

Über die chemischen und radiologischen
Beziehungen zwischen den Quellwässern
und ihren Ursprungsgesteinen in der
Umgebung von Passau.

Von

Ferdinand Neumaier, München.

STUTTGART 1933

E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
(Erwin Nägele) G. m. b. H.

Vorstehende Veröffentlichung ist im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeiten des Naturwissenschaftlichen Vereins Passau, der das Instrumentarium für die radiologischen Messungen bereitgestellt hat, entstanden. Die einschlägigen chemischen Untersuchungen hat der Verfasser am chemischen Institut der philosophisch - theologischen Hochschule Passau durchgeführt.

Über die chemischen und radiologischen Beziehungen zwischen den Quellwassern und ihren Ursprungsgesteinen in der Umgebung von Passau.

Von

Ferdinand Neumaier, München.

Mit 12 Textabbildungen und 9 Tabellen.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Vorbemerkungen	464
1. Geologie und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	465
2. Zur Methodik der Wasseruntersuchungen	466
a) Die chemische Untersuchung	466
b) Die radiologische Untersuchung	467
c) Abkürzungen	468
d) Niederschlags- und Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet	468
II. Die Wasseruntersuchungen im Gebiet der kristallinen Schiefer	468
1. Granitgebiet nördlich der Donau	469
2. Dioritgebiet bei Waldkirchen	472
3. Granitgebiet südlich der Donau .	476
a) Quellen in dem reinen Granitgebiet	476
b) Quellen in dem angrenzenden Lößgebiet	477
4. Gneisgebiet des Neuburger Waldes	481
5. Grubenwasser aus dem Graphitgebiet des Passauer Waldes	485
6. Die Wachterhaus-Quelle	486
7. Tiefbrunnen bei der österreichischen Eisenbahnbrücke nahe am Inn	488
8. Aplite und Pegmatite in ihrer Beziehung zur chemischen und radiologischen Zusammensetzung der Wasser	490
9. Zusammenfassung der Ergebnisse bei den Untersuchungen im Gebiet der kristallinen Schiefer	490

	Seite
III. Die Quellen in dem Sedimentärgebiet	492
1. Juraablagerungen bei Fürstenzell—Ortenburg	492
2. Untermiocäne Meeressande	497
3. Schliergebiet	497
4. Tertiäre Quarzschotter	500
5. Diluviale Schotter	502
6. Löß	502
7. Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse im Sedimentärgebiet	503
IV. Tabellen	504
V. Zusammenfassung	513
VI. Schriftenverzeichnis	515

I. Vorbemerkungen.

Die vorliegende Arbeit bringt die Wasser der Umgebung von Passau auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung und insbesondere auf Grund ihrer Radioaktivität in Beziehung zu dem Gestein, das sie durchflossen haben. Damit können wir dann verschiedene Quelltypen von geologischem Gesichtspunkte aus unterscheiden. Wir sind dann aber auch in der Lage, diese Quelltypen zu geologischen Schlußfolgerungen zu verwerten, d. h. es ist möglich, aus der Verteilung der Quelltypen auf den Aufbau des Untergrundes zurückzuschließen. So konnte an mehreren Stellen die an der Oberfläche nicht erkennbare Verbreitung einzelner Schichten festgelegt werden.

Es wurde dazu folgende Arbeitsweise eingeschlagen:

1. Feststellung der geologischen Verhältnisse des engeren und weiteren Quellengebietes.
2. Feststellung der Temperaturen der Quellwasser.
3. Chemische Untersuchung des Quellwassers
 - a) an Ort und Stelle,
 - b) im Laboratorium.
4. Radiologische Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle.

Die Ergebnisse der zahlreichen chemischen und radiologischen Wasseruntersuchungen würden den inneren Zusammenhang vermissen lassen und vor allem keine allgemeinen Gesichtspunkte liefern, wenn wir uns lediglich mit einer Aneinanderreihung der ziffernmäßigen Befunde begnügen wollten. Es ist unbedingt erforderlich, die geologischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes zu berücksichtigen, um dann die Ergebnisse der Wasseruntersuchung auf den Untergrund beziehen zu können.

Zur Beurteilung der Geologie des Untersuchungsgebietes wurden die geologische Karte der Umgebung von Passau von J. STADLER, sowie dessen Arbeit „Geologie von Passau und Umgebung“ (1925) benutzt. Größtenteils jedoch war ich auf die eigenen Beobachtungen im Gelände angewiesen.

1. Geologie und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes.

Im bearbeiteten Gebiet sind folgende Abteilungen zu unterscheiden:

1. Das Gebiet des kristallinen Untergrundes mit vielen Injektionen nördlich der Donau. Die Probenahme erstreckte sich im N bis Waldkirchen; westlich hielt ich als Abgrenzung die Linie Tittling—Tiefenbach—Heining ein, während ich im O noch das Passauer Graphitgebiet in den Kreis der Betrachtung zog. Der Donau entlang machen die injizierten Schiefer die Hauptmasse der Gesteine aus. Erst in einiger Entfernung von der Donau treten im N und auch im S größere Granitintrusionen auf. Daher wurden südlich der Donau auch der Neuburger Wald und die Platte einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Beide ragen als Ausläufer des Bayerischen Waldes südwärts über die Donau ins Gebiet des Tertiärs hinein. Die auftretenden Granite sind meist Biotitgranite, beim Gneis haben wir es mit dem Typus des Cordieritgneises zu tun. Vor allem treten Injektionsgneise auf.
2. Das Gebiet der Jurascholle bei Dingelreit—Fürstencell—Spirkenöd—Scheureck und das Juravorkommen bei Ortenburg.
3. Das tertiäre Vorland des Bayerischen Waldes.
Als Grenzlinie der Untersuchung galt hier die Verbindungslinie der Orte Schärding—Sulzbach—Ruhstorf.
4. Das Gebiet des Diluviums und Alluviums nördlich und südlich der Donau, von welchem vor allem das südlich der Donau gelegene Lößgebiet in Betracht kommt. Die Wasser aus den diluvialen Schottern wurden an der Donau zwischen Passau und Vilshofen und dann noch in Patriching bei Passau untersucht. Ebenso wurden zur Beurteilung noch einige Bohrbrunnen im Quarzschottergebiet südlich der Donau in den Kreis der Betrachtung gezogen.

2. Zur Methodik der Wasseruntersuchungen.

a) Die chemische Untersuchung.

Für die vorliegende Arbeit wurden insgesamt 625 Wasserproben untersucht. Zuerst galt es immer festzustellen, ob das betreffende Wasser nicht durch irgendwelche oberirdische Zuflüsse verunreinigt war. Es wurde daher grundsätzlich jede Probe auf Salpetersäure, auf salpetrige Säure und auf Ammoniak geprüft. Die einschlägigen Untersuchungsmethoden können in der Fachliteratur eingesehen werden (KLUT 1916, TILLMANNS 1916, DOST-HILGERMANN 1919). Von allen Wasserproben wurde durch Titration mit $n/10$ Salzsäure und durch Titration mit $n/10$ Kaliumpermanganatlösung die Gesamthärte festgestellt. In besonderen Fällen wurden die beiden Härtekomponenten auch gewichtsanalytisch ermittelt. Ebenso stellte ich die freie und gebundene Kohlensäure, den im Wasser gelösten Sauerstoff, die organische Substanz und den Chlorgehalt fest. Letzterer wurde durch Titration mit $n/10$ Silbernitratlösung mit Kaliumchromat als Indikator bestimmt.

Es ergab sich jedoch im Laufe der Arbeit, daß nicht alle diese Bestimmungen zur Beantwortung der offenstehenden Fragen notwendig waren. So konnte z. B. kein Zusammenhang zwischen dem Kohlensäuregehalt eines Wassers und seinem Ursprungsgestein festgestellt werden, ebensowenig wie die Bestimmung der organischen Substanz einen Ausblick ermöglichte. Für den Geologen scheint immer noch die Härtebestimmung, der Gehalt des Wassers an Kalk und Magnesia, der Kieselsäure- und Chlorgehalt und nicht zuletzt der Abdampfdruckstand das Wesentliche zu sein. Infolgedessen wurden auch in dieser Arbeit nur die Ergebnisse aufgenommen, die wirklich eine einwandfreie Beziehung zur Geologie des Quellengebietes erkennen ließen. Die Temperaturbestimmungen bei den verschiedenen Wassern wurden mit einem Quellenthermometer nach J. GREINER mit $\frac{1}{10}^{\circ}$ -Einteilung vorgenommen.

Die Prüfung auf Temperatur, Geruch, Geschmack und Kohlensäure geschah immer an Ort und Stelle, alle anderen einschlägigen Untersuchungen wurden im Laboratorium ausgeführt. Zum Transport des Wassers verwertete ich Literflaschen aus grünem Glas mit Patentverschluß. Meist reichte 1 l Wasser zur Vornahme der chemischen Untersuchung aus. Wenn möglich wurden

die Wasserproben noch sofort oder wenigstens an einem der nächsten Tage untersucht, andernfalls ergeben sich nämlich bei harten Wassern nicht unerhebliche Änderungen hinsichtlich ihrer Härte.

Erwähnt sei noch, daß bei verschiedenen Wassern des Untersuchungsgebietes ihre p_H -Werte mit dem Folienkolorimeter nach WULFF bestimmt wurden. Die ermittelten Resultate ergaben aber keine gesetzmäßige Beziehung zur Geologie des Quellgebietes.

b) Die radiologische Untersuchung.

Der weitaus überwiegende Teil der Quellwasser hat Emanation als Gas gelöst. Der Emanationsgehalt der Wasser wird von einem Gestein geliefert, mit dem sie in Berührung waren. Er kann vom Wasser z. B. durch Schütteln in einem Gefäß in die darin enthaltene Luft übergeführt werden. Dadurch wird die Luft ionisiert. Bringt man sie zwischen zwei Elektroden, von denen die eine mit einem Elektroskop verbunden und auf eine gewisse Spannung gebracht ist, so wird das Elektroskop mit einer von der Menge der vorhandenen Emanation abhängigen Schnelligkeit entladen.

Für die Messungen verwertete ich dreierlei Instrumente der Firma Günther & Tegetmayer in Braunschweig.

1. In der Hauptsache das Fontaktoskop von Engler & Sieveking.
2. Das Fontaktometer von Mache & Meyer zu einzelnen exakten Messungen.
3. Das Reisefontaktoskop von Kohlrausch & Löwenthal.

Letzteres ist zwar bequem zu transportieren, kann aber nur zur allgemeinen Vororientierung der Radioaktivitäten in einem größeren Wassergebiet dienen. Sonst arbeitete ich fast ausschließlich mit dem Fontaktoskop von Engler & Sieveking, über dessen zweckmäßige Benützung wir bei GÖCKEL (1914) Angaben finden.

Je nach der Aktivität der Quelle füllt man in die Kanne $\frac{1}{2}$ bis 2 l Wasser ein, verschließt und schüttelt bei jeder Untersuchung 100 mal kräftig. Nach dem Schütteln brachte ich die Kanne immer an einen kühlen Ort. Vom Zeitpunkt des Einfüllens bis zur Messung selbst habe ich immer 3 Stunden gewartet, weil erst nach Ablauf dieser Zeit sich ein Gleichgewichtszustand einstellt zwischen der Emanation einerseits und den inzwischen entstandenen Zerfallsprodukten andererseits.

Das Instrument wurde immer auf 30 Skalenteile aufgeladen und stets gewartet, bis die beiden Blättchen auf 20 Skalenteile

herabsanken, so daß bei allen Messungen immer die gleiche Potentialdifferenz hergestellt wurde. Gerade diese Art der Messung hat sich gegenüber den anderen bisher gehandhabten Methoden als unbedingt zuverlässig erwiesen. Die notwendige Abfallszeit wurde mit der Stoppuhr festgestellt, der beobachtete Abfall dann umgerechnet auf 1 Stunde und 1 l.

Dem Luftdruck und den Temperaturverhältnissen während der Messung ist tunlichst Rechnung zu tragen. Eine Messung bei allzu großer Luftfeuchtigkeit oder eine solche bei starkem Wind scheint nach meinen Erfahrungen nicht angebracht. Jede Kanne ist nach der erfolgten Messung sofort mit inaktivem Wasser auszuspülen. Als solches kann fast jedes gewöhnliche klare Bachwasser gelten.

c) Abkürzungen.

Für die im Laufe der Arbeit immer wiederkehrenden Werte wurden folgende Abkürzungen gewählt:

t_w = Temperatur des Wassers bei der Probenahme.

t_l = Temperatur der Luft bei der Wasserprobenahme.

CaO = mg Calciumoxyd in 1 Liter Wasser.

MgO = mg Magnesiumoxyd in 1 Liter Wasser.

SiO₂ = mg Kieselsäure in 1 Liter Wasser.

D. H. = Deutsche Härtegrade (1 deutscher Härtegrad = 10 mg CaO in 1 Liter H₂O).

M. E. = Mache-Einheiten (Maß für die Aktivität einer Quelle).

d) Niederschlags- und Temperaturverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt für das Untersuchungsgebiet (Passau und Umgebung) 8,3° C, die mittlere Niederschlagshöhe beläuft sich auf 870 mm (nach einer Mitteilung der Landesstelle für Gewässerkunde in München).

II. Die Wasseruntersuchungen im Gebiet der kristallinen Schiefer.

Die kristallinen Schiefer, mit ihren vielen Granitinjektionen, haben, wie anderwärts, so auch hier keine regelmäßigen Quellhorizonte. Bedeutende Wassermengen dringen nicht ein, so daß im Gneis- und Granitgebiet mehr Wasser oberirdisch abfließt als in durchlässigen Sedimenten. Die Schuttmassen werden daher größtenteils leicht weggeschwemmt; die Oberfläche wird in vielen

Richtungen ausgefurcht; es entsteht eine Unzahl von Rinnen und Tälern, durch welche sich das Granitgebiet besonders auszeichnet. Das Gestein ist bisweilen von einem System von Klüften und Spalten durchsetzt, denen die Sickerwasser folgen können. Sonst ist das wenige Wasser, das der Boden aufnimmt, hauptsächlich auf die Humusdecke und auf die höchstens nur einige Meter tiefe Verwitterungsschicht beschränkt. Wie schon betont, wird durch die reichverzweigten Täler die Oberfläche des Granitgebietes in viele einzelne Rücken und Höhenzüge zerlegt, so daß jeder Quelle nur ein kleines Niederschlagsgebiet zukommt. Trotz der ausgedehnten Waldungen finden wir daher zwar viele, aber recht wenig ergiebige Quellen.

1. Die Wasseruntersuchungen im Granitgebiet nördlich der Donau.

a) Bei Tittling im Bayerischen Wald wurden zuerst eine Anzahl von Wasserproben, im ganzen 31, genommen. Bei 25 Quellen konnte die Radioaktivitätsuntersuchung durchgeführt werden; die chemische Untersuchung wurde an allen Quellen betätigt, allerdings nicht mit der Ausführlichkeit wie beim nachher angeführten Beispiel. Es wurden aber immer die Härte, Calcium und Magnesium und teilweise auch der Kieselsäuregehalt sowie der Abdampfrückstand festgestellt. Auf Cl-Ion und SO₄-Ion wurde nur qualitativ geprüft.

Die Wasser stammen alle aus dem Biotitgranit des Passauer Waldes. Eine genaue Analyse dieses Gesteins liegt allerdings nicht vor, wohl aber bringt FRENTZEL (1911, S. 123) die GÜMBEL'sche Analyse eines Granits von Auerbach bei Deggendorf, der seiner Ansicht nach dieselbe Zusammensetzung aufweist als der Granit des Passauer Waldes bei Tittling¹:

Kieselsäure .	73,900	Tonerde	10,312
Eisenoxyd	0,021	Eisenoxyd	} 6,492
Kalkerde	1,022	Bittererde	
Natriumoxyd	3,123	Manganoxyd	Spuren
Titansäure	0,731	Calciumoxyd	3,777
Eisenkies	0,049	Wasser + Glühverl.	0,440

Gesamt: 99,872 %.

¹ Es wird hier absichtlich die Form der Analyse von GÜMBEL wiedergegeben. Vgl. S. 473.

Aus dem Kerberschen Granitbruch an der Straße von Tittling nach Fürstenstein wurde eine Wasserprobe genommen. Das Wasser kam aus einer Spalte im mittelkörnigen, blaugrauen Biotitgranit.

Quelltemperatur 7,1°. Lufttemperatur 19,3°. Abdampfrückstand bei 110°: 42,04 mg. Reaktion desselben alkalisch.:

In 1 Liter Wasser sind in g enthalten:		100 % des Abdampfrückstandes enthalten:	
CaO	0,00537	CaO	13,65
MgO	0,00192	MgO	5,64
Na ₂ O	0,00632	Na ₂ O	16,06
K ₂ O	0,00370	K ₂ O	9,40
Fe ₂ O ₃	} 0,00300	Fe ₂ O ₃	} 0,76
Al ₂ O ₃		Al ₂ O ₃	
CO ₂	0,01246	CO ₂	31,67
SO ₃	0,00100	SO ₃	2,51
SiO ₂	0,00763	SiO ₂	19,39
Cl	0,00064	Cl	1,62
Gesamt	0,04204	Gesamt	100,70

Die Härte des Wassers beträgt 0,805 D.H.

Die Radioaktivität der Quelle wurde zweimal an verschiedenen Tagen bestimmt und ergab 12,1 und 11,8 M.E., somit 11,95 M.E. im Mittel.

Es ergab sich bei der Untersuchung der Quellen des Tittlinger Granitgebietes ein sehr einheitliches Bild. Die Probenahme erfolgte an fünf aufeinanderfolgenden Tagen, während die Untersuchung der Wasser mit dem Fontaktoskop über eine Woche in Anspruch nahm (Untersuchung im August 1929, trockenes Wetter).

Die eingehend untersuchten Wasser sind in den beiden beigegebenen Tabellen I und II (S. 504, 505) niedergelegt. Bei den übrigen Quellen wurden lediglich die Temperatur, Härte und Radioaktivität festgestellt, so daß sie nicht in die Tabellen aufgenommen wurden. Zur Ermittlung der Durchschnittswerte für die Härte und für die Radioaktivität habe ich allerdings auch diese Untersuchungsergebnisse herangezogen.

Die kältesten Quellen waren immer die Spaltenquellen in den Steinbrüchen, wobei das Temperaturminimum bei 6,3° lag (Ta-

belle I, 1). Ebenso konnte festgestellt werden, daß meist mit der niederen Temperatur eine höhere Aktivität Hand in Hand ging. In dem Bruch der Tittlinger Granitwerke hatte eine an einer Kluftfläche herausickernde Quelle 21,4 M.E. (Tabelle I, 2).

Die aus den Passauer Waldgraniten bei Tittling kommenden Wasser zeigen einen sehr geringen Abdampfrückstand. Es ergibt sich im Mittel bei den Quellen der Tabelle I ein Rückstand von 65,44 mg, bei denen der Tabelle II ein solcher von 87,61 mg.

An der Zusammensetzung des Rückstandes ist hauptsächlich die Kieselsäure beteiligt (Tabelle I, 19,35 %; Tabelle II, 21,20 %; Minimum bei 17,80 % Tabelle I, 5; Maximum bei 22,90 % Tabelle II, 6).

Die Wasser zeichnen sich durch einen geringen Kalkgehalt aus; der Rückstand besteht durchschnittlich nur zu 10,45 % (Tabelle I) und zu 11,06 % (Tabelle II) aus CaO (Minimum Tabelle I, 5, 7,3 %; Maximum Tabelle I, 3, 13,65 %) (Minimum Tabelle II, 1, 8,7 %; Maximum Tabelle II, 4, 13,40 %).

Magnesia ist in noch geringerer Menge vorhanden als der Kalk ($\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ des letzteren), so daß sich auch eine geringe Gesamthärte ergibt. Die durchschnittliche Härte der Wasser aus Tabelle I beträgt 1,00 D.H., die aus der Tabelle II 1,34 D.H.

Schwefelsäure ist in allen Proben qualitativ nachzuweisen, Chlor trat nur in Spuren auf oder gar nicht.

b) Weiter nördlich bei Waldkirchen wurden noch 22 Wasserproben genommen, die zum größten Teil aus den Graniten stammen, während der Rest aus den bei Schiefweg anstehenden Dioriten kommt.

Die Probenahme und die darauffolgende Untersuchung geschah bei guter Witterung in der ersten Septemberhälfte des Jahres 1929. Am Wege von Waldkirchen nach Sickling wurde bei der Geyermühle rechts abseits vom Wege eine in der Wiese gelegene Quelle untersucht. Das Wasser quoll von unten in ein natürlich geschaffenes Becken und kam aus blaugrauem, feinkörnigem Biotitgranit.

Quelltemperatur 10,1°. Lufttemperatur 15,9°. Abdampfrückstand bei 110°: 49,32 mg. Reaktion desselben: alkalisch.

In 1 Liter Wasser sind in g enthalten:		100 % des Abdampfrückstandes enthalten:	
CaO	0,00871	CaO	17,78
MgO	0,00221	MgO	4,55
Na ₂ O	0,00260	Na ₂ O .	5,33
K ₂ O	. 0,00314	K ₂ O	. 6,42
Fe ₂ O ₃	. } 0,00081	Fe ₂ O ₃	. } 1,45
Al ₂ O ₃	. }	Al ₂ O ₃	. }
SO ₃	0,00536	SO ₃	10,99
CO ₂	0,01561	CO ₂	32,03
SiO ₂	0,00826	SiO ₂	14,88
Cl	. 0,00262	Cl	. 5,37
Gesamt	0,04932	Gesamt .	98,80

Die Gesamthärte betrug 1,18 D.H.

An der Quelle nahm ich 4 Radioaktivitätsmessungen vor, sie ergaben: 14,80 M.E., 15,90 M.E., 13,7 M.E., 14,90 M.E., somit einen Mittelwert von 14,50 M.E.

Es war dies die aktivste Quelle, die im Waldkirchener Untersuchungsgebiet erkannt wurde, aus welchem Grunde ich auch eine genaue Analyse des Wassers vornahm.

Wenn sich auch bei den Untersuchungen in diesem Gebiet einige Veränderungen in der Zusammensetzung der Wasser erkennen lassen, so ersieht man doch die Ähnlichkeit dieser Quellen mit denen des Tittlinger Untersuchungsgebietes.

Tabelle III (S. 506) faßt die Werte zusammen. Die Temperaturen der Quellen liegen im Durchschnitt etwas höher als bei den vorher erwähnten Wassern, was aber wohl auf die sehr hohen Lufttemperaturen während der Probenahme zurückzuführen ist. Der Rückstand ist gering, desgleichen der Gehalt an Kalk und Magnesia. Was die Härte betrifft, so ist sie im Durchschnitt geringer als in Tabelle I und in Tabelle II. Das weichste Wasser, das sich in der Granitformation feststellen ließ, ist die Schwarzbacherlquelle mit 0,43 D.H. (siehe Tabelle III, 8).

Die Radioaktivität zeigt gegenüber den Messungen im Tittlinger Untersuchungsgebiet einen leichten Abfall. Mittelwert: 10,26 M.E. (Tabelle III).

2. Wasser aus dem Dioritgebiet bei Waldkirchen.

Anschließend an die Untersuchung der Wasser aus dem Granit wurden nördlich von Waldkirchen noch 6 Wasserproben genom-

men, deren Austrittspunkt im Diorit liegt. Es sind dies durchwegs Diorite vom Salzwegtypus, die bei Reichartsreut nördlich von Waldkirchen gut aufgeschlossen sind. Das Gestein ist sehr feinkörnig und besonders reich an Biotit. Von GÜMBEL liegt die Analyse eines solchen Gesteines von Höhenstein bei Kaltwasser vor:

Kieselsäure	58,127
Titansäure	1,281
Tonerdeoxyd	13,504
Eisenoxyd	9,053
Eisenoxydul	7,850
Kalkerde	4,654
Natriumoxyd	4,988
Kaliumoxyd	0,200
Wasser + Glühverlust	0,300

Gesamt	99,957
--------	--------

Die aus dem Diorit kommenden Wasser (siehe Tabelle IV, S. 507) zeigen durchwegs einen größeren Abdampfrückstand (94,28 mg/l im Mittel) und weichen damit ebenso wie durch ihren höheren Gehalt an Kalk und Magnesia von den Granitwassern ab. CaO ist durchschnittlich mit 16,77 % am Rückstand beteiligt; infolgedessen ergibt sich auch eine größere Härte [Mittel: 2,06 D.H., Minimum 1,6 D.H. (Tabelle IV, 2), Maximum 2,56 D.H. (Tabelle IV, 4)]. Der Gehalt an Kieselsäure gleicht dem der Granitwasser, die Radioaktivität erreicht jedoch einen höheren Wert (Mittel 15,93 M.E.).

Die Beziehung zwischen der Gesteinszusammensetzung und der chemischen Zusammensetzung der Wasser zeigt sich hier deutlich. Nach den angeführten Analysen beträgt im Granit der Gehalt an Kalk 1,022 %; im Diorit 4,654 %. Diese Steigerung des Kalkgehaltes spiegelt sich auch in der Härte der Wasser. Sie beträgt beim Granitwasser im Durchschnitt 1,06 D.H. (siehe S. 474), während sie bei den Quellen im Diorit bis auf 2,06 D.H. steigt. Auch der Gesamtrückstand weist höhere Werte auf, und zwar besteht er bei den Granitwassern zu 11,70 % aus Kalk, bei den Dioritwassern dagegen zu 16,77 % aus Kalk.

Die höhere Aktivität der Dioritwasser kann sehr leicht durch die örtliche Ausbildung des Gesteines erklärt werden. FRENTZEL (1911, S. 144) erwähnt ausdrücklich den hohen Gehalt von Zirkon im braunen Glimmer dieses Gesteines. So erweist sich in diesem

Falle das Ergebnis der Radioaktivitätsuntersuchung als ein Beleg für diese schon früher bekannte Tatsache.

Die zahlreichen Untersuchungen in diesem kleinen, aber geologisch einheitlichen Gebiet verfolgten den Zweck, die durchschnittliche Zusammensetzung eines Wassers aus dem Granitgebiete genau festzustellen. Südlich der Donau treffen wir nämlich auf Granitvorkommen, die an verschiedenen Punkten bereits unter sedimentäre Schichten untertauchen. Die aus ihnen kommenden Wasser können durch die Beeinflussung des überlagernden Komplexes oft recht erheblich in ihrer Gesamtcharakteristik verändert werden. Es erschien daher angebracht, die einzelnen wichtigen Eigenschaften eines „granitischen Wassers“ genau festzulegen. Die umfangreiche Untersuchung im Granitgebiet nördlich der Donau sollte die Grundlage hierfür bieten. Mit diesem Ergebnis fällt es dann leichter, an das Arbeitsgebiet südlich der Donau heranzugehen und bis zu einem gewissen Grad ein granitisches Wasser zu erkennen, das in seiner Zusammensetzung durch den Löß oder durch andere Ablagerungen beeinflusst war und sich oft recht erheblich vom Typus des Granitwassers abhob.

Im folgenden soll nun an Hand der umfangreichen Analysen versucht werden, eine Charakteristik der Granitwasser zu geben.

Mittlere Zusammensetzung der aus dem Granitgebiet des Passauer Waldes entspringenden Wasser.

	Analysen- zahl	Maximum	Minimum	Mittel
Gesamthärte (D.H.)	52	1,80	0,42	1,06
Gesamtrückstand (mg/l)	17	113,07	39,43	70,87
In 1 Liter Wasser : ind enthalten:				
Kieselsäure (mg)	17	22,36	7,63	14,82
Kalk (mg)	52	19,00	2,90	7,28
Magnesia (mg)	52	6,20	0,90	2,31
bezogen auf den Gesamtrück- stand:				
Kieselsäure (%)	17	26,00	12,00	16,40
Kalk (%)	17	15,40	6,70	11,70
Magnesia (%)	17	4,70	2,90	—
Radioaktivität (M.E.)	44	21,70	4,20	9,60

Der Hauptteil dieser Werte ist auch in Abb. 1 dargestellt².

Zusammenfassend kann also gesagt werden: Die Abdampfrückstände der Granitwasser sind, wie zu erwarten, aber hier ziffernmäßig belegt, sehr niedrig, desgleichen zeichnen sie sich durch ihre geringe Härte aus. An der Zusammensetzung des Rückstandes ist vorwiegend die Kieselsäure beteiligt; die Alkalien treten ebenfalls deutlich in den Vordergrund. Etwa 12 % vom Rückstand fallen dem Kalk zu, die Magnesia beträgt $\frac{3}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der Kalkmenge. Cl-Ion tritt in den Granitwassern gar nicht oder nur in Spuren auf. SO₄-Ion ist qualitativ stets deutlich nachzuweisen.

Als besonderes Kennzeichen der Granitwasser ist die Radioaktivität zu nennen. Wie wir gesehen haben, ist sie wohl beträchtlichen Schwankungen unterworfen, aber sie tritt immer mit Bestimmtheit auf. Die ermittelten Aktivitätsbefunde der Granitwasser von Waldkirchen und von Tittling scheinen darauf hinzuweisen, daß durch den Granit der Tittlinger Gegend eine stärkere radioaktive Anreicherung der Quellwasser stattfindet als durch das Gestein der Waldkirchener Gegend. Die untersuchten Wasser bleiben mit ihren Emanationsgehalten alle in mäßigen Grenzen.

Es übt somit der Passauer Waldgranit nur eine gering aktivierende Wirkung auf die mit ihm im Zusammenhang stehenden Wasser aus. Weiter geht aus den Ergebnissen der radiologischen Untersuchungen hervor, daß die Diorite bei Waldkirchen den in ihnen zirkulierenden Wassern einen stärkeren Emanationsgehalt

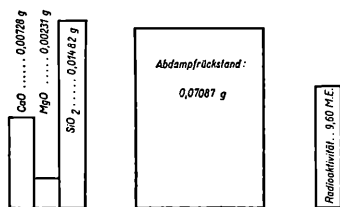


Abb. 1. Mittlere Zusammensetzung eines Granitwassers.

verleihen als die gesamten Passauer Waldgranit-Typen. Daraus läßt sich vorläufig ein Schluß ziehen auf die Zusammensetzung

² Es möge schon hier darauf hingewiesen werden, daß die graphischen Darstellungen über die mittlere Zusammensetzung der verschiedenen Quelltypen (Abb. 1, 5, 6, 7, 9, 10) alle im gleichen Maßstabe gehalten sind und daher direkt miteinander verglichen werden können.

des Gesteins hinsichtlich seiner Glimmerführung und damit wohl auch hinsichtlich seines Zirkongehaltes. Eine Anreicherung des Glimmers, insbesondere des Biotites, im Gestein bedingt nämlich eine erhöhte Radioaktivität der Wasser.

Nach den chemischen Untersuchungsergebnissen zu schließen, stehen die ganzen Wasser des Granitgebietes in einem inneren Zusammenhang zueinander. Durch die Einführung der Radioaktivitätsuntersuchung neben der chemischen Prüfung der Quellen zeigt sich jedoch deutlich, daß jede Quelle im Granitgebiet als eine Einheit für sich, als ein Individuum betrachtet werden muß.

3. Die Wasseruntersuchungen im Granitgebiet südlich der Donau.

Im Gföhret, Gemeinde Altenmarkt, liegt der Kulminationspunkt des Neuburger Waldes, die Platte oder Hochgasse, mit 499 m Meereshöhe. Sie bildet einen mächtigen Stock von blauem Granit, der an zahlreichen Stellen gut aufgeschlossen ist. Das Gestein neigt etwas zu porphyrischer Struktur. Biotit mit pleochroitischen Höfen ist stark vertreten (STADLER 1911, S. 62). Deutlich treten kleinere oder größere basische Putzen hervor. Der Granit führt reichlich Cordierit.

Es wurden sowohl die Teile der Platte untersucht, in denen der Granit zu Tage ansteht, wie die, wo er von diluvialen und alluvialen Schichten wenig überlagert ist oder wo er in deren Tiefe noch zu vermuten ist.

Ferner wurden aus dem bei Kohlbruck anstehenden Granit noch mehrere Wasserproben genommen.

a) Die Quellen in dem reinen Granitgebiet.

Im April und Juni 1930 wurden bei trockenem Wetter im ganzen 20 Wasserproben genommen. Ihre chemische und radiologische Zusammensetzung ergab ein ähnliches Bild wie bei den Untersuchungen nördlich der Donau. Ein Teil der Resultate ist in der beigefügten Tabelle V (S. 508) wiedergegeben.

Die Temperatur bewegt sich in normalen Grenzen, der Rückstand der Wasser ist im Vergleich zu den Granitwassern aus dem Gebiete nördlich der Donau größer (siehe Tabelle V, Mittelwert 103,14 mg); daran ist das CaO mit 14,35 % beteiligt, wodurch auch der etwas größere Härtegrad bedingt ist. Der Gehalt an MgO beträgt im Durchschnitt 4,17 mg/l und ist gleich $\frac{1}{3}$ — $\frac{3}{4}$ des Ge-

haltes an CaO. Die Kieselsäure macht durchschnittlich 17,31 % des Rückstandes aus (Mittel 17,74 mg/l).

Die Radioaktivität ist allgemein betrachtet etwas höher als bei den vorher besprochenen Wassern und ist auf die starke Anreicherung von Zirkon mit pleochroitischen Höfen im Biotit zurückzuführen (Mittel 12,73 M.E.).

b) Die Quellen in dem angrenzenden Lößgebiet.

Die Granitkuppe der Platte fällt sanft ab und taucht unter mehr oder weniger mächtige Lößlager unter. Aus diesem an das Granitgebiet der Hochgasse anschließenden Lößgebiet sind die folgenden Wasserproben genommen. Zur besseren Beurteilung der offenstehenden Fragen erschien es angebracht, auch die Pump- und Rohrbrunnenwasser dieses Gebietes zu analysieren, so daß im ganzen 19 Proben zur Verfügung standen. 14 davon sind in der Tabelle VI (S. 509) angeführt.

Die Quell- und Grundwasser dieses Gebietes sammeln sich, nachdem sie den Löß durchwandert haben, auf dem undurchlässigen Granitgestein.

Wie aus der Tabelle VI zu ersehen ist, hat sich die Zusammensetzung des Wassers im Vergleich zu dem Granitgebiet beträchtlich geändert. Sie ist insbesondere recht erheblichen Schwankungen unterworfen, weshalb von der Errechnung von Mittelwerten Abstand genommen wurde.

Abgesehen von der Temperatur, fällt vor allem der hohe Abdampfdruckstand auf (Minimum 121,88 mg/l, Tabelle VI, 24; Maximum 242,12 mg/l, Tabelle VI, 26). Er steigt mit der Entfernung der im Löß entspringenden Quelle vom anstehenden Granitgestein. Dem höheren Gehalt an Kalk und Magnesia (Kalk Minimum 28,1 mg = 21,9 %, Tabelle VI, 13, Maximum 85,5 mg = 34,9 %, Tabelle VI, 26) entspricht auch die größere Härte. Nahe am anstehenden Granit beträgt sie bei Probe 13 noch 3,48 D.H., während sie in größerer Entfernung davon bis auf 10,28 D.H. geht. Die Magnesia beträgt $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ des Kalkgehaltes.

Der bis zu 20,12 mg/l und 13,70 % des Rückstandes ansteigende Gehalt an Kieselsäure läßt einen Zusammenhang der Wasser mit dem Granit vermuten. In den noch später zu besprechenden Wassern des eigentlichen Lößgebietes erreicht der Gehalt an Kieselsäure niemals diese Höhe.

Die Aktivität der Wasser ist bei den Proben 13—21 immerhin noch beträchtlich und zeigt erst bei den vom Granitgebiet der Platte weiter entfernten Wassern geringere Werte (Minimum 3,1 M.E.).

Gerade durch die radiologische und chemische Untersuchung der Proben kann die Herkunft der Wasser restlos aufgedeckt

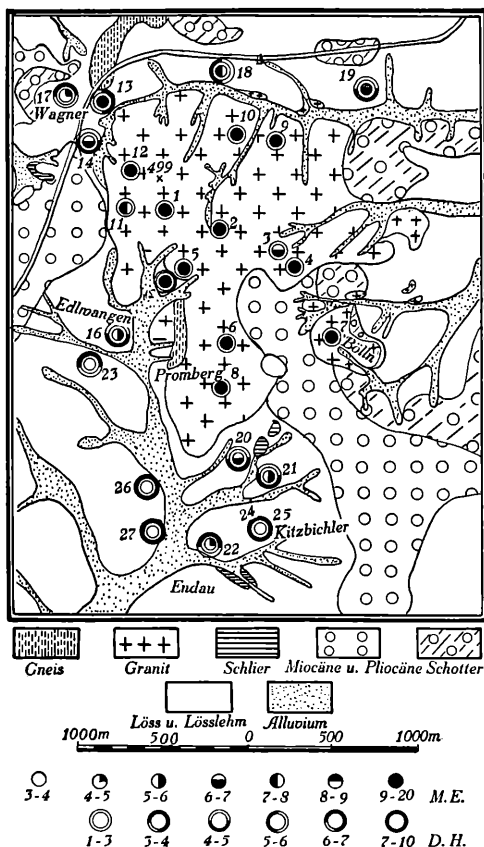


Abb. 2. Härte und Radioaktivität der Quellen im Granit- und Lößgebiet der Hochgasse (Platte).

werden. Es wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Reihe von Quellen untersucht aus dem weiter südlich gelegenen Lößgebiet, wobei sich im Gegensatz zu den eben besprochenen keine oder nur ganz geringe Aktivitäten nachweisen ließen (vgl. S. 502).

Das am Austrittspunkt der Quelle anstehende Gestein, in diesem Falle der Löß, kann die Aktivität daher nicht geliefert haben. Es gewinnt im Gegenteil der Gedanke an ein unterlagerndes Gestein, das in diesem Falle die Emanation liefert, an Raum. Nun kann aber die Radioaktivität der Wasser in unserem Gebiet in dieser Höhe nur vom Granit bezogen werden, so daß erst dadurch und allein dadurch die Beziehungen der Wasser zum Granit einwandfrei festgelegt sind. Aus diesem Grunde wurden die Quellen, die zwar in diesem Lößgebiet entspringen, noch zu den Granitwassern gestellt.

Die chemische Untersuchung allein kann diese Auffassung nicht stützen, denn es wäre wohl möglich, daß die Wasser ihren Kieselsäuregehalt in gleicher Weise wie den Kalk- und Magnesiumgehalt vom Löß bezogen hätten (Kieselsäuregehalt des Löß bis zu 52 %).

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich noch folgender Gesichtspunkt:

Erreicht der auf dem Granit lagernde Löß eine bestimmte Mächtigkeit, so läßt sein hoher Kalkgehalt, seine große Durchlässigkeit und Benetzbarkeit harte Wasser entstehen, deren Radioaktivität stark zurückgeht, aber immer noch deutlich meßbare Werte ergibt. In den Gesteins- und Bodenschichten, die keine radioaktiven Mineralien als Emanationserzeuger enthalten, wird nämlich die in den Wassern etwa vorhandene Emanation durch Adsorption an Bodenkolloide oder aber auch durch Ausspülen durch die innig mit dem bewegten Wasser in den Hohlräumen in Berührung tretende Luft verringert, ohne daß die Möglichkeit des Wiederersatzes gegeben wäre, wie z. B. beim kristallinen, radioaktive Mineralien führenden Gestein.

Es dürfte daher auch durch diese Untersuchungsmethode möglich sein, ein in nicht zu bedeutender Tiefe vorkommendes, aber nirgends anstehendes Eruptivgestein nachzuweisen, vielleicht sogar seine Verbreitung abzugrenzen und vielleicht unter bestimmten Umständen die Mächtigkeit der überlagernden Schicht anzugeben. Es wäre nicht einmal die unmittelbare Auflagerung des Lößes auf dem kristallinen Gestein Bedingung, es könnten auch tertiäre Ablagerungen das Zwischenglied bilden und doch eine Beurteilung ermöglichen.

Es ist in vielen Fällen unklar, welcher Formation die grundwasserstauende Schicht angehört. In dem eben besprochenen

Gebiet tritt als jüngstes Sediment der Löß auf. Zwischen dem Grundwasserstauer, dem Granit — er kann z. T. auch noch Grundwasserträger sein —, schalten sich an vielen Stellen tertiäre Quarzschotter ein. Es besteht aber immer noch die Möglichkeit für diese Wasser, mit dem aktivierenden Material infolge der Durchlässigkeit dieser Schotterschichten in Verbindung zu treten.

Anders hingegen lagern die Verhältnisse, wenn dem Granit ein anderer Grundwasserstauer — z. B. Schlier oder festes Jurakalkgestein — aufgelagert ist. Eine Feststellung dieser Tatsache ist jedenfalls möglich und wurde weiter unten bei Beurteilung der Schlierwasser auch verwertet.

Bei der Untersuchung der Wasser im Lößgebiet wurden an einigen Stellen stark aktive Quellen gemessen, deren Aktivität

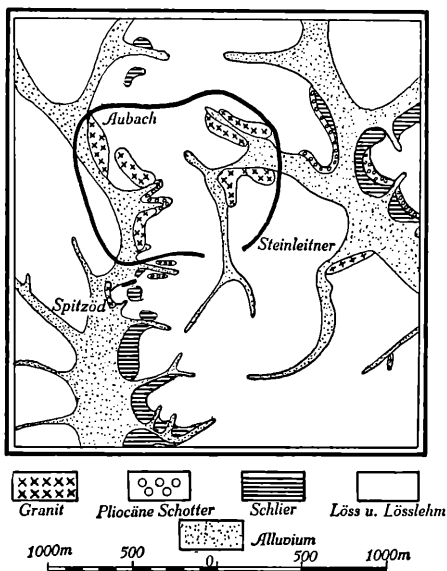


Abb. 3. Granitvorkommen bei Aubach.

die Vermutung aufkommen ließ, daß es sich hier um Wasser handle, die mit unterlagernden, bis jetzt noch nicht bekannten Granitkomplexen in Verbindung stehen. Und zwar läßt hier der Radioaktivitätsbefund auf den in der Tiefe liegenden Granit schließen, während die Härte abhängig ist von der Mächtigkeit der überlagernden Lößschicht. Zwischen Aubach—Ellender—Steinleitner

und Spitzöd scheint ein zusammenhängendes Granitvorkommen zu sein, das nur von einer geringmächtigen Lößschicht überdeckt ist. Ich habe auf Grund der angestellten Analysen versucht, dieses Vorkommen abzugrenzen gegen den wieder auftretenden Schlier (siehe Abb. 3). Sicher läßt sich diese Arbeitsweise auch mit Erfolg auf andere Punkte des Untersuchungsgebietes anwenden.

4. Die Wasseruntersuchungen im Gneisgebiet des Neuburger Waldes.

Südlich von Passau tritt im Neuburger Wald zwischen Kohlbruck und Neuburg-Dommelstadel noch Gneis vom Typus des Perlgneises auf, mitunter reichlich Cordierit führend. Zirkon und Rutil mit pleochroitischen Höfen im Biotit treten auf (STADLER 1911, S. 58). Das Gestein ist von Quarz-, Aplit- und Pegmatitgängen durchsetzt. Meist liegt es unter einer mächtigen Verwitterungsschicht und steht erst in den tieferen Tälern an.

Nordwestlich an dieses Vorkommen tritt an beiden Seiten der Straße Passau—Neuburg bei Kohlbruck nochmals Granit auf.

In diesem Gneisgebiet und in dem angrenzenden Granitgebiet wurden insgesamt 126 Quellen geprüft, die fast alle zur Wasserversorgung von Passau herangezogen werden (siehe Abb. 4 S. 482).

Um den mittleren Gehalt der Bestandteile der Wasser zu erhalten, wurden zu verschiedenen Jahreszeiten von fast allen Quellen Analysen durchgeführt. Jede Quelle wurde dreimal untersucht, und zwar im Frühjahr, im Spätherbst und im Winter. Es konnte so eine einwandfreie Einsicht in die Zusammensetzung der Wasser gewährleistet werden. Von den untersuchten Proben können natürlich nicht alle in einer Tabelle aufgeführt werden, es mögen lediglich aus jedem Quellenbezirk einige, und zwar die wichtigsten, herausgegriffen werden (siehe Tabelle VII und VIII, S. 510, 511). Im Quellgebiet des We i h e r d o b l wurde vom Wasser der Quelle Nr. 3 eine Gesamtanalyse angefertigt. Das Wasser kam aus stark verwittertem Gneis.

Quelltemperatur 8,9°, Lufttemperatur 16,2°.

Abdampfrückstand bei 110°: 61,86 mg.

Reaktion desselben: alkalisch.

In 1 Liter Wasser sind in g enthalten:		100 % des Abdampfrückstandes enthalten:	
CaO	0,01060	CaO	17,13
MgO	0,00358	MgO	5,78
Na ₂ O	0,01293	Na ₂ O	20,91
K ₂ O	0,00397	K ₂ O	6,41
Fe ₂ O ₃	0,00093	Fe ₂ O ₃	1,51
SO ₃	0,00938	SO ₃	15,16
CO ₂	0,00151	CO ₂	2,44
SiO ₂	0,01369	SiO ₂	22,31
Cl	0,00527	Cl	8,51
Gesamt	0,06186	Gesamt	100,16

Die Härte des Wassers beträgt: 1,57 D.H.

Die Radioaktivität des Wassers dieser Quelle ergibt als Mittelwert aus 5 Messungen 16,98 M.E.

In der chemischen Zusammensetzung zeigt sich im Vergleich zum Granitwasser (S. 470, 472) sehr wenig Unterschied. Es kann selbst

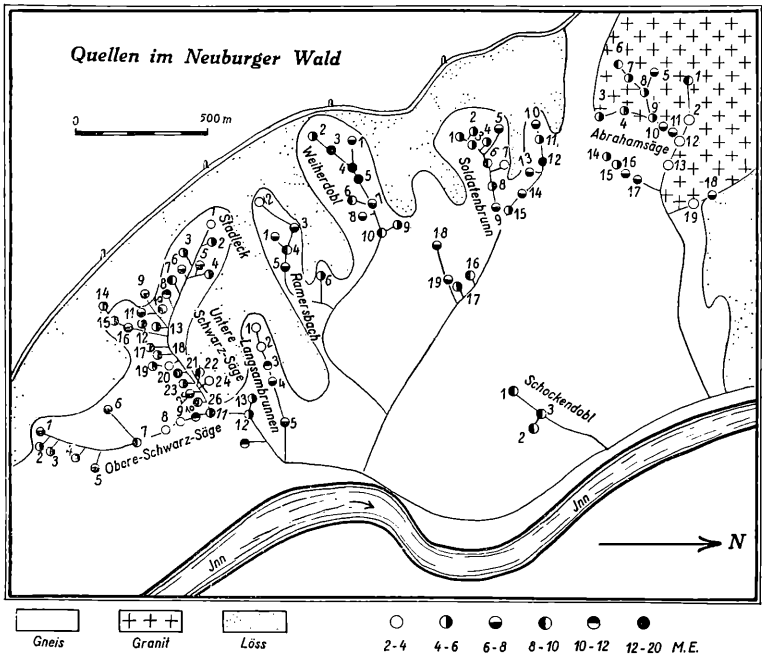


Abb. 4. Die Radioaktivität der Quellen im Neuburger Wald.

eine ausführliche Analyse keine wesentliche Änderung gegenüber den granitischen Wassern erkennen. Das einzige Urteil, das auf

Grund einer chemischen Untersuchung gefällt werden kann, ist eben, daß die Wasser einem kristallinen Gestein entstammen.

Nun zeigen sich aber bedeutend geringere Aktivitätswerte als bei den Wassern des Granits, sie schwanken zwischen 3 und 8 M.E.

Lediglich bei den Quellen im Weiherdobl finden sich einige bemerkenswerte Aktivitäten. Es haben Quelle Nr. 3 16,98 M.E. (Maximalwert im Gneisgebiet des Neuburger Waldes); Quelle Nr. 4 13,55 M.E.; Quelle Nr. 5 12,37 M.E. Es sind dies die höchsten Aktivitätswerte, die bei den Wassern des Neuburger Waldes gefunden wurden. Die mittlere Zusammensetzung aller Quellen sei in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben (Mittel aus 126 Quellenuntersuchungen):

	Maximum	Minimum	Mittel
Gesamthärte (D.H.)	2,72	1,01	1,80
Gesamtrückstand (mg/l)	129,31	60,94	83,11
In 1 Liter Wasser sind enthalten:			
Kieselsäure (mg)	27,42	14,93	17,49
Kalk (mg)	19,32	9,06	12,43
Magnesia (mg)	5,87	3,21	4,30
bezogen auf den Gesamtrückstand:			
Kieselsäure (%)	23,10	12,40	17,32
Kalk (%)	18,91	11,92	15,37
Radioaktivität (M.E.)	18,17	2,10	4,71

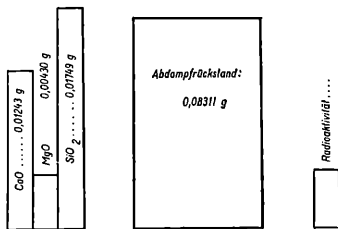


Abb. 5. Mittlere Zusammensetzung eines Gneiswassers.

Die Ziffern sind in Abb. 5 zusammengefaßt und mit denen der Granitwasser auf S. 475 zu vergleichen.

Die Ausblicke, die sich bei der Untersuchung der Quellen im Gneisgebiet des Neuburger Waldes eröffnen, mögen kurz gezeigt werden.

1. In einigen Quellbezirken tritt bei den Wassern eine erhöhte Radioaktivität auf (Weiherdobl, Abrahamsäge). Inwieweit hier ein stärker aktivierendes Material als Zubringer der aktiven Gase in Frage kommt, ist schwer zu entscheiden. Jedenfalls könnte die Annahme einer Anreicherung von mikroskopischem Zirkon im Biotit oder eine Anhäufung des Biotites selbst die hohen Aktivitäten erklären.
2. Weiter fallen die Schwankungen der Aktivitätswerte auf. Sie lassen vermuten, daß die mineralogische Zusammensetzung des Cordieritgneises in diesem Gebiet nicht einheitlich ist, sondern daß vielmehr eine petrographische Verschiedenheit des Gneises vom Neuburger Wald ins Auge gefaßt werden muß.
3. In der Nähe des Granitvorkommens bei Kohlbruck steigerten sich noch im Bereich des Cordieritgneises die Aktivitäten der Wasser, um in der Kontaktzone selbst die höchsten Werte zu erreichen, während die Radioaktivität der Quellen im Granitgebiet wieder etwas abfiel. Es scheinen hier die Kontaktverhältnisse Granit—Gneis die beeinflussende Rolle zu spielen, etwa in der Weise, daß Spalten im Kontaktfeld den Einfluß tiefer liegender Massen ermöglichen oder aber, daß auf diesen Spalten gasförmige Emanation aufsteigt und sich dem Wasser mitteilt. Diese Beobachtung konnte nicht nur hier gemacht werden, sondern ergab sich auch an verschiedenen Stellen des Hauzenberger- und Tittlinger Granitmassives.
4. Die chemische Zusammensetzung der gesamten Quellen bewegt sich auf einer einheitlichen Basis, es läßt sich auf Grund dieser sozusagen eine Gauverwandtschaft aller Wasser des Neuburger Waldes vermuten. Nun ergibt aber die radiologische Prüfung in unserem Untersuchungsgebiet gerade das Gegenteil. Unmittelbar nebeneinander liegende Quellaustritte, für die man auf Grund der chemischen Zusammensetzung dieselbe Entstehung annehmen würde, zeigen hinsichtlich der Radioaktivität recht erhebliche Unterschiede. So beweist gerade die radiologische Prüfung, daß jede Quelle im kristallinen Gebiet als ein Individuum betrachtet werden muß, das seine Zusammensetzung in jedem Falle seiner Wechselbeziehung zum Gestein verdankt.

5. Es kann selbst eine vollständige Wasseranalyse die Charakteristik eines Gneis- und Granitwassers nicht deutlich geben. Bei beiden Wassern finden wir wohl geringe Abdampfückstände, einen geringen Gehalt an Kalk und Magnesia und die vorherrschende Beteiligung der Kieselsäure am Abdampfückstand. Es läßt sich aber bei der chemischen Analyse kein Bestandteil nachweisen, der eine einwandfreie Trennung der beiden Wassertypen ermöglicht.

Die radiologische Untersuchung vermittelt jedoch, falls sie mit der chemischen Hand in Hand geht, eine solche Erkenntnis. Die Aktivitätsbefunde bei den Gneiswassern sind nämlich bedeutend geringer (im Durchschnitt 3—8 M.E.) gegenüber denen der Granitwasser (6—15 M.E. im Durchschnitt).

Es würde sich bei der Untersuchung der Wasser dann jedenfalls die Ausführung der Analyse weit einfacher gestalten. Die Gesamtanalyse eines Granitwassers und die quantitative Feststellung der im Rückstand enthaltenen Bestandteile ist immerhin eine sehr zeitraubende Untersuchungsmethode und kann noch dazu die Herkunft eines Wassers nicht eindeutig feststellen. Mit der eben besprochenen Ausführung läßt sich aber in weit kürzerer Zeit ein sicheres Urteil fällen. Bei der chemischen Untersuchung würde nunmehr die Feststellung der Härte und vielleicht noch des Kieselsäuregehaltes notwendig sein. Die radiologische Prüfung aber müßte, auf einer möglichst exakten Untersuchungsmethode aufbauend, sehr genaue und gut vergleichbare Werte ergeben.

5. Über einige Grubenwasser aus dem Graphitgebiet des Passauer Waldes.

In den kristallinen Schiefen des Bayerischen Waldes treten Graphitlagerstätten auf, besonders in der Gegend von Kropfmühl—Pfaffenreuth. Die Schiefer sind mit granitischem Magma stark durchsetzt. Zu den granitischen Injektionen gehören wohl auch die syenitischen Gesteine, die im Graphitgebiet auftreten. Außerdem sind noch basische, hauptsächlich als Gänge ausgebildete Gesteine, die meist zu den Porphyriten gehören, zu erwähnen. Gabbroide Massen kommen im Graphitgebiet allenthalben vor (KAISER 1923, S. 321). In den Schiefen eingelagert finden wir

regelmäßig marmorisierte Kalksteine. Der Graphit tritt im Gestein als Schüppchengraphit oder Flinz auf.

In dem eben besprochenen Gebiet habe ich infolge Entgegenkommens der Vereinigten Graphit- und Tiegelwerke Untergriesbach aus dem Hedwig-Schacht bei Kropfmühl folgende in der Tabelle angeführten Grubenwasser untersucht.

Bezeichnung der Wasserprobe	t_w	CaO mg/l	MgO mg/l	D.H.	M.E.
ca. 30 m unter Rasen	8,4	3,36	0,80	5,30	1,80
ca. 80 m unter Rasen in der Luger-Hinterwiese	9,0	6,16	1,75	7,91	1,38
ca. 100 m unter Rasen in der Luger-Hinterwiese	9,5	9,98	1,20	10,64	1,04
ca. 130—140 m unter Rasen	11,0	9,52	1,36	11,42	1,14

Soweit aus diesen Resultaten ein Schluß gezogen werden kann, steigt die Härte der Wasser nach der Tiefe zu. Es sind dies alles Wasser von mittleren Härtegraden, die zweifellos durch den eingelagerten körnigen Kalk bedingt sind. Kalk ist vorherrschend. Magnesia beträgt $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{7}$ des Kalkgehaltes. Der Emanationsgehalt fällt bei den Wassern der tiefer lagernden Stollen.

Die geringen Aktivitätsgehalte der Wasser sind wohl auf die Anwesenheit stark basischer Magmen im Graphitgebiet zurückzuführen, die nach GÖCKEL (1914) den Wassern nur wenig Emanation liefern. Vielleicht zeigt sich bereits die Beeinflussung durch den in der Nähe gelegenen Staffelberg in dem Emanationsgehalt der Wasser, der nach FRENTZEL (1911, S. 147) und nach CLOOS (1927) aus einer Gabbroart besteht.

Auch die Brunnen- und Quellwasser in der Nähe dieser Graphitgruben zeigten bei einer Härte von 5—6 D.H. nur 1,18 M.E. im Durchschnitt.

6. Die Wachterhaus-Quelle.

Im Gneisgebiet nördlich der Donau tritt nahe bei Passau in Hacklberg die Wachterhaus-Quelle aus.

Sie wurde $2\frac{1}{2}$ Jahre lang einer eingehenden Beobachtung unterzogen; stets wurde neben der chemischen Analyse die radiologische Messung betätigt. So konnte gerade bei dieser Quelle ihr Mechanismus genau festgestellt werden, wie etwa die Beziehung der Schüttung

zur Jahreszeit und zum Niederschlag, die Abhängigkeit der Radioaktivität von der Schüttung und vom Abdampfrückstand. Diese Beobachtungen wurden allerdings nur festgestellt, um an dieser Quelle stets die Meßinstrumente eichen zu können.

Das Wasser kommt aus cordieritreichem Gneis, in dem Pyrit deutlich zu erkennen ist. Neben Zirkon treten nach STADLER (1925, S. 52) auch Rutilkörnchen mit pleochroitischen Höfen auf.

In 1 l Wasser sind in g enthalten:

Abdampfrückstand	0,3120
Kalk	0,0832
Magnesia	0,0255
Kieselsäure	0,0360

100 % des Rückstandes enthielten:

Kalk	26,66
Magnesia	8,17
Kieselsäure	11,53

Die Härte des Wassers betrug 11,89 D.H.

Die Wassertemperatur ist $8,4^{\circ}$ und weist Sommer wie Winter nur eine Schwankung von $\pm 1^{\circ}$ auf.

Auf Grund der chemischen Untersuchung möchte man bei dieser Quelle den Ursprung im Gneis nicht vermuten. Es fällt neben dem hohen Abdampfrückstand besonders der Kalk- und Magnesiagehalt auf. Der Gehalt an Kalk beträgt 26,66 % des Gesamtrückstandes, ein Verhältnis, das bei den Wassern aus dem Gneisgebiet südlich der Donau nicht nur annähernd festgestellt werden konnte. Die Kieselsäure beteiligt sich am Rückstand mit 11,53 %, einem Prozentsatz, der bei den Gneiswassern öfter angetroffen wurde.

Wohl wurde der Gehalt an CaO von einem im Gneis vielleicht eingelagerten, körnigen Kalk hergeleitet, andererseits mußte aber auch noch der Ausweg offengelassen werden, daß das Wasser einen weiten Weg in kalkreichen Sedimentärschichten zurückgelegt und sich dadurch mit diesen Stoffen beladen habe, bis es eben hier zum Austritt kam.

Nun ergaben aber die zahlreich angestellten Aktivitätsuntersuchungen einen Mittelwert von 8,04 M.E. Dieser Umstand ließ nun doch die schon angedeutete Vermutung wahrscheinlich erscheinen: Das Wasser stammt aus dem Gneis (Kieselsäuregehalt und insbesondere Radioaktivität) und stand mit einer größeren

Linse von körnigem Kalk in Verbindung, so daß auch seine für das Gneisgebiet übermäßig hohe Härte gerechtfertigt erscheint.

Tatsächlich stellte sich diese Vermutung als Richtigkeit heraus. Beim Umbau der nahegelegenen Brauerei Hacklberg wurden in der Nähe des Quellgebietes mächtige Linsen von körnigem Kalk angetroffen.

Etwa 3 m entfernt davon finden wir einen Quellaustritt, dem folgende Daten zugrunde liegen: Härte 3,66 D.H.; Radioaktivität 7,12 M.E.; Temperatur 10,1°.

Dieses Wasser erscheint als ein Bindeglied zwischen der Wachterhaus-Quelle und einem reinen Gneiswasser. Die Radioaktivität

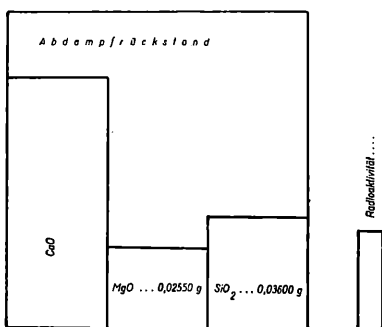


Abb. 6. Zusammensetzung der Wachterhausquelle.

zeigt noch den Zusammenhang mit dem Gneis. Die Härte mit 3,66 D.H. deutet noch auf eine erhebliche Anreicherung im Kalk- und Magnesiumgehalt hin, den wir in diesem Falle ebenso wie bei der Wachterhaus-Quelle durch eingelagerten körnigen Kalk erklären.

An der Wachterhaus-Quelle wurden mit dem Fontaktometer von MEYER genaue Messungen zur Bestimmung der Radioaktivität ausgeführt.

Die erhaltenen Ergebnisse der chemischen und radiologischen Untersuchung sind in Abb. 6 graphisch dargestellt.

7. Tiefbrunnen bei der österreichischen Eisenbahnbrücke nahe am Inn.

Aus dem Rahmen der Untersuchung fällt noch ein im Cordieritgneis nahe bei Passau liegender Tiefbrunnen. Es wurde hier ein

27 m tiefer Schacht mit 2 m² abgeteuft. In verschiedener Höhenlage treten im Schacht 5 Quellen aus. Nachdem beim Wasser-
austritt in 9,60 m Tiefe durch den nur 150 m entfernten Inn eine
Beeinflussung vermutet wurde, überprüfte ich 2 Monate lang den
Wasserstand des Inn und den im Brunnen. Es ergab sich hier
nicht der geringste Zusammenhang zwischen den Wasserstands-
schwankungen der beiden Wasser. Weiter stellte ich beim Inn
und bei diesem Schachtwasser den Verbrauch des Sauerstoffs zur
Oxydation der organischen Substanz fest, wobei sich für das Inn-
wasser ein Permanganatverbrauch von 3,21 mg/l, beim Schacht-
wasser von 1,90 mg/l ergab. Die Härte des Innwassers war natürlich
großen Schwankungen unterworfen und betrug im Minimum
6,3 D.H., im Maximum 10,8 D.H.

Vorher war der Brunnen vollständig ausgepumpt, so daß die
in verschiedener Höhe zutage tretenden Quellen einzeln geprüft
werden konnten. In 9,60 m Tieflage trat die größte Wasser-
menge aus.

Die Härtegrade der einzelnen Quellen seien nachstehend an-
geführt:

9,60 m Tieflage	19,19 D.H.
10,00 m	21,34 D.H.
12,60 m	25,60 D.H.
18,90 m	27,45 D.H.
21,00 m	32,51 D.H.

Diese hohen Härtegrade können nicht mehr allein durch ein-
gelagerten körnigen Kalk erklärt werden. Es muß hier vielmehr
die Annahme gestützt werden, daß das Wasser in einem kalk-
reichen Gebiet seinen Einzug besitzt und sich hier mit Kalk und
Magnesia anreichert.

Die radiologische Untersuchung der in verschiedener Höhe
austretenden Wasseradern ergab keine meßbaren Werte an Emanation.
Dieses Wasser kann daher mit dem Gneis nicht in Zusammen-
hang stehen.

Es sei hier kurz angeführt, daß sich diese hohe Härte verbunden
mit dem Fehlen jeglicher Aktivität nur in dem etwa 15 km ent-
fernten Schliergebiet feststellen ließ.

Leider verfiel dieser Brunnenschacht sehr bald, so daß durch
eine vollständige Wasseranalyse an die endgültige Lösung dieser
Frage nicht herangegangen werden konnte.

8. Aplite und Pegmatite in ihrer Beziehung zur chemischen und radiologischen Zusammensetzung der Wasser.

Die Granite und Gneise des Untersuchungsgebietes sind vielfach von Apliten und Pegmatiten durchsetzt. Es trat daher die Frage auf, ob und wieweit diese Ganggesteine umgestaltend auf den chemischen und radiologischen Bestand eines Wassers wirken können. Die Feststellung, ob eine Quelle überhaupt mit diesen in Gangform erstarrten Teilmagmen in Verbindung trat, war nicht immer leicht und konnte nur in den Steinbrüchen einwandfrei geklärt werden.

In der Tittlinger Gegend sind diese sauren Gangdifferentiationen des Magmas gut ausgebildet. Wasserprobe Nr. 3, Nr. 5, Nr. 6 und Nr. 7 entspringen z. B. aus mächtigen Aplitgängen. In chemischer Hinsicht kann keine Besonderheit ins Auge fallen. Was jedoch die Aktivitätswerte dieser Wasser betrifft, so liegen diese unter dem errechneten Mittelwert, in keinem Fall aber sind sie über dem Mittelwert (siehe Tabelle I, S. 504).

Eine Erklärung für den geringen Gehalt an Emanation kann unschwer gefunden werden. Der Glimmer als eigentlicher Träger der Aktivität und hier insbesondere der Biotit tritt in den Apliten stark zurück. Die Wasser können sich daher weniger mit Aktivität anreichern als im normalen biotitführenden Gestein. Vielleicht stehen auch die in Tabelle II und III (S. 505, 506) aufgeführten Wasser mit niedrigen Aktivitätswerten mit Aplitgängen in Verbindung, obwohl hier infolge der schlechten Aufschlüsse im Gelände eine entsprechende Beobachtung am Quellenmund nicht gemacht werden konnte.

9. Zusammenfassung der Ergebnisse bei der Untersuchung der Wasser im Gebiet der kristallinen Schiefer.

1. Es ließ sich, wie zu erwarten war, eine Abhängigkeit der Quellen in chemischer und radiologischer Beziehung von der Beschaffenheit des durchflossenen Gesteines feststellen.
2. Im Granitgebiet nördlich der Donau entsprach der Gleichartigkeit des geologischen Charakters des Gebietes auch die weitgehende Übereinstimmung der Quellen in bezug auf ihren Chemismus und auf ihren radioaktiven Gehalt.

3. Sowohl im Granitgebiet als auch im Gneisgebiet wurden eine größere Anzahl von Quellen beobachtet, um eben auf diese Weise die generellen Züge von den individuellen unterscheiden zu können. Hierbei ergab sich auf Grund der Aktivitätsgehalte der Wasser die Möglichkeit, ein Gneiswasser von einem Granitwasser zu unterscheiden, was bisher mit Hilfe der chemischen Untersuchung nicht gelang.
4. Aus der geologischen Beschaffenheit des Austrittsortes darf mit zwingender Sicherheit auf einen restlosen Zusammenhang der Quellen mit diesen nicht geschlossen werden (Lößgebiet bei der Hochgasse).
5. Im kristallinen Gebiet stehen die Quellwasser nur in einem losen Zusammenhang eben in der Weise, daß sie alle in der prozentualen Zusammensetzung einen gemeinschaftlichen Ursprung erkennen lassen. Aber gerade in der Radioaktivität treten die Verschiedenheiten und die individuellen Züge jeder Quelle deutlich hervor (Gneisgebiet des Neuburger Waldes).
6. Die Art der Wasseruntersuchung, welche auch die radiologische Prüfung verwertet, kann bei der geologischen Aufnahme eines Gebietes, das von Schuttmassen oder sedimentären Decken überlagert ist, einen Einblick in die unterlagernden Schichten geben (Lößgebiet bei der Hochgasse, vgl. unten Jurascholle bei Fürstenzell, Spirkenöd, Dingelreit).
7. Es ergibt sich die Möglichkeit, nicht aufgeschlossene Granitkomplexe festzulegen (Granitvorkommen von Aubach, Spitzöd).
8. Eingelagerte Linsen von körnigem Kalk geben sich in der chemischen Zusammensetzung des Wassers zu erkennen und lassen den Zusammenhang der Quellen mit dem Gneis nicht mehr deutlich hervortreten. Erst mit der Feststellung der Aktivitätsgehalte einer solchen Quelle wird ihr Ursprung klar ersichtlich (Wachterhaus-Quelle bei Hacklberg, Grubenwasser des Kropfmühler Graphitgebietes).
9. Aplitgänge verleihen dem Wasser eine geringere Aktivität als das normale Gestein. Der chemische Bestand des Wassers wird hierbei nicht verändert.

III. Die Quellen in dem Sedimentärgebiet.

1. Die Wasser aus den Juraablagerungen bei Fürstenzell und Ortenburg.

Bei Fürstenzell sind einige Brüche von Weißjurakalk aufgeschlossen. Im Tale bei Spirkenöd, ebenso wie in Dinglreit stehen die Kalke nochmals an. Vermutlich sind diese Aufschlüsse alles Teile einer zusammenhängenden Jurascholle.

Es wurde versucht, den durchschnittlichen Gehalt eines aus dieser Formation kommenden Wassers festzustellen. Ich untersuchte daher aus verschiedenen im Jurakalk anstehenden Bohrbrunnen das Wasser, und zwar gleichzeitig chemisch und radiologisch. Die Untersuchungsergebnisse sind, soweit sie von Interesse erscheinen, in der Tabelle IX S. 512 zusammengefaßt.

Die Bohrbrunnen, welche in dieser Gegend die einzelnen Anwesen mit Wasser versorgen, sind meist bis zu den Kalksteinen oder vielmehr noch einige Meter tief in diese abgeteuft. Wieweit diese Wasser aber mit den Juraablagerungen in Verbindung standen, war auf Grund der chemischen Untersuchung z. T. sehr schwer zu entscheiden. Das Hangende des Weißjurakalkes bilden in unserem Gebiet untermiocäne Meeressande, darüber lagert, jedoch äußerst selten, der Schlier, der sich durch seinen hohen Kalkgehalt auszeichnet. Das Ganze überdeckt der Löß mit einer Mächtigkeit von ungefähr 3 m.

Die Wasser, die nur mit dem Weißjurakalk in Verbindung stehen, also von keinem anderen überlagernden Sediment beeinflußt werden, können ja leicht erkannt werden. Dieser Idealfall tritt aber in unserem Gebiet nur selten auf. Die einsickernden Niederschläge kommen nämlich vorher mit den überlagernden kalkreichen Schichten in Berührung, so daß schwer zu entscheiden ist, ob das in den Wassern vorhandene CaO vom Kalkstein oder von den darauflagernden Sedimenten stammt. Selbst die nachfolgende Gesamtanalyse eines solchen Wassers konnte kein Kriterium für die Beurteilung eines „Jurawassers“ finden.

In 1 l Wasser waren in g enthalten:

Abdampfungsrückstand	0,2850
Kalk	0,1320
Magnesia	0,0121
Kieselsäure	0,0086

100 % des Rückstandes enthielten:

Kalk	46,30
Magnesia	3,60
Kieselsäure	2,71

Die Härte des Wassers beträgt 14,88 D.H. Quelltemperatur 9,7°, Lufttemperatur 13,1°, Radioaktivität 0,00 M.E.

Bemerkenswert ist hier nur der hohe Gehalt an CaO im Abdampfrückstand (46,3 %), während die Magnesia nur in sehr

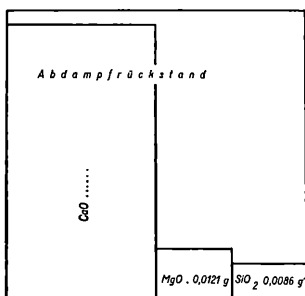


Abb. 7. Wasser aus den Juragesteinen.

geringem Maße (3,66 %) daran beteiligt ist. Ebenso ist sehr wenig Kieselsäure in dem Wasser vorhanden.

Bei einigen Quellen und Bohrbrunnen war es durch eingehende Feldbeobachtungen möglich ihren Ursprung, und ihren Zusammenhang mit den Jurakalken zu erkennen.

Die Analyse eines bei Spirkenöd anstehenden Weißjurakalkes ergab folgende Werte:

Unlösliches (SiO ₂ usw.)	1,47
Kalk	97,71
Magnesia	0,59
Gesamt	99,77

Kalk- und Magnesiumgehalt dieses Gesteins verleiht den Wassern durchwegs eine beträchtliche, stets über 11 D.H. liegende Härte.

Ob nun der auflagernde Löß und die Meeressande zusammen oder erstere allein eine solche Anreicherung im Kalkgehalt ermöglichen würden, konnte ich nicht einwandfrei entscheiden. Ich habe jedenfalls im Lößgebiet nie solch hohe Härtegrade gefunden als hier und führe sie z. T. auf den unterlagernden Weißjurakalk zurück. Man kann nun wohl den Einwurf erheben, daß

im Vergleich zum Kalkgehalt des Gesteins die Härte der daraus kommenden Wasser verhältnismäßig gering ist. Der Kalkstein ist aber in unserem Gebiet nicht gerade wasserdurchlässig, die eindringenden Niederschläge bewegen sich nicht etwa in der ganzen Masse desselben, wie z. B. beim Löß, sondern folgen lediglich den Klüften und können daher nicht so viele leicht lösliche Bestandteile aufnehmen.

Nun zeigen aber die aus dem Jura entspringenden Wasser eine äußerst geringe Aktivität, und zwar nur 0,72 M.E. im Maximum. Gerade diese an sich einleuchtende Tatsache — weder das Juragestein selbst noch seine Überdeckung könnte die Aktivität liefern — läßt einen Schluß auf die Herkunft der Wasser ziehen.

Fehlt nämlich unter dem Löß oder unter anderen wasserdurchlässigen Schichtreihen der Weißjurakalk, so dringt das Wasser bis zum Granit ein und bezieht von ihm jedenfalls eine höhere Aktivitätsmenge als lediglich aus den darüberliegenden Sedimentärschichten. Es scheint also auf diese Weise möglich zu sein, nicht aufgeschlossene Juravorkommen in diesem Gebiete zu erkennen, und zwar auf Grund folgender Charakterisierung: Härte über 11 D.H., Radioaktivität unter 0,7 M.E. Steigert sich dann die Radioaktivität und sinkt die Härte vielleicht nur um ein geringes, so fehlt hier das Juragestein. Das Wasser sammelt sich infolgedessen auf dem Granit und bezieht eben von diesem seine Aktivität.

Werden in einem Gebiet eine genügende Anzahl von Wassern untersucht (in diesem Falle 72), so ist es wohl möglich, die Abgrenzung eines überdeckten Juravorkommens zu geben.

Es möge gerade an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, daß die chemische Untersuchung allein diesen Entscheid nicht ermöglicht, ebensowenig wie die radiologische Untersuchung für sich nicht zum Ziele führen kann. Nur die Verbindung beider Untersuchungsmethoden läßt die Lösung dieser Frage zu. Die chemische Untersuchung gestaltet sich hier einfach, es ist nur die Härte, vielleicht noch der Gehalt an Calcium und Magnesium festzustellen.

Die oben besprochenen Tatsachen konnte ich an den Wassern aus den Juraablagerungen einige Male feststellen.

So zeigten die Quellen aus dem Weißjurakalk eine Härte bis zu 21 D.H. und wiesen nur 0,27—0,72 M.E. auf. Sobald aber die

Juraablagerungen in der Tiefe fehlten, das Wasser mit dem Granit in Verbindung kam, ließ die Härte nach, während die Aktivität bis zu 6,8 M.E. stieg.

Ein extremes Beispiel sei kurz zahlenmäßig angeführt: Im Kalkbruch Isarhofen ist ein Pumpbrunnen mit 12 m Tiefe im Kalkstein angelegt, dessen Härte 21 D.H., die Radioaktivität 0,51 M.E. betrug. Ungefähr 15 m davon entfernt kam eine Quelle aus dem Löß mit 2,78 D.H. und 6,5 M.E. Sie stammt den Werten nach zu schließen aus dem Granit und empfängt den etwas höheren Gehalt an Kalk und Magnesia nur aus dem Löß. Hier würde wohl die chemische Untersuchung allein beweisen, daß letzteres Wasser aus einem in ganz geringer Tiefe lagernden Granit stammt, denn die niedrige Härte läßt kaum einen anderen Schluß zu. Die radiologische Messung stützt in diesem Fall lediglich die aus der chemischen Untersuchung gezogene Folgerung.

In den meisten Fällen hat man aber keine Möglichkeit ohne Aktivitätsmessung auf das Fehlen der Juraablagerungen zu schließen und unterlagerndes kristallines Gestein anzunehmen.

Beim Aivogel südlich vom Kalkbruch Obermühle (etwa 30 m entfernt davon) liegt eine Quelle mit 11,20 D.H. und einer Radioaktivität von 4,7 M.E. (Tabelle IX, 11). Hier könnte auf Grund der chemischen Untersuchung ein Zusammenhang des Wassers mit den Juraablagerungen vermutet werden. Nun kann aber der Aktivitätswert von 4,7 M.E. damit nicht in Einklang gebracht werden. Es muß hier bereits die Anwesenheit eines mit dem Granit in Verbindung stehenden Wassers angenommen werden. Da sich diese Quelle aber unweit vom anstehenden Jurakalk befindet, möchte ich fast dem Gedanken Raum geben, daß wir hier ein Mischwasser vor uns haben, mit den beiden Komponenten, einerseits aus dem Granitgebiet (Radioaktivität) und andererseits aus dem Juragebiet (Härte).

Weiter nordwestlich liegt die Quelle für die Wasserversorgung der Obermühle. Der Quellmund befindet sich im Löß. Bei der Untersuchung ergab sich eine Härte von 9,50 D.H. und eine Aktivität von 4,5 M.E. (Tabelle IX, 12). Hier ist bereits ein reines Granitwasser anzunehmen, das nur mehr durch die überlagernden kalkreichen Sedimentärschichten in der Härte beeinflußt wurde, welches aber seinen Ursprung durch die Radioaktivitätsuntersuchung erkennen läßt.

Bei dem oben angeführten Wasser von Isarhofen war die radiologische Messung nicht unbedingt notwendig für eine Beurteilung der Herkunft der Quelle. In den letztgenannten Fällen wird die

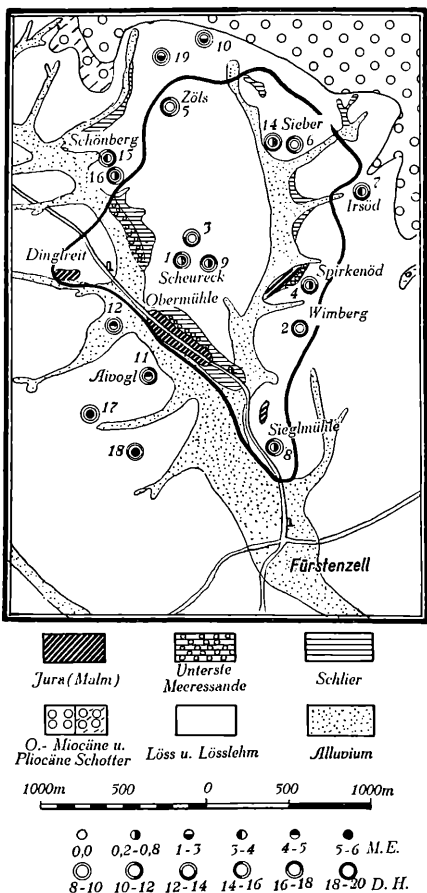


Abb. 8. Die Verbreitung der Jurascholle bei Dingreit—Obermühle—Spirkenöd—Fürstzell.

radiologische Prüfung erst zum Beweismittel für den Zusammenhang dieser Wasser mit dem Granit und läßt erkennen, daß hier in der Tiefe der Weißjurakalk bereits fehlt.

Je mehr der Ursprung der Quellen sich vom Jurakalk entfernt, desto mehr zeigt sich ein Sinken der Härte (Waldquelle im LÖB 5,9 D.H., 6,1 M.E.) (Tabelle IX, 18) und ein Steigen der Aktivität.

Auf Grund der umfangreichen Wasseruntersuchungen versuchte ich die vermutete Jurascholle bei Dinglreit—Obermühle—Spirkenöd—Fürstenzell zu rekonstruieren (Abb. 8).

2. Die Wasser der untermiocänen Meeressande.

Bei Spirkenöd, Scheureck und Schönberg sind untermiocäne Meeressande aufgeschlossen. Es sind dies grobe, glaukonitische Sande, die sehr reich an Austern und Pectenarten sind. Ihr Liegendes ist der Weißjurakalk.

Bekanntlich setzt sich die Gesamthärte eines Wassers zusammen aus der temporären Härte, die man jetzt wissenschaftlich allgemein als Carbonathärte bezeichnet und dann noch aus der permanenten Härte. In der Regel, eine Ausnahme bildeten die Schlierwasser, betrug im Untersuchungsgebiet letztere $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{10}$ der Gesamthärte und zwar waren an ihrer Bildung die Sulfate des Calcium und des Magnesium beteiligt.

Bei den hier zu besprechenden Wassern betrug hingegen die permanente Härte $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{4}$ der Gesamthärte und zwar verursachten die Nitrate diese hohe Resthärte. Verfasser dachte vorerst an eine starke Verunreinigung der Wasser, wofür sich jedoch keine Anhaltspunkte ergaben. Es scheinen demnach die Quellen, die mit den untermiocänen Meeressanden in Verbindung waren, einen eigenen leicht zu erkennenden Wassertypus darzustellen. Es konnten allerdings nur wenig solche Wasser gefunden werden, weil im Untersuchungsgebiet diese ältesten Tertiärablagerungen sehr wenig vertreten sind. Ungeklärt erscheint noch die Tatsache, woher die Wasser den hohen Nitratgehalt beziehen. Ich neige zur Annahme, daß dieser nur von den untermiocänen Meeressanden geliefert werden kann.

3. Die Wasser aus dem Schliergebiet.

Von Vilshofen verläuft über Ortenburg—Fürstenzell bis zur Rottmündung der Rand der Böhmisches Masse. Nach S und W zu breiten sich mächtige jungtertiäre Sand- und Mergelschichten aus, unter denen das kristalline Gebirge bald verschwindet.

Zu diesen tertiären Ablagerungen gehört auch der mittelmiocäne Schlier, der das Hangende der untermiocänen Meeressande bildet. Er ist vielfach am Südabhang des Neuburger Waldes gut aufgeschlossen.

Über die chemische Zusammensetzung dieser vorwiegend mergeligen Gebilde finden wir in einigen Analysen A. SCHWAGER's (MÜNICHSDORFER 1911, S. 235) nähere Angaben.

CaCO ₃	22,08		
MgCO ₃	5,15		
Rest	72,33	SiO ₂	48,16
	<hr/> 99,56	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	14,76
		CaO	1,76
		MgO	2,00
		Glühverlust	5,65
			<hr/> 72,33

Die Probe stammt von einer Bohrung bei Simbach und dürfte im allgemeinen die Zusammensetzung des Schlier in unserem Gebiet wiedergeben. Charakteristisch für ihn ist der nie fehlende Kalkgehalt. Die mergelige Schichtenreihe ist für Wasser schwer durchlässig, so daß die Schichtgrenze Quarzgeröll—Schlier zum quellenreichsten Horizont unseres Gebietes wird. Im Schlier treten jedoch auch wasserdurchlässige, sandig-glimmerige Beimengungen auf, außerdem sind in ihm noch Salz- und Gipslager vorhanden. Die Gas- und Schwefelbrunnen des gesamten Unterinn- und Rottgebietes entstehen alle im Schlier.

Die Wasser dieser Formation sind von A. SCHWAGER (1911, S. 193) und von MÜNICHSDORFER (1911) eingehendst untersucht worden, so daß in der vorliegenden Arbeit dieses Gebiet eigentlich kein Neuland bot. Zudem können Schlierwasser einwandfrei auf Grund der chemischen Untersuchung festgestellt werden, denn ihr stets vorhandener Chlorgehalt wird neben dem Ammoniakgehalt (nicht aus Verunreinigung stammend) den Ursprung der Wasser erkennen lassen. Wie schon betont, besteht die Gesamthärte eines Wassers aus der Carbonathärte und aus der permanenten (Gips-) Härte. Im Schliergebiet finden sich, im Gegensatz zu allen bisher untersuchten Wassern, sehr hohe Gipshärten. Im Pumpbrunnen des „Kellerwirts-Garten“ in Engertsham ist die Carbonathärte 29,12 D.H., die Gipshärte 19,7 D.H., also fast $\frac{2}{3}$ der ersteren. So läßt auch diese Tatsache die Herkunft der Wasser aus dem Schlier leicht beurteilen. MÜNICHSDORFER erwähnt in seiner Abhandlung über die Gas- und Schwefelbrunnen im Bayerischen Unterinngebiet, daß sie wegen ihres geringen Gehaltes an Calciumverbindungen weiche Wasser darstellen. Ich konnte allerdings bei nicht wenigen Proben auch eine beträchtliche Gesamthärte feststellen.

Der Brunnen im „Kellerwirts-Garten“ in Engertsham hatte bei einer Tiefe von ca. 17 m eine Härte von 48,82 D.H. Der 20 m davon entfernte Brunnen vor dem Schulhaus bei einer Tiefe von 13 m 23,52 D.H., wie überhaupt alle untersuchten Wasser im Gebiet von Engertsham nicht unter 20 D.H. herabgingen.

Bemerkenswert ist noch das Ansteigen der Chlormengen in den Wassern nach dem S zu. Nahe am Granitriegel von Schärding, jedoch bereits im Schliergebiet, ergab die Untersuchung der Quellen einen mittleren Chlorgehalt von 6 mg/l. Weiter südlich beim Weber in der Mattau stellte ich 11 mg/l fest. In Unter-Afham steigt der Chlorgehalt bis zu 14 mg/l und bei den aus Reding stammenden Wassern auf 21 mg/l.

Es war lediglich noch die Feststellung der Aktivitäten der aus dem Schlier kommenden Quellen vorzunehmen, wobei sich geringe oder gar keine Aktivitätswerte ergaben.

Insbesondere zeigten die Quellen südlich der Verbindungslinie der Orte Fürstenzell—Neukirchen—Neuhaus geringe Aktivitäten bei deutlich nachweisbaren Chlorwerten.

Bei Spitzöd an der Straße Neukirchen—Engertsham stellte sich neben einem Chlorgehalt von 12 mg/l und neben der beträchtlichen Härte des Wassers (15,60 D.H.) zum erstenmal ein Aktivitätswert von 3,6 M.E. ein. Östlich von Spitzöd (150 m entfernt) steht nämlich Granit an. Die angeführte Quelle ist wahrscheinlich als Mischwasser zu werten, bei dem die Härte des Schlierwassers durch den Zufluß des Granitwassers herabgedrückt wird, bei dem aber auch der Emanationsgehalt des Granitwassers durch die Verdünnung mit dem nicht aktiven Schlierwasser vermindert erscheint. Die gleiche Beobachtung ergab sich bei Hörbertsham, nordwestlich von Spitzöd: Härte der Quelle 16,4 D.H., Aktivität 5,4 M.E. Zwar ist hier mangels eines Aufschlusses das Vorkommen des Granits nicht nachgewiesen, doch weist der Aktivitätsbefund dieser Quelle auf einen Ursprung im kristallinen Gestein hin und die Härte des Wassers läßt einen Durchgang durch Schlierablagerungen vermuten, der durch die nachweisbare Anwesenheit von 23 mg/l Chlor sichergestellt zu sein scheint. Möglicherweise aber liegen die Verhältnisse so, daß zwei verschiedene Wassergerinne aus dem Schlier bzw. aus dem Granit sich vor dem Austritt an die Erdoberfläche vereinigen, so daß die Quelle eben als Mischwasser aus dem Boden austritt.

Zusammengefaßt ergeben die Beobachtungen im Schliergebiet folgendes:

Die chemische Untersuchung kann ein Schlierwasser jederzeit erkennen. Durch die Verdünnungskomponente eines Granitwassers aber wird zwar seine Zusammensetzung verändert, d. h. die Härte

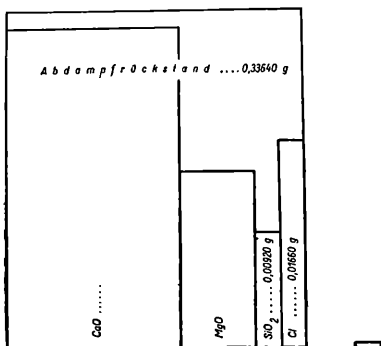


Abb. 9. Wasser aus den Schlierablagerungen.

wird herabgedrückt, die Granitwasserkomponente selbst kann aber als Mischungsbestandteil durch die chemische Analyse nicht festgestellt werden. Erst der Radioaktivitätsbefund läßt sie klar als aus dem Urgebirge stammend erkennen.

Ein positives Ergebnis der Radioaktivitätsforschung ist allerdings nur bei den Wassern am Rand der Böhmisches Masse oder in einiger Entfernung von derselben zu erwarten. Weiter im S nämlich erreichen die Schlierablagerungen eine Mächtigkeit, die das Auftreten von unterlagerndem Granit oder vielmehr den Einfluß dieses auf die Wasser nicht mehr wahrscheinlich werden läßt, da die eindringenden Oberflächenwasser überhaupt nicht mehr mit dem in der Tiefe vorkommenden Granit in Verbindung stehen und daher inaktiv sind. Letzteres ist im Quellengebiet bei Kleeberg—Rottersham anzunehmen, denn hier könnte bei einer Mächtigkeit des Schlier von ca. 100 m keinerlei Aktivität mehr nachgewiesen werden, wiewohl die Annahme des Vorhandenseins von Granit in bedeutender Tiefe gemacht werden muß.

4. Die Wasser im Gebiet der tertiären Quarzsotter.

Die tertiären Quarzsotter erreichen im Bereich des Arbeitsgebietes eine große Mächtigkeit und gehören zu den wich-

tigsten wasserführenden Schichten des niederbayerischen Tertiärhügellandes. In den wiederholt umgelagerten miocänen und pliocänen Schottern sind ausschließlich Quarze enthalten, Kalke fehlen ganz. Neben faustgroßen Geröllen treten auch feine Quarzsande auf.

In diesem Gebiet kommen Quellen äußerst selten vor, so daß ich bei der Probenahme fast nur auf die Wasser aus den Pumpbrunnen angewiesen war. Das widerstandsfähige Material, das nur noch die schwer- und unlöslichen Gesteinsbestandteile enthält, kann keine löslichen Stoffe abgeben. Es lassen daher die Wasser in ihrer chemischen Zusammensetzung jedenfalls eine Beeinflussung durch diese Formation nicht erkennen.

Auch die radiologische Untersuchung konnte keine Klärung bringen. Nachdem die Quarzschotter mangels an radioaktiven Mineralien fast inaktiv sind, finden sich auch in den daraus kommenden Wassern keine Emanationsgehalte. Es wird daher das Wasser aus diesen Geröllfeldern in seiner chemischen Zusammensetzung stets ein Spiegelbild der diese Kiesdecken unterlagernden Schichten sein.

Östlich der Hochgasse taucht der Granit bei Punkt 425 unter pliocäne Quarzschotter unter. Aus diesem Gebiet konnten zwei Wasser mit geringer Härte von 1,90 D.H. und 1,15 D.H. untersucht werden. Die Aktivität der Proben betrug jedoch nur 1,1 und 0,7 M.E.

Ich möchte daher zur Annahme neigen, daß die Aktivität dieser zweifellos aus dem Granit stammenden oder vom Granit wenigstens weitgehend beeinflussten Wasser beim Durchgang durch diese groben Schotter sehr rasch ihre Aktivität infolge von Emanationsverlust verlieren. Diese Wasser können also in keine bestimmte Gruppe eingereiht werden. Sie sind stets von ihrem wassertragenden Untergrund abhängig. Dieser kann aber verschiedenster Art sein, wie z. B. Granit, Schlier usw.

Die pliocänen Schotter westlich der Hochgasse lagern unmittelbar auf dem Granit. Die in diesem Gebiet untersuchten Wasser unterscheiden sich nämlich nicht wesentlich vom Granitwassertyp der Platte. Ihre Härte ist gering bis zu 2,10 D.H., ihre Radioaktivität liegt bei 2,1 M.E. Anders sind die Verhältnisse in Kleingern und Unter-Eichert. Das Liegende der dort auftretenden Schotter scheint im wesentlichen der Schlier zu sein, was aus einem geringen Chlorgehalt und aus dem Fehlen der Aktivität hervorgeht.

5. Die Wasser aus den diluvialen Schottern.

Die diluvialen Schotter sind längs der Donau als durchlässige Decken ausgebreitet und zeigen einen großen Reichtum an Grundwasser. Die wasserstauende Schicht bildet meist das kristalline Gestein. Sie begleiten den Strom von Klinghof bei Vilshofen bis zum Stelzlhof bei Passau.

Das in ihnen enthaltene Wasser hat eine ziemlich hohe Härte von 17—21 D.H., der Abdampfrückstand steigt bis auf 560 mg/l. In diesen Ablagerungen finden wir nämlich im Gegensatz zu den tertiären Quarzkiesdecken reichlich Kalke, wodurch auch die beträchtliche Härte und der hohe Abdampfrückstand bedingt sind. Die Härtegrade dieser Wasser sind sehr regelmäßig, was bereits auf die Ausbildung eines einheitlichen Grundwasserstromes in dieser Formation hindeutet.

Die radiologische Untersuchung ergab keinen Emanationsgehalt der Wasser, obwohl von dem unterlagernden kristallinen Gestein den Wassern die Emanation sicherlich mitgeteilt wird. Sie geht aber wahrscheinlich beim Durchgang dieser Wasser durch die groben Schotter restlos verloren.

Die Nieder- und Hochterrasse liefern die gleichen Wasser wie die eben besprochene Schichtenreihe. Erstere enthält lediglich zwischen Wörth und Mayerhof Almbildungen, die sich dann in der größeren Härte der daraus kommenden Wasser kundgeben (Steigerung der Härte bis 25,8 D.H.).

6. Wasser aus dem Löß.

Der Zusammenhang der Lößablagerungen mit den aus ihnen kommenden Wassern wurde an verschiedenen Stellen dieser Arbeit bereits beleuchtet. Durch den Kalkreichtum (in unserem Gebiet bis zu 30 %) bedingt der Löß eine erhebliche Härte der Wasser, er kann jedoch den Wassern wenig Emanation liefern, da ihm radioaktive Mineralien in größerem Umfange fehlen.

Im Viereck Engertsham—Kleeberg—Sulzbach—Eholting bedeckt der Löß ausnahmslos die ganze Bodenoberfläche. Die aus ihm entspringenden Wasser zeigen eine hohe Härte, die sie einerseits vom Löß, andererseits aber vom Kalkgehalt des Schlier beziehen. (Schlier tritt hier als Wasserstauer auf.) Der Gehalt an Kieselsäure in diesen Wassern beträgt im Durchschnitt 5,9 %.

Jedenfalls beeinflußt der Löß, ebenso wie die diluvialen Ablagerungen, die aus ihm kommenden Wasser; es ist aber trotz allem nicht angebracht, die im Löß entstehenden Wasser in eine Gruppe zusammenzufassen. Ich habe vielmehr stets versucht, sie

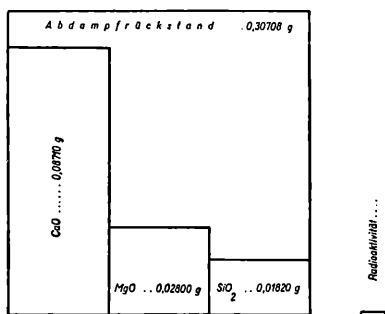


Abb. 10. Wasser aus den Lößablagerungen.

in Zusammenhang mit dem unterlagernden Gestein zu bringen und habe den Löß nur als einen Faktor angesehen, der die Wasser in ihrem Abdampfrückstand beeinflußt und die vielleicht aus dem kristallinen Gestein vorhandene Aktivität der Wasser abschwächt.

7. Zusammenstellung der Untersuchungsergebnisse im Sedimentärgebiet.

1. Es war möglich, die Verbreitung der Jurascholle Fürstenzell—Dingreit—Scheureck festzulegen.
2. Im Schliergebiet treten noch Granitwasser als Mischbestandteil der leicht zu erkennenden Schlierwasser auf, die jedoch durch die chemische Untersuchung nicht nachgewiesen werden können. Die Aktivität dieser Wasser läßt die granitische Wasserkomponente erkennen.
3. Die tertiären Quarzkiesdecken geben an die Wasser wenig lösliche Bestandteile und gar keine Emanation ab. Die daraus kommenden Wasser müssen daher stets mit dem wasserstauenden Untergrund in Beziehung gebracht werden. Dieser kann aber verschiedener Natur sein, so daß zwangsweise auch die Wasser aus diesen Quarzschothern uneinheitlich sind. Die Emanation, die ein unterlagerndes kristallines Gestein den Wassern sicher mitteilt, geht bei der Wanderung durch diese Quarzschothern fast restlos verloren.

4. Die diluvialen Schotter verleihen dem Wasser durch ihren Gehalt an Kalkgeröllen eine beträchtliche Härte. Von der Radioaktivität gilt das gleiche wie bei den Wassern der Quarzkiesdecken.
5. Im Gebiet der Lößablagerungen konnte durch den Radioaktivitätsbefund und zugleich durch die chemische Untersuchung (Härte dieser Wasser) unterlagernder Granit erkannt werden. Die Wasser beziehen aus dem Löß einerseits einen von der Mächtigkeit abhängigen Kalkgehalt, andererseits aber vom Granit einen Emanationsgehalt, der jedoch bei der Wanderung durch den Löß etwas abgeschwächt wird, weil eine Nachlieferung von Emanation wegen des Fehlens radioaktiver Beimengungen nicht erfolgt. Je größer die Mächtigkeit der überlagernden Lößschicht ist, desto weniger wird das oben austretende Quellwasser Emanation mit an die Erdoberfläche bringen, desto härter erscheint aber das Wasser.

IV. Tabellen der Analysenergebnisse.

Tabelle I.

8 Wasseranalysen aus den Granitbrüchen in der Nähe von Tittling³.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	6,3	10,3	7,60 mg 10,80 %	2,46 mg	1,10	13,58 mg 19,30 %	70,37	12,21
2	6,6	10,7	6,24 mg 9,40 %	1,94 mg	0,91	11,49 mg 18,90 %	60,06	21,40
3	7,1	14,1	5,37 mg 13,65 %	1,92 mg 5,64 %	0,82	7,63 mg 19,39 %	42,0	11,95
4	7,3	13,6	6,40 mg	1,90 mg	0,91	—	—	9,81
5	7,3	10,9	6,30 mg 7,30 %	2,10 mg	0,93	15,36 mg 17,80 %	86,30	9,31
6	7,6	9,3	7,40 mg	2,50 mg	1,10	—	—	10,11
7	8,0	15,8	8,40 mg	2,60 mg	1,20	—	—	10,91
8	8,6	13,0	7,60 mg 11,10 %	2,20 mg	1,06	14,65 mg 21,40 %	68,46	14,20
Mittel:	7,4	—	6,91 mg 10,45 %	2,20 mg	1,00	12,54 mg 19,35 %	65,44	12,48

³ Die in den Tabellen benutzten Abkürzungen und die Deutung der einzelnen Werte sind auf S. 468 bereits erläutert worden.

Zu Tabelle I.

1. Quelle im Granitbruch bei Tittling.
2. Quelle im Granitbruch bei Namering.
3. Quelle im Granitbruch Merkenschlager bei Tittling.
4. Quelle im Kerber'schen Granitbruch bei Büchlberg.
5. Quelle im Kerber'schen Granitbruch bei Büchlberg.
6. Quelle im Käser'schen Granitbruch bei Tittling.
7. Quelle im Granitbruch unterhalb Fürstenstein.
8. Quelle im Granitbruch unterhalb Fürstenstein.

Tabelle II.

Quellen in der Nähe von Tittling.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	7,8	15,6	8,60 mg 8,70 %	2,60 mg	1,22	22,36 mg 22,90 %	98,85	9,10
2	8,6	21,1	8,70 mg 11,20 %	2,80 mg	1,26	14,99 mg 19,30 %	77,67	10,80
3	8,6	19,7	9,60 mg 12,30 %	4,20 mg	1,35	17,56 mg 22,50 %	78,05	6,40
4	9,1	20,1	11,60 mg 13,40 %	2,40 mg	1,77	12,32 mg 18,40 %	86,56	14,00
5	9,4	11,6	8,40 mg	3,10 mg	1,08	—	—	11,20
6	10,1	19,0	9,40 mg 9,70 %	2,80 mg	1,37	22,10 mg 22,90 %	96,96	9,30
Mittel:	8,9	—	9,25 mg 11,06 %	2,98 mg	1,34	17,86 mg 21,20 %	87,61	10,13

1. Quelle vor der Ortschaft Kneisting.
2. Quelle vor der Ortschaft Hof.
3. Quelle links am Weg von Tittling nach Fürstenstein.
4. Quelle in Masering.
5. Quelle rechts am Weg von Tittling nach Gottersberg.
6. Quelle vor der Ortschaft Pirkling links am Weg von Tittling nach Oberpolling.

Tabelle III.

Granitwasser in der Umgebung von Waldkirchen.

Nr.	$^{\circ}\text{w}$		CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	10,4	21,6	8,20 mg	1,90 mg	1,08	—	—	10,30
2	10,5	23,2	8,10 mg	2,40 mg	1,14	—	—	—
3	10,0	23,9	5,70 mg	1,70 mg	0,80	—	—	4,40
4	8,0	21,7	5,60 mg	2,00 mg	0,84	—	—	9,00
5	8,0	19,2	6,60 mg	2,30 mg	0,98	12,90 mg	67,34	14,80
6	10,0	21,8	5,20 mg	2,30 mg	0,84	—	—	—
7	8,8	20,9	6,20 mg	2,60 mg	0,98	—	—	—
8	10,1	22,8	3,00 mg 6,70 %	0,90 mg	0,43	9,61 mg 49,81 %	44,78	8,60
9	9,8	19,4	7,90 mg	2,60 mg	1,04	—	—	9,80
10	11,0	23,0	6,20 mg	2,60 mg	0,98	—	—	7,90
11	10,1	22,8	7,90 mg	2,90 mg	1,19	—	—	11,20
12	9,9	17,1	8,40 mg	2,90 mg	1,24	—	—	—
13	10,0	20,0	5,90 mg 8,30 %	1,90 mg	0,86	16,03 mg 20,26 %	71,08	13,20
14	9,5	23,4	5,80 mg	1,80 mg	0,83	—	—	9,20
15	10,1	15,9	8,70 mg 17,78 %	2,20 mg	1,18	8,26 mg 14,88 %	49,32	14,50
Mittel:	9,7	—	6,62 mg	2,20 mg	0,96	—	—	10,26

1. Quelle links am Weg von Erlauzwiesel nach Grund.
2. Quelle an der Wegkreuzung Grund—Wollaberg.
3. Quelle in der Wiese links vom Weg nach Wollaberg (Günthenreiterwiese).
4. Quelle am Weg nach Wollaberg links (Bauerwiese).
5. Brunnen am Wollaberger Weg rechts.
6. Wasser vom Weiher in der Günthenreiterwiese.
7. Quelle der Erlauzwieseler Wasserleitung.
8. Schwarzbacherlquelle.
9. Quelle beim Fischerhäusl am Weg von Waldkirchen nach der Hemmerau am Waldrande.
10. Quelle beim Fischerhäusl.
11. Quelle in Sickling.
12. Quelle am Weg von der Geyermühle nach Sickling links am Weg.
13. Quelle in der Sausbachklamm.
14. Quelle beim Haus am Sicklingerberg in der Saicko-Wiese.
15. Quelle beim Haus am Sicklingerberg in der Saicko-Wiese.

Tabelle IV.

Quellwasser aus dem Dioritgebiet nordwestlich von Waldkirchen.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	8,3	21,6	13,80 mg	3,77 mg	1,80	—	—	14,80
2	8,7	12,8	12,00 mg	2,89 mg	1,60	—	—	13,00
3	8,8	17,9	14,90 mg 16,30 %	4,03 mg	2,10	16,45 mg 19,30 %	85,27	21,73
4	9,3	15,9	17,30 mg 15,30 %	5,90 mg	2,56	20,24 mg 17,90 %	113,07	10,30
5	9,9	23,4	15,70 mg 17,20 %	3,87 mg	2,11	18,98 mg 20,80 %	91,27	19,84
6	10,1	19,7	16,30 mg 18,30 %	3,84 mg	2,17	13,20 mg 15,20 %	87,50	15,90
Mittel:	9,2	—	15,00 mg 16,77 %	4,05 mg	2,06	17,22 mg 18,30 %	94,28	15,93

1. Quelle am Weg von Schiefweg nach Raffelsberg, rechts vom Weg bei der Ohmühle.
2. Quelle außerhalb Manzing in der Nähe des Bahnkörpers.
3. Quelle außer der Ortschaft Nebling.
4. Quelle südlich von Voggenberg.
5. Quelle beim Steinbruch in Reichardsreuth.
6. Quelle beim Steinbruch in Reichardsreuth.

Tabelle V.

Wasseranalysen aus dem Granitgebiet
der Hochgasse.

Nr.	t _w	t _i	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	9,1	18,4	15,40 mg 15,40 %	4,90 mg	2,26	19,00 mg 17,90 %	106,20	14,80
2	7,8	18,9	13,10 mg 13,90 %	3,21 mg	1,76	17,81 mg 18,90 %	94,24	19,60
3	8,7	14,6	14,10 mg	4,02 mg	1,97	—	—	6,30
4	8,9	19,8	15,70 mg	4,41 mg	2,19	—	—	9,70
5	9,3	21,0	13,50 mg 12,90 %	4,21 mg	1,94	16,11 mg 15,40 %	104,64	13,80
6	8,9	20,4	15,90 mg	4,02 mg	2,15	—	—	10,40
7	9,1	18,7	13,90 mg 15,30 %	3,71 mg	1,91	18,38 mg 20,10 %	91,44	13,90
8	9,2	22,8	16,10 mg 14,90 %	4,80 mg	2,24	18,15 mg 16,80 %	108,05	12,60
9	7,2	17,4	16,00 mg 13,70 %	5,10 mg	2,31	17,64 mg 15,10 %	116,79	15,30
10	8,0	16,9	12,30 mg	3,80 mg	1,76	—	—	12,40
11	8,4	21,8	14,90 mg	3,49 mg	1,86	—	—	7,90
12	8,5	19,6	14,70 mg	4,42 mg	2,10	17,12 mg	100,68	16,00
Mittel:	8,59	—	14,63 mg 14,35 %	4,17 mg	2,04	17,74 mg 17,31 %	103,14	12,73

- Quelle im Granitbruch auf der Platte.
- Waldquelle nahe beim Granitbruch an der Platte.
- Quelle in der Wiese südlich der Platte auf dem Wege nach Neustift.
- Quelle in der Wiese südlich der Platte, 3 m von Nr. 3 entfernt.
- Quelle beim Hillermeyer.
- Quelle beim Waldpointner.
- Quelle beim Bölln.
- Quelle beim Bromberger.
- Quelle am Nordabhang der Platte in einer Waldung.
- Quelle am Nordabhang der Platte im Jungholz.
- Quelle am Westabhang der Platte.
- Quelle am Westabhang der Platte.

Tabelle VI.

Wasser aus dem an die Platte anschließenden Lößgebiet.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
13	8,8	17,6	28,10 mg 21,90 %	4,82 mg	3,48	15,53 mg 12,10 %	128,31	9,09
14	8,7	14,3	32,70 mg 23,10 %	5,98 mg	4,11	15,85 mg 11,20 %	141,45	8,70
15	9,1	21,4	28,20 mg 19,30 %	4,97 mg	3,51	20,12 mg 13,70 %	146,87	9,30
16	8,9	19,3	36,90 mg 26,90 %	5,51 mg	4,47	13,44 mg 9,80 %	137,17	5,20
17	9,9	17,0	49,90 mg 29,70 %	8,43 mg	6,16	15,57 mg 10,30 %	151,17	4,90
18	7,3	17,2	42,80 mg 24,80 %	6,81 mg	5,23	14,50 mg 8,41 %	172,58	7,80
19	7,8	16,2	37,40 mg 27,10 %	6,43 mg	4,36	13,39 mg 9,70 %	138,01	10,40
20	9,4	18,9	40,40 mg	6,23 mg	4,91	—	—	6,90
21	9,1	18,4	36,80 mg	5,29 mg	4,42	—	—	5,90
22	8,9	14,9	53,20 mg	8,49 mg	6,41	—	—	4,20
23	9,1	21,2	50,70 mg	9,14 mg	6,35	—	—	3,90
24	9,6	23,0	78,90 mg 35,40 %	12,80 mg	9,68	11,37 mg 5,10 %	121,88	3,40
25	9,4	16,8	60,10 mg 31,80 %	9,48 mg	7,34	12,85 mg 6,80 %	188,96	3,10
26	8,9	19,1	85,50 mg 34,90 %	13,10 mg	10,28	13,17 mg 5,40 %	242,12	3,90
Mittel	8,7	13,8	8,16 mg	9,60 mg	9,48	—	—	3,27

13. Quelle beim Flörl nordwestlich von Punkt 499.

14. Brunnen beim Forsthaus Altenmarkt an der Wegabzweigung zur Platte.

15. Quelle südlich vom Hillermayer.

16. Hausbrunnen in Edlwangen.

17. Brunnen beim Wagner.

18. Kleine Waldquelle nördlich der Platte.

19. Waldquelle nördl. der Platte am Weg von Haarschedl nach Altenmarkt.

20. Quelle beim Langdobler.

21. Quelle in der Wiese des Haindl in Langdobl.

22. Quelle in der Wiese zwischen Langdobl und Endau.

23. Quelle etwa 100 m südlich vom Edlwangener.

24. Quelle ungefähr 100 m südwestlich vom Kitzbüchler.

25. Quelle beim Kitzbüchler in Untereicht.

26. Quelle nördlich vom Punkt 391.

Tabelle VII.

Wasser aus dem Gneisgebiet des Neuburger Waldes.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
1	9,1	17,2	11,91 mg 14,06 %	4,51 mg	1,82	15,49 mg 18,30 %	84,68	9,01
2	8,9	16,5	12,94 mg 14,16 %	4,56 mg	1,93	15,52 mg 16,70 %	91,37	7,54
3	8,7	21,9	11,76 mg	—	1,82	—	—	6,93
4	9,0	23,1	11,97 mg 16,10 %	4,38 mg	1,84	22,48 mg 16,71 %	74,34	8,21
5	8,8	23,1	12,93 mg 13,87 %	4,26 mg	1,89	17,37 mg 18,62 %	93,22	3,21
6	8,7	16,2	14,01 mg 14,91 %	4,16 mg	1,98	—	93,28	7,62
7	7,2	20,1	14,03 mg 12,47 %	5,02 mg	2,30	23,33 mg 19,71 %	128,57	4,92
8	7,8	21,2	14,69 mg 15,43 %	4,41 mg	2,09	15,92 mg 17,01 %	93,62	5,14
9	7,2	17,2	16,72 mg 13,98 %	4,68 mg	2,33	—	119,61	5,65
10	9,1	17,6	15,68 mg	3,99 mg	2,13	—	—	6,37
11	8,5	14,5	18,94 mg 16,12 %	4,83 mg	2,67	25,17 mg 21,41 %	117,49	7,83
12	8,9	18,3	16,13 mg	4,39 mg	5,23	—	—	6,04
13	9,1	18,1	18,13 mg	5,67 mg	2,61	—	—	6,08
14	8,9	17,4	17,93 mg 16,97 %	5,81 mg	2,61	18,08 mg 17,11 %	105,65	13,55
15	6,9	16,37	16,37 mg	4,69 mg	2,28	—	—	12,37

Zu Tabelle VII und VIII.

I. Quellgebiet der Abrahamsäge (Granitgebiet und Kontaktzone).

1. Abrahamsäge Quelle Nr. 6.
2. Abrahamsäge Quelle Nr. 11.
3. Abrahamsäge Quelle Nr. 10.
4. Abrahamsäge Quelle Nr. 1.
5. Abrahamsäge Quelle Nr. 13.

II. Quellgebiet der Abrahamsäge (Gneisgebiet).

6. Abrahamsäge Quelle Nr. 16.
7. Abrahamsäge Quelle Nr. 14.
8. Abrahamsäge Quelle Nr. 15.

III. Quellgebiet des Soldatenbrunnens.

9. Soldatenbrunnen Nr. 1.
10. Soldatenbrunnen Nr. 9.
11. Soldatenbrunnen Nr. 13.
12. Soldatenbrunnen Nr. 18.

Tabelle VIII.

Wasser aus dem Gneisgebiet des Neuburger Waldes.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	SiO ₂	Rückstand mg/l	M.E.
16	8,9	16,2	10,60 mg 17,13 %	3,58 mg	1,57	13,69 mg 22,31 %	60,94	16,98
17	9,0	19,3	18,56 mg	5,07 mg	2,57	—	—	6,17
18	8,9	14,9	19,64 mg 16,31 %	5,16 mg	2,67	23,27 mg 19,32 %	120,42	2,82
19	—	—	18,97 mg 16,86 %	4,96 mg	2,59	—	112,51	7,27
20	8,3	20,1	16,16 mg 14,57 %	3,94 mg	2,17	23,70 mg 21,37 %	110,91	6,17
21	7,9	18,1	15,73 mg 16,61 %	5,04 mg	2,28	17,15 mg 16,21 %	94,71	1,86
22	8,1	17,8	17,90 mg	5,32 mg	2,53	—	106,48	4,11
23	9,0	16,0	18,07 mg	5,26 mg	2,54	—	—	8,02
24	7,3	21,9	16,93 mg 15,61 %	4,49 mg	2,21	20,92 mg 19,38 %	108,45	3,66
25	8,2	19,2	15,79 mg 14,37 %	5,13 mg	2,30	—	109,88	7,27
26	7,9	20,3	17,93 mg	5,68 mg	2,59	—	—	8,02
27	8,3	17,4	15,32 mg 16,29 %	5,14 mg	2,25	16,23 mg 17,36 %	94,04	7,27
28	8,6	18,3	16,72 mg	5,32 mg	2,42	21,17 mg 20,02 %	105,75	5,16

Zu Tabelle VII und VIII.

IV. Quellgebiet im Weiherdobl.

13. Weiherdobl Quelle Nr. 7.

14. Weiherdobl Quelle Nr. 4.

15. Weiherdobl Quelle Nr. 5.

16. Weiherdobl Quelle Nr. 3.

V. Quellgebiet im Ramersbach.

17. Ramersbach Quelle Nr. 5.

18. Ramersbach Quelle Nr. 2.

19. Ramersbach Quelle Nr. 3.

VI. Quellgebiet des Langsambrunnens.

20. Langsambrunnen Nr. 5.

VII. Quellgebiet in Stadleck.

21. Stadleck Quelle Nr. 1.

22. Stadleck Quelle Nr. 3.

23. Stadleck Quelle Nr. 5.

VIII. Quellgebiet an der unteren Schwarzsäge.

24. Untere Schwarzsäge Quelle Nr. 20.

25. Untere Schwarzsäge Quelle Nr. 25.

26. Untere Schwarzsäge Quelle Nr. 5.

27. Untere Schwarzsäge Quelle Nr. 6.

28. Untere Schwarzsäge Quelle Nr. 17.

Tabelle IX.

Wasser aus den Juraablagerungen bei Fürstenczell.

Nr.	t _w	t ₁	CaO	MgO	D.H.	Rückstand mg	M.E.
1	9,0	15,8	131,20 mg 43,34 %	14,10 mg	15,09	302,07	0,27
2	9,5	18,8	159,6 mg 48,55 %	17,20 mg	18,26	328,69	—
3	9,0	19,6	123,20 mg	10,60 mg	13,78	—	0,00
4	9,0	16,9	112,90 mg 39,46 %	19,30 mg	13,99	286,37	0,30
5	9,1	20,3	131,70 mg 43,87 %	16,30 mg	15,76	300,16	0,00
6	8,7	13,6	137,60 mg 46,63 %	14,20 mg	15,75	294,83	0,00
7	8,9	22,8	92,80 mg 32,21 %	24,70 mg	12,74	288,13	3,17
8	9,1	19,3	132,00 mg 46,30 %	12,10 mg	14,88	285,09	0,00
9	9,1	17,6	154,39 mg 48,29 %	17,30 mg	17,86	319,67	0,34
10	9,2	20,3	70,64 mg 24,19 %	13,31 mg	8,92	292,17	2,97
11	8,7	17,9	83,61 mg	19,71 mg	11,20	—	4,70
12	9,2	21,0	71,11 mg	70,30 mg	9,50	—	4,50
13	8,9	14,7	173,14 mg	19,10 mg	19,99	—	0,76
14	9,4	18,4	136,19 mg 31,32 %	15,30 mg	13,91	329,17	0,57
15	8,6	18,0	64,72 mg	28,30 mg	10,43	—	3,27
16	9,3	17,1	117,69 mg	21,90 mg	14,77	—	0,29
17	8,9	19,2	67,62 mg	18,70 mg	9,37	—	5,60
18	—	—	—	—	5,90	—	6,10

1. Pumpbrunnen beim Schanzer in Scheureck.
2. Pumpbrunnen beim Rasch in Wimberg.
3. Pumpbrunnen beim Graf in Spirkenöd.
4. Widder beim Kalkbruch in Spirkenöd.
5. Pumpbrunnen beim Zöls.
6. Quelle beim Sieber.
7. Brunnen beim Irsöder.
8. Brunnen in der Siglmühle.
9. Brunnen beim Burgstaller in Scheureck.
10. Pumpbrunnen in Haunreut.
11. Brunnen beim Aivogl.

Zu Tabelle IX.

12. Quelle für die Wasserversorgung der Obermühle.
13. Pumpbrunnen für den Kalkbruch in der Obermühle.
14. Quelle beim Sieber.
15. Quelle in Schönberg.
16. Pumpbrunnen in Schönberg.
17. Quelle südwestlich vom Aivogl.
18. Waldquelle im Löß.

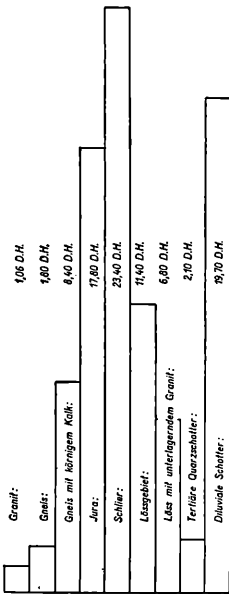


Abb. 11.

Die Härtegrade der aus den verschiedenen Formationen kommenden Wasser (Mittelwerte).

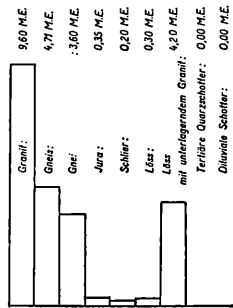


Abb. 12.

Die Radioaktivitätsgehalte der aus den verschiedenen Formationen kommenden Wasser (Mittelwerte).

V. Zusammenfassung.

1. Es konnte festgestellt werden, daß sich je nach dem Gestein, aus welchem die Quelle austritt, verschiedene Quelltypen unterscheiden lassen: Granitwasser, Dioritwasser, Gneiswasser, Wasser aus den untermiocänen Meeressanden, Schlierwasser, Jurawasser. Das Wasser aus dem Quarzschottergebiet ist ebenso ein getreues Spiegelbild des Untergrundes wie die im Löß auftretenden Wasser. Die letzteren haben eine etwas größere Härte, ihr Radioaktivitätsbefund ist aber nicht auf den Löß, sondern auf den Grundwasserstauer (kristalline Schiefer, Granit) zurückzuführen.
 2. Eine sehr wichtige Beobachtung ist, daß das am Quellenmund anstehende Gestein nicht immer maßgebend ist für die Zusammensetzung des Wassers.
 3. Diese Erfahrung führte zu regionalgeologisch wichtigen Schlüssen (Abgrenzung der Jurascholle bei Fürstencell, Granitvorkommen bei Aubach).
 4. Auch das Fehlen gewisser Ablagerungen in der Tiefe läßt sich auf Grund der Wasseruntersuchungen feststellen, wie z. B. das Fehlen von Schlier und Jurakalken.
 5. Die chemische Prüfung genügt in den meisten Fällen nicht allein, sondern zu derartigen allgemeineren Schlüssen muß die Radioaktivität herangezogen werden, da gerade in Bezug auf die Herkunft der Emanation die verschiedenen in unserem Gebiete auftretenden Gesteine verschiedene Bedeutung haben (Granitwasser — Gneiswasser). Das verschiedene Verhalten der Quellen in bezug auf ihre Härte wie in radiologischer Hinsicht sei noch in den beiden Abbildungen 11 und 12 zusammenfassend dargestellt.
-

VI. Schriftenverzeichnis.

- CLOOS, H.: Die Plutone des Passauer Waldes. (Monographien z. Geol. u. Pal. Ser. II. Heft 3. Berlin 1927.)
- DOST-HILGERMANN: Grundlinien für die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. (Jena 1919.)
- FRENTZEL, A.: Das Passauer Granitmassiv. (Geognost. Jahresh. 1911. **24.** 105—192.)
- GOCKEL, A.: Die Radioaktivität von Boden und Quellen. (Braunschweig 1914.)
- GÜMBEL, C. W.: Geognostische Beschreibung des Ostbayerischen Grenzgebirges. (Gotha 1868.)
- KAISER, E.: Zur Entstehung der Passauer Graphitlagerstätten. (Geol. Rundsch. 1922. **13.** 321—326.)
- KLUT, H.: Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. (Berlin 1926.)
- MÜNICHSDORFER, O.: Die Gas- und Schwefelbrunnen des bayerischen Unterinngbietes. (Geognost. Jahresh. 1911. **24.** 233—257.)
- SCHWAGER, A.: Mineralwasser in Niederbayern. (Geognost. Jahresh. 1911. **24.** 193—207.)
- STADLER, J.: Geologie von Passau und Umgebung. (Geognost. Jahresh. 1925. **38.** 39—118.)
- TILLMANN, J.: Die chemische Untersuchung von Wasser und Abwasser. (Halle 1916.)
-

Die Arbeit wurde im Institut für allgemeine und angewandte Geologie der Universität München vom Frühjahr 1929 bis Sommer 1931 ausgeführt. Die Arbeiten im Gelände wurden im Frühjahr 1929 begonnen und im Herbst 1930 beendet.

Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat Professor Dr. E. KAISER, ganz ergebenst zu danken für die vielseitige Anregung und Unterstützung, die er mir im Laufe der Arbeit stets angedeihen ließ.

Weiter fühle ich mich Herrn Hochschulprofessor Dr. J. BRUNNER-Passau, der mir sein Laboratorium für die chemischen Untersuchungen zur Verfügung stellte und der auf meine Wünsche in jeder nur möglichen Weise einging, zu ganz besonderem Danke verpflichtet.

Herrn Oberregierungschemiker Dr. O. MEYER danke ich für die Unterweisungen in der praktischen Wasseruntersuchung.

Die Meßinstrumente für die Radioaktivitätsuntersuchung wurden in lebenswürdiger Weise vom Naturwissenschaftlichen Verein in Passau, dem ich auch an dieser Stelle gebührendst danken möchte, zur Verfügung gestellt.

Bei der Redaktion eingegangen am 12. März 1932.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Passau](#)

Jahr/Year: 1932

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Neumaier Ferdinand

Artikel/Article: [Über die chemischen und radiologischen Beziehungen zwischen den Quellwässern und ihren](#)

Ursprungsgesteinen in der Umgebung von Passau. 1-56