

Bericht über eine hydrogeologische Aufnahme des Steinkogel-Frauenkogel- Zuges nordwestlich von Graz

Von JOHANN G. HADITSCH (Leoben)

Die in den letzten Jahren erfolgte hydrogeologische Bearbeitung des paläozoischen Beckenrandes von Graz hinterließ im Nordwesten eine kleine Lücke, die mit dieser und einer noch nicht veröffentlichten Arbeit von Herrn Dr. W. GRÄF geschlossen werden soll.

Das hier erfaßte Gebiet wird im Osten durch die Murenge von Gösting, im Süden durch das Durchbruchstal des Göstingbaches bis zur Kote 401 („Grabenbauer“) und im Südwesten durch das Thaler Tertiärbecken begrenzt. Im Westen folgt die Grenze dem Höhenrücken von der Gastwirtschaft „Kreuzwirt“ über den Bildbaum bei der Kote 679, die Punkte 548 und 487 bis nach Straßengel. Hier taucht das paläozoische Grundgebirge unter die mächtigen jungen Sedimente des Judendorfer Beckens unter*. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die Verhältnisse des Thaler Beckens und des Göstingbachtals — diese wurden durch J. ZÖTL (1954, 1958) sehr genau untersucht — nur kurz eingegangen.

Große Schwierigkeiten ergaben sich bei den Schüttungs- und Temperaturmessungen. Die Quellen stellen, soweit sie nicht gefaßt sind, meist Folgequellen dar, die aus nicht aufgeschlossenen Karstschläuchen, Schicht- und Kluftquellen gespeist werden. Sie sind als weit verzweigte Wasseraustritte ausgebildet, so daß es ohne großen Zeit- und Geldaufwand nicht möglich ist, die Schüttung auch nur annähernd zu bestimmen.

Die geologische und hydrogeologische Aufnahme des Gebietes erfolgte in den Sommermonaten der Jahre 1955 bis 1957 und im Herbst und Winter 1960. Am 17. Dezember 1961 wurden an zehn Quellen und Brunnen Wasserproben entnommen, deren chemische Untersuchung Herr Professor Dr. K. STUNDL übernahm, wofür an dieser Stelle bestens gedankt sei.

* Zur genauen Orientierung sei auf die „Österreichische Karte“ 1 : 25.000, Aufnahmeblatt 164/3, hingewiesen.

A. Der geologische Aufbau

Das generelle Streichen der paläozoischen Schichtglieder verläuft E—W bis NE—SW bei einem flachen bis mittelsteilen Einfallen gegen N bis NW. Nur in unmittelbarer Nähe von Störungen (siehe weiter unten) sind die Schichten aus ihrer Lage gedreht und vielfach auch steiler gestellt.

Die Schichtfolge zeigt vom Liegenden (an der Südgrenze des Aufnahmegebietes) gegen das Hangende:

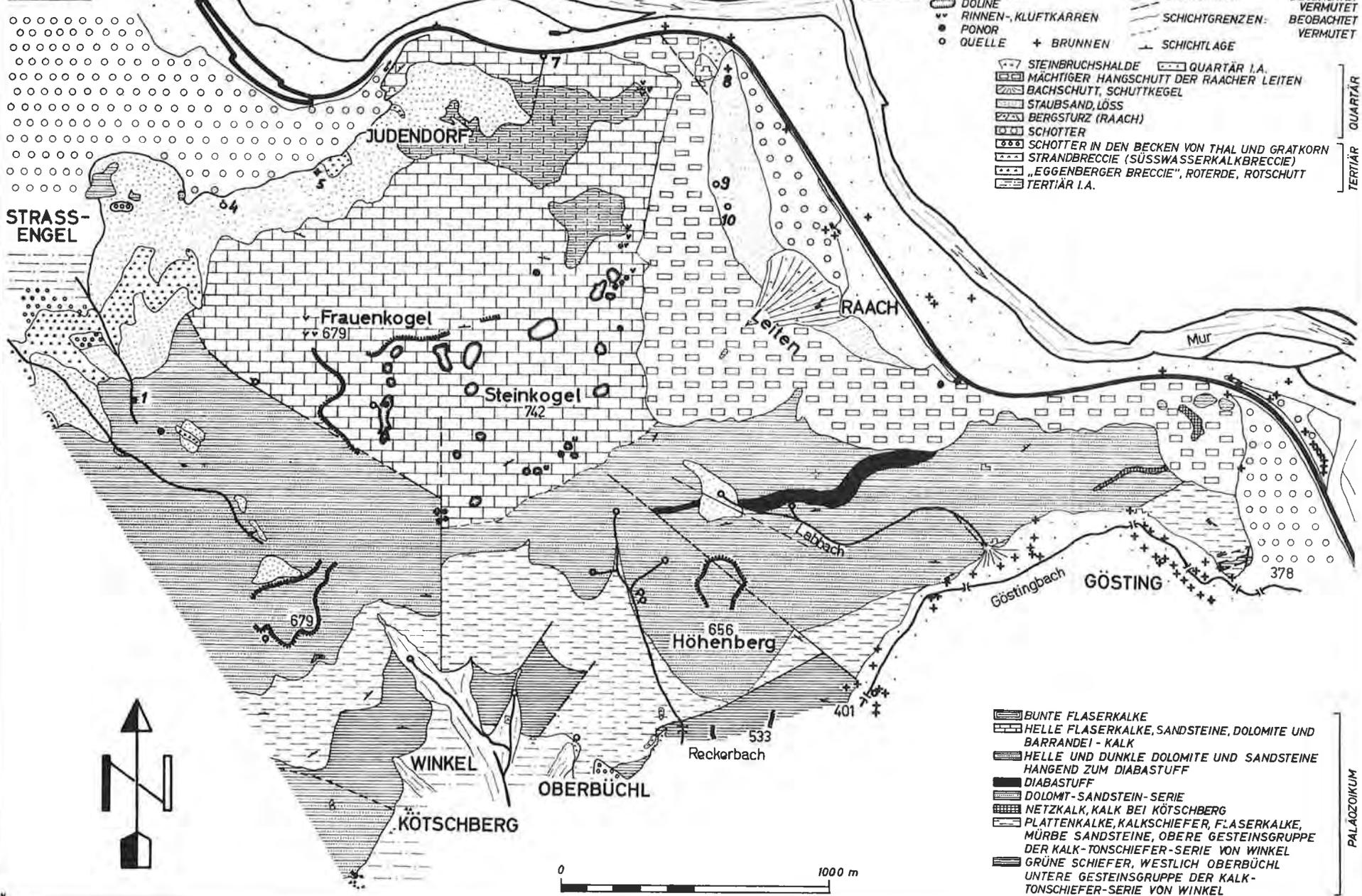
1. Grüne Schiefer (die z. T. als Diabasabkömmlinge bezeichnet werden können) und einzelne Lagen von sandig-serizitischen Schiefen;
2. mürbe gelbe und braune Sandsteine;
3. braune bis bräunlichgraue, sandig-tonige Flaserkalken (faziell vertreten durch schwarze bis dunkelblaugraue Kalkschiefer). In den Kalken sind Crinoidenstielglieder allgemein verbreitet. Auf den Flaserkalken liegen graue und blaue Plattenkalken — ebenfalls mit einzelnen sandig-tonigen Einschaltungen —, die im Westen des Aufnahmegebietes ebenfalls durch schwarze, harte Kalkschiefer vertreten werden.

Der gesamte bisher beschriebene Komplex und z. T. sogar noch die darüber folgenden Dolomite und Sandsteine gehen bei Kötschberg und Winkel in eine ziemlich einheitlich aufgebaute Folge von Kalken und Tonschiefen über. Den liegenden Anteil dieser Folge bilden in der Hauptsache braune Tonschiefer, die waagrecht und senkrecht in braungrüne, noch immer tonreiche, geflaserte Kalken übergehen. Der hangende Anteil besteht aus braunen bis schwarzbraunen, auch rötlichen („Orthocerenkalk von Thalwinkel“) und schwarzblauen Kalken und (vereinzelt) geringmächtigen Tonschiefen;

4. auf dieser Kalk-Tonschiefer-Abfolge liegt eine Serie von Sandsteinen mit dolomitischem Bindemittel, Dolomiten und (unterhalb der Cholerakapelle und an einer Stelle oberhalb von Kötschberg) geringmächtigen Netzkalken;
5. im Osten folgt darauf eine in ihrer Mächtigkeit sehr stark schwankende Diabastuffbank. Der Diabastuff staut das Wasser und bewirkt so die Quellaustritte im Labgraben. Hangend dazu treten

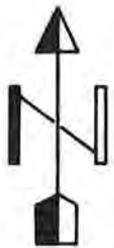
Legende zu nebenstehender Tafel: Hydrogeologische Karte des Steinkogel-Frauenkogel-Zuges. Die Zahlen in Schrägschrift entsprechen der im Anhang verwendeten Numerierung der von Professor Dr. K. STUNDL durchgeführten Wasseranalysen.

TAFEL I



QUARTÄR
TERTIÄR

PALÄOZOIKUM



STRASS-ENGEL

JUDENDORF

Frauenkogel
679

Steinkogel
742

RAACH

Leiten

Mur

GÖSTING

Göstingbach

Labach

656
Höhenberg

Reckorbach

WINKEL

OBERBÜCHL

KÖTSCHBERG

6. helle und dunkle Dolomite,
7. Barrandei-Kalke und
8. graue, braune und rote Flaserkalke des Mittel- und Oberdevons sowie Unterkarbons auf.

Dieser vom Unterdevon bis zum Unterkarbon reichende Schichtstoß (vgl. dazu J. G. HADITSCH 1958) wird durch mehrere Störungssysteme zerhackt:

- a) E—W- bis ENE—WSW-streichende Störungen an der Südgrenze des Aufnahmegebietes,
- b) NW—SE-verlaufende Verwerfungen (am Feuerkogel, Höhenberg, im Labgraben) als Folgen einer Zerrungstektonik,
- c) jüngste N—S- bis NE—SW-Brüche (bei Oberbüchl, östlich Judendorf, in Gösting).

Das flächige und lineare Gefüge zeigt am Raacherkogel eine Überprägung der NNW-verlaufenden Achsen durch E—W-streichende.

Das bisher beschriebene paläozoische Grundgebirge ist zu einem beträchtlichen Teil unter jüngeren Sedimenten verborgen. Zu diesen nur z. T. verfestigten Ablagerungen zählen die „Eggenberger Breccie“ (eine Hangschuttbreccie mit einem roten Bindemittel, zu ihr gehörenden Rotschutt- und Roterdebildungen) und die mit dieser altersmäßig sehr eng verbundene Strandbreccie (auch „Süßwasserkalkbreccie“ genannt) am Nordrand des Thaler Beckens, sowie Sande, Schotter und Bergsturzmaterial.

Von bedeutender Mächtigkeit sind die Staubsandanwehungen, die der „Eggenberger Breccie“ (südlich von Straßengel) und dem Paläozoikum auflagern (Kirchberg von Straßengel, Nordabhang des Frauenkogels, auf der Verebnung beim Punkt 461, im Labgraben zwischen dem Flösserkogel und der Kote 644), z. T. aber auch mit dem Blockschutt der Raacher Leiten wechsellagern. Für den liegendsten Teil der Flugsande kommt ein würmeiszeitliches Alter in Betracht, die Streuung hielt aber vielleicht bis in das früheste Holozän an (J. G. HADITSCH, 1958, p. 135).

Westlich der Ortschaft Raach liegt auf dem Paläozoikum die schon oben erwähnte Bergsturzmasse. Diese ist aus einer Wechsellagerung von grobem Dolomit- und Sandsteinschutt mit Staubsand aufgebaut. Aus einem Vergleich des Schuttes mit den Ablagerungen in der in der Würmterrasse gelegenen Schottergrube „Waltner“ (Graz, Wienerstraße) ergibt sich eine Eingliederung des Bergrutsches in das Würm.

Auf der Bergsturzmasse und den Flugsandablagerungen, z. T. mit diesen wechsellagernd, liegen auf der Raacher Leiten mächtige

Hangschuttmassen, deren ältester Teil möglicherweise der altholozänen Erosionsphase angehört, die aber auch bis heute geschüttet werden. Durch den Hangschutt wird das Anstehende bis auf einige kleine Aufschlüsse vollständig überrollt.

Die Schotter in der Umgebung der Reinerspitze und auf dem Frauenkogelplateau sowie einzelne fluviatil umgelagerte Schotterreste südlich von Straßengel (Frauenkogelhang) und am Süd- und Westgehänge des Höhenberges gehören zeitlich zum „Hochstradener Niveau“. Weitere tertiäre Schotter (darunter ein neu aufgefundenes Vorkommen beim Steinbruch nördlich von Raach) gehören dem Becken von Judendorf und Straßengel an. Die Flußsande von Raach (HADITSCH, 1958, p. 131) lassen sich zeitlich noch nicht einordnen (vgl. Abb. 2).

Morphologisch lassen sich unschwer einige Terrassen unterscheiden: Die ältesten Verebnungen (Hochfläche des Frauenkogels, Umgebung der Kote 679) entsprechen dem „Oberen Hochstraden-Niveau“ A. WINKLER-HERMADEN'S (1955). Dem „Unteren Hochstraden-Niveau“ kann das Höhenbergplateau zugeordnet werden. Dem „Stadelberg-Niveau“ (Oberstpliozän) gehören die Verebnungen nordöstlich Oberbüchl, nordnordwestlich Kötschberg und der fragliche Terrassenrest bei der Ruine Gösting an. Das „Zahrerberg-Niveau“ erkennt man bei der Kote 533. Altquartäre Terrassen gibt es beim Punkt 498, südlich der Gastwirtschaft „Kreuzwirt“ in Kötschberg, bei den Koten 461 und 451, mittelquartäre beim Punkt 431 und in Raach. Der unteren Terrassengruppe (Würm) gehören Verebnungen in Raach und in Gösting an. Die breiten Flußauen der Mur stellen schließlich die jüngsten Einebnungen dar.

Von allen diesen Talstufen kommt den beiden „Hochstradener Niveaus“ eine besondere Bedeutung für die Verkarstung zu. Einige Fluren tragen eine Schotterdecke, so der Frauenkogel und die Umgebung der Kote 679. Der Höhenberg selbst ist schotterfrei, doch wurden Pegmatit-, Gneis- und Quarzgerölle im Reckerbachgraben, im Göstingbachtal bei der Kote 401 und (wie schon angedeutet) auf dem Weg, der um den südlichen Abhang des Höhenberges herumführt, gefunden. An der Basis der bis über 10 m mächtigen Lehmdecke bei der Kote 533 wurden gut abgerundete und abgerollte Quarzgerölle beobachtet. Ähnliche Schotter habe ich auch beim Punkt 498 festgestellt. Auf die Gesteinsgesellschaft der jüngeren Verebnungen braucht hier nicht näher eingegangen zu werden, da schon ausführliche Beschreibungen anderer Verfasser (A. NEPPEL 1938; A. WINKLER-HERMADEN 1955: 68, Abb. 16; A. WINKLER-HERMADEN 1957: 332, Abb. 50) vorliegen.

B. Die Karsterscheinungen

Zum ersten Male wurde die Verkarstung des Steinkogel-Frauenkogel-Zuges durch F. VORMAIR (1938) untersucht. Seine Veröffentlichung beinhaltet ein reiches Beobachtungsmaterial und kann für den Göttinger Raum als ziemlich vollständig gelten. Leider stand ihm damals als Unterlage nur die alte, sehr ungenaue (Schraffen-) Karte zur Verfügung, weshalb die Karsterscheinungen hier nochmals, vermehrt um einige Neufunde, erwähnt werden müssen.

Der Formenschatz des Karstes reicht von Karren, die wegen der starken Überrollung und meist geschlossenen Vegetationsdecke nur selten aufgeschlossen sind, bis zu verschiedenen groß und deutlich ausgebildeten Dolinen. Von der Zerbrechung (Klüftung) unabhängige Karren (Rinnenkarren), mit dem für diese Formen charakteristischen U-förmigen Querschnitt, kommen südlich des Steinkogels (F. VORMAIR 1938: 103, Taf. 1, 2) in der nächsten Umgebung des Frauenkogelgipfels und auf dem Raacherkogel vor. Klufftkarren (V-förmiger Querschnitt, entwickelt längs der Klüfte, aber auch längs der Schichtfugen) wurden auf dem Frauenkogel, auf dem Raacher Kogel und bei der Kote 556 beobachtet. Besonders die grauen, roten und braunen Flaserkalke neigen sehr stark zur Ausbildung dieser Formen.

Die Dolinen sind als Hangnischen, Wannen- und Halbformen entwickelt. Aus der Zuschüttung der Dolinen und der Zerstörung der Riedel kann auf einen derzeitigen Stillstand der Vertikalerosion geschlossen werden. Die Dolinen neigen zur Reihenbildung. Der Grund für diese auffallende Erscheinung dürfte einerseits in der engscharigen Zerklüftung der Kalke, andererseits aber auch in (nicht aufgeschlossenen) Störungen liegen (z. B. „Wasserspiel“ auf dem Frauenkogel). Schon F. VORMAIR wies darauf hin, daß die Karstformen in auffallender Weise an die Verebnungen gebunden sind. Tatsächlich liegen alle Dolinen zwischen 670 und 710 m (Frauenkogel, Steinkogel, Raacher Kogel: „Oberes Hochstraden-Niveau“) oder um 640 m (Höhenberg: „Unteres Hochstraden-Niveau“). Die Dolinen sind aber im Steinkogelzug nicht ausschließlich an die Verebnungsränder gebunden (vgl. die dazu gegenteilige Auffassung F. VORMAIRS), sie liegen vielmehr ziemlich gleichmäßig über die ganze Flur verstreut.

Ein Ponor am nördlichen Ende des „Wasserspiels“ (einer Dolinenreihe) ist die Schwinde mehrerer unbedeutender aus dem Hangschutt tretender Wasserläufe, von denen einer primitiv in Holz gefaßt ist. Die Umgebung der Schwinde ist stark versumpft, wohl ein Anzeichen dafür, daß der Abfluß derzeit z. T. durch umgelagerte Ter-

rassenlehme der 700-m-Verebnung verstopft ist. Ein anderer Ponor ist zum Unterschied vom eben beschriebenen an keine Doline gebunden und zeigt auch keine Beziehung zur Oberflächengestaltung seiner Umgebung. Er liegt auf dem Nordabfall des Frauenkogel-Steinkogel-Zuges rund 250 bis 280 m westlich des Raacher Kogelgipfels in ungefähr 600 m Seehöhe in hellen Flaserkalken und besitzt nur ein sehr beschränktes Einzugsgebiet. Auf diese Erscheinung wurde ich dadurch aufmerksam, daß ein spielendes Kind in den vom Unterholz und Laub stark überstreuten Karstschlauch einsank. Nach der daraufhin von mir vorgenommenen Aufgrabung mißt der Schlot an seinem Mund 30 cm im Durchmesser. Vom Tag führt er 10 bis 15 m senkrecht hinab; der weitere Verlauf konnte nicht mehr verfolgt werden. Seine Entstehung verdankt er wahrscheinlich einem Deckeneinbruch eines knapp unter der Oberfläche verlaufenden, zum Entwässerungssystem des Frauenkogelniveaus gehörenden Karstschlauches.

Wahrscheinlich geht auch die Bachschwinde westlich der Kote Nr. 569 (ca. 470 m Seehöhe) auf die Verkarstung zurück. Das Wasser scheint hier unter einem Rücken hindurch dem Bach im Straßengelgraben zugeführt zu werden.

Unsicher ist die Entstehung einer wasserführenden Kluft, die bei einer Brunnengrabung in der Nähe des von der Straße Friefenmühle-Oberbüchl gegen die Kote 498 abzweigenden Weges angefahren wurde. Die Aussagen des Grundstückseigentümers lassen darauf schließen, daß die dort anstehenden roten Flaserkalke („Orthocerenkalke von Oberbüchl“) längs einer saiger (?) stehenden Kluft verkarstet sind. Diese Kluft kann ohne Schwierigkeit als Fortsetzung der Störung angesehen werden, die von der Grabenbrücke in südwestlicher Richtung bis über die Reckerbrücke hinaus verfolgt werden konnte. Der weitere Verlauf dieser Störung war wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse, und da sie in Oberbüchl zu beiden Seiten von Flaserkalken begleitet wird, seinerzeit nicht feststellbar.

F. VORMAIR beobachtete einen weiteren Ponor in einer Doline zwischen dem Steinkogel und der Kote 710. Diese Schwinde konnte ich bei der Nachsuche nicht mehr finden.

Karsträger sind fast ausschließlich die Dolomite der Dolomit-Sandstein-Serie (Höhenberg), Barrandei-Kalke (Steinkogel, Reiner Spitze, westlich der Kote 710) und die hellen Flaserkalke (Frauenkogel). In geringerem Maße sind auch rote und braune Flaserkalke verkarstet (Raacherkogel-Nordhang), doch sind die Oberflächenerscheinungen auf Karren beschränkt. Dolinen konnte ich in den zuletzt genannten Kalken nicht beobachten. Wie schon oben ange-

deutet, kommen vielleicht auch die Flaserkalke von Oberbüchl als Karstträger in Betracht.

Die Lage der Dolinen, Karren und Ponore kann aus der beigegebenen Tafel ersehen werden.

C. Die größeren Wasserversorgungsanlagen

1. Gösting

Im Jahre 1933 wurde vom „Gemeinnützigen Wasserfürsorgeverein am Weinberg“ beim Hause Thalerstraße 22 (Pz. 711) ein Brunnen zur Versorgung von 14 Liegenschaften abgeteuft. Der Schachtbrunnen mißt 2 m im Durchmesser und ist 15 m tief. Eine Kreiselpumpe fördert 150 l/min (maximale Förderhöhe 70 m) zu einem 45 m höher gelegenen Behälter (Pz. 703/2). Von hier gelangt das Wasser entweder zu den einzelnen Verbrauchern oder über eine zweite Pumpe in einen weiteren Hochbehälter (Fassungsraum 23 m³), der, 90 m über der Talsohle gelegen, die höchstgelegenen Bauten auf dem Weinberghang (z. B. Meierei Gösting) mit Trink- und Nutzwasser versorgt. An den tieferen Behälter sind heute die Häuser Ruinenweg 6, 8, 26, Weinbergweg 8, 10 und Straßengelstraße 9 und 11, an den höheren die Häuser Ruinenweg 19, 20, 12, Weinbergweg 14, 20, 21, 25, 30, 34 und Straßengelstraße 31, 33, 38, 39 und 41 angeschlossen.

Der Brunnen steht in holozänen Schottern und Lockermassen des Weinberghanges am orographisch linken Ufer des Göstingbaches. Das paläozoische Grundgebirge wird, wie Aufschlüsse unmittelbar oberhalb des Brunnens zeigen, aus Flaserkalken aufgebaut. Das durch den Brunnen erschrotete Wasser (Grundwasser) entspricht, wie Untersuchungen seitens des Gesundheitsamtes der Stadt Graz ergeben haben, in hygienischer Hinsicht vollauf den Anforderungen.

2. Raach

Der Wasserversorgung von Raach dienen neben einigen wenigen Brunnen (siehe Tafel I) zwei Quellen, die Johannens- und die Geroldquelle. Beide Quellen liegen im Bereich der Staubsand- und Hangschuttablagerungen der Raacher Leiten. Ihren Austritt verdanken sie wahrscheinlich Karstschläuchen, die von der dolinenreichen Hochfläche des Raacherkogel-Frauenkogel-Zuges herabführen. Für einen engen Zusammenhang der Quellen mit dem Karstwasserkörper spricht vor allem ihre stark schwankende Schüttung.

Die Johannensquelle (Analyse Nr. 10) besitzt eine betonierte Quell-

gene Pfarrhof von Straßengel wird gesondert versorgt. Im Hochbehälter ist zu diesem Zweck eine Pumpe angebracht, die das Wasser in einen zweiten Behälter im Dachgeschoß des Pfarrhofes pumpt. Von hier erfolgt dann die weitere Verteilung auf die einzelnen Baulichkeiten auf dem Kirchberg.

Eine derart umfassende Wasserversorgung des ganzen Gemeindegebietes war zu Anfang der dreißiger Jahre notwendig geworden, weil die wenigen zur damaligen Zeit bestehenden Schachtbrunnen schon des öfteren mehr oder minder bedenkliches Wasser geliefert hatten. Die Verschmutzung des Wassers ist dem Umstand zuzuschreiben, daß, durch den Mangel an einem geeigneten Vorfluter bedingt, Abwässer in Sickergruben geleitet werden mußten. So sind auch die wiederholt aufgetretenen Typhusfälle erklärbar. Zudem versiegten im April 1930 in der Gemeinde 16 Brunnen. Nach der daraufhin vorgenommenen Vertiefung aller Brunnen lieferten vier Brunnen kein einwandfreies Wasser.

Der Gemeinde stehen drei Quellen und ein Brunnen zur Verfügung:

a) Quelle auf der Parzelle 1615/1: Die Quelle entspringt beim Haus Judendorf 13 (Analysen Nr. 5). Der Wasseraustritt ist an die „Eggenberger Breccie“ gebunden, die hier von den Staubsand- und Hangschuttablagerungen des Frauenkogel-Nordabhanges überlagert wird. Die Brunnenstube ist schon sehr verfallen und daher auch verschmutzt. Eine Messung der Schüttung ist nicht möglich, da bei dem baufälligen Zustand der Quellsfassung ein großer Teil des anfallenden Wassers noch im Bereich der Quellstube in der jungen Beckenfüllung des Judendorfer Beckens versiegt. Die Wassertemperatur wurde mit $8,7^{\circ}\text{C}$ gemessen (Außentemperatur $7,2^{\circ}$), langjährige Beobachtungen erbrachten den Beweis für eine sehr gleichmäßige Schüttung. Von der Quelle führt eine Leitung zu einem frei auslaufenden Brunnen vor dem Haus Nr. 230. Der Abfluß führt von hier in einem obertägigen Gerinne zu einem Sammelbecken an der Straße nach Plankenwart, das als Feuerlöschteich dient (16 m^3).

b) Nunnerquelle I (Pz. 1491): Südwestlich des Kirchkogels von Straßengel entspringen in zwei in südöstlicher Richtung den Berg hinanziehenden Gräben eine Reihe von Quellen: Die Nunnerquellen I, II, III (Analysen Nr. 2), die Schwamberg- und die Wolfbauerquelle. Daneben gibt es in der Nähe des Gehöftes Schwamberger (vulgo „Grabenbauer“) noch eine Quelle, die jedoch nur den Bedarf des Anwesens deckt. Alle diese Quellen — mit Ausnahme der Wolfbauerquelle — liegen bereits außerhalb des Aufnahmegebietes.

Von diesen Quellen wurden von der Gemeinde nur die Nunnerquelle I und die Wolfbauerquelle gefaßt. Ursprünglich sollten auch die beiden anderen Nunnerquellen in das Versorgungsnetz eingebaut werden, doch zeigte es sich, daß diese bei größerer Trockenheit versiegen, so daß dieses Vorhaben wieder fallengelassen werden mußte.

Die Nunnerquelle I entspringt in stark zerklüfteten Dolomiten und zeigt eine auffallend gleichmäßige Schüttung.

In Abb. 1 sind die Messungen der Wolfbauerquelle denen der Nunnerquelle I gegenübergestellt. Der Grund für den großen Unterschied der beiden Schüttungskurven liegt höchstwahrscheinlich darin, daß die Wolfbauerquelle zum Unterschied von der Nunnerquelle I sehr sorgfältig gefaßt wurde. Die Fassung wurde hier in den anstehenden Fels (geradeso wie bei der Nunnerquelle I zerklüftete Dolomite) eingebracht, und so das Zusitzen von Tagwässern verhindert. Überdies zeigt die Kurve der Wolfbauerquelle den typischen Verlauf einer Karstquelle. Sie weist Schwankungen im Verhältnis 1 : 5 auf. Am Tag der Kommissionierung (19. Februar 1931) schüttete die Nunnerquelle I 0,909 l/s. Seither belief sich die geringste gemessene Schüttung auf 0,83 l/s.

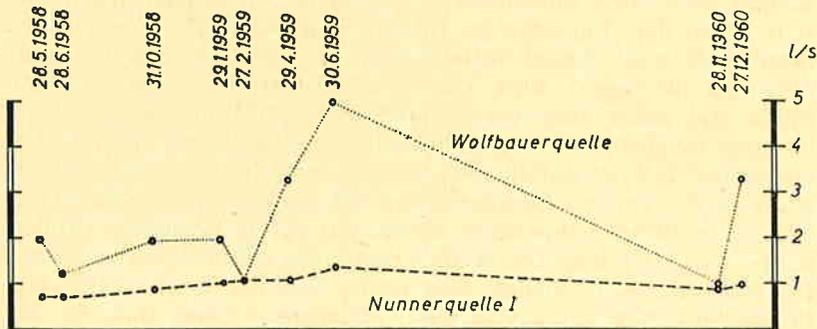


Abb. 1: Schüttungsdiagramm der Nunnerquelle I und der Wolfbauerquelle; beide südwestlich des Kirchberges von Straßengel, bereits außerhalb des Blattrandes der beigegebenen Tafel gelegen.

c) Wolfbauerquelle (Pz. 1502): Die Wolfbauerquelle (Analysen Nr. 1), östlich der Nunnerquelle I und südlich der Kirche Straßengel gelegen, deckt auch heute noch den größten Teil des Bedarfes der Gemeinde. Die größte Schüttung wurde am 30. Juni 1959, die geringste am 27. Februar 1959 beobachtet (5,0 bzw. 1,1 l/s).

d) Brunnen (Pz. 746/3): Um die starken Schüttungsschwankungen der Quellen auszugleichen und den Spitzenbedarf besonders in Trockenzeiten zu decken, erwies es sich als notwendig, eine

Brunnenbohrung westlich der Straße nach Gratwein niederzubringen, um so das Grundwasser des Judendorfer Beckens zu erschöpfen. Der seinerzeit gebaute Rohrbrunnen hatte eine Leistung von 2,1 l/s. Heute ist er als Betonringbrunnen ausgeführt, ist 20,2 m tief und mißt 2,5 m im Durchmesser. Um der Verunreinigung der unmittelbaren Umgebung des Brunnens zu begegnen, wurde ein Schutzgebiet ausgesteckt. Das engere Schutzgebiet ist annähernd ein Quadrat von 60 m Seitenlänge. Bauführungen und Grabungen sind in ihm verboten; wegen des tief gelegenen Grundwasserspiegels ist jedoch die künstliche Düngung erlaubt. Im weiteren Schutzgebiet sind tiefgründigte Bauwerke, wie Industriebauten u. ä., Mineralöllager, Schlackenhalde und Kohlenlager verboten, dagegen dichte Düngerstätten und Jauchengruben gestattet. Die Wohnbauten sollen kanalisiert sein oder einwandfreie, dichte Senkgruben ohne Überläufe besitzen. Sickergruben dürfen nicht angelegt werden.

4. Genesungs- und Erholungsheim der Eisenbahner in Judendorf

Der Wasserverbrauch der 120 bis 200 Personen beherbergenden Anstalt wird aus einer Gruppe von Quellen („Schwambergquelle“) und einem Brunnen gedeckt. Bei der Schwambergquelle handelt es sich um fünf (wahrscheinlich aus dem Hangschutt austretende) Gerinne, die einzeln gefaßt wurden und in einen ursprünglich 32 m³ großen, im Jahre 1927 auf 80 m³ vergrößerten Hochbehälter geleitet werden. Die Quellfassungen liegen nordöstlich des Gehöftes „Grabenbauer“. Eine vom Hygienischen Institut der Universität Wien am 8. November 1926 durchgeführte Analyse ergab bei einer Temperatur des Quellwassers von 12° C (Außentemperatur 16° C) eine Gesamthärte von 16,97 d. H., eine weitere Analyse (Datum unbekannt) einen Kalkgehalt von 92,8 mg/l und einen Magnesiumgehalt von 54,96 mg/l. Ein weiteres Gutachten des gleichen Instituts vom 10. Juni 1927 über ein einzelnes Gerinne dieser Quellgruppe (die sogenannte „5. Quelle“) erbrachte einen Kalkgehalt von 98,0 mg/l, einen Magnesiumgehalt von 51,4 mg/l bei einer Gesamthärte von 17 d. H. Eine Schüttungsmessung konnte nicht durchgeführt werden, doch liegt eine solche vom 23. April 1930 vor, bei der 0,63 l/s gemessen wurden.

Wie schon oben angedeutet, kann heute die Art des Quellaustrittes nicht mehr festgestellt werden. Es gibt darüber auch keine geologischen Berichte. So kann nur aus dem Aufbau der Umgebung geschlossen werden, daß diese Quellen Folgequellen nach Schicht- oder Kluftquellen aus Dolomiten oder der „Eggenberger Breccie“ sind. Besondere Sorgfalt wurde beim Bau der

Fassung darauf verwendet, den Zutritt von Tagwässern aus dem nur 7 m entfernten Bach zu verhindern. Daß dies gelungen ist, zeigen einige inzwischen vorgenommene Untersuchungen. 1948 wurde eine Bohrung zwischen dem Verwaltungs- und dem Wirtschaftsgebäude niedergebracht.* Der dort errichtete Schachtbrunnen ist 19,6 m tief, hat einen Durchmesser von 2 m und einen Wasserstand von 4 m. Der Brunnen wird nur zeitweilig in Betrieb genommen, um große Schüttungsschwankungen der Schwambergquelle auszugleichen. Eine Untersuchung des Brunnenwassers (Hygienisches Institut der Universität Graz, 5. August 1950) zeigte einen pH-Wert von 7,2 und eine Gesamthärte von 16,6 d. H.

Seinerzeit stand noch eine weitere Quelle (südöstlich der Quelle von Straßengel) in Gebrauch, eine Zeit lang dachte man auch daran, eine beim Gehöft „Schwamberger“ austretende Quelle, die nun seiner Versorgung dient, in die Fassung der „Schwambergquelle“ einzubeziehen, doch wurde dieses Vorhaben nach der Brunnengrabung fallengelassen.

5. Weitere Wasserversorgungsanlagen für land- und hauswirtschaftliche Kleinbetriebe

Neben den bisher besprochenen gemeinnützigen Wasserversorgungsanlagen bestehen im Aufnahmegebiet noch eine Reihe von Brunnen und Quellen, die den örtlichen Wasserbedarf mehr oder minder befriedigend decken. Eine bis ins einzelne gehende Beschreibung dieser Anlagen würde den Rahmen dieser Veröffentlichung sprengen, so daß ich mich hier nur auf eine kurze Zusammenfassung der wesentlichsten Punkte beschränken möchte.

a) Nordrand des Thaler Beckens: Am Nordrand des Thaler Beckens sind die Quellaustritte und Brunnen nach J. ZÖRL (1954) einerseits an die einstmals höher gelegene Grenze Tertiär — paläozoisches Grundgebirge — und andererseits an ein durchstreichendes Diabustuffband gebunden. Es war mir nicht möglich, diesen Tuff am Südabfall des Steinkogels (742 m) und der Reinerspitze (734 m) wieder aufzufinden. Knapp west-nordwestlich der Kote 644 wird die hier gegenüber dem Flösserkogel-Profil schon sehr stark auskeilende Tuffbank vermutlich längs der NW—SE-streichenden Störung abgeschnitten, die auch im Göstingbachtal die grünen Schiefer und Flaserkalke versetzt und sich sehr schön über

* Die Einzelheiten darüber übermittelte mir entgegenkommenderweise Herr Direktor K. TEICHMANN. Ihm sei hier dafür gedankt.

die Hochebene des Höhenberges an Hand von Quarzfindlingen verfolgen läßt. Westlich dieser Störung konnte, wie schon gesagt, der Tuff nicht mehr nachgewiesen werden. Die Quellaustritte können aber — abgesehen von der Möglichkeit, daß der hier sicher sehr gering-(dm-)mächtige Tuff unter dem Hangschutt weiterstreicht — auf wechsellagernde Dolomit- und Sandstein- bzw. Kalk- und Ton-schieferbänke zurückgeführt werden. Derartige Schichtquellen sind z. B. die westliche Quelle des Reckerbaches und wahrscheinlich auch die beiden eng benachbarten Austritte unterhalb des Weges, der von der Kote 644 zum Reckerbach herabführt. Als weiteres Beispiel dafür können auch die für die Versorgung der Gastwirtschaft „Hinterbrühl“ im Göstingbachtal auf dem Rücken nördlich der Gastwirtschaft gefaßten Quellen gelten.

Karsterscheinungen haben in diesem Bereich, wenn man von der schon oben erwähnten vielleicht durch die Verkarstung ausgeweiteten wasserführenden Kluft in Oberbüchl absieht, keinen bestimmenden Einfluß auf den Abfluß des unterirdischen Wassers.

Von den von J. ZÖTL aufgenommenen Brunnen und Quellen wurden der Brunnen I und die Quellen 10, 11 und 11a durch K. STUNDL (1954) chemisch untersucht. Die Quelle 11 (in der NE—SW-streichenden Störung in Oberbüchl gelegen) zeigt nach STUNDL an der Karbonathärte und an der Leitfähigkeit deutlich ihren Ursprung im Kalk. Dies stimmt auch mit dem Kartierungsbefund (Flaserkalke) vollständig überein. Die Quelle 11a weist auf ein kalkfreies Tertiär hin (die Quelle entspringt in einem geringmächtigen, den tertiären Sanden und Schottern aufgelagertem Alluvium). Die Werte für den Brunnen I (in Winkel, am Fahrweg von Oberbüchl nach Kötschberg gelegen) und die Quelle 10 (in der Nähe der Kote 513 gelegen) liegen zwischen den Werten, die für die im Tertiär und für die in den Kalken entspringenden Wasser charakteristisch sind. Auch hier ergibt sich eine gute Übereinstimmung der chemischen Untersuchung mit dem Feldbefund: Der Brunnen I liegt ungefähr 100 m von der Tertiär-Paläozoikum-Grenze entfernt im Tertiär. Das Paläozoikum wird hier aus einer Wechsellagerung von braunen Kalken in kalkigen Ton-schiefern aufgebaut. Die Quelle 10 liegt wieder im alluvialen Gehängeschutt (mit vielleicht darunter verborgenem Tertiär) nahe der Grenze gegen paläozoische braune Kalke, Dolomite und (vereinzelt) Sandsteine.

b) Göstingbachtal: Die Brunnen des Göstingbachtals wurden alle im Bach- und Hangschutt niedergebracht. Ihre Teufen betragen zwischen 2,5 und 15,0 m. Die Wasserversorgung wird von der Bevölkerung als ausreichend geschildert.

Schon J. ZÖTL machte die Beobachtung, daß der Göstingbach in seinem Unterlauf mehr Wasser führt als ihm die obertägigen Gerinne des Thaler Beckens und seiner Seitengräben zuführen. J. ZÖTL (1954, p. 29) erklärte diese Erscheinung mit unterirdischen Wasserzuflüssen. Für diese (damals noch unbestätigte) Annahme können nun einige Beweise erbracht werden:

1. Bei der Aufnahme fielen sofort die starken Temperaturschwankungen eng benachbarter Meßpunkte auf. Als Beispiel hierfür seien einige Messungen angeführt:

Tag der Aufnahme: 26. November 1960.

Außentemperatur	7,2° C
Wassertemperatur des Göstingbaches beim: Haus Thalstraße 157 (mehrmals gemessen, im Durchschnitt)	4,1° C
Wassertemperatur der Brunnen im Mittel:	
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 159	4,6° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 157a	4,0° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 157	9,4° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 161	6,8° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 160 (oberer Brunnen)	8,0° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 50	8,4° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 55	8,0° C
Brunnen beim Haus Thalstraße Nr. 44	9,6° C

Man merkt sofort die gute Übereinstimmung der Werte für den Göstingbach und für die Brunnen Thalstraße Nr. 159 und 157a. Die beiden eben genannten Brunnen beziehen ihr Wasser weitgehend aus dem hier in das Grundwasser einsickernden Göstingbach. Demgegenüber stehen die übrigen Werte der Brunnen. Der Brunnen beim Haus 157 steht am nördlichen Plabutschabhang und zeigt einen deutlichen Wasserandrang von S. Auch beim Abteufen des Brunnens beim Haus Nr. 161 fiel auf, daß der dem Göstingbach zugekehrte (nördliche) Schachtulm den geringeren Wasserzudrang zeigte, wogegen die Hauptmenge vom S (Plabutsch) geliefert wurde. Der Plabutschhang wird hier von mächtigen Schuttmassen, die den grünen Schiefen usw. aufliegen, aufgebaut (vgl. auch H. FLÜGEL 1960). Auch ein eindeutig in eine Wasser führende Kluft in den grünen Schiefen abgeteuffer Brunnen auf der N-Seite des Göstingbachtals (Thalstraße 160; oberer, derzeit einzig in Betrieb stehender Brunnen) zeigt ähnliche Meßergebnisse.

Besonders auffallend sind aber die Temperaturunterschiede Göstingbach — Brunnenwasser in den vom Göstingbach nur 5 bis

10 m entfernt gelegenen Brunnen bei den Häusern Thalstraße Nr. 44, 50 und 55. Diese drei Brunnen liegen in einer dem Paläozoikum tief eingeschnittenen Rinne, die westlich der Cholera Kapelle in das Göstingbachtal herabführt. Hier konnte auch mit Hilfe vergleichender Wasserstandsmessungen, über die noch gesondert weiter unten berichtet werden soll, ein unterirdischer Zufluß von N nachgewiesen werden.

2. Einen weiteren Beweis für das Zusitzen unterirdischer Wässer erbrachten Wasserspiegelmessungen.

Das Göstingbachtal ist ein enges Durchbruchstal mit unausgeglichenem Relief, in das sich der Göstingbach tief eingeschnitten hat. Vom N mündet im aufgenommenen Bereich nur der sogenannte Labgraben in das Tal. Die beiden Quellen des Labbaches entspringen dem Hangschutt unterhalb des schon mehrfach erwähnten Diabas tuffes und können somit als Folgequellen nach Schichtquellen angenommen werden. Die Schüttung ist sehr gering; oft versiegen auch die Quellen. Nur nach starken Niederschlägen führt der Bach bis zur Mündung in den Göstingbach obertägige Wässer. Sonst verschwindet das Wasser schon nach wenigen Metern in der lockeren Schutt füllung des Grabens. Es war also von vornherein anzunehmen, daß Wasserspiegelmessungen an der Mündung des Labgrabens in das Göstingbachtal Aufschluß über die Wasserschüttung des Labgrabens geben könnten. Die Spiegelmessungen in den Brunnen auf dem breiten Schuttkegel des Labbaches zeigen jedoch, daß die Schüttung der Labbachquellen für den Grundwasserhaushalt des Göstingbaches völlig bedeutungslos ist. Wohl aber überraschten die Messungen in dem schon oben erwähnten Graben westlich der Cholera Kapelle. Wiesen schon die Temperaturmessungen auf unterirdische Zuflüsse hin, so wurde dieser Befund auch durch die Wasserspiegelmessungen bestätigt. Im Bereich der Häuser Thalstraße Nr. 44, 50 und 55 steht der Grundwasserspiegel merklich (rund 1 m über dem bei den 400 m westlich davon gelegenen Häusern!) an und erreicht die Spiegelhöhe bei der Mündung des Labgrabens. Diese Erscheinung ist nur durch Quellaustritte in den rezenten Hangschutt des Talgrundes zu erklären. Obertägig treten hier das ganze Jahr über keine Quellen aus. Der Graben selbst zeigt an seinem orographisch linken (östlichen) Hang bei der Mündung in den Labgraben grüne Schiefer und Flaserkalke, die bei dem Steinbruch von einer geringmächtigen Wechsellagerung von Plattenkalken und Tonschiefern überlagert werden. Noch im Steinbruchgelände liegt auf dieser Serie eine wechselnde Folge von Dolomiten und Sandsteinen, welcher auf dem Ruinenweg in rund 480 m Seehöhe ein schmales Band von Netzkalken eingeschaltet ist. Das ganze Gesteinspaket fällt mit-

telsteil gegen NNW-NW ein. Schichtquellen können in diesem Profil einerseits (wie auch auf dem Bergrücken nördlich der Gastwirtschaft „Hinterbrühl“) in der Dolomit-Sandstein-Wechselagerung, andererseits aber besonders an der Grenze der Schiefer gegen die Flaser- und Plattenkalke auftreten. Dem Einwand, daß das Wasser der Lagerung und der Höhenlage entsprechend in das nördliche und tiefer gelegene Murtal abfließen müßte, kann mit dem Hinweis begegnet werden, daß die Sandsteine und Dolomite durchwegs eine grobe Bankung, meist darüber hinaus aber auch noch eine sehr engscharige Klüftung aufweisen. Diese klaffenden Klüfte erkennt man auch sehr deutlich im Bereich der Platten- und Flaserkalke.

Es kann somit gesagt werden, daß die Wasserzuflüsse in diesem Bereich aus Quellen stammen dürften, die ihrer Morphologie nach zwischen reinen Kluftquellen und reinen Schichtquellen vermitteln. In bezug auf Lagerung und tektonische Beanspruchung des Wasserträgers ähnliche Verhältnisse findet man auch bei den schon erwähnten Quellen des Labbaches vor. Hier bewirkt der gegen NNW fallende Diabastuff unter den zerklüfteten Sandsteinen, hellen und dunklen Dolomiten des Flösserkogels (Kote 658) und des Punktes 689 ebenfalls den Austritt des Wassers.

c) G ö s t i n g : In Gösting wurden neben der zentralen Wasserversorgung vom Weinberg aus eine Reihe von Brunnenbohrungen im Gehänge- und Bachschutt (besonders südlich der Thalstraße) und in der Würmterrasse (Judendorfer Straße Nr. 31, Straßengelstraße Nr. 25, 45, 48 usw.) abgeteuft. Auf der Würmterrasse wird das Wasser dem zusammenhängenden Grundwasserfeld des Murtales entnommen; die Brunnen sind alle über 10 m, einige auch über 15 und 20 m tief. Der normale Abfluß des Grundwassers wird am orographisch linken Ufer der Mur durch eine Brunnenreihe (78 Brunnen) des Wasserwerkes Graz-Nord (Andritz) empfindlich gestört. Die hohe Fließgeschwindigkeit in der Murenge bei Weinzödl (200 bis 400 m/Tag) und der hier sehr seicht liegende Grundwasserspiegel machten umfangreiche Schutzmaßnahmen für das Wasserwerk erforderlich. Unverständlich ist es, daß gerade in diesem Bereich z. B. Tankstellen gebaut werden dürfen oder daß es einem hier gelegenen großen Schotterwerk erlaubt wurde, den Terrassenschotter bis zum Grundwasserspiegel abzubauen.

d) R a a c h : In Raach bestehen nur einige Brunnen: Judendorfer Straße Nr. 69, 71, 103 (mit einem alten, inzwischen schon aufgelassenen, und einem neuen Schachtbrunnen), 900 (vorläufige Hausnummer), Waldweg 4, 121, und ein Brunnen im Garten des Hauses Siebenbründlweg 3.

Wie man auch aus der Tafel ersieht, stehen die meisten Brunnen in den Alluvionen der Mur. Eine gewisse Sonderstellung nimmt der Brunnen beim Haus Waldweg Nr. 121 ein. Deshalb soll er auch erst später bei der Behandlung der Brunnen von Judendorf-Straßengel besprochen werden.

Es fällt sofort auf, daß Brunnen im westlichen, höheren Ortsbereich fehlen. Schon vor mehreren Jahren wurden, nach Aussage der Bevölkerung, auch hier Brunnengrabungen vorgenommen, diese aber nach dem Erreichen von Fels eingestellt. Bei diesem Grundgebirge handelt es sich um den hier über das Niveau des Grundwassers reichenden Sockel der Würmterrasse des Murtales. Es ist aber wahrscheinlich, daß man bei weiterem Abteufen in dem stark zerklüfteten, hier wahrscheinlich auch verkarsteten paläozoischen Karbonatgesteinen hätte Wasser erschroten können.

e) Judendorf-Straßengel: Die Bewohner des südlich und westlich der Bahnlinie gelegenen Ortsteiles sind auf Grund eines Gemeinderatsbeschlusses verpflichtet, ihr Trink- und Nutzwasser dem gemeindeeigenen Versorgungsnetz zu entnehmen. Dies geht, wie schon oben kurz bemerkt, auf die schlechten hygienischen Verhältnisse der vordem genutzten Hausbrunnen zurück. Die meisten privaten Brunnen wurden in der Zwischenzeit zugeschüttet, einzelne bestehen noch am Hangfuß des Frauenkogels. Interessant ist hier der enge Zusammenhang der Brunnen mit dem Auftreten des Lösses und der „Eggenberger Breccie“. Der Löß staut (wie z. B. die Naßgallen in dem kleinen Tälchen, das rund 170 m östlich des Aufstieges zum Kirchkogel vom Frauenkogel herabkommt, zeigen) das Wasser des ihn überlagernden Hangschuttes. Wo die hier nur sehr gering-(dm-)mächtige Lößdecke aberodiert ist, versiegt der Wasserlauf sofort in den darunter liegenden Terrassenschottern. In Fällen, in denen der Löß der „Eggenberger Breccie“ aufliegt (wie z. B. beim Haus Judendorf-Straßengel Nr. 13) können sowohl die Grenze des Lösses gegenüber der Breccie als auch die Klüfte der Breccie selbst Wasser führen. Als charakteristisches Profil durch die jungen Ablagerungen möge ein Aufschluß beim Haus Waldweg Nr. 121 (Raach) dienen (Abb. 2):

Auf einer Wechsellagerung von Sanden, Schottern und Hangschutteinstreuungen folgt hier mit einer klaren Diskordanz der Löß. Die Basis in diesem Aufschluß bilden ein der „Eggenberger Breccie“ ähnliches, durch Quarz verkittetes Konglomerat und Roterdebildungen. In der Nähe des hier geschilderten Profils (nördlich davon) wurden zwei Brunnen abgeteuft. Nach 11 m mächtigen Sanden und Schottern trat in der einen Bohrung ein schwarzer Schiefer auf

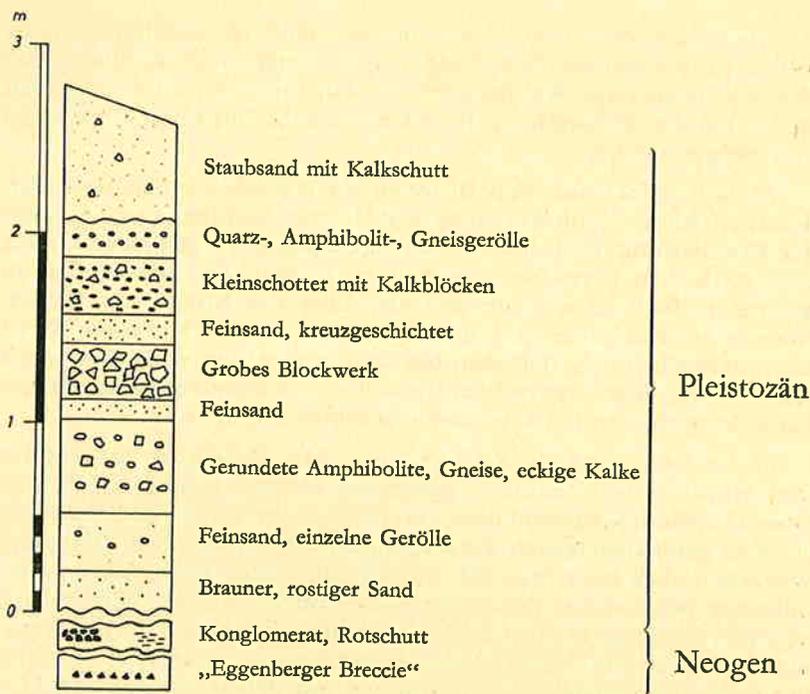


Abb. 2: Schematisches Profil durch die nachpaläozoischen Ablagerungen in Raach beim Hause Waldweg Nr. 121.

(1 m), der vielleicht dem Pentamerusniveau zugerechnet werden kann; an der Brunnensohle wurde ein grob geklüfteter heller Kalk (? Kanzelkalk = heller Flaserkalk) durchörtert. Das Wasser erreichte die Bohrung an der Oberkante der dunklen Schiefer. Im zweiten Brunnen wurden nur die rissigen hellen Flaserkalke aufgeschlossen; Wasser wurde nicht erschroten.

Eine der bekanntesten Quellen dieses Gebietes ist das sogenannte „Siebenbründl“ an der Judendorfer Straße (Analysen-Nr. 7). Es handelt sich dabei um den aus dem Hangschutt des Raacher Kogel-Nordabfalles in 370 m Höhe zwischen Raach und Judendorf tretenden kurzen Wasserlauf. Das Gerinne wurde gefaßt und unter dem Eisenbahndamm hindurch einem mit einer Marienstatue geschmückten Brunnen zugeführt. Diese Quelle kann auf eine Verwerfung, die oberhalb des Seidelsteges die westlich von ihr gelegenen bunten von den grauen Flaserkalken trennt, zurückgeführt werden. Dem Wasser

wurde in früheren Zeiten von der einheimischen Bevölkerung eine heilsame Wirkung zugeschrieben, was wohl auf die günstige Lage dieser Quelle am alten Wallfahrtsweg von Graz nach Straßengel zurückzuführen ist.

Man kann also zusammenfassend für den Raum von Judendorf-Straßengel sagen, daß die Wasseraustritte (wenn man vom Grundwasserfeld des Murtales absieht) entweder an Dolomite (Nunner-Quellen, Wolfbauer-Quelle), dunkle Schiefer oder die „Eggenberger Breccie“ (in Verbindung mit dem Löß) gebunden sind.

Anhang

Die von Professor Dr. K. STUNDL analysierten Wasserproben lieferten folgende Werte:

Analysen Nr.	Bezeichnung	Temp. °C	pH	Alkali-tät	Karbo-nat-härte d. HG	Gesamt-härte d. HG	Chlorid mg/l	Sulfat mg/l
1	Wolfbauerquelle	6,1	7,9	1,18	4,72	16,08	4,4	57,0
2	Zusammenfluß der Nunnerquellen		7,8	1,20	4,80	15,84	3,2	47,0
3	Quelle bei Gehöft Schwamberger (nicht ident. mit der sog. „Schwambergquelle“)	5,6	7,3	0,98	3,92	13,32	4,0	48,0
4	Gefaßte Quelle beim Haus Judendorf 13	8,9	7,4	1,08	4,32	14,48	4,8	43,0
5	Brunnen vor dem Haus Judendorf 61	8,2	7,7	1,25	5,00	17,70	5,6	67,0
6	Gemeinde-Wasserleitung von Judendorf-Straßengel (Mischwasser)		7,3	1,44	5,76	18,28	8,0	36,2
7	„Siebenbründl“, Judendorfer Straße	8,3	7,3	1,10	4,40	15,72	4,4	55,5
8	Brunnen, Raach, Waldweg 121		7,3	1,28	5,12	19,36	6,8	91,5
9	Geroldquelle, Raach	9,2	7,4	1,08	4,32	13,96	4,8	34,4
10	Johannenquelle, Raach	8,9	7,9	1,21	4,84	16,00	4,8	43,6

Literaturnachweis

- FLÜGEL, H.: Geologische Wanderkarte des Grazer Berglandes, 1 : 100.000. Geol. BA Wien, 1960.
- FLÜGEL, H.: Die Geologie des Grazer Berglandes. Mitt. Mus. Bergb., Geol. u. Techn., Joanneum, 23, 212 S., Graz 1961.
- HADITSCH, J. G.: Die Geologie des Raumes zwischen Graz-Gösting, Judendorf und Straßengel. Univ.-Diss. Univ. Graz, 1958.
- HANSELMAYER, J., & MORAWETZ, S.: Witterungsspiegel 1958. Mitt. Nat. Ver. Stmk., 89, 57—68, Graz 1959.
- HANSELMAYER, J., & MORAWETZ, S.: Witterungsspiegel 1959. Mitt. Nat. Ver. Stmk., 90, 41—50, Graz 1960.
- HANSELMAYER, J., & MORAWETZ, S.: Witterungsspiegel 1960. Mitt. Nat. Ver. Stmk., 91, 49—57, Graz 1961.
- HILBER, V.: Geologie von Gösting. Mitt. Nat. Ver. Stmk., 60, 114—139, Graz 1924.
- NEPPEL, A.: Das Tertiär von Thal bei Graz. Univ.-Diss. Univ. Graz, 1938.
- STUNDL, K.: Der Chemismus von Wässern im Becken von Thal bei Graz. Beitr. Hydrogeol. Stmks., 7, 36—37, Graz 1954.
- VORMAIR, F.: Studien im mittelsteirischen Karst. Univ.-Diss. Univ. Graz, 1938.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Ergebnisse und Probleme der quartären Entwicklungsgeschichte am östlichen Alpensaum außerhalb der Vereisungsgebiete. Denkschrift. Österr. Akad. Wiss., math-natw. Kl., 110, 179 S., Wien 1955.
- WINKLER-HERMADEN, A.: Geologisches Kräftespiel und Landformung. 882 S., Wien 1957.
- ZÖTL, J.: Die hydrogeologischen Verhältnisse im Becken von Thal bei Graz. Beitr. Hydrogeol. Stmks., 7, 28—36, Graz 1954.
- ZÖTL, J.: Die hydrogeologischen Verhältnisse des Plabutsch-Kollerberg-Zuges bei Graz. Steir. Beitr. Hydrogeol., NF., 1/2, 77—82, Graz 1958.

Anschrift des Verfassers:
Dr. JOHANN GEORG HADITSCH,
Montanistische Hochschule Leoben, Steiermark