebietes steigert die Zunahme der Wasserwärme im gedeckten Becken die Härte des Wassers. Dabei ergibt sich zeitlich eine bemerkenswerte Streuung, deren Gesetzmäßigkeit noch nicht erkannt werden konnte.

Die Urquellen haben im allgemeinen niedrige Wärme, wenn der Grundwasserstand tief liegt; auch ihre Schüttung geht stark zurück; so maß man z. B. am 3. März 1929 nur 11.4 l/sec bei 27.7—28° C Wärme; damit wurde der tiefste, mir bekannt gewordene Betrag der Schüttung erreicht. Ein zweiter Niederwert trat mit 27 l/sec anfangs Oktober 1929 ein, ein anderer im Juli 1930 mit 32.8 l/sec. Scheitel erzeugen die Frühjahrschmelzwässer (115 l/sec und 23.8° C am 28. April 1929) und die der Gegend eigentümlichen, starken Herbstniederschläge (z. B. 78 l/sec 1930).

Wenn also Niederschläge den Grundwasserspiegel der Talaue heben und die Klüfte und sonstigen Wasserwege des Gebirges vollfüllen, dann steigt die Wasserspende der Urquellen und auch ihre Wärme; im Sommer und Herbst ist dieses Verhalten am deutlichsten feststellbar, geringer waren

## Beobachtungen an Quellen, welche aus eiszeitlichen

Örtlichkeit (Nummer der Quelle)	Deutsche Härtegrade		
	<i>v</i>	<i>d</i>	<i>g</i>
<b>a) In der Umgebung</b>			
Quelle oberhalb der alten Straße unweit der Wäscherquelle.....	9·50—11·50	0·95—2·20	12·00—13·20
Schottergrube südlich Warmbad.....	5·60— 5·90	0·35—0·36	6·10— 6·16
Wechselwiesenquelle.....	12·25—15·00	1·1 —1·25	13·50—14·60
St. Georgen, 78.....	12 60	2·30	14·90
Goritschach, 92.....	9·80	1·20	11·00
Goritschach, 93.....	8·10	0·80	8·90
Goritschach, 94.....	9·30	0·90	10·20
Heiligengeist, 65.....	10·70—11·55	0·35	11·90
" 67.....	10·70	.	.
" 68.....	11·90	.	.
Judendorf, Fußsteig nach Mölttschach..	10·95	0·45	11·40
Judendorf laufender Brunnen.....	13·44—14·80	1·86—1·15	14·80—15·95
" a.....	11·60	1·20	12·80
" b.....	11·40	1·50	12·90
" c.....	11·00	1·50	12·50
" d.....	11·10	1·30	12·40
" e.....	10·10	0·40	10·50
St. Martin, 74.....	13·55	0·65	14·20
Mölttschach, Überlauf der Wasserleitung.	13·60—13·80	0·7—1·80	14·50—15·40
<b>b) In der weiteren Um-</b>			
Müllnern Nord, Quelle 45.....	9·40—9·60	0·25—0·60	9·85—10·00
" " " 46.....	9·20—9·50	0·40—9·50	9·60—11·00
" " " 55.....	9·65—9·85	0·3 —0·6	10·15—10·25
" " " 97.....	9·30	0·20	9·50
" " südliche Quelle.....	9·80	1·00	10·80
<b>c) Am Tabor (Sattnitz-</b>			
Tabor Westhang, Rinnele.....	9·65	1·35	11·00
" ".....	9·50	1·40	9·95
" " 63, Brunnenschacht..	11·70	0·30	12·00
Faak, Überlauf der Wasserleitung Hinterholzer.....	9·62—12·40	0·53—0·60	10·15—13·00
Faak, Quelle.....	11·72—15·00	2·2—2·28	14·00—17·00

## Lockermassen und aus Nagelfluh entspringen.

C°	$l/sec$	$ph$	Anmerkung
<b>von Warmbad</b>			
7·2 —14·60	0·0038—0·076	7·65—7·7	
10·55—17·60	0—0·105	7·6 —7·7	nur zeitweise fließend
10·60—14·90	0·0096—0·14	8·0	
12·5	$\frac{1}{10}$	.	einmalige Messung
6·24—14·5	0·4—1	.	einmalige Härtebestimmung
6·28	$\frac{1}{10}$	.	einmalige Messung
7·02	$\frac{1}{10}$	.	desgleichen
6·72—8·88	$\frac{1}{2}$	7·55—7·60	
6·52—8·80	2	7·55	
6·80—9·20	$\frac{1}{100}$ — $1\frac{1}{2}$	.	
13·80	0·005	.	einmalige Messung
7·45—12·2	0·15—0·61	7·55	1936 5. 4.
8·84	$\frac{1}{10}$	7·5	
7·12—12·2	0·09	7·5	
5·94	.	.	1936 5. 4.
7·58	.	.	1936 5. 4.
8·11	0·0013	.	1936 5. 4.
7·0 —11·1	0·7	7·6	1936 5. 4.
8·74—11·4	2—3	7·5	1935 11. 9.
<b>gebung von Warmbad</b>			
7·94—9·70	0·12—0·15	7·55	
7·81—10·00	$\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{2}$	7·6—7·7	
7·55—7·65	$\frac{1}{2}$ —3	.	
7·68	$\frac{1}{4}$	7·7	einmalige Beobachtung
8·32	1	7·65	desgleichen
<b>konglomerat) und bei Faak</b>			
8·3—10·00	0·078—0·142	7·55	
8·3—10·6	$\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$	7·50	
14·10	.	.	1935 8. 9.
5·6—12·9	$\frac{1}{10}$ —1·35	7·5	
6·17—9·3	.	7·7	

## Analysen der Urquelle.

	In 10.000 Teilen Wasser nach			
	J. Mitteregger 1882		L. Moser Oktober 1928	
Abdampfrückstand in 10.000 Teilen Wasser..		3·800	5·500	(gelöste Be- standteile)
Dichte .....		1·0005	1·0012	(bei 17·5° C be- zogen auf Wasser von 17·5° C)
Cl .....		0·071	0·0403	
SO <sub>3</sub> .....	(0·488)	0·412 SO <sub>4</sub>	0·1625	0·1625
SiO <sub>3</sub> .....	(0·013)	0·010 H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0·1319	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0·01458		0·0058	0·0014
FeO <sub>3</sub> .....		0·055	Spur	Spur
CaO .....	1·156	1·610	1·4502	1·0367
MgO .....	0·1514	0·250	0·252	0·1521
Na <sub>2</sub> O .....	0·023	0·062	0·1768	0·0656
K <sub>2</sub> O .....			0·0935	0·0388
HPO <sub>4</sub> .....			0·0004	0·0004
HCO <sub>3</sub> .....			3·884	3·884
Sr-Ionen .....			Spur	Spur
Li-Ionen .....			0·00003	0·00003
Organische Stoffe .....			0·004	
CO <sub>2</sub> im ganzen .....		4·061		
CO <sub>2</sub> gebunden an CaO und Mg .....		1·310		
CO <sub>2</sub> halbgebunden .....		1·310		
CO <sub>2</sub> frei .....	0·439	1·441	0·0231	
Deutsche Härtegrade .....		19·60	18·00	

diese Unterschiede zu Ostern 1936. Die Ursache des Steigens der Wärme mit der Wassermenge ist wohl leicht zu erklären. Bei niedrigem Grundwasserspiegel münden viele Warmwasserschläuche der Urquellen frei oder unter geringem Drucke ins Grundwasser; steigendes Grundwasser verschließt mit seinem Gegendrucke gar manche Austrittspunkte des Warmwassers, das nunmehr zurückgestaut wird, die Übersprünge speist, und in der Mitte seines Wegstreifens unter erhöhtem Drucke und reiner emporquillt, während gegen die Ränder des Wegstreifens zu eine stärkere Mischung mit Wildwasser eintritt. Da im Frühjahre der Grundwasserspiegel nicht so hoch steht als im Sommer und Herbste, ist die Wärmehöhung durch heftige Niederschläge zu Ostern 1936 nicht so kräftig gewesen wie zu anderen Jahreszeiten. Die geschilderte Wärme-Mengen-Beziehung ist nur den Urquellen, der Walterhofquelle und wenigen, mittig gelegenen Übersprüngen eigen.

Nach den bisherigen Beobachtungen schwankt die vorübergehende Härte zwischen 16·80 und 19·60 D. H., die Gesamthärte zwischen 17·35 und 22·80 D. H.

Das Wasser der Urquelle wurde zweimal eingehender chemisch untersucht: im Jahre 1882 von J. Mitteregger und anfangs 1929 von L. Moser. Die vorstehende Übersicht 9 gibt die Ergebnisse wieder. Vergleicht man sie, so ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede neben auffallenden Übereinstimmungen.



Nahezu gleich sind die Werte für Magnesiumionen und für die Gesamtkohlensäure. Einigermassen verschieden ist die Härte (18 D. H. anfangs Oktober 1928, gegenüber 19.60 im Jahre 1882); dies überrascht jedoch nicht weiter, weil die Untersuchungen gezeigt haben, daß die Härte des Badewassers im Laufe der Jahreszeiten schwankt. Berücksichtigt man diese Tatsache, dann wird man es erklärlich finden, daß die neue Analyse etwas weniger Kalk gefunden hat als die alte.

Aufzuklären wären die nennenswerten Unterschiede in der Dichte (1.0005 gegen 1.0012), im Gehalt an Chlor ( $-0.0307$ ), Schwefelsäure ( $-0.32$ ; ungefähr!), Kieselsäure ( $-0.1$ ; ungefähr!), Aluminium ( $-0.0131$ ) und Alkalien ( $+0.2$ ; ungefähr!); da man kaum berechtigt ist, Analysenfehler anzunehmen, muß man wohl an eine Änderung der chemischen Zusammensetzung der Urquelle während der Zwischenzeit von 46 Jahren denken oder an jahreszeitlich-wetterkundliche Schwankungen entsprechend den ganz verschiedenen Zeitpunkten der Probenahme.

#### Die Tschamerquelle.

Die südlichste Quelle, welche den sogenannten „Warmen Tümpel“ (Strouhal, 1934) speist, sei zu Ehren des um die Erforschung der Heilquellen hochverdienten Ehepaares Tschamer (Dr. A. und Frau G. Tschamer) Tschamerquelle genannt. Sie wurde anlässlich der Straßenumlegung im Jahre 1935 neu gefaßt und entsteht aus der Vereinigung eines wärmeren und eines kälteren Quellastes. Sie schüttet etwa  $5-12$  l/sec von  $20.6-25.7^{\circ}$  C Wärme, um  $7.5$  Hp und  $13.40-17.45$  D. H. Mit der Zunahme der Schüttung geht Hand in Hand eine Abnahme der Wärme und eine Herabminderung der Härte. Die Beziehungen zwischen Wärmegrad und Härte in der Zeit zwischen Anfang und 20. April 1936 geht aus Zeichnung 9 hervor. Es gewinnt fast den Anschein, als ob der Wärmegrad die Beimischung von Kaltwasser noch schärfer zum Ausdruck brächte, als der Härtewert; es wurde absichtlich nur die vorübergehende Härte benützt, weil diese sich genauer bestimmen läßt als die Gesamthärte. Auch über längere Zeiterstreckung hin lassen sich enge Wechselbeziehungen zwischen Wärmegrad und Härte verfolgen (Schaubild 10); die Streuungen entstehen hauptsächlich dadurch, daß die Wärme des kalten Zuflusses mit der Jahreszeit sich nennenswerter ändert, als die Härte. In der Menge des warmen Zustromes dürften größere Schwankungen nicht eintreten; nur der kalte Ast unterliegt derartigen Änderungen in hohem Maße.

#### Die Wäscherquelle.

Die Wäscherquelle entspringt etwas östlich der Tschamerquelle aus Wettersteinkalk; ihren Mund bildet derzeit der Durchlaß der alten Straße.  $H_v = 15.90-17.65$ ,  $H_g = 17.75-19.40$ ,  $pH = 7-8$ ,  $25.3-27.10^{\circ}$  C. Sie schüttet im Mittel etwa  $24$  l/sec; ein Hochwert wurde am 5. November 1929 gemessen:  $50.5$  l/sec bei  $26.4^{\circ}$  C Wärme. Die Warmheit sinkt mit dem Steigen der Wasserspende.

#### Die Schwimmschulquelle.

Die zwischen Wäscher- und Urquelle in einem Schachte gefaßte Schwimmschulquelle besitzt  $25.42-27.30^{\circ}$  C Wärme.  $H_v = 15.80-17.85$ ,  $H_g = 16.90-19.50$ ,  $pH = 7.3-7.9$ . Mosers Analyse hat Strouhal (1934) aus-

fürlich wiedergegeben. Niederwert der Schüttung: 23.2 l/sec am 7. März 1929 bei 27.0° C Wärme, Hochwert am 5. November 1929 mit 52.5 l/sec und 26.4° C Wärme. Abnahme der Spende erhöht die Warmheit.

Die Straßenquelle und einige, nur zeitweise fließende, warme Riesel.

Bergseits der Fahrbahn der alten Straße, wie sie zu Anfang des 19. Jahrhunderts bestand, quillt zwischen der Wäscher- und der Tschamerquelle ein dünner Riesel aus den Eiszeitschottern an der Stelle aus, wo sie den liegenden Wettersteinkalken auflagern. Die Wärme des Riesels schwankt wegen der geringen Schüttung (0.0038—0.076 l/sec; Schwankungsziffer 20) sehr stark, nämlich zwischen 7.2 und 14.6° C;  $pH = 7.65-7.7$ ; vorübergehende Härte 9.50—11.50 D. H. Sowohl die vorübergehende wie auch die Gesamthärte steigen mit zunehmender Wärme, wie Schaubild 6 auf den ersten Blick zeigt;

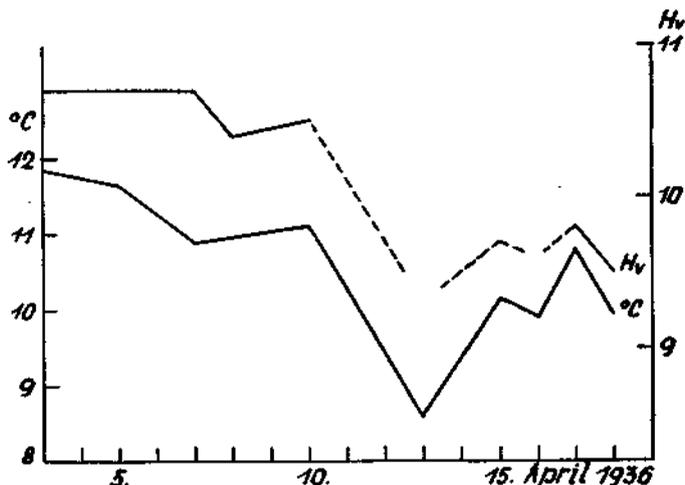


Abb. 6. Wärmegang und Schwankung der vorübergehenden Härte der kalten Quelle zwischen Tschamer- und Schwimmschulquelle.

wenn die Beziehungen zwischen Wärme und Härte hier etwa weniger innig erscheinen, so kann man dies darauf zurückführen, daß die starken Schüttungsschwankungen störend einwirken. Trotz der Nähe der Warmquellen muß man den Riesel noch als kalt bezeichnen; er wird hier zum Vergleiche mit dem Verhalten der Warmquellen angeführt.

Bei sehr starker Einsickerung von Wasser in die Erde, wie dies zu Ostern 1936 der Fall war, quillt auch unter dem Tore der Scheune (a) gegenüber dem Karawankenhofe und 4 m weiter südlich unter der straßenseitigen Längsmauer (b) des Schuppens Mischwasser empor. Es wurde gemessen am:

	° C	$H_v$	$H_a$	$H_g$
17. April 1936, um 8 Uhr	21.9	14.80	1.60	16.40
	(17.3)			
18. „ 1936, „ 8 „	22.8			
	(18.2)			
20. „ 1936, „ 8 „	24.4			

Die eingeklammerten Werte beziehen sich auf den Austritt b.

Sehr beträchtliche Mengen von Warmwasser mögen sich untermags in das Grundwasser ergießen. Hemmt die Zunahme des Kaltwassers diese Austritte, dann verlegen sie sich über Tag, wie z. B. die vorerwähnten Scheunenriesel oder die später aufzuzählenden Übersprünge. Von den obertägig auf kürzere Zeit erscheinenden Warmrieseln sei einer erwähnt, welcher zu Ostern 1936 aus einem Mausloche auf der Straßenböschung zwischen Schwimmschul- und Wäscherquelle hervorbrach;  $23.70-24.00^{\circ}\text{C}$ ,  $\frac{1}{4}-\frac{1}{2}\text{l/sec}$ ,  $H_v = 15.70$  bis  $16.50$ ,  $H_p = 17.40$ .

### Die Walterhofquelle.

Die Walterhofquelle, welche im Jahre 1928 gefaßt wurde, erscheint als erster unter den Übersprünge und hört nicht eher zu fließen auf, bis nicht

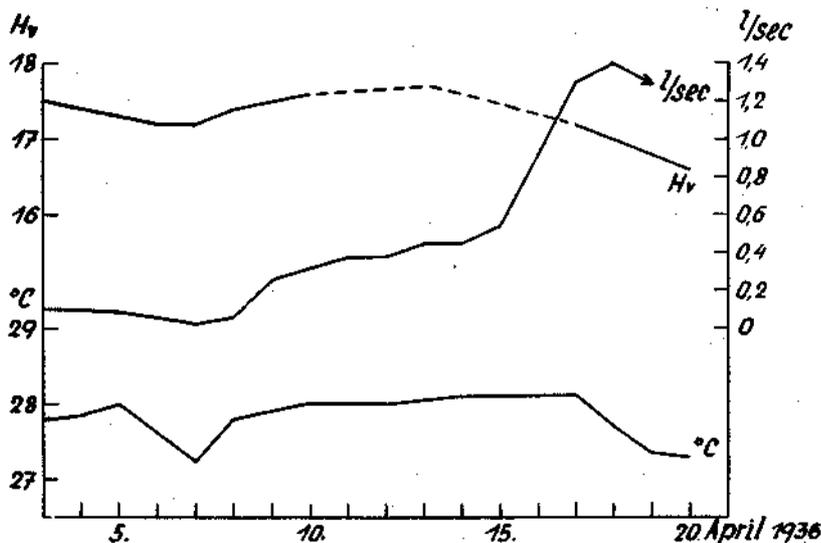


Abb. 7. Walterhofquelle. Beziehungen zwischen Schüttung, Warmheit und vorübergehender Härte zu Ostern 1936.

der letzte Übersprung beim Steinbruche oben die Schüttung eingestellt hat. Im übrigen zeigt sie ähnliches Verhalten wie die Urquellen; ihre Schüttung steigt mit den Niederschlägen und damit wächst auch ihre Warmheit und ihre Härte; die Wärmezunahme ist auch hier im Frühjahr verhältnismäßig geringer als im Sommer und Herbst. Die bisher gemessenen Schwankungen betragen:

Vorübergehende Härte in D. H. ....	16.60—19.10
Gesamthärte in D. H. ....	17.70—21.90
Wärme in °C ....	27.20—28.8°—29.2° C
Schüttung ....	0—2.17 l/sec
Wasserstoffionenziffer ....	7.4 —7.55

## Radiumwirksamkeiten. Nach Stefan Meyer (1929).

	Mache-Ein- heiten im Liter	Emanations- gehalt
1. Gasperlen der Urquelle nahe den Zellen 23 und 24	5·2	19
2. Wasser der Urquelle an derselben Stelle	1·4	5·1
3. Luft über dem Wasserspiegel	0·026	0·095
4. Übersprung aus Felsspalte	1·26	4·6
5. Waller aus Schutt knapp vor 4	0·92	3·3
6. Schwimmschulquelle Wasser	1·69	6·15
"                    Gas	7·00	25·5
7. Wäscherquelle	1·71	6·22

Der Emanationsgehalt nimmt also von den Übersprüngen über die Urquelle und die Schwimmschul- zur Wäscherquelle ständig zu. Da in der gleichen Richtung die Härtewerte abnehmen, welche man als Maßstab für die Beimischung von Wildwasser ansehen darf, möchte man schließen, daß auch die Zunahme der Emanation ein Leitwert für die Vermehrung des Kaltwassergehaltes sei.

Tripold fand im Jahre 1908 etwas abweichende, der Größenordnung nach aber gut übereinstimmende Werte; ich setze sie hier ein:

	Mache-Einheiten im Liter
Urquelle	2
Wäscherquelle (?)	2·3
Schwimmschulquelle	0·8
Kaltes Leitungswasser	1·4

Weitere Schlüsse wage ich aus diesen Befunden nicht abzuleiten; ich mache aber auf den verhältnismäßig hohen Emanationsgehalt des aus kalkhaltigen Gesteinen stammenden Leitungswassers aufmerksam.

## Die Parklöcher.

Das wärmere der Parklöcher, 1, bildet eine rundliche, 25 cm tiefe Einmündung im Rasen des Parkes. Seine Wärme sinkt im allgemeinen mit der abnehmenden Schüttung, die sich ihrerseits durch schwächeres Aufwallen zu erkennen gibt; der größeren Wärme entspricht auch eine größere Härte des Wassers gegenüber den etwas weiter westlich liegenden Austritten 2 a und 2 b. Im Becken selbst sammelt sich naturgemäß das abgekühlte Wasser am Grunde an; ich maß hier am 5. November 1935 nur 21·4° C gegen 23·3° C an der Oberfläche. Im Parkloch 1 erscheint das Warmwasser früher und schüttet länger als in den westlichen Löchern.

Bei schwacher Schüttung ist die Warmheit des Wassers der Parklöcher stark von der Luftwärme abhängig und schwankt mit ihr im Laufe des Tages. Die wenigen bisherigen Beobachtungen lieferten bei Parkloch 1 (Ost):

Vorübergehende Härte	13·60—17·80	D. H.
Gesamthärte	14·50—21·20	„ „
Wärme	20·0 —24·2° C	

Wasserstoffionenziffer um 7·9

### Die Übersprünge im Steinbruchgraben.

Die Übersprünge im Steinbruchgraben erscheinen im allgemeinen nach der Höhenlage ihres Quellmundes und verschwinden in umgekehrter Reihenfolge. Die aufwallenden lassen die reichliche Führung von Luftblasen erkennen. Die Quellen bilden eine rund 140 m lange Reihe; viele von ihnen treten aus NNW—SSO-Klüften des Wettersteinkalkes zutage.

Der Übersprung 1 spie in früheren Jahren stark gemischtes Wasser. In letzter Zeit hat er drei getrennte Riesel entwickelt, die zu Zeiten der Hochfüllung wallerähnlich emporprudeln. Die inneren Quelladern (1 a und 1 c) sind warm, der äußere (1 b) lau. Der Wärmegang ist bei den inneren Rieseln umgekehrt wie beim äußeren (Abb. 11); bei Ader 1 a und 1 c steigt anfangs die Wärme mit der Schüttung; später, wenn viel kaltes Wasser zudringt und das Felsloch 1 b den Zustrom nicht mehr allein fassen kann, entspricht

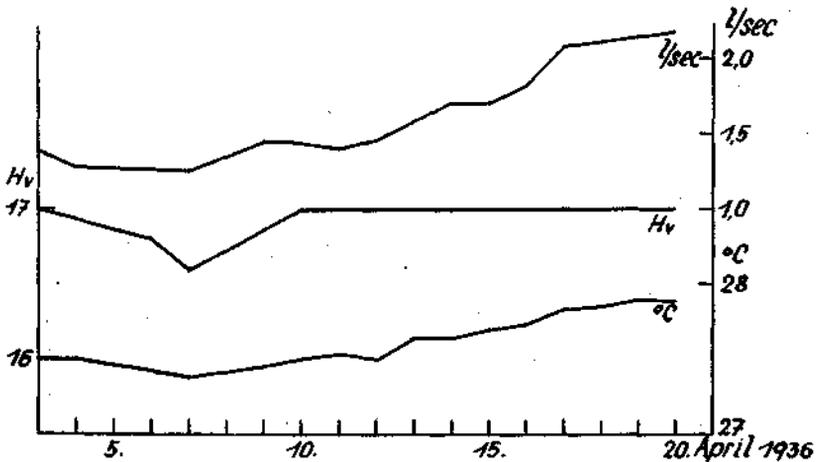


Abb. 8. Übersprung 2 a.

stärkerer Schüttung eine geringe Abnahme der Wärme; das Wasser von Ader 1 b aber wird im allgemeinen um so kälter, je kräftiger es emporwallt.

Der Übersprung 2 a zeigt im allgemeinen ein Gleichgehen von Schüttung und Warmheit; die Beziehung ist aber keine einfache (Abb. 8). 27-25 bis 28-9° C,  $H_v = 16.60-19.00$ . Bei langandauernden oder sehr heftigen Niederschlägen erfolgt die Vermehrung der Schüttung durch Zustrom kalten Wassers (Sinken der Wärme und der vorübergehenden Härte), welches das warme Wasser beim Hungerloche hinauszudrücken beginnt.

Übersprung 3 ist lau (20—24.4° C,  $ph = 7.60$ ,  $H_c = 14.80$ ); für seine nähere Kennzeichnung reichen die bisherigen Beobachtungen nicht aus.

Übersprung 5 (alter Schacht) verhält sich genau so wie Übersprung 2 a; bis zu einer bestimmten Wasserspense steigt die Wärme meist mit der Schüttung; von Ausnahmen beim Beginne des Fließens abgesehen; die weitere Zunahme der Wassermenge geht dann auf Kosten des Warmwassers, das teilweise zum Hungerloche abgedrängt wird. 26.6—28.12° C, 7.6—7.85  $ph$ , 16.0—17.40  $H_v$ .

Der Übersprung 4, welcher aus einer Kluft des Wettersteinkalkes hervorquillt, kühlt bereits früher ab als der vorige, wird aber bei geringerer Schüttung wärmer (24.34—28.35° C) als 5.

Übersprung 6 eignet sich, weil mit Schutt überdeckt, derzeit zur Ableitung von Schlüssen nicht; 25.5—28.4° C,  $ph = 7.65$ ,  $H_r = 16.70—17.50$ .

Der aus Steinbruchabraum hervorquellende Übersprung 23 wird bei Hochgängen von einer Oberquelle überflutet und unmeßbar. Solange dies nicht der Fall ist, kann man feststellen, daß seine Härte in der Regel mit der Warmheit steigt; doch kommen, wie auch sonst bei den Übersprüngen, gelegentliche Ausnahmen vor, die vermutlich mit vorübergehenden Änderungen in der Verteilung der Kalt- und der Warmwässer im Bergleibe zusammenhängen. Trägt man die bisher am Übersprunge 23 beobachteten

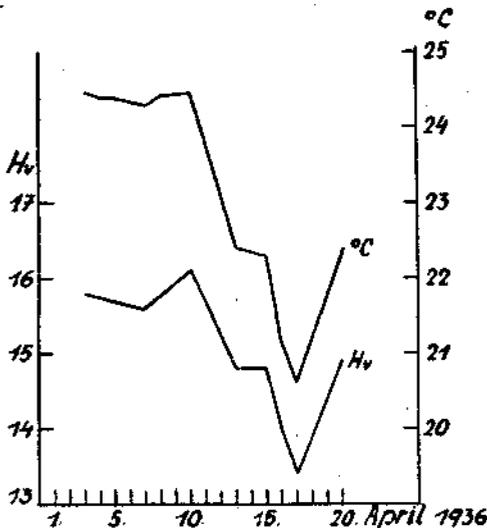


Abb. 9. Tschamerquelle. Wärmegang und Schwankung der vorübergehenden Härte.

Werte in das Wärme-Härte-Schaubild ein, dann beobachtet man hier vielleicht noch deutlicher als bei anderen Warmquellen ein Abweichen der Härtewerte nach rechts, also eine für die betreffende Warmheit zu große Härte. Bei einigen Warmquellen stellt man eine Abweichung von der Bezugslinie gegen links hin fest; d. h. diese Wärmewerte liegen für die betreffende Härteziffer zu hoch. Diese Abweichungen von der mittleren Warmheit-Härte-Linie treten bei manchen Quellen geradezu regelmäßig nur in einem Sinne auf, während die Werte anderer Quellen sich der Mittellinie ziemlich gut anschmiegen und eine dritte Gruppe von Mischwässern sich bald durchschnittlich, bald von der Mittellinie abweichend verhält.

Für diese örtlichen oder zeitlichen Abweichungen von der Bezugslinie kann man zweierlei Ursachen verantwortlich machen; entweder besitzen die warmen Adern — immer gleiches Mengenverhältnis des warmen und des kalten Wassers vorausgesetzt — nicht überall die gleiche Wärme oder es sind die kalten Wässer örtlich und zeitlich in ihrer Wärme etwas verschieden; ersteres kann auf ungleich kräftige Abkühlung durch die Umgebung, letzteres

auf verschiedenen Ursprung, bzw. verschieden tiefen Verlauf des Wassers zurückzuführen sein. Schließlich kann auch die Härte des Kaltwassers von Ort zu Ort oder mit der Zeit schwanken. Oberflächlich verlaufende Riesel können eine Härte und eine Warmheit besitzen, welche verschieden ist von jenen Werten, welche Adern mit tiefreichendem Einzugsgebiet zeigen; die oberflächennahen Rieseln machen die Wärmeschwankungen der Jahreszeiten mehr oder minder kräftig mit und die Härte ahmt, wie bekannt, diese Schwankungen ebenfalls in angenäherter Weise nach. Wärme 25.60—26.70,  $ph = 7.6-7.65$ ,  $H_v = 16.80-18.35$ .

Die Oberquelle, welche im Laufe von Hochgängen der Übersprünge den Mund der Quelle 23 überflutet, ist anfangs nicht sehr warm ( $25.6^{\circ}C$  am 8. April 1936); das umgebende Gestein kühlt sie ab. Ihre Warmheit nimmt

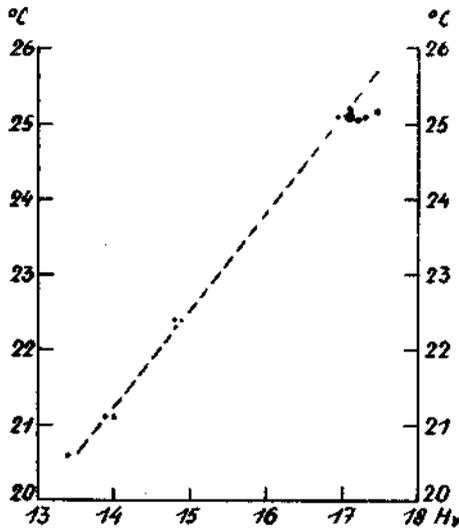


Abb. 10. Tschamerquelle. Beziehung zwischen vorübergehender Härte und Warmheit.

dann mit steigender Schüttung eine Zeitlang zu ( $26.7^{\circ}C$  am 11. April 1936), sinkt aber dann wieder, wenn die weitere Erhöhung ihrer Wasserspende durch Kaltwasser besorgt wird ( $23.05^{\circ}C$  am 20. April 1936 mit mehr als  $1.2 l/sec$ ); dann vermindert sich auch ihre Härte ( $17.10 H_v$  am 10. April 1936) auf  $13.50$  (18. April 1936).

Der Übersprung 10 ist zuerst kühl; dann steigt seine Wärme mit der Schüttung, um von einem gewissen Punkte ab wieder zu fallen; der Kaltwasserzufluß dauert dann weit kräftiger an als der des warmen Wassers. Nachstehende Messungen zeigen dies deutlich:

	$^{\circ}C$	$l/sec$	$H_v$	$H_d$	$H_g$
16. April 1936, 9 Uhr	12.2	0.06	15.90	0.90	16.80
17. „ 1936, 9 „	24.3	0.16			
17. „ 1936, 18 „	23.00	0.24			
18. „ 1936, 10 „	21.60	0.24			
19. „ 1936, 18 „	21.30	0.18			
20. „ 1936, 9 „	21.10	0.14			

Der Höhepunkt der Übersprungtätigkeit zu Ostern 1936 ergibt sich daraus mit den Nachtstunden vom 17. auf den 18. April.

Spät erscheinen die Übersprünge 25 und 26, noch später 27 und 28; mit letzteren etwa gleichzeitig die Oberquelle von 25, mit ersteren die Oberquellen von 10, 21 und 22. Quelle 25 sudelt aus dem Rasen heraus und scheint größtenteils weiches, seichtfließendes Wasser zu führen ( $H_v = 9.80$  am 16. und am 17. April 1936); seine Wärme schwankt zwischen  $13.95$  und  $14.50$ ; auch die Oberquelle von 25 ist lau und wenig hart ( $13.85-14.50^\circ \text{C}$ ,  $H_v =$

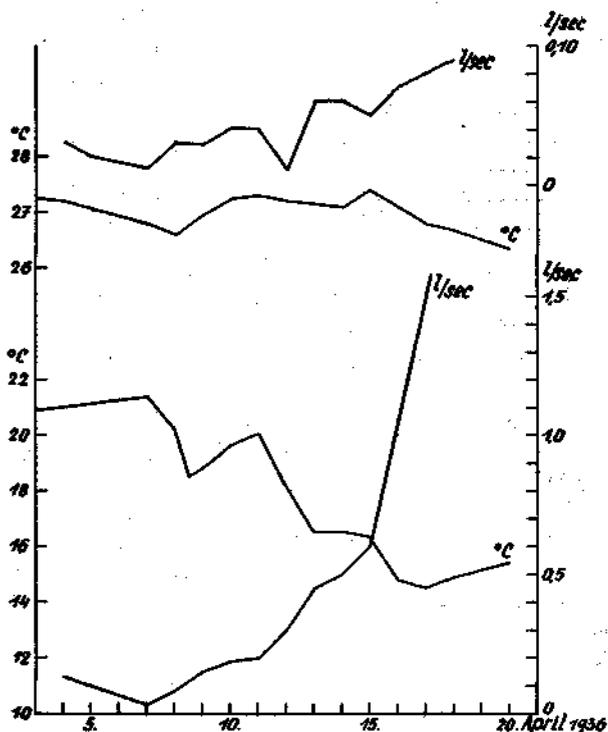


Abb. 11. Wärme- und Schüttungsgang des Übersprunges 1a (oben) und 1b (unten).

9-90). Der Glockenwaller 26 im alten Steinbruche wird mit Zunahme der Schüttung kühler ( $22.15-25.8^\circ \text{C}$ ,  $13.00-14.00 H_v$ ). Nahezu kalt ist auch der Riesel 27 ( $13.1-13.2^\circ \text{C}$ ,  $H_v = 13.00$  zu Ostern 1936). Der Straßenwaller 28 ist wieder wärmer ( $21.90-25.65$ ).

Die Übersprünge 21, 22 und 8 werden im allgemeinen mit zunehmender Schüttung wärmer; im einzelnen sind die Verhältnisse freilich bei der netzartigen Verflechtung der Wasserwege etwas verwickelter. Die bisher beobachteten Werte sind bei:

	$^\circ \text{C}$	$ph$	$H_v$	$H_d$
Übersprung 8	20.7 — 27.8	7.7	16.20—17.00	18.40
„ 21	23.9 — 25.33	7.7	16.30—17.10	18.00
„ 22	14.65—25.9	7.9	16.60—17.25	17.9—18.20

Übersprung 9 und 10 schütten zuerst kühles Wasser; der schwache Riesel gibt seine Wärme rasch an die Nachbarschaft ab; später steigt die Warmheit mit dem stärkeren Zudrange von Warmwasser, um dann wieder abzunehmen, wenn das Kaltwasser kräftigeren Einfluß gewinnt. Die bisher erhobenen Grenzwerte sind:

	° C	ph	H <sub>e</sub>	H <sub>p</sub>
Übersprung 9	.....21.95—27.70	7.55	12.80—17.00	18.40
„ 10	.....14.70—27.60		12.85—16.80	
„ 24	.....22.40—26.50			
„ 11 a	..... 8.8 —15.70	7.6	11.30—14.00	12.80—15.20
„ 11	.....15.2 —18.10		10.85—14.40	16.20
„ 12	.....10.3 —18.2	7.6	10.80—14.20	13.10—15.30
„ 13	.....14.74—18.30		12.60	
„ 14	.....15.50—18.60		12.80—14.20	16.00
„ 15	.....16.50—18.90		11.20—14.40	15.70
„ 18	.....16.20—19.55	7.65	10.30—14.30	15.80
„ 19	.....15.70—20.55	7.60	10.60—14.15	18.20

Der Übersprung 16 liefert fast kaltes Wasser (10.2—11.4° C; ph = 7.55, H<sub>e</sub> = 11.40—11.80, H<sub>p</sub> = 17.60), ebenso die Quelle 17 (9.1—13.70° C, ph = 7.6, H<sub>e</sub> = 11.0—13.00, H<sub>p</sub> = 12.00—15.00).

Übersprung 18 a, 18 b, 19, 19 a und 20 erreichen ihre größte Warmheit unmittelbar vor dem Eintritt der Hochwasserspense; der Wärmescheitel ist also gegen den Schüttungshöhepunkt etwas vorverschoben.

Das Hungerloch ist ein selten tätiger Wasserspeier, welcher bereits ein ziemlich langes Dreiecktäälchen mit kreisrundem Schlusse in ein dem Sattnitzkonglomerat sehr ähnliches Gestein eingefressen hat. Zu Ostern 1936 floß es etwa sieben Tage. Seine Wärme (19.8—27.3° C; Strouhal gibt bis zu 28.6° C an) steigt und fällt mit der Schüttung (oft mehr als 100 l/sec); ph = 7.5; H<sub>e</sub> = 11.90—17.20, H<sub>p</sub> bis über 18.80. Am rechten Ufer des Hungerlochbaches quillt ein bescheidener Riesel aus dem Konglomerat (13.3—18.6° C, H<sub>e</sub> = 12.40). Nach dem Versiegen des Hungerloches sickert etwas oberhalb einer Stufe in der Konglomeratsohle ein laues Wässerchen heraus (15.4° C am 29. November 1927; 1/4 l/sec). Ein schwächerer Riesel entquillt unterhalb der Felsschwelle dem linken, unteren Hange (14.8° C).

Die Gesamtschüttung aller sichtbaren Warmquellen muß 400 l/sec noch wesentlich übersteigen; schließt man nicht zutage tretendes, laues Wasser ein, dann kommt man auf noch höhere Werte. Vermutlich ist die Wärme des speisendes Höhlenbaches vor seiner Verästelung sehr groß.

Der verästelte Warmwasserstrom wird beidnfrig von Kaltwasser einge- faßt; dieses bedrängt das Heilwasser auch von oben her; daher sind die Übersprünge westlich des Steinbruchweges mit wenigen Ausnahmen kühler als jene östlich des Sträßchens.

### e) Die Bäche.

Wie überall in Mitteleuropa, gehen die offenen Wasserläufe wärme kundlich mit der Wärme der Luft, während die Quellen mehr den Ablauf der Boder- wärme widerspiegeln.

Von dem Wärmegange der gewöhnlichen Wasserläufe weicht nur jener des Kaltbaches ab. Den Einfluß der Luftwärme überlagert nämlich bei ihm zeitweise ein anderer, fremder, welcher von der Bodenwärme abhängig ist. In Zeiten, wenn die Wasserfallquelle läuft, mischt sich nämlich dem Bachwasser soviel Quellwasser aus dem Speiloche bei, daß der Bach im Sommer außerordentlich lebhaft abgekühlt wird. Ich maß z. B. an der Bundesstraßenbrücke am:

1. August 1925, nachmittags..... 18.7° C (Wasserfallloch trocken),
3. „ 1925, „ ..... 10.8° C (Speiloeh rinnt kräftig),
6. „ 1925 „ ..... 13.0° C (Wasserfallquelle nimmt ab).

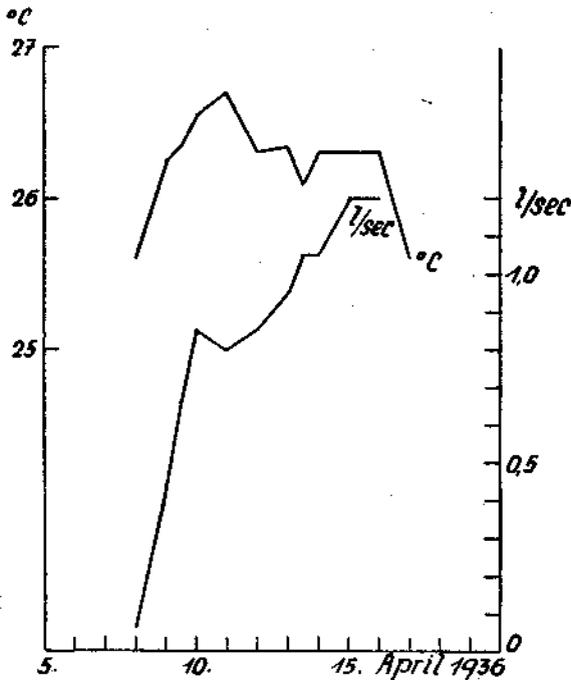


Abb. 12. Übersprung 23, Oberquelle.

Die Wasserwärme des Kaltbaches ist mithin je nach der Wassermenge, welche das Speiloeh oberhalb des Wasserfalles schüttet, außerordentlich schwankend; ob dieser Umstand die Lebewesen des Baches beeinflusst, müßte ein Fachmann untersuchen.

Die wärmeren unter den Übersprüngen setzen schon an ihrem Quellmunde selbst mehr oder weniger Sinter ab. Ihr Ablauf, das Maibachl, hat sein ganzes Bett bereits mit einer Sinterkruste überzogen; sie muß von Zeit zu Zeit entfernt werden, um das Gerinne fassungsfähig zu erhalten. Kalksteinsabsatz und Wärmeverlust auf der 500 m langen Strecke zwischen Vereinigung der Übersprünge und dem Rechen hinter dem Walterhofe gehen aus nachstehenden Messungen hervor.

	2. November 1935			7. April 1936			
	° C	H <sub>e</sub>	H <sub>d</sub>	H <sub>g</sub>	° C	H <sub>e</sub>	H <sub>g</sub>
Maibachl bei der Vereinigung .....	27-42	18-60	1-20	19-80	26-90	17-10	18-40
Maibachl beim eisernen Rechen .....	24-55	18-20	1-20	19-40	22-30	15-30	16-40

Der Härteverlust auf der vorbezeichneten, kurzen Strecke beträgt zuweilen rund 2 D. H.

Das Maibachl ist unter sonst gleichen Umständen (Jahreszeit usw.) um so weniger warm, je reichlicher es fließt; es mischt sich dann immer mehr Wildwasser bei. Gleich nach dem Überspringen seiner Hauptquellen soll es wärmer sein als einige Stunden hernach; genauere Messungen haben diese wichtige Erscheinung aber noch nicht nachgeprüft.

#### d) Die Entstehung der Heilquellen.

Die ältere Auffassung glaubte, daß Niederschlagwässer, die in den Leib der Villacher Alpe eindringen, an tiefen Spalten in Warmschichten der Erdkruste gelangen und an anderen Klüften dann wieder empordringen. Sie ist wohl schon aus dem Grunde unhaltbar, weil sich in einem so zerklüfteten Kalkgebirge, wie es die Villacher Alpe darstellt, kaum derartige gewissermaßen geschlossene Verbundgefäße von solchen Höhenausmaßen vorfinden.

Schwinner (1927) scheint Zusammenhänge zwischen dem Seebacher Granit und den Warmquellen zu vermuten. Einer solchen Auffassung wäre die Lage des Seebacher Granites nicht ungünstig. Doch steht dieses Durchbruchgestein nicht allein da; ich fand an der Straße westlich von Wernberg ein wenig umgeprägtes Tiefengestein und W. Petrascheks (1927) Kärtchen und Beschreibung läßt eine ganze Reihe von Echtgneisen südlich des Ossiacher Sees erkennen. Bei dieser Art der Verbreitung der Durchbruchgesteine fällt es schwer, sie mit den Villacher Warmquellen ursächlich zu verbinden.

Ich habe (1926) an eine andere Entstehungsweise der Heilquellen gedacht. Strouhal, welcher die Quellen sehr gut kennt, schloß sich meiner Ansicht an. Nun bestärken mich auch die Veröffentlichungen von Baum (1935) und Holler (1935) in meiner Auffassung, daß die Quellen ihre Wärme aus der Tiefe beziehen und die Heizspalte westlich oder nordwestlich von Warmbad liegt.

Holler faßt die Villacher-Alp-Störung als eigentlichen Erzbringer der Bleiberger Lagerstätte auf; in ihrem Gefolge rissen mehrere von ihr abzweigende NW-Bewegungsfiederspalten auf; längs einer solchen, jungen Kluft dringt in einem Bergbaustollen eine Warmquelle von 11 bis 17° C Wärme auf; die Warmheitschwankungen ähneln jenen, welche man an den Villacher Warmquellen beobachten kann und auf das verschiedene Ausmaß der Beimischung von Kaltwasser zurückgehen. Wenn Holler das Bleiberger Warmwasser mit der Vererzung der Lagerstätte und diese wieder mit Schmelzflußnachwirkungen in Zusammenhang bringt, so möchte ich ihm hierin Recht geben; ebenso in der Vermutung, daß die Warmbader und die Bleiberger Warmquelle in der Tiefe eine gemeinsame Wurzel haben.

Die chemische Analyse des Bleiberger Warmwassers förderte eine gewisse Ähnlichkeit mit jenen der Villacher Gruppe zutage; der Gehalt an Eisen ist

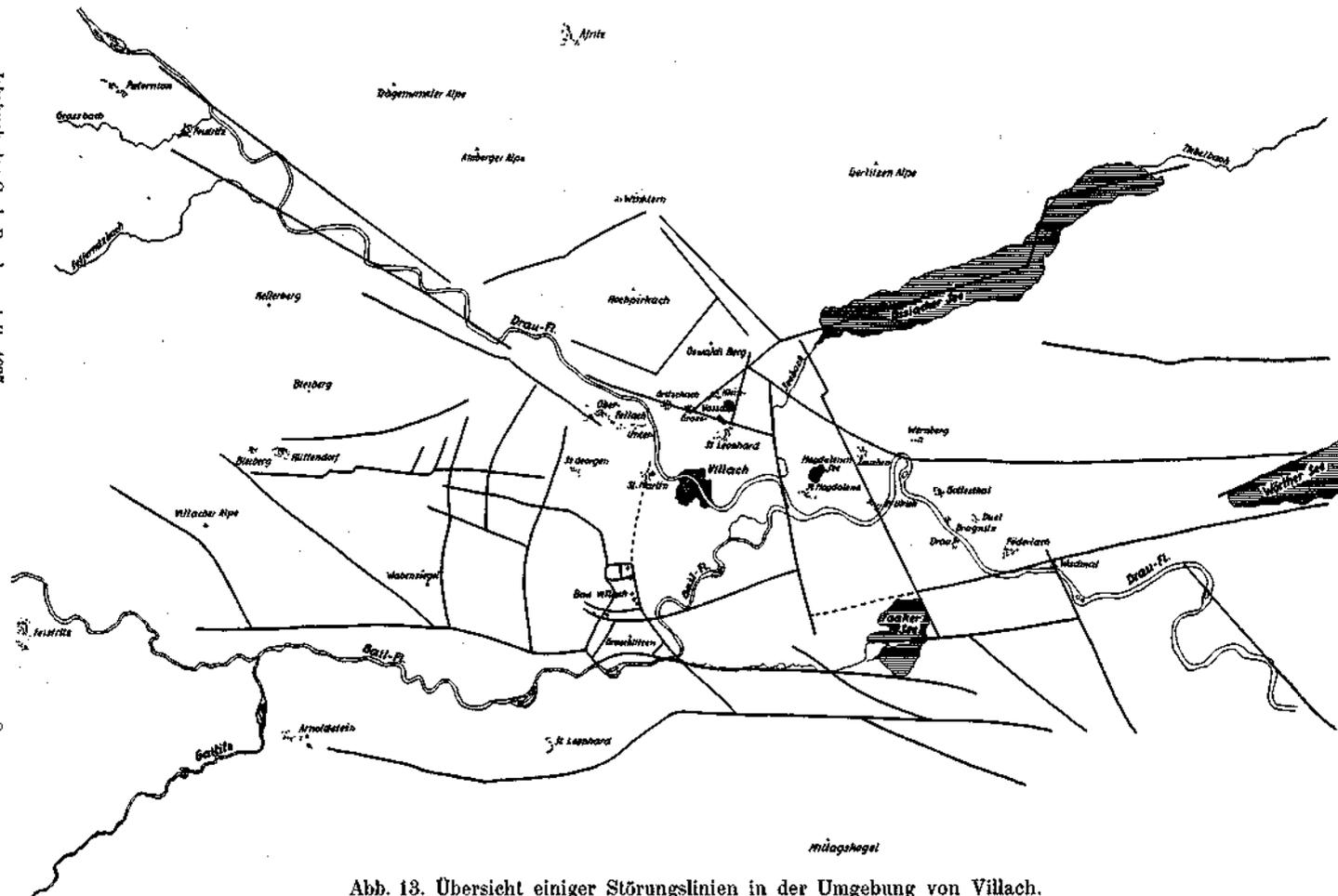


Abb. 13. Übersicht einiger Störungslinien in der Umgebung von Villach.

gering; Baryum, Blei und andere Metalle, welche man erwarten würde, fehlen; die Radiumwirksamkeit beträgt etwa 2 Mache-Einheiten, ein Wert, welcher größenordnungsmäßig mit jenem der Villacher Warmquellen übereinstimmt. Nur die vorübergehende Härte bleibt mit 7-90 D. H. weit unter jener der Warmbader Heilquellen zurück. Vielleicht liegt darin ein Hinweis darauf, daß beide Warmwässer von heißen Dämpfen geheizt werden, welche aus dem Erdinnern emporsteigen und, Wildwasser antreffend, ihm höhere Wärme verleihen. Während aber die Bleiberger unterirdische Warmquelle nach Holler nur etwas über 3 l/sec schüttet, führt der Villacher Höhlenschlauch sicher mehr als 400 l/sec Warmwasser.

Ich werde durch die Arbeiten Hollers, Strouhals und meine eigenen Wahrnehmungen in den letzten Jahren immer mehr in der Anschauung bestärkt, daß heißes Wasser oder heiße Dämpfe aus der Tiefe einen unterirdischen Kaltquellen-Wasserschlauch heizen, welcher wegen seiner steten Vollfüllung immer nahezu die gleiche Wassermenge führt und daher annähernd gleichbleibende Wärme und chemische Zusammensetzung hat. Das warme Wasser kann sich gegen NO nicht ergießen; hier dichten Raibler Schiefer und vom Brochiner gegen SO zu Grundmoränen und Bändertone die Kalkmassen ab. Es wäre auch möglich, daß, wie bei den Heißquellen von Budapest, das Warmwasser schräg längs dieser Dichtungswände aus der Tiefe empordringt. Ob nun der erste oder der zweite Fall zutrifft, jedenfalls ergießt sich das Warmwasser in ein Höhlengerinne, dessen Mundlöcher nach Südosten hinausführen, nachdem der Ausweg gegen NO versperrt ist.

Die Erscheinungen an den Quellaustritten erklären sich durch die Verästelung der Höhlenschläuche und das Kluftnetz sowie durch den Kampf der kalten Wässer mit den warmen. Die tiefsten, für gewöhnlich benützten Schlauchmünder liegen unter dem Grundwasserspiegel oder nahe demselben; vielleicht hat sie die Aufschüttung von Geschieben durch die Gail überschottert; hiefür stünde eine durchaus mögliche Höhe von 5 bis 6 m ohne weiteres zur Verfügung. Die teils obertägigen, teils unterirdischen Austritte von warmem Wasser verteilen sich auf eine Strecke von mehr als 600 m; ihre Endpunkte sind ungefähr im Süden die Tschamerquelle und im Norden eine Örtlichkeit, welche fast genau östlich des Hungerloches an der Bundesstraße liegt; in diesem Bereiche ist das Grundwasser auch mehr oder weniger mit Warmwasser „verseucht“.

Nach dieser Auffassung entspricht dem Steilabfalle der Napoleonwiese keine heilquellenbringende Linie, sondern diese Störungslinie scheidet nur ein verästeltes Warmwassergerinne im Osten ab und erzwingt dadurch den Austritt des leichteren und luftreichen Warmwassers inmitten grundwassererfüllter Schotter und spaltendurchzogener Kalkmassen.

Gegen das Aufsteigen des Warmwassers längs der Warmbader Linie (Ostabbruch des Burger Bodens und des Dornbühels) sprechen weniger die vorhandenen Übersprünge als folgende Erwägungen.

Die Trübung sämtlicher Quellen im Jahre 1933 infolge eines Deckeneinsturzes im Wettersteinkalk des Gaisrückens spricht für eine Fließrichtung des Warmwassers von NW gegen SO und nicht für Aufsteigen längs der Warmbader Störungslinie.

Nach der gleichen Richtung deutet die Abnahme der Quellwärmen von dem Überspringen über die Waltherhofquelle zur Urquelle hin. Wäre sie

umgekehrt, dann könnten die Hauptübersprünge nicht so oft gleich nach dem Erscheinen wärmer sein als später; sie würden beim Rückstau und dem Beginn des Ausfließens nennenswerte Wärmemengen an die kalte Umgebung verlieren. So ist diese aber durch die bereits vorhandenen Warmgerinne vorgewärmt.

## 6. Die Baustoffe des Gebietes.

Das behandelte Gebiet ist reich an verwertbaren Baugesteinen.

Der Seebacher Granit liefert Bruchstein und Pflastersteine (Klagenfurt), auch Schotter. Der Glimmerschiefer wird gelegentlich, aber rein örtlich als Bruchstein verwendet.

Ausgedehnte Ausbeutung findet der Wettersteinkalk, welcher früher in zahlreichen Steinbrüchen gewonnen wurde. Derzeit stehen hauptsächlich folgende Gewinnungsstätten in Betrieb: der große, dem Heilbade gehörige Bruch bei der alten Schmirber Keusche, der Bruch am Südabsturze der Graschlitzen und ein kleinerer Steinbruch bei Möltschach. Man gewinnt hauptsächlich Schotter für Fahrbahndecken und Betonbauten sowie Bruchsteine für Packlagen, Mauerung und die Gailregelung.

Zahlreiche Schottergruben beuten die eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Schotter- und Sande aus. Verputzsand wird z. B. N Möltschach, W Völkendorf u. a. a. O. gewonnen.

Die Verwertung der Bändertone NW des Magdalensees wurde bereits gestreift. Die Roterde von Petschenitzen (unweit des Gehöftes Kauz) wird derzeit nicht abgebaut.

Ähnlich wie im Wienerwald (Vöslau) beutet man auch bei Egg den Quetschdolomit zur Gewinnung von Reibsand und Riesel aus.

## Schriftenverzeichnis.

### 1. Allgemeines über Warmquellen.

1. Macho Heinrich, Wie entstehen radioaktive Quellen? Badgastener Badeblatt 1935, Heft 25, S. 7.
2. Macho Heinrich und Meyer Stefan, Physikalische Beiträge zur Radiumemanationstherapie. Abhandlg. a. d. Gesamtgebiet d. Hygiene, Heft 5, Wien 1929.
3. Palfy Moritz, Über das Aufsteigen der Thermalwasser an die Oberfläche Földtani Közlöny. 29. Bd., Budapest 1909.

### 2. Geologie der Umgebung von Villach.

4. Canaval R., Roter Ton von Petschnitzen bei Förderlach. Carinthia II, 1899, Heft 6, S. 3.
5. Canaval R., Bemerkungen über einige Braunkohlenablagerungen in Kärnten. Carinthia II, 1902.
6. Findenegg Ingo, Limnologische Untersuchungen im Kärnten. Seengebiete. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrogr. 1935, Bd. 32, Heft 6. Hier auch Hinweise auf ältere Schriften über den Faaker See.
7. Geyer G., Zur Tektonik des Bleiberger Tales in Kärnten. V. G. R. A. 1901, S. 338—359.
- 7a. Geyer G., Handgezeichnetes Kartenblatt 1:75.000 Bleiberg—Tarvis. Eine sehr sorgfältige und genaue Arbeit.
8. Hartmann V., Das Kärntner Faaker Seetal der Gegenwart und der Vorzeit. 29. Jahresher. d. Staats-Oberrealschule zu Klagenfurt 1886, S. 1—47.
9. Höfer H., Die Erdbeben Kärntens und deren Stoßlinien. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl., 42. Bd., S. 1—90, Wien 1880.

10. Höfer H., Das Konglomerat bei Bleiberg in Kärnten. Verhandlg. Geol. Bundesanstalt 1902, S. 291.
- 10 a. Kahler Franz, Über den Verlauf der periadriatischen Naht östlich von Villach. Anzeiger d. Akad. d. Wissensch. 1936, Heft 18.
11. Paschinger Herbert, Geomorphologische Studien in Mittelkärnten. Carinthia II, (45.) 125. Jahrg., 1935, S. 12—20.
12. Paschinger Herbert, Totislandschaften in Kärnten. Carinthia II, (46.) 126. Jahrg., 1936, S. 12—16.
13. Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. 3, S. 1062 ff.
14. Peters K., Die Umgebung von Deutschbleiberg in Kärnten. Jb. G. R. A., 7. Bd., 1856, S. 67.
15. Petraschek W., Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten. 2. Teil, Abschn. 6, Wien 1925.
16. Petraschek W., Zur Tektonik der alpinen Zentralzone in Kärnten. Verhandlg. Geol. Bundesanstalt 1927, S. 151 ff.
17. Schwinner R., Der Bau des Gebirges östlich der Lieser (Kärnten). Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl., Abt. 1, 136. Bd., Heft 7/8, 1927.
18. Schwinner R., Gebirgsbau und Erdmagnetismus in Böhmischer Masse und Ostalpen. Gerlands Beitr. z. Geophysik, Bd. 39, Heft 1, 1933.
19. Stelzner A. W., Über die Bohnerze der Villacher Alpe. Jb. G. R. A. 1887, 37. Bd., S. 317—322.
20. Stiny Josef, Kluftmessung und Quellenkunde. Int. Zeitschr. f. Bohrtechnik, Erdölbergbau und Geologie 1926, Heft 13.
21. Stiny Josef, Bewegungen der Erdkruste und Wasserbau. Die Wasserwirtschaft 1926, Heft 7—9, 11, 15 und 17.
22. Stiny Josef, Zur Kenntnis der Quellgruppen. Geologie und Bauwesen 1935, Heft 4, S. 122—136.
23. Hoernes R., Stoßlinie des Villacher Bebens. Jb. G. R. A., Wien 1878.
24. Teller Friedrich, Geologie des Karawankentunnels. Denkschr. d. Akad. d. Wissensch. Wien, 1910, 108 S.
25. Teppner Wilfried, Warmbad Villach und seine Umgebung. Urania, 7. Jahrg., 1914, Heft 31, S. 369—371.
26. Till A., Das große Naturereignis von 1348 und die Bergstürze des Dobratsch. Mitt. geogr. Ges. Wien 1307, Bd. 50, S. 534—646.
27. Toula Franz, Vorkommen der Raibler Schichten mit Corbis Mellingi zwischen Villach und Bleiberg in Kärnten. V. G. R. A. 1887, S. 296—297.
- 27 a. Wasmund Erich, Grundwasserverhältnisse und Seespiegelschwankungen im oberbayrischen Osterseegebiet. Mitt. d. Geograph. Ges. München 1934, S. 87—123.

### 3. Die Warmbader Quellen selbst und ihre Beschaffenheit.

28. Bamberger Max, Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität einiger Quellen Oberösterreichs. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 117, Abt. 2 a, 1908, und verschiedene andere Arbeiten dieses Forschers.
29. Cranz Heinrich J., Gesundbrunnen der Österreichischen Monarchie. Wien 1777.
30. Diem R., Österreichisches Bäderbuch, Wien-Berlin 1914.
31. Diem R., Conrad V., Knett J., Meyer H., Strohmayr S., Österreichisches Bäderbuch, S. 221—222, Wien 1928.
32. Jabornegg-Altenfels, Warmbad bei Villach. Carinthia, 47. Jahrg. 1857, S. 178.
33. Meyer Stefan, Bericht über die Untersuchung der Quellen von Warmbad Villach auf ihren Gehalt an Radiumemanation. Wien 1929, nicht gedruckt.
34. Mitteregger J., Analysen einiger Heilquellen in Kärnten. Jb. d. Naturhist. Museums, 5.
35. Mitteregger J., Beiträge zur Quellenkunde Kärntens. 17. Jahresber. d. Staats-Oberrealschule Klagenfurt 1884, S. 1—26.
36. Strouhal Hans, Biologische Untersuchungen an den Thermen von Warmbad Villach in Kärnten. Archiv f. Hydrobiolog. Bd. 25, 1934, S. 323—335 und S. 495—583. Enthält Ergebnisse von quellenkundlichen Untersuchungen und zahlreiche Schrifttummangaben.
37. Thurneisser z. Thoun, Pison, Das, 1. Teil, Von kalten, warmen, mineralischen und metallischen Wassern. Frankfurt a. d. Oder 1572, Joh. Eichorn.

38. Tripold, Die Radioaktivität der Thermen von Warmbad Villach und die Bedeutung der Piszinen für die Wirksamkeit radioaktiver Bäder. Zeitschr. f. Balneologie, 4. Jahrg., 1911/12, 4 S.

#### 4. Höhlen bei Warmbad.

39. Luschan F., Die Höhlen bei Warmbad Villach, Mitt. d. Anth. Ges. in Wien, 2. Bd., 1872, S. 313—322.

40. Polland O., Eine Streifung im Höhlengebiet von Warmbad Villach. Mitt. f. Höhlenkunde, 3. Jahrg., 1910, 2. Heft.

41. Strouhal Hans, Die Dobratscher Höhlen. Mitt. über Höhlen- und Kartenforschung. 1936, S. 145—154. Hier auch zahlreiche Schriftenvermerke, auf welche zwecks Raumerparnis bloß hingewiesen wird.

42. Teppner Wilfried, Die Höhlen bei Warmbad Villach, Mitt. f. Höhlenkunde 1912, 5. Jahrg., 1. Heft.

43. Teppner Wilfried, Die Warmbader Höhlen. Carinthia II, 1913, Heft 1, 2 und 3, S. 94—103.

44. Teppner Wilfried, Ausgrabungen im Heidenloche bei Warmbad Villach, Mitt. f. Höhlenkunde, 6. Jahrg., 1913, 2. Heft.

#### 5. Geologisch-Gewässerkundliches von Bleiberg.

45. Baum Gustav, Zur Chemie der Bleiberger Therme. Carinthia II, Canaval-Festschrift 1935, S. 142—144.

46. Brunlechner A., Die Entstehung und Bildungsfolge der Bleiberger Erze und ihrer Begleiter. Jb. d. Naturgesch. Museums von Kärnten, 25. Bd., Klagenfurt 1898.

47. Holler Herbert, Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. Carinthia VII, Sonderheft, Klagenfurt 1936. Mit zahlreichen Schriftumhinweisen bis 1935; von deren Abdrucke wird zwecks Raumerparnis abgesehen.

48. Holler Herbert, Die Bleiberger Therme. R. Canaval-Festschrift, Klagenfurt 1935, S. 137—141.

49. Hupfeld, Der Bleiberger Erzberg. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1897, S. 233—247. Hier auch das ältere, von mir nicht weiter angeführte Schrifttum.

50. Petraschek W. E., Die mechanischen Gesetzmäßigkeiten der Bruchtektonik in Bleiberg. Zentrabl. f. M. usw. 1931, Abt. B, Heft 9, S. 477—483.

51. Tornquist A., Die Blei-Zink-Erzlagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Verlag Springer, Wien 1927.

52. Tschernig Emil, Die geothermische Tiefenstufe in Bleiberg. Carinthia II, Canaval-Festschrift 1935, 118 ff.

#### 6. Urgeschichtliches.

53. Gallenstein R., Die Keltengräber auf der Hochebene ob dem Warmbad Villach. Carinthia, 61. Jahrg., S. 285.

54. Görlich Walter, Vorgeschichtliche Grabungen im Heidenloch bei Warmbad Villach. Carinthia I, 1932, S. 151/152.

55. Luschan Felix, Eine Begräbnisstätte aus der Bronzezeit bei Villach. M. A. G. II, 1872, S. 10.

56. Mühlhofer Franz, Vorgeschichtliche Untersuchungen bei Warmbad Villach. Wiener Prähistorische Zeitschr. 12, 1925, S. 116—131.

57. Wurmbrand G., Brief an Sektionsrat R. v. Hauer. Mitt. d. Anth. Ges. in Wien, 1. Bd., 1871, S. 324.

58. Wurmbrand G., Über die Villacher Tumuli der Bronzezeit. M. A. G. II, 8. 12—18, 1872.

#### 7. Tierkundlich- und sonstiges Biologisches über Warmbad und Umgebung.

59. Strouhal Hans, Der Einfluß des Villacher Thermalwassers auf seine tierischen Organismen. Interb. Mineralquellen-Zeitung, 36. Jahrg., 1935, S. 2—4.

60. Strouhal Hans, Zur Fauna der Dobratscher Höhlen. Zoolog. Anzeiger 1935, Bd. 110, Heft 3/4, S. 49—61.

61. Strouhal Hans, Die Ergebnisse der biologischen Untersuchungen an den Thermen von Warmbad Villach. Mitt. d. Volksgesundheitsamtes, Jahrg. 1933, Heft 11/12, S. 3—13.

61 a. Strouhal Hans, Die Entotrophie von Warmbad Villach. Festschrift Embrik Strand, Bd. 1, S. 519—529.

#### 8. Geschichtliches über Warmbad.

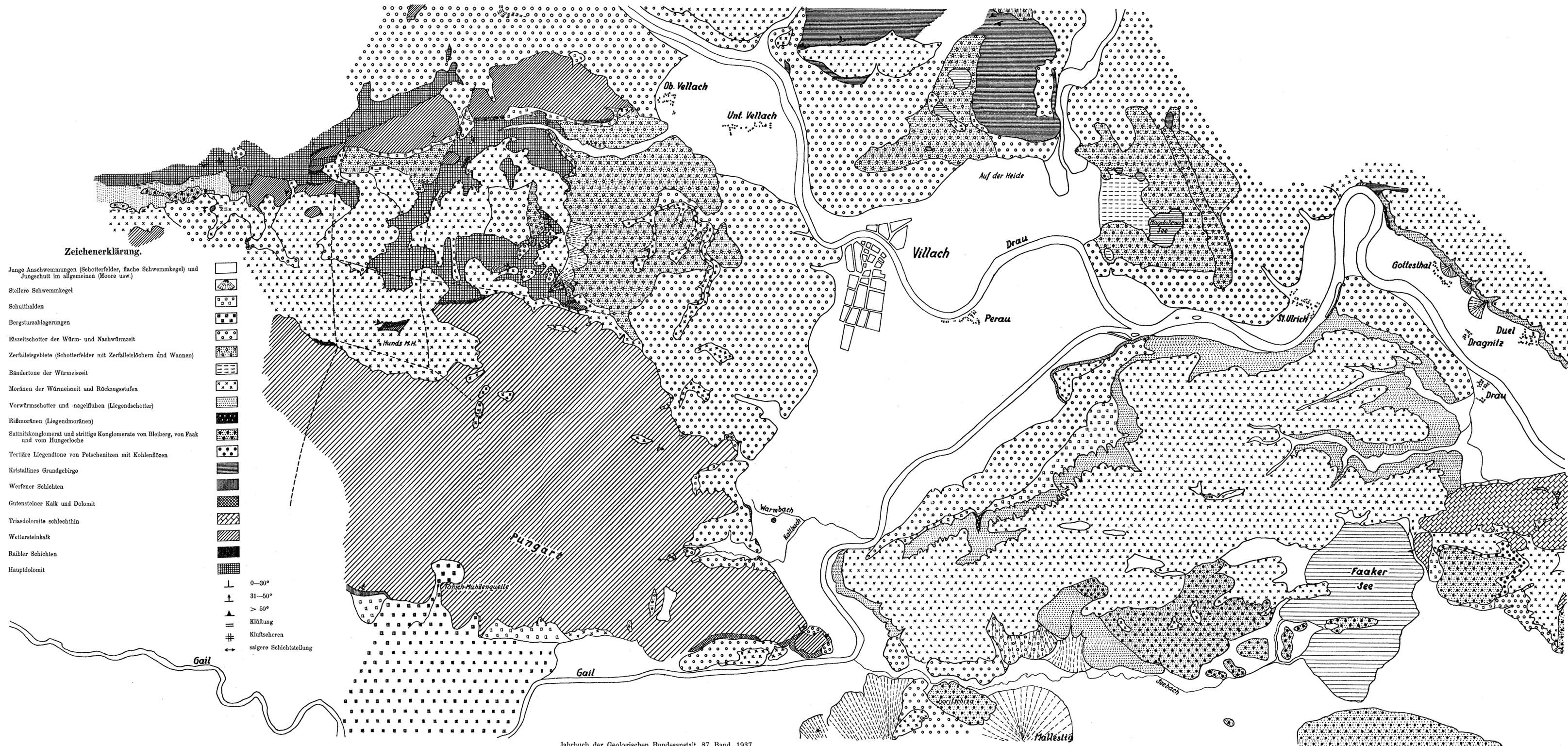
62. Dolenz Hans und Görlich Walter. Eine spätantike Fliehburg in Warmbad Villach. Carinthia I, Heft 1, 1935.

63. Egger Rudolf, Ur-Villach. Tagespost 1934, Nr. 156 vom 10. Juni, S. 19.

64. Ghon Karl, Geschichte der Stadt Villach. Villach 1901.

65. Linhart Leopold, Münzfunde bei Warmbad Villach, Kärntner Heimatblätter, 1. Jahrg., 1934, Folge 42.

66. Teppner Wilfried, Die Römerstraßen Kärntens. Klagenfurt 1915.



**Zeichenerklärung.**

- Junge Anschwemmungen (Schotterfelder, flache Schwemmkegel) und Jungschutt im allgemeinen (Moore usw.)
- Steilere Schwemmkegel
- Schulthalden
- Bergsturzablagerungen
- Eiszeitschotter der Würm- und Nachwürmzeit
- Zerfallisgebiete (Schotterfelder mit Zerfallislöchern und Wannen)
- Bändertone der Würmeiszeit
- Moränen der Würmeiszeit und Rückzugsstufen
- Vorwürmschotter und -nagelfluhen (Liegendenschotter)
- Rißmoränen (Liegendmoränen)
- Sattnitzkonglomerat und strittige Konglomerate von Bleiberg, von Faak und vom Hungerloche
- Tertiäre Liegendtone von Pelschenitzen mit Kohlenflözen
- Kristallines Grundgebirge
- Werfener Schichten
- Gutensteiner Kalk und Dolomit
- Triasdolomite schlechthin
- Wettersteinkalk
- Raibler Schichten
- Hauptdolomit

- 0—30°
- 31—50°
- > 50°
- Klüftung
- Kluftscheren
- saigere Schichtstellung