

Die Quellen der Wasserleitung von Hartberg am Ringkogel.

(Die Beziehung zwischen Niederschlag und Schüttung.)

Von W. Brandl.

Mit 1 Kartenskizze und 1 Diagrammtafel.

Vorbemerkungen.

Die Stadt Hartberg wird einerseits durch ein Pumpwerk mit Grundwasser aus den tertiären Schichten von Schildbach, andererseits mit dem Wasser von 13 Quellen am Ringkogel versorgt. Diese Quellen wurden von 1949—1952 vom Verfasser regelmäßig gemessen, um ein möglichst genaues Bild ihrer Schüttungsschwankungen zu erhalten und daraus Schlüsse hinsichtlich der Beziehung der Schüttung zu den hydrogeologischen Verhältnissen, zum Niederschlag usw. ziehen zu können.

Die hydrogeologischen Verhältnisse sind insofern schwierig zu erfassen, als das Gebiet sehr aufschlußarm ist. Der Einblick in die Bodenverhältnisse ist dadurch verwehrt. Andererseits wurden Aufzeichnungen über die Arbeiten bei den Quellfassungen nur zum Teil vorgefunden. Hinsichtlich der Niederschlagsmengen standen bis zum 11. Juni 1951 nur die Aufzeichnungen der meteorologischen Station in Kirchberg a. W. bei Grafendorf (8 km von Hartberg entfernt) zur Verfügung. Erst nach dem genannten Zeitpunkt wurden vom Verfasser die Niederschlagsmessungen in Hartberg selbst vorgenommen. Die Messungen in Kirchberg sind für Hartberg deshalb mit Vorbehalt anzusehen, da z. B. der Vergleich der Monatssummen von Juli 1951 bis Mai 1952 eindeutig zeigt, daß Kirchberg ergiebigere Niederschläge aufweist (August 1951: Kirchberg 92,7 mm gegen 46,3 mm Hartberg). Die größten Unterschiede zwischen den beiden Orten treten, soweit sich bisher überblicken läßt, in den Monaten April bis September auf.

Die Lage der Quellen.

Die beobachteten Quellen liegen im Bereich von Glimmerschiefern, bzw. in ihrer Verwitterungsdecke, die örtlich verschieden mächtig ist. Abschnittsweise sind im Glimmerschiefer mehr oder minder mächtige Linsen eines lichten Gneises eingelagert.

Fünf der 13 Quellen der städtischen Wasserleitung und zwar die

Quellen Amesbauer 1 (A₁), Amesbauer 2 (A₂), Lebenbauer 3 (L₃), Lebenbauer 4 (L₄) und Hofer (H) liegen am Südabhang des Ringkogels in einer Seehöhe von 500—550 m und bilden zusammen die sogenannte rechte Quellgruppe. Sie liegen mit Ausnahme von A₂ in auslaufenden Flachformen, die nahezu ausschließlich von Feldern und Wiesen bedeckt sind und in den Steilformen der Brühl mit einem mehr oder minder ausgeprägten konvexen Gehängeknick abbrechen. Wo die engen Steilformen der Brühl in einen flachen Talboden übergehen, hat die Quelle A₂ im Hangschutt ihre Fassung.

Während bei der Quelle L₃ der größte Teil des Wassers in einem Stollen aus Klüften im Glimmerschiefer austritt, der unter der auskeilenden Verwitterungsdecke ansteht und auch die Quelle A₁ ihr Wasser aus einer ähnlichen Kluft beziehen muß, erhalten die Quellen L₄ und H ihr Wasser unmittelbar aus den basalen Teilen der Verwitterungsschwarte. Der im Quellgebiet von L₄ und H auftretende Glimmerschiefer, mit abschnittweisem Übergang in Gneis, ist zwar mehr oder minder geklüftet, doch sind die Klüfte weitgehend geschlossen, so daß in ihnen keine nennenswerte Wasserzirkulation möglich ist. Das Wasser tritt beim Auskeilen der Verwitterungsdecke am Steilhang in einer Reihe kleiner Quellen zutage, von denen zwei — L₄ und H — gefaßt sind.

Das der Sonnenbestrahlung stark ausgesetzte Einzugsgebiet dieser im allgemeinen seicht liegenden Quellgruppe macht die hohen Sommertemperaturen des Wassers dieser Quellen (z. B. Hofer 1950 13,2 Grad, 1951 13,9 Grad C) verständlich. Auch die Verdunstung erreicht infolge der sonnseitigen Lage (namentlich H und A₁) ein derartiges Ausmaß, daß die Schüttung dieser Quellen im Sommer sehr gering ist.

Am stärker bewaldeten Südwestabhang des Ringkogels liegen in Seehöhen zwischen 520 und 660 m am Hang eines im mittleren Teil flachmuldigen Grabens sieben gefaßte Quellen. Sie bilden einschließlich einer Quelle, die an dem dem Allmerfelsen gegenüberliegenden Hang ihr Einzugsgebiet hat, die sogenannte linke Quellgruppe. Es sind dies von unten nach oben die Quellen Scheiner, Jagerhofer, Lebenbauer 1, Erlauer, Allmer, Lebenbauer 2, Doppelhofer und Fandler, nach ihren Anfangsbuchstaben weiterhin kurz Sch, J, L₁, E, All, L₂, D und F bezeichnet. Die Quellen verteilen sich über einen größeren Abschnitt des Grabenhangs. Sie liegen durchwegs im Bereich von Glimmerschiefer, der namentlich in größerer Seehöhe, an weniger steilen Hängen, sehr tiefgründig verwittert ist. Bei der Freilegung der Fassung der Quelle F konnte beobachtet werden, daß das Wasser aus Schichtklüften im Glimmerschiefer wenige dm unter der Grenze zwischen dem festen Gestein und der Verwitterungsdecke entspringt. Nahezu 4 m beträgt die Mächtigkeit der darauf liegenden Verwitterungsdecke, die, nach oben immer feinkörniger werdend, schließlich in einen einige dm mächtigen Horizont von

humusartiger Erde übergeht. Das Wasser der Quellen Sch und J dürfte aus Klüften des Glimmerschiefers entspringen, da hier die Steilheit des Geländes kaum eine mächtigere Verwitterungsdecke vermuten läßt. Die etwas höher liegende Quelle All entspringt aus Blockschutt. Die Quelle L₁ liegt unter einer Verebnung. Ihre Mindestschüttung von 0,27 l/sec. weist auf ein größeres Einzugsgebiet. Die gegenüberliegende Brunnstube E bezieht Wasser aus mehreren Klüften (Stollen). In weniger geneigtem Gelände ist höher gelegen die Quelle L₂ und in ähnlicher Position sind die Quellen D und F, welche ihr Wasser ebenfalls aus dem Hangschutt oder der oberen Felsrinde des Grundgebirges beziehen.

Die Ergiebigkeit der Quellen der linken Gruppe ist recht verschieden. Während All und J in Trockenzeiten nur wenige Hundertstel l/sec. spenden, sinkt die Schüttung der Quellen Sch und L₂ nur wenig unter 0,10 l/sec. Die Quellen E und L₁ haben auch in Trockenzeiten eine Wasserspende von 0,14, bzw. 0,27 l/sec., was auf ein größeres Einzugsgebiet schließen läßt. Das Ansteigen der Schüttung der Quellen F und L₁ erfolgt nach Niederschlägen nicht so rasch als jenes der übrigen Quellen. Die Temperaturen der Quellen der linken Gruppe fallen und steigen zufolge der Lage im Walde verhältnismäßig langsam, da der Wald eine intensive Bodenerwärmung im Sommer ebenso wie die Abkühlung durch Ausstrahlung in klaren Winternächten hemmt. Nur die Quelle All weist ein rascheres Ansteigen der Temperatur im Sommer und ein rascheres Abfallen im Winter gegenüber den anderen Quellen auf. Es wirkt sich die seichte Lage des unterirdischen Wassers aus.

Da die Quelladern der Quellstube E in etwa 8 bis 10 m Tiefe erschlossen sind, haben die jahreszeitlichen Schwankungen der Außentemperatur trotz des unbewaldeten Einzugsgebietes nur in abgeschwächtem Maße Einfluß.

Die Schüttungsschwankungen.

Alle Quellen des Ringkogels zeigen hinsichtlich der Schüttung verhältnismäßig starke Abhängigkeit von den jeweiligen Niederschlägen. Die Schüttungsschwankungen treten nicht zu genau gleicher Zeit und im gleichen Ausmaß ein. Im Schaubild werden nur die Ergiebigkeitsänderungen einiger charakteristischer Quellen dargestellt. Die übrigen Quellen folgen mehr oder weniger einer dieser Typen.

Das Jahr 1949.

Alle Quellen der Wasserleitung spendeten in den ersten Monaten des Jahres 1949 infolge der vorangegangenen Trockenheit wenig Wasser. Sowohl die Niederschläge am 3. und 4., als auch jene am 15. und 16. Jänner erhöhten nur wenig und kurzfristig die Schüttung einiger Quellen. Auf winterliches Strahlungswetter Ende Jänner und in der ersten Dekade des Februars, das Nachttemperaturen bis zu -14 Grad C brachte, rea-

gierten die Quellen durch weiteren Rückgang der Wasserspende. Die geringfügigen Niederschläge im Februar und März wirkten sich bei den meisten Quellen nicht aus. Nur die Quellen J und L₃ zeigten Schwankungen von 0,01—0,03 l/sec. Eine mächtigere Schneedecke fehlte in diesem Winter, weshalb auch eine Schneeschmelzperiode keine Auswirkungen auf die Quellschüttung aufweist. Die Niederschläge um den 7., 26. und 27. April, die immerhin über 10 mm betragen, veränderten die Quellschüttung nicht, denn die Trockenheit des Bodens und der Wasserbedarf der Vegetation waren zu groß, als daß ein Wasserzuschub in die Tiefe erfolgt wäre. Erst der Monat Mai änderte die Verhältnisse. Der ausgiebige Niederschlag am 7. Mai (Kirchberg 18 mm) führte dazu, daß bereits am 8. Mai ein leichtes Ansteigen der Schüttung gemessen werden konnte. Die außerordentlich ergiebigen Niederschläge vom 11. bis 13. Mai (Kirchberg 49,9 mm) verursachten ein weiteres Anschwellen der Schüttung, die nach einem kurzfristigen Absinken einen Höhepunkt am 26. Mai erreichte, der auf die Niederschläge vom 21. bis 24. Mai zurückzuführen war. Die letzten Mai- und die ersten Junitage waren wieder niederschlagsarm, weshalb die Wasserspende der Quellen A₁, A₂, H, F und D sehr rasch zurückging. Die Regenfälle am 10. und 11. Juni 1949 erhöhten zwar nicht die Schüttung, verzögerten aber doch etwas das weitere Absinken der Ergiebigkeit. Die Niederschläge im Juli und August 1949 (75,5 und 61,9 mm in Kirchberg) hatten keine Bedeutung für den Haushalt der Quellen. Jedenfalls waren in dieser Zeit die Verdunstung und der Wasserbedarf der Vegetation so groß, daß auch ergiebigere Niederschläge nicht bis zur Quelfassung in die Tiefe drangen. Die Schüttung aller Quellen nahm deshalb auch weiterhin ziemlich gleichmäßig ab und erreichte um den 28. Oktober 1949 ihren tiefsten Stand, der bei den meisten Quellen etwas tiefer als jener im April 1949 war. So spendeten die Quellen A₁, H und All nur mehr 0,02, D und A₂ 0,03, J 0,04, L₄, Sch und F 0,06, L₂ 0,07, L₃ 0,10, E 0,15 und L₁ 0,29 l/sec. Am 3. November setzte eine bis 7. November andauernde Regenperiode ein, in der in Kirchberg 49 mm Niederschlag fielen. Er brachte zunächst nur ein geringes Ansteigen der Wasserspende. Erst die ausgiebigen Niederschläge am 14. und 18. November erhöhten merkbar die Schüttung aller Quellen. Die größte Ergiebigkeit wurde bei den meisten Quellen am 19. November, bei den Quellen L₁ und F jedoch erst am 21. November gemessen. Der Rückgang der Quellschüttung nach diesem Zeitpunkt war bei den größeren Quellen, L₁ und E, ein allmählicher, bis neuerliche Niederschläge um den 10. Dezember abermals ein leichtes Ansteigen bewirkten.

Zusammenfassend kann man den Haushalt der Hartberger Quellwasserleitung im Jahre 1949 folgend skizzieren:

Die Quellen hatten im Winter 1949 eine geringe Schüttung. Geringe

Niederschläge in Form von Regen hatten in der Zeit, da der Boden noch nicht tiefgreifend gefroren war, eben noch merkbare Schwankungen der Quellspende zur Folge. Ein Ansteigen der Quellschüttung brachte erst der niederschlagreiche Mai (Kirchberg 146 mm). Von da an begann die Schüttung zuerst schnell, dann aber langsam und stetig abzusinken und erreichte Ende Oktober ihren Tiefpunkt. Ein neuerliches Ansteigen ist erst nach sehr ergiebigen Niederschlägen im Monat November (Kirchberg 130,7 mm) zu beobachten gewesen, dem wieder ein allerdings langsames Sinken der Wasserspende folgte, so daß die Schüttung am Ende des Jahres günstiger war als im Jänner 1949.

Das Jahr 1950.

Im Januar fiel wohl am 10. und 11. etwas Schnee, der aber bald schmolz, ohne die Quellen zu beeinflussen. Am 18. und 19. sowie am 27. und 28. Jänner fielen größere Schneemengen, die zu einer geschlossenen Schneedecke führten. Es setzte am 5. Februar Tauwetter ein, das sich auf die Ergiebigkeit der Quellen rasch auswirkte. Starke Regenfälle brachten in Verbindung mit der Schneeschmelze in der 2. Hälfte des Monats einen Höhepunkt der Schüttung der Quellen der rechten Gruppe und der Quellen All, J und Sch der linken Quellgruppe um den 16. Februar, während bei den z. T. höher gelegenen Quellen E, L₁, D und F der linken Gruppe die größte Ergiebigkeit erst am 25. Februar gemessen werden konnte. Die Quelle L₂ erreichte erst am 24. März 0,13 l/sec. und stieg weiter bis zum 24. April auf 0,18 l/sec. Da die Schneedecke nur langsam schmolz, erfolgte nach dem Höhepunkt ein nur langsames Sinken der Schüttung aller Quellen. Der März war verhältnismäßig trocken und sonnig. Die zwar häufigen, aber nicht sehr ergiebigen Niederschläge des April konnten ein rasches Absinken der Wasserspende wohl verhindern, brachten aber keine Vermehrung. Während der Monate Mai, Juni, Juli und August hielt das allmähliche Absinken weiter an, trotzdem nicht wenige, doch hauptsächlich in Gewittern auftretende Niederschläge zu verzeichnen waren, wie überhaupt zu vermerken ist, daß in unserem Gebiet Gewitter im Hochsommer oft keinen wesentlichen Einfluß auf die Schüttung haben. Die starke hochsommerliche Hitzewelle dieses Jahres mag auf den Wasserhaushalt in Form erhöhter Verdunstung von Bedeutung gewesen sein. Die geringste Schüttung hatten die meisten Quellen zwischen dem 25. August und 8. September, wobei die Niedrigstwerte des Jahres 1949 erreicht wurden. Erst vom 25. Oktober an setzten ergiebige Niederschläge ein, auf die vorerst aber nur die Schüttung der Quellen All und J reagierte, während die Schüttung der anderen Quellen erst knapp nach dem 31. Oktober anstieg. Das Wasser hatte infolge der vorangegangenen Dürre vorerst alle kapillaren Hohlräume gefüllt und dann erst wurde Wasser an die Quellen abgegeben. Die Quellen L₁ und D erreich-

ten ihren ersten herbstlichen Höhepunkt der Schüttung erst am 7. November, während der erste Schüttungshöhepunkt der übrigen Quellen schon am 4. November gemessen wurde. Nun setzten die außerordentlich starken und vor allem häufigen Ergiebigkeitsschwankungen der Quellen ein, die bis in den Sommer 1951 anhielten, wobei vorher gemessene Schüttungshöhepunkte bedeutend überschritten wurden.

Die Regenperiode, die am 20. November einsetzte und bis 26. November andauerte (Kirchberg 43,2 mm Niederschlag), brachte eine neuerliche Erhöhung der Schüttung, nachdem diese vorher bei allen Quellen mehr oder minder schnell abgesunken war. Dem Höchststand im November folgte nach einem abermaligen Sinken der Ergiebigkeit der Quellen eine neuerliche Spitze zwischen 12. und 20. Dezember. Nach Schneefällen mit einer folgenden Tauwetterperiode wurde die höchste Wasserspende des Jahres am 26. und 29. Dezember gemessen. So lieferten die Quellen A₁ 2,20, A₂ 1,82, Sch 0,48, J 0,83 und All 0,42 l/sec. am 26. Dezember, während am 29. Dezember die Quellen L₁ 0,95, E 1,18, L₂ 0,69, D 1,54, H 1,82, L₄ 0,83 und L₃ 0,66 l/sec. spendeten.

Zusammenfassend ergibt sich demnach für das Jahr 1950: Einem relativ schneereichen Jänner folgte im Februar der Tauwettereinbruch, der zu einer raschen Erhöhung der Schüttung führte. Die späteren Niederschläge verhinderten höchstens ein rascheres Absinken der Wasserspende, brachten aber keine Besserung der Quellergiebigkeit, so daß im Oktober bereits wieder der Stand vom Herbst des Vorjahres erreicht war. Ausgiebige Niederschläge im November und Dezember 1950 (Kirchberg 106,5, bzw. 123,4 mm) brachten vorher nicht verzeichnete Höchststände.

Das Jahr 1951.

Bereits mit Beginn des Jahres 1951 ist infolge des niederschlagsarmen Jänner ein rasches Absinken der abnormal hohen Schüttung festzustellen. Auf den nur leicht gefrorenen Boden fiel in der 2. Dekade des Jäners Schnee, der im Quellgebiet überall liegen blieb. Als am 30. Jänner Tauwetter einsetzte, begannen die Quellen durch die Schneeschmelze und ausgiebigen Niederschläge abermals stark anzusteigen, wobei die Spitzenwerte vom Dezember bei nahezu allen Quellen überschritten wurden. Nach abermaligem Absinken brachten Niederschläge am 16. Februar (32,2 mm in Kirchberg) eine neuerliche Höchstschüttung. Wenn auch bei allen diesen Schwankungen, die bei den kleinen Quellen ein bedeutenderes Ausmaß erreichten als bei den ergiebigeren, stets ein rasches Absinken nach dem Nachlassen der Niederschläge einsetzte, so ging die Schüttung doch nur soweit zurück, daß sie noch beträchtlich, z. T. immerhin noch um ein Vielfaches über der Mindestschüttung im Herbst lag. Spitzen brachten auch noch die Niederschläge vom 11. bis 14. März (Kirchberg 9,6 mm) und 8. bis 10. April (Kirchberg 27,6 mm), doch verringerte sich die Wirksamkeit der Niederschläge in diesen Monaten bereits

merklich. Jedenfalls wirken sich bereits die jahreszeitlich bedingte höhere Verdunstung und der beginnende Wasserbedarf der Vegetation merklich aus. Ein stärkerer Rückgang der Wasserspende setzte in der letzten Dekade des April ein, und es wurden auch die stärkeren Niederschläge am Beginn des Monats Mai kaum wirksam. Eine bedeutende Erhöhung der Quellschüttung wurde erst durch die Regenfälle am 10. Mai (Kirchberg 33,2 mm) verursacht. Die letzten Ergiebigkeitserhöhungen brachten Niederschläge am 5. und 6. Juni (19,6 mm in Kirchberg), 15. und 16. Juli (58,8 mm in Hartberg) und 23. und 24. Juli (33,7 mm in Hartberg). Erst von diesem Zeitpunkt an setzte das gleichmäßige, ständige Absinken der Schüttung bis Ende Oktober ein. Sowohl der September als auch der Oktober waren sehr niederschlagsarm. Die Schüttung aller Quellen lag aber beträchtlich über dem Herbsttiefstand in den Jahren 1949 und 1950. Zwar bewirkten die Niederschläge am 25. Oktober ein leichtes Ansteigen der Wasserspende einiger Quellen, doch brachten erst die ergiebigen Regenfälle zwischen 1. und 4. November (63,2 mm, davon 43,4 mm am 1. November) eine günstige Erhöhung der Quellschüttung. Die größte Wasserspende im Herbst, die am 25. November festgestellt wurde, war auf die am 21. und 22. November gefallenen Niederschläge (32,3 mm in Hartberg) zurückzuführen. Demnach ist bei den ersten ergiebigen Niederschlägen des Monats November nur ein geringer Prozentsatz der Quellschüttung zugute gekommen, während die Niederschläge vom 21. und 22. November viel wirksamer wurden. Der Dezember war wieder außerordentlich niederschlagsarm, so daß abermals ein langsames Absinken der Wasserspende eintrat, das erst durch eine leichte Erhöhung der Schüttung am 31. Dezember und 4. Jänner 1952 unterbrochen wurde. Die Erhöhung war durch Niederschläge vom 26. bis 28. Dezember 1951 (17,6 und 18,8 Millimeter) verursacht.

Das Jahr 1951 war also zunächst durch die Fortsetzung der außerordentlich hohen Schüttungsschwankungen, die im November 1950 begannen, charakterisiert, wobei Schüttungshöhepunkte erreicht wurden, die weit über denen der vorangegangenen Jahre lagen. Diese Schwankungen hatten ihre Ursache in den verhältnismäßig reichen Niederschlägen im Winter, Frühling und Frühsommer. Der Boden war dabei selten gefroren und eine länger dauernde Schneedecke konnte sich nicht halten. Selbst die Mindestschüttung im Oktober wies einen höheren Stand als in den Vergleichsjahren auf. Wie in den vergangenen Jahren traten stärkere Niederschläge im Oktober auf, die ein vorübergehendes Ansteigen der Wasserspende aller Quellen brachten, dem der Rückgang bis Ende Dezember folgte.

Das Jahr 1952.

Während die erste Hälfte des Monats Jänner verhältnismäßig niederschlagsarm war, setzten am 17. Jänner Schneefälle ein, die sich im Fe-

bruar wiederholten und dazu führten, daß sich vom 19. Jänner bis etwa 10. März eine Schneedecke halten konnte, die am Ringkogel teilweise 50 cm Höhe erreichte. In dieser Zeit nahm die Ergiebigkeit sämtlicher Quellen ständig ab und lag am 20. Februar zum Teil sogar unter der Mindestschüttung des vergangenen Jahres im Oktober 1951. Die Schneedecke lag jedoch auf nicht gefrorenem und deshalb durchlässigem Boden. Das am 21. Februar eintretende Tauwetter steigerte daher die Ergiebigkeit der Quellen. Die Quellen A₁, J und Sch wiesen bereits am 24. Februar einen Schüttungsanstieg auf, während die Wasserspende der anderen Quellen L₁, E und L₂ noch unverändert blieb. Der Beginn des Anstieges spiegelt die verschiedene Sonnenbestrahlung des Einzugsgebietes, teilweise auch die Höhenlage der Quellen wider. Die meisten Quellen erreichten eine Höchstschüttung zwischen dem 4. und 10. März. Die mit einem Kälteeinbruch verbundenen starken Fröste zwischen dem 6. und 8. März unterbrachen die Schneeschmelze. Die Wasserspende sank nun deshalb auch bei allen Quellen wieder stark ab, stieg aber mit dem Eintritt wärmeren Wetters in der 3. Dekade des März wieder rasch an. Eine zweite durch die Schneeschmelze verursachte Spitze trat daher in dieser Zeit auf. Die Wasserspende sank dann bei allen Quellen wieder mehr oder minder rasch, wobei mit geringer werdender Schüttung sich das Absinken verzögerte. Die einzige leichte Erhöhung der Ergiebigkeit im Frühjahr konnte bei der Messung am 13. Mai, bei einigen Quellen erst am 15. Mai, festgestellt werden. Sie dürfte durch die Niederschläge am 7., 9., 10. und 12. Mai (zusammen 59,6 mm) verursacht worden sein. Nur die Quelle A₂, die auf Niederschläge sehr rasch reagiert, wies auch weiterhin noch einige Schwankungen auf. Die überdurchschnittlich warmen und gewitterreichen Monate Juni und Juli hatten verhältnismäßig wenig Niederschlag und so setzte sich das leichte Absinken ohne Unterbrechung fort. Der jährliche Tiefstand der Quellschüttung wurde bereits in der zweiten Hälfte des August erreicht und hielt fast durchwegs in den ersten Septembertagen noch an. Es spendeten in dieser Zeit die Quellen A₁ und H 0,03 l/sec., die Quellen All und A₄ je 0,04, D 0,05, J 0,06, L₄ 0,07, Sch und L₂ 0,09, L₃ 0,11, F 0,13, E 0,21 und L₁ 0,32 l/sec. Trotzdem der September, besonders die 1. Hälfte des Monats, verhältnismäßig niederschlagsreich war (118,6 mm), wurde doch die Ergiebigkeit der Quellen durch diese Niederschläge nicht wesentlich erhöht. Obwohl bereits am 3. September 39,9 mm Regen fiel, war am 6. September nur bei der Quelle All ein Ansteigen der Schüttung um 0,02 l/sec., bei den Quellen A₁, L₃, L₄, L₂ und J um je 0,01 l/sec. zu beobachten, während die übrigen 7 Quellen unbeeinflusst blieben. Die Regenfälle vom 5. bis 9. September mit insgesamt 27,1 mm Niederschlag waren die Ursache, daß die Messung am 9. September bei allen Quellen mit Ausnahme der Quelle L₁ und E. eine höhere Schüttung zeigte. Bei letzterer Quelle war erst am

13. September ein Anstieg der Schüttung im Ausmaß von 0,04 l/sec. zu beobachten. Trotz einiger Niederschläge im September (26. September 15,8 mm) sank die Schüttung wieder gleichmäßig ab und erst auf die ausgiebigen Niederschläge vom 25. und 26. Oktober (20,9 und 26,4 mm) erfolgte ein abermaliges stärkeres Ansteigen der Schüttung aller Quellen. Teilweise wird dieses Ansteigen auch noch durch die Regenfälle vom 30. und 31. Oktober (zusammen 12,7 mm) beeinflusst. Die am 26., 27., 28. und 30. Oktober sowie am 1. November vorgenommenen Messungen ergeben nachstehendes Bild: Bereits am 26. Oktober ist eine Schüttungserhöhung bei den Quellen der rechten Gruppe und bei den Quellen D, E, All, J und Sch der linken Quellgruppe festzustellen. Die Quellen L₁ und F zeigen erst am 27. Oktober eine Erhöhung der Schüttung, während alle anderen noch stärker angestiegen sind. Bei den Quellen A₂, L₃, L₄, E und All ist die höchste Schüttung am 27. Oktober, bei den Quellen A₁, H, D, L₂ ist die größte Wasserspende nach den Niederschlägen am 28. Oktober, bei der Quelle F am 1. November und bei der Quelle L₁ erst am 4. November gemessen worden. Am 11. November zeigen aber andere Quellen bereits ein abermaliges Ansteigen der Schüttung, das auf die bereits erwähnten Niederschläge vom 30. und 31. Oktober zurückzuführen war. Der verhältnismäßig niederschlagsarme November, der allerdings sehr nebelreich war und wenig Sonnenschein aufwies, brachte nur ein weiteres, sehr langsames Absinken der Wasserspende aller Quellen. Die Schneefälle in der 2. Dekade des Monats November, die eine sich etwa 4 Tage haltende Schneedecke brachten (ca. 5 cm im Einzugsgebiet der Quellen, vermochten die Schüttung der Quellen nicht zu beeinflussen.

Den ganztägigen leichten Frösten zwischen 5. und 12. Dezember folgten ausgiebige Regenfälle am 13. und 14. Dezember, die ein weiteres vorübergehendes Ansteigen verursachten, so daß, wenn auch die Wasserspende wieder sank, bis zum Ende des Jahres eine über dem Augusttiefstand liegende Schüttung blieb. Der am 31. Dezember einsetzende Regen wirkte sich erst im Jahr 1953 aus.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das Jahr 1952 nach einem tiefen Stand der Wasserspende im Jänner und der ersten und zweiten Dekade des Februars bei eintretendem Tauwetter, durch die hohe Schneelage bedingt, einen sehr hohen Schüttungsanstieg im März aufwies. Nach dem Sinken der Wasserspende — eine geringfügige Erhöhung der Wasserspende im Mai ist kaum erwähnenswert — wurde der Tiefstand des Jahres in einem abnormal heißen Sommer im August erreicht. Die reichlichen Niederschläge des Septembers brachten ein kaum merkliches Ansteigen der Quellschüttung. Erst in den letzten Oktobertagen, wie in der Mitte des Dezembers, führten Regenfälle zu einer, wenn auch nicht bedeutenden Erhöhung der Wasserspende. Trotzdem im Jahr 1952 in

Hartberg nur rund 688 mm Niederschläge fielen, war mit Ausnahme der Monate Juli und August die Wasserversorgung einigermaßen normal. Es ist dies ein Beweis, daß nicht die Jahressumme der Niederschläge, sondern die Verteilung auf die einzelnen Monate neben anderen Faktoren, wie Temperatur usw. von Bedeutung ist.

Vergleichende Betrachtung der Schüttung in den Jahren 1949—1952.

Bei Betrachtung der Schüttungsdiagramme der Jahre 1949 bis 1952 fallen einige gemeinsame Züge auf. Im Spätherbst, zwischen Ende Oktober und der 3. Dekade des Novembers, ist stets ein erster Anstieg nach dem herbstlichen Tiefstand zu verzeichnen. Es ist das die Zeit, in der die Verdunstung infolge der jahreszeitlich abnehmenden Temperatur bereits so klein geworden ist, daß bei stärkeren Niederschlägen eine größere Menge an einsickerndem Wasser die Quellfassungen erreicht. Allerdings ist diese erste Schüttungserhöhung im Spätherbst nicht jedes Jahr gleich groß. Während dieses Ansteigen im Jahr 1949 und 1952 eine Wasserspende verursachte, die bis zum Ende des Jahres bei kleinen Schwankungen noch immer deutlich über der des Herbsttiefstandes lag, ist im Jahr 1951 ein folgendes weiteres Absinken zu beobachten. 1950 kam es aber nach dem ersten herbstlichen Schüttungshöchststand zu immer wieder auftretenden Spitzen in der Ergiebigkeit (bis zum Ende des Jahres nicht weniger als 5 Höchststände der Schüttung, wobei das Ausmaß ständig zunahm). In den Jahren 1949, 1951 und 1952 gab es in derselben Zeit aber nur unbedeutende Schwankungen der Schüttung.

Sowohl 1950 als auch 1952 brachte das Tauwetter, das die winterliche Schneedecke zerstörte, einen ausgeprägten Höchststand der Schüttung im Februar, bzw. März. Nur der Winter 1949 wies keine nennenswerte Schneeschmelzperiode auf, die sich im Schüttungsbild der Quellen abzeichnete. Der Winter 1950/51 unterscheidet sich scharf von den anderen Jahren. Häufiger Temperaturwechsel um den Gefrierpunkt sowie häufiger Wechsel von Regen und Schnee brachten keine einmalige Tauwetterperiode wie die Jahre 1950 und 1952. Vom Jahresende bis Ende März sind drei Schüttungsspitzen zu verzeichnen und bis Ende Juli folgen noch weitere Schüttungserhöhungen bei den meisten Quellen.

Das Jahr 1949 hebt sich von den folgenden Jahren insofern ab, als trotz des tiefen Wasserstandes in den ersten Frühlingsmonaten erst der Mai infolge starker Regenfälle eine merkliche Erhöhung der Schüttung brachte.

Die Sommermonate verliefen im Beobachtungszeitraum verhältnismäßig gleich. Nur das Jahr 1951 bildete insofern eine Ausnahme, als auch in dieser Jahreszeit noch Schüttungsschwankungen zu verzeichnen waren, während in den übrigen Jahren das Absinken der Wasserspende in

dieser Jahreszeit gleichmäßig verlief. Eine minimale Erhöhung der Ergiebigkeit einiger Quellen im regenreichen September 1952 ist kaum erwähnenswert.

Im allgemeinen kann man daher mit einem Höchststand der Wasserspende im Februar oder März, einem Absteigen derselben im Frühjahr und einem Tiefstand in den Monaten August bis Oktober rechnen. Der Spätherbst bringt in unserem Gebiet eine mehr oder minder große Erhöhung der Schüttung, die nach dem weihnachtlichen Tauwetter im Jänner und Februar wieder etwas absinkt.

Allgemeine Ergebnisse.

Aus dem Schaubild der Ergiebigkeitsschwankungen der drei auf Grund ihrer charakteristischen Schüttung ausgewählten Quellen geht hervor, daß die Zunahme der Wasserspende nach Niederschlägen jeweils außerordentlich rasch erfolgt (durchschnittlich nach 6 Stunden bis 5 Tagen). Nach Aufhören der Niederschläge ist ein mehr oder minder rasches Zurückgehen der Schüttung zu verzeichnen. Besonders stark tritt diese Tatsache bei den kleineren Quellen in Erscheinung. Als Beispiel ist die Quelle H dargestellt, die in Trockenzeiten mit 0,02 l/sec. Wasserspende zu den kleinsten Quellen gehört. Vollkommen gleich verlaufen die Schwankungen der Quellen A₁, A₂, J und in einer gewissen Hinsicht auch D, wenn man von einem manchmal etwas späteren Eintritt des Schüttungsanstieges absieht. Nur die Quelle All, deren Ergiebigkeit zwar auch auf 0,02 l/sec. sinkt, weist keine so großen Schwankungen wie die vorgenannten auf.

Die rasche Reaktion auf Niederschläge hat ihre Ursache nicht nur in einer verhältnismäßig seichten Fassung und einem kleinen Einzugsgebiet, sondern vor allem auch im verhältnismäßig durchlässigen Boden, besonders im Bereiche der obersten Schichten. Es bestehen zufolge des Mangels an Feinkorn so große Poren im Boden, daß das Niederschlagswasser verhältnismäßig rasch eindringen kann. Der Boden gibt es aber auch so rasch ab, daß bei dem kleinen Einzugsgebiet dieser Quellen nur ein sehr geringer Prozentsatz des Wassers gespeichert werden kann.

Die im Schaubild wiedergegebenen Schüttungsschwankungen der Quelle L₂ sollen die Schwankungen einer Reihe anderer gleichartiger Quellen veranschaulichen, deren Mindestschüttung in Trockenzeiten zwischen 0,05 und 0,12 l/sec. liegt. Auch bei diesen Quellen erfolgt nach den Niederschlägen ein rasches Ansteigen der Schüttung und häufig ein ebenso rasches Absinken. Die Schüttungsspitze liegt aber nicht mehr so hoch als bei den Quellen nach dem Typ H, sondern merklich tiefer. Die Wassergiebigkeit sinkt aber in Trockenzeiten nicht so tief als bei diesen ab. Zu diesem Typ gehören auch die Quellen L₃, L₄, Sch und F, von denen die meisten allerdings auch eine etwas größere Schwankung in der Schüttung besitzen. Bei im wesentlichen gleichen Bodenverhältnissen dürfte das

Einzugsgebiet aller dieser Quellen etwas größer sein: Allerdings sind die meisten dieser Quellen auch tiefer gefaßt.

Die im Diagramm dargestellte Schüttungskurve der Quelle L₁ zeigt schließlich zwar auch ein verhältnismäßig rasches Ansteigen der Schüttung nach stärkeren Niederschlägen, doch tritt die höchste Schüttung etwas später (ungefähr nach 4—5 Tagen) ein und es ist das Ausmaß der Schüttungsschwankung am geringsten. Vor allem erfolgt aber der Rückgang der Wasserspende bedeutend langsamer und oft liegt die Schüttung zwischen zwei nicht zu weit auseinander liegenden Niederschlagsperioden noch bedeutend höher als vor dem letzten Niederschlag. Besonders deutlich ist dieses Verhalten in der ersten Hälfte des Jahres 1951 im Schaubild ersichtlich.

Eine Mittelstellung zwischen diesem Quelltyp und dem von L₂ nimmt die Schüttung der Quelle E ein, wenngleich beachtet werden muß, daß hier auch verhältnismäßig seicht gefaßte Quellen zusätzlich der Quellstube zugeführt worden sind, so daß keine eindeutigen Schlüsse aus dem Verhalten dieser Quellen gezogen werden können.

Die schwächer schwankenden Quellen haben zweifellos ein bedeutend größeres Einzugsgebiet.

Das Verhältnis von Höchst- und Mindestschüttung wird in nachstehender Übersicht gegeben:

| Name der Quelle | Höchstschtung in l/sec. | Mindestschüttung in l/sec. | Datum d. Höchsts. | Schwankungsziffer |
|-----------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| H | 2,22 | 0,02 | 17. 2. 1951 | 111 |
| D | 2,50 | 0,02 | 15. 2. 1951 | 125 |
| A ₁ | 1,82 | 0,02 | 26. 12. 1950 | 91 |
| All | 0,49 | 0,02 | 2. 4. 1951 | 24,5 |
| A ₂ | 2,50 | 0,03 | 1. 4. 1951 | 83,3 |
| J | 0,91 | 0,04 | 29. 1. 1951 | 22,7 |
| L ₄ | 1,17 | 0,05 | 10. 2. 1951 | 23,4 |
| L ₂ | 1,11 | 0,05 | 21. 2. 1952 | 22,5 |
| Sch | 1,20 | 0,06 | 1. 4. 1951 | 20 |
| L ₃ | 0,81 | 0,06 | 20. 2. 1951 | 13,5 |
| E | 1,78 | 0,14 | 21. 2. 1951 | 12,7 |
| L ₁ | 1,07 | 0,27 | 2. 4. 1951 | 3,9 |

Die Darstellung zeigt die Größe der Schwankungsziffer deutlich im entgegengesetzten Verhältnis zur Mindestschüttung der Quellen. Lediglich die Quelle All stellt eine Ausnahme dar. Die Quelle F wurde in die Tabelle nicht aufgenommen, da während der Beobachtungszeit eine Neufassung vorgenommen wurde.

Wird der jahreszeitliche Verlauf der Schüttungslinien betrachtet, so kann man deutlich Zeiten ohne Schwankungen solchen mit Schwankungen

gegenüberstellen. Eine schwankungslose Zeit ist in den Beobachtungsjahren im allgemeinen der Sommer und Frühherbst. In dieser Periode sind der Wasserverbrauch der Vegetation und die Verdunstung so groß, daß die Niederschläge keine Erhöhung der Ergiebigkeit der Quellen bringen. In den 4 Jahren war diese Ruhezeit im Jahre 1950 am längsten (März bis einschließlich Oktober), 1951 dagegen am kleinsten (August bis einschließlich Oktober). Nach den Beobachtungen aus den verflossenen Jahren scheinen Niederschläge im Sommer erst dann auf die Quellen im bezogenen Gebiet wirksam zu werden, wenn sie 100 mm im Monat bedeutend überschreiten.

Schwankungslose Zeiten treten nicht nur im Sommer, sondern auch im Winter auf, wenn der Boden gefroren ist und die Niederschläge in Form von Schnee fallen. Eine solche Ruhezeit war der Jänner 1950, der Jänner 1951 und im Winter 1951/52 der Jänner und die erste Dekade des Februars. Auf nur geringe Niederschläge und teilweise gefrorenen Boden, der das Einsickern zur Zeit der Schneeschmelze verhinderte, geht die Ruheperiode des Jahres 1949 zurück, die vom Februar bis anfangs Mai dauerte. Die ersten Schwankungen in der Quellschüttung traten 1949, 1950 und 1951 regelmäßig in den letzten Tagen des Oktobers oder in den ersten Novembertagen auf. 1952 gab es infolge des niederschlagsreichen Septembers bereits in der ersten Septemberwoche eine sehr leichte Schüttungsschwankung, die rasch abklang. Die größere Schüttungsschwankung trat wieder, wie in den vergangenen Jahren, Ende Oktober auf. Leichte Schwankungen gab es gewöhnlich um die Jahreswende, wenn Niederschläge um diese Zeit stattfanden. Die ausgiebigste Erhöhung der Schüttung brachte gewöhnlich die Schneeschmelze, die 1950 und 1951 in der ersten Februarhälfte, 1952 erst Ende Februar einsetzte. Nur im Winter 1948/49 war eine so geringe Schneedecke, daß eine wirkliche Tauwetterperiode fehlte. Erst der Mai mit über 100 mm Niederschlag brachte in diesem Jahre eine merkliche Erhöhung der Wasserspende. Am stärksten waren die Schüttungsschwankungen im Winter 1950/51, der verhältnismäßig milde war. Es gab keine längere Frostperiode, dafür aber reichlich Niederschläge und die Bodenbeschaffenheit war derart, daß stets eine **Einsickerungsmöglichkeit für das Wasser bestand. Tauwetterperioden nach Weihnachten und im Februar erhöhten im Winter 1950/51 ganz besonders die Schüttung. Im Gegensatz zu anderen Jahren hielten die Schüttungsschwankungen, wengleich die Amplituden stets kleiner wurden, bis Ende Juli 1951 an. Es zeigte sich, daß bei einem hohen Stand der Quellspende geringfügigere Niederschläge als zur Zeit niedriger Schüttung notwendig sind, um eine Erhöhung derselben zu bewirken.** Die Ursache dürfte darin zu suchen sein, daß bei geringerer Schüttung noch immer Bodenhohlräume Wasser aufnehmen können, während bei höherer Wasserspende der Quellen diese bereits vollgesogen sind. Unter dem Strö-

mungsdruck erfolgt dann ein rascherer Nachschub. Darauf ist z. B. die Beobachtung zurückzuführen, daß sowohl im April 1949 als auch im Herbst 1949, 1950 und 1951 sowie im September 1952 nicht bereits nach den ersten ergiebigen Niederschlägen eine merkliche Erhöhung der Wasserspende der Quellen verzeichnet werden konnte.

Das Verhältnis zwischen den Niederschlägen des Jahres 1952 und der Schüttung der Quellen läßt sich am ehesten im Gebiet der linken Quellgruppe (ohne Quelle E) errechnen.

Nimmt man für die Quellen Sch, J, All, E, L₁, L₂, D und F ein Einzugsgebiet von 512.000 m² an, so ergibt sich für dieses Gebiet im Jahr 1952 bei einer Gesamtniederschlagshöhe von 688,8 mm ein Niederschlag von 352.665 m³. Der Jahresdurchschnitt der Quellen dieses Gebietes, soweit sie von der städtischen Wasserleitung erfaßt sind, ist mit 1,573 Litersekunden im Jahr 1952 anzunehmen. Es betrug die Wasserspende daher 49.742 m³. Demnach war der Abfluß durch die gemessenen Quellen 14 Prozent des Jahresniederschlages. Da außer den gefaßten Quellen noch mehrere verhältnismäßig kleine Quellen in diesem Gebiet auftreten, wird man annehmen können, daß im Jahresdurchschnitt 1952 16—18 Prozent des Niederschlages dem unterirdischen Wasser zugute kamen. Pro km² Einzugsgebiet kann demnach ein Wasseranfall von 3,07 l/sec. angesetzt werden. Ein geringfügiger oberirdischer Abfluß findet nur in den Schneeschmelzperioden statt. In den Sommermonaten erreicht die Verdunstung einschließlich des Wasserverbrauches der Vegetation 100 Prozent der Niederschläge. Zu bemerken ist, daß es sich um ein Waldgebiet handelt.

Wie verschieden die Beeinflussung der Quellen durch die Niederschläge jahreszeitlich bedingt sein kann, mögen nachstehende Berechnungen im gleichen Einzugsgebiet ersichtlich machen.

Die Schneeschmelzperiode des Jahres 1952 gestattet nachstehende Überlegung. Vom Zeitpunkt der Wirksamkeit der Schneeschmelze (24. Februar 1952 bis 27. April 1952) flossen durch die oben erwähnten Quellfassungen täglich durchschnittlich 3,30 l/sec. ab. Wenn man annimmt, daß 0,80 l/sec. von Niederschlägen des Vorjahres stammen, ist für die Zeit vom 24. Februar bis 27. April ein Gesamtabfluß von 13.608 m³ anzunehmen. Die Niederschläge, die diesen Abfluß verursachten (17. Jänner bis 27. April), sind mit 71.936 m³ anzunehmen. Demnach sind rund 19 Prozent des Niederschlages in dieser Zeit unterirdisch abgeflossen.

Eine gleiche Berechnung, jedoch ohne Annahme eines Wasservorrates aus den Vormonaten, für die Zeit vom 1. September bis 31. Dezember 1952 zeigt nachstehendes Resultat: Einer Niederschlagsmenge von 144.333 m³ steht ein Abfluß aus den Quellen von 1.961 m³ gegenüber. Demnach betrug in dieser Zeit der unterirdische Abfluß nur 1,37 Prozent der Niederschläge.

Der Chemismus der Quellen.

Über den Chemismus der Quellen liegen Untersuchungen durch das biochemische Institut der Technischen Hochschule Graz vor. Sie wurden mir von der Stadtgemeinde Hartberg zur Verfügung gestellt.

Die Wasserentnahme fand am 6. September 1951 statt.

| Quelle | Temperatur | pH | Alkalität | Karb. H. d. Gr. | Ges. Härte d. Gr. | Ammonium | Nitrite |
|----------------|------------|-----|-----------|--------------------|----------------------|----------|---------|
| H | 13,9 | 7,1 | 0,92 | 2,6 | 4,60 | Spur | n. n. |
| A ₁ | 11 | 6,3 | 0,84 | 2,4 | 3,68 | n. n. | n. n. |
| All | 11,2 | 6,1 | 0,56 | 1,6 | 2,96 | n. n. | n. n. |
| D | 9,2 | 6,2 | 0,56 | 1,6 | 3,20 | n. n. | n. n. |
| J | | 6,1 | 0,60 | 1,7 | 3,60 | Spur | n. n. |
| L ₄ | 13 | 6,6 | 0,56 | 1,6 | 2,60 | n. n. | n. n. |
| L ₂ | 9,2 | 6,1 | 0,64 | 1,8 | 2,76 | n. n. | n. n. |
| Sch | 10,5 | 6,1 | 0,76 | 2,1 | 3,32 | Spur | n. n. |
| L ₃ | 11,7 | 6,8 | 0,72 | 2,0 | 3,52 | n. n. | n. n. |
| E | 10,7 | 6,7 | 0,56 | 1,6 | 3,92 | Spur | n. n. |
| L ₁ | 9,8 | 6,1 | 0,60 | 1,7 | 3,68 | n. n. | n. n. |
| F | 9,7 | 6,2 | 0,60 | 1,7 | 2,80 | n. n. | n. n. |

Das Wasser zeichnet sich, wie sein Ursprungsgebiet (Glimmerschiefer) erwarten läßt, durch eine sehr geringe Härte aus. Das Wasser ist sehr weich zu bezeichnen. Die geringe Gesamthärte läßt erwarten, daß sich das Wasser gegenüber Beton und Eisenrohren aggressiv verhält.

Auffallend ist, daß sämtliche Quellen der linken Gruppe mit Ausnahme der Quelle E eine pH-Zahl von 6,1 bis 6,2 aufweisen, während die pH-Zahlen der Quellen der rechten Gruppe mit Ausnahme der Quelle A₁, die in einem kleinen Wald gefaßt ist, zwischen 6,6 und 7,1 liegen. Es ist also der pH-Wert der Quellen im Walde geringer als der pH-Wert jener Quellen, die ihr Einzugsgebiet vorzüglich in Wiesen- und Feldgelände haben.

Die hygienischen Verhältnisse.

Die hohen Schüttungsschwankungen sämtlicher Quellen und das rasche Ansteigen der Ergiebigkeit bereits wenige Stunden nach Beginn der Niederschläge bei einigen Quellen weisen schon auf schlechte hygienische Verhältnisse hin, die wohl in erster Linie auf die seichte Lage der Quellen und die zu geringe Seihkraft des Bodens zurückgehen. Tatsächlich gab es seit der Eröffnung der Wasserleitung im Dezember 1929 stets in dieser Hinsicht Klagen, die auch zur Schließung von 2 Quellen führten (Brühlquelle und A₂).

Nachstehende Angaben wurden in Zusammenhang mit den oben besprochenen chemischen Befunden gemacht:

| Quelle | Keimzahl in 1 ccm | Bakterium coli nach Eijkman Vergärung in | | | |
|----------------|----------------------|--|--------|--------|-------|
| | | 50 ccm | 25 ccm | 10 ccm | 5 ccm |
| H | 4 | + | — | — | — |
| A ₁ | 4 | + | + | — | — |
| All | 50 | + | + | + | — |
| D | 2 | + | — | — | — |
| J | 34 | — | — | — | — |
| L ₄ | 14 | — | — | — | — |
| L ₂ | 31 | — | — | — | — |
| Sch | 300 | — | — | — | — |
| L ₃ | 9 | + | + | — | — |
| E | 37 | — | — | — | — |
| L ₁ | 8 | + | — | — | — |
| F | 10 | — | — | — | — |

Aus diesen Befunden ist zu ersehen, daß die nach einer Trockenperiode entnommenen Wasserproben eine verhältnismäßig niedere Keimzahl aufwiesen. Nur das Wasser der Scheinerquelle führte mehr Keime als zulässig.

Zum Vorkommen von *Bacterium coli* ist zu bemerken:

Bacterium coli wiesen vor allem die Quellen auf, die im Sommer eine sehr geringe Schüttung besitzen, bzw. deren Schüttungsschwankungen sehr groß sind (D, H, A₁). A₁ und All gehören zu den Quellen, die im Winter kalt sind und im Sommer eine hohe Temperatur aufweisen. Die Quelle L₃ erscheint, zumindest was die im Stollen seitlich aus einer Spalte entspringende Quelle anbelangt, durch die Nähe eines Hauses, bzw. durch dessen ungefaßt abfließende Abwässer gefährdet. Sie mußte bereits einmal wegen des Auftretens eines Eisenpilzes, der seine Verbreitung von der erwähnten Spalte aus nahm, vorübergehend für die Wasserversorgung gesperrt werden. Das Vorkommen von *Bacterium coli* im Wasser der Quelle L₁ könnte auch auf eine Nichtbeachtung des Düngeverbotes für animalischen Dünger auf dem Acker ober der Quelle zurückzuführen sein.

Jedenfalls weist der Boden in der Umgebung der Quellen selten ein Vorherrschen von Feinkorn auf, das für eine gute Seihfähigkeit Voraussetzung wäre. Trübung des Wassers und Schaumbildung in den Quellstuben nach starken Niederschlägen sprechen für zeitweise Verunreinigung durch Oberflächenwässer. Mancherorts dürfte sich die zu wenig tiefe Quellfassung (Daten dafür sind nicht erhältlich), die sich den jeweiligen Bodenverhältnissen anpassen müßte, ungünstig auswirken.

Die Quellen All und J sind ferner durch den Bach gefährdet, der, von der Spielstätte kommend, in einem künstlichen Graben ober den Quell-

fassungen zur Brühl fließt. So floß das Wasser des Baches nach einer Verlegung seines Bettes durch Gestrüpp im Februar 1951 gegen die Quellmulde, in der die Fassung der Quelle J liegt. Die Quelle J spendete nun, verunreinigt durch das Bachwasser, 1,43 l/sec. Eine ähnliche Verlegung des Baches erhöhte die Schüttung der Quelle All am 12. Dezember 1952 von 0,06 auf 1,50 l/sec., während die Schüttung der meisten anderen Quellen in dieser Zeit ungefähr gleich blieb. Bereits 3 Tage nach der Beseitigung des Übelstandes war die Wasserspende der Quelle wieder auf 0,18 l/sec. abgesunken.

Aus den angeführten Tatsachen ist nicht nur eine ständige gewissenhafte Überwachung der Quellen und ihrer Schutzgebiete, sondern auch die Chlorierung des Trinkwassers notwendig geworden.

Die Bedeutung der Ringquellen für die Wasserversorgung der Stadt Hartberg.

Die Wasserspende der Quellen am Ringkogel schwankt — im Gegensatz zu der der Brunnen im Tertiärgebiet — derart stark, daß zeitweise keine wirksame Ergänzung des vom Pumpwerk geförderten Wassers vorhanden ist und dies besonders in den Sommermonaten, wo Spitzenverbrauch auftritt, so daß zu dieser Zeit Wassermangel herrschen muß. Durch das rasche Absinken der Wasserführung nach der Schneeschmelze, die bereits im Februar oder ausnahmsweise erst im März einsetzt, und je nach Schneelage nur wenige Tage bis zu 5 Wochen dauert, ist etwa 3 Monate nach der Schneeschmelze ein Stand erreicht, der zur Ausgleichung des um diese Zeit bereits erhöhten Verbrauches nicht mehr wesentlich beiträgt. Verantwortlich für diese zu geringe Quellschüttung ist nicht nur die geringe Niederschlagsmenge unseres Gebietes, sondern auch der Umstand, daß ein bedeutender Teil auf die heißen Sommermonate entfällt, in denen die Verdunstung den größten Wert hat. Eine Einbeziehung weiterer Quellen am Ringkogel, die zwar durchwegs nach der Schneeschmelze genügend Wasser spenden, im Sommer bei Trockenheit aber nahezu vollständig versiegen, würde zu keiner Besserung der Wasserversorgungslage der Stadt führen, da gerade dann, wenn der größte Wasserverbrauch ist, diese Quellen die kleinste Spende geben. Nur die Erschrotung größerer Wassermengen im tertiären Hügelland oder in den Alluvionen, die aber nur nach längeren und gründlichen Vorarbeiten vorgenommen werden kann, ermöglicht Erfolg.

Im allgemeinen hatte die Ringwasserleitung in keiner Weise den Erwartungen, die man an sie geknüpft hat, entsprochen. Vor der Fassung wären genaue Messungen durch längere Zeit erforderlich gewesen. Man hätte dann nicht derart kleine Quellen gefaßt, die nahezu durch ein halbes Jahr nicht mehr als höchstens 0,04 l/sec. Wasser spenden und damit praktisch bedeutungslos sind. Die Wasserversorgungsanlage von Hartberg

am Ringkogel bietet ein Beispiel, wie mangelnde Vorarbeiten zu einer Fehlinvestition führen.

Schlußfolgerungen für die Praxis.

Aus den auf Grund der Messungen gemachten Erfahrungen sollten nachstehende Folgerungen für Wasserleitungsplanungen, soweit sie Gebiete mit ähnlichen Niederschlags- und Gesteinsverhältnissen betreffen, beachtet werden.

Da nicht ein Jahresdurchschnitt der Wasserspende, sondern die Mindestschüttung für die Wasserversorgung die Grundlage zu sein hat, ist es notwendig, die Mindestschüttung der Quellen richtig zu erfassen. Nach den am Ringkogel gemachten Erfahrungen liegt sie meist im Herbst, kann jedoch auch im Winter auftreten, wenn eine längere Frostperiode herrscht und die vorangegangenen Monate nicht mild und niederschlagsreich waren. An Hand von nur einer oder weniger Messungen in der Zeit, in der die Quellen auf Niederschläge rasch reagieren, das ist bei uns in den Monaten vom Oktober bis Mai nach ausgiebigen Regengüssen und zur Zeit der Schneeschmelze, wobei nicht unerwähnt bleiben soll, daß es auch einige Schneeschmelzperioden geben kann, können vollkommen falsche Schlüsse gezogen werden. In dieser Zeit können gerade die kleinsten Quellen eine außerordentlich hohe Schüttung aufweisen, die aber im Sommer und Frühherbst, also zur Zeit des größten Wasserverbrauches, auf ein unbedeutendes Minimum absinkt. Stets sind auch die Niederschläge der vorangegangenen Monate zu berücksichtigen, wobei aber zu beachten ist, daß nach längerer Trockenheit die ersten Niederschläge, selbst wenn sie recht bedeutend sind, nicht voll zur Auswirkung kommen. Zu beachten ist ferner, daß nicht nur jahreszeitliche Schwankungen auftreten, sondern die Wasserspende innerhalb mehrerer Jahre starken Schwankungen unterworfen ist. Namentlich die Art der Niederschläge in den Wintermonaten und die Bodenbeschaffenheit in dieser Zeit sind von ausschlaggebender Bedeutung für den Wasserhaushalt der Quellen. Günstige Einsickerungsbedingungen im Winter und Frühling können einen höheren Stand der Wasserspende durch ein ganzes Jahr bedingen. Man sollte daher, wenn man eine Minimalschüttung im Herbst eines Jahres nach einem trockenen Sommer festgestellt hat, noch überprüfen, wie die oben erwähnten Faktoren im vergangenen Winter waren, um die niedrigste Wasserspende in einem längeren Zeitraum ermitteln zu können.

Die richtige Planung einer Wasserversorgung kann deshalb auf oft날ige genaue Messungen der Schüttung und auch Beobachtungen über den Zusammenhang derselben mit den Niederschlägen sowie der Bodenbeschaffenheit im Winter und des Temperaturverlaufes nicht verzichten. Laufende Schüttungsmessungen an einigen ausgewählten Orten wären aber

imstande, Vergleichsmöglichkeiten zu bieten, um die Zeit der Mindestschüttung für ein klimatisch und geologisch gleiches Gebiet, in dem eine Wasserversorgungsanlage geplant ist, möglichst genau festzulegen. Sehr lange Beobachtungsperioden könnten auf diese Weise entbehrlich werden.

Jedenfalls sollten die schlechten Erfahrungen, die man in wasserwirtschaftlicher Hinsicht mit der kostspieligen Ring-Wasserleitung der Stadt Hartberg gemacht hat, ein Fingerzeig sein, daß umfassende Vorarbeiten notwendig sind, um die Wirtschaftlichkeit einer Wasserversorgung zu verbürgen. Das zu wenig bekannte Beispiel Hartberg möge aufzeigen, daß Sparsamkeit am falschen Platz lediglich Vergeudung von Volksvermögen bedeutet.

Die Quellen des Hunds- und Rauchenberges zwischen Passail und Arzberg.

Von H. Flügel (Graz).

(Mit 1 Kartenskizze).

Die Aufnahme des Gebietes erfolgte in der Osterwoche 1952 nach vorangegangener Schneeschmelze und stärkeren Niederschlägen. Schüttungs- und Temperaturmessungen konnten keine durchgeführt werden.

Die geologischen Verhältnisse.

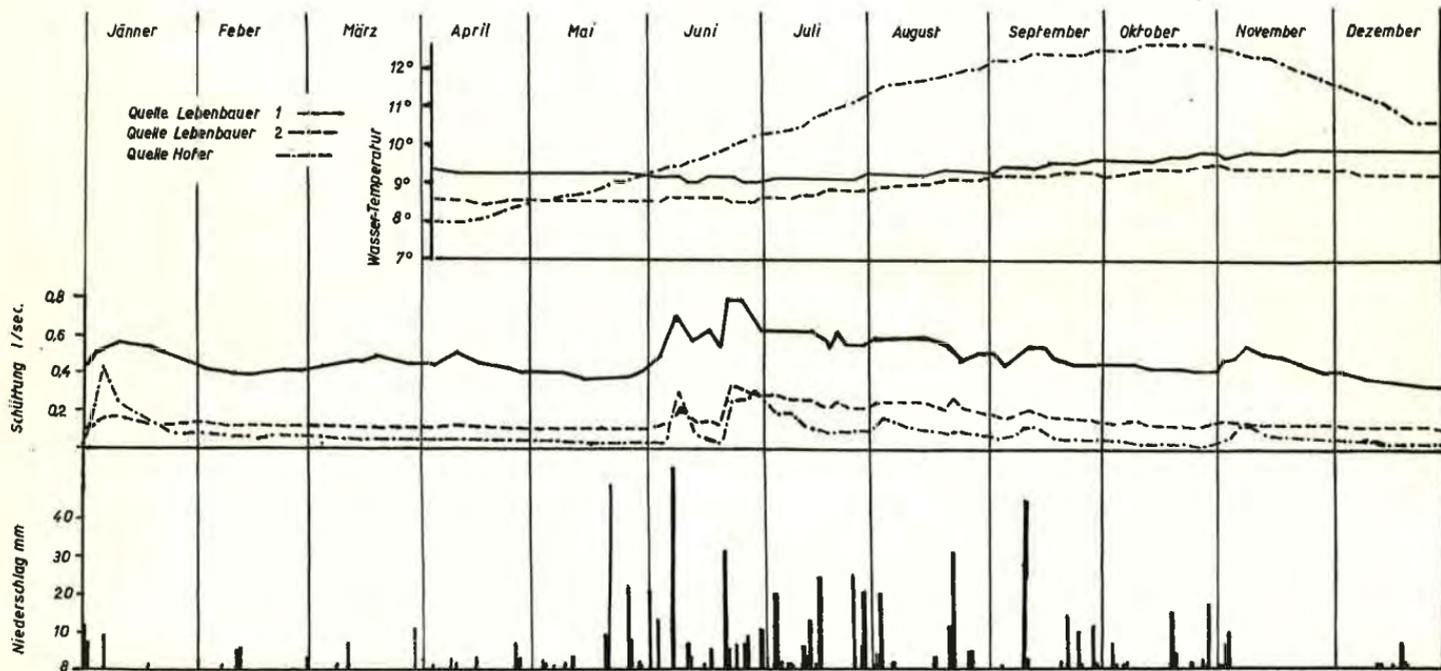
Der südlich Passail liegende Zug des Hunds- und Rauchenberges baut sich zum größten Teil aus paläozoischen Gesteinen auf. Hierbei überwiegen im Hundsberg harte, splittrig brechende Quarzite, die in einem Steinbruch an der Raab zur Straßenschottergewinnung abgebaut werden. Den nördlichen Hangfuß verhüllen mächtige Hangschuttbildungen. Der lehmig untermengte, quarzitisches Blockschutt wird in einem weiteren Steinbruch abgegraben und dient ebenfalls der Wegschotterung.

Die südlichen Anteile des Hundsberges sowie der Rauchenberg bestehen vor allem aus paläozoischen Schiefern. Sie besitzen z. T. phyllitischen Habitus. Neben Grünschiefern treten Graphitschiefer mit Einschaltungen gebänderter, bzw. graphitischer Plattenkalkzüge auf. Östlich Stubegg schaltet sich in die Grünschiefer ein dunkelgrüner Diabasstock ein. Er fand als Schotter und Baustein in früheren Jahren örtlich Verwendung.

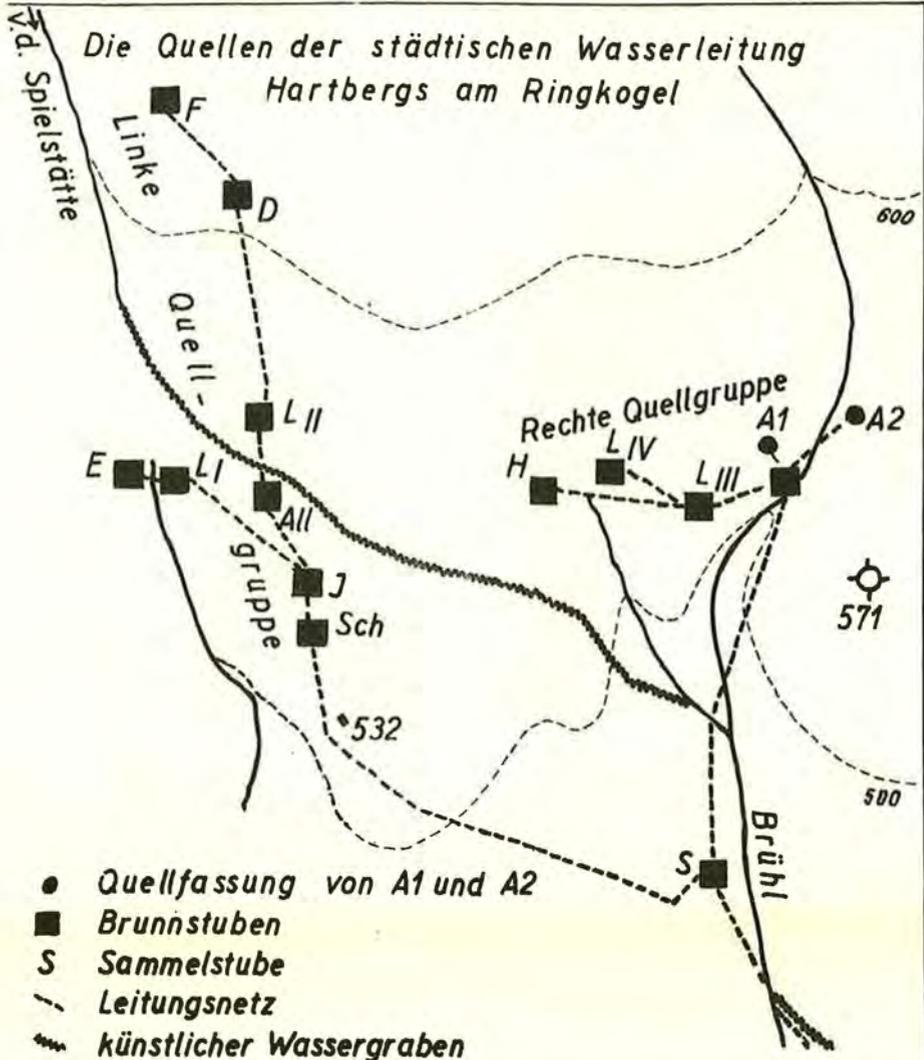
Diskordant über dieser um NO streichenden Folge liegen südlich des Petzenbaches als Deckscholle stark brecciöse und zerbrochene Bänderkalke. Sie gleichen dem Schöcklkalk. Die Kalke fanden als Baustein bei den umliegenden Gehöften Verwendung. Die Entnahmestellen sind bereits weitestgehend verwachsen. Ein weiteres derartiges Kalkvorkommen, in welchem heute noch ein Steinbruch umgeht, liegt an der Straße Arzberg

1953

zu Brandl-Ringkogel



Die Quellen der städtischen Wasserleitung Hartbergs am Ringkogel



- Quellfassung von A1 und A2
- Brunnstuben
- S Sammelstube
- - - Leitungsnetz
- ~ künstlicher Wassergraben