



Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt.

Bericht vom 1. Mai 1918.

Inhalt: Eingesendete Mitteilungen: F. v. Kerner: Geologische Statistik der radioaktiven Quellen Tirols. — Dr. Franz Baron Nopcsa: Karsthypothesen. — Literaturnotiz: F. Frech.

NB. Die Autoren sind für den Inhalt ihrer Mitteilungen verantwortlich.

Eingesendete Mitteilungen.

Fritz v. Kerner. Geologische Statistik der radioaktiven Quellen Tirols.

Die Beziehungen zwischen dem Radiumgehalte der Gesteine und der Emanationsführung der ihnen entquellenden Wasser sind noch ziemlich dunkel. Einen Lichtstrahl warfen hier in die Finsternis die bedeutsamen Untersuchungen von Bamberger und Maché über den Emanationsgehalt der Quellen des Tauerntunnels. Sie ergaben, „daß es hier der Hauptsache nach gar nicht die Quellgänge sind, in denen das Wasser die Emanation aufnimmt, daß vielmehr die Emanation dem Wasser schon oben auf der Gebirgsoberfläche aus dem verwitterten Gestein, durch und über das es strömt, zugeführt wird“. Sie führten ferner in Uebereinstimmung mit den von Joly und Mügge aus dem regellosen und fallweisen Auftreten der pleochroitischen Höfe gezogenen Schlüssen zur Erkenntnis, daß sich der Radium(und Thorium)gehalt der Zirkon- und Titanminerale an zufällige Einsprengungen und Verunreinigungen derselben bindet, so daß der Gehalt eines Gesteines an radioaktiven Stoffen seinem Reichtume an jenen Mineralen nicht proportional ist. Diese Erkenntnis läßt es wenig aussichtsreich erscheinen, Beziehungen zwischen der mineralogischen Zusammensetzung der Gesteine und dem Emanationsgehalte der Quellwässer aufzufinden. Das erstere Ergebnis läßt aber auch wenig Hoffnung aufkeimen, Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften der Gesteine und der Quellenaktivität zu ermitteln; denn möchte es auch dahin weisen, daß der Emanationsgehalt durch hochgradige Verwitterung gefördert werde, so verbindet sich doch mit dieser auch wieder eine starke Gesteinslockerung und mit ihr die Gefahr eines radioaktiven Zerfalles infolge der Berührung der Wasser mit Luft, schon vor ihrem Austritte an die Oberfläche.

Kann so gerade in der hier angeschnittenen Frage die statistische Methode nicht zum Ziele führen, so vermag sie doch zur Annäherung an dasselbe Hilfsdienste zu leisten, sei es auch nur in dem Sinne, daß sie die verneinende Beantwortung einzelner sich aufdrängender Teilfragen durch ziffermäßige Belege sicherstellt. Den Verzeichnissen der von Bamberger und Krüse mit großem Aufwande an Zeit und Mühe durchgeführten Messungen des Emanationsgehaltes vieler Hunderter von Quellen in allen Gauen Tirols sind großenteils auch Angaben über die Gesteine, aus denen die betreffenden Quellen austreten, beigefügt. Sie fehlen nur bei der ersten jener Listen und bei einer nicht sehr großen Zahl von Quellen, bei denen eine Feststellung des Muttergesteines entweder nicht mit Sicherheit erfolgen konnte oder aus irgendeinem anderen Grunde nicht tunlich war. Es schien da doch eines Versuches wert, die besagten Quellen nach Gesteinen oder Gesteinsgruppen zu ordnen und die sich für diese Gruppenbildungen ergebenden Verhältnisse der Radioaktivität einem Vergleiche zu unterziehen.

Die gemessenen Quellen gehören, wie bei der geologischen Mannigfaltigkeit Tirols zu erwarten ist, sehr verschiedenen Gesteinskategorien an. Die von sachkundiger Seite durchgeführten Diagnosen der Gesteine sind großenteils genau, nur die Bezeichnung „Phyllit“ läßt es noch unbestimmt, ob ein kalkfreies oder ein kalkhaltiges Gestein vorliegt. Eine Bestimmung des am Quellorte vorhandenen Gesteines erscheint allerdings noch nicht in allen Fällen genügend, da ja das Sammelgebiet einer Quelle, das zunächst als Aufnahmestätte der Emanation in Betracht kommt, in einem anderen Gesteine liegen kann als der Quellort. Insofern schiene es wohl günstig, wenn neben der Gesteinsuntersuchung auch eine geologische Beurteilung der Quellen hätte erfolgen können. Für die große Zahl der in lithologisch einförmigen Gebieten (Granit, Quarzporphyr, Glimmerschiefer, Quarzphyllit) gemessenen Quellen war eine solche aber wohl nicht nötig.

Ein Versuch, die Aktivitätsverhältnisse der aus verschiedenen Gesteinen austretenden Quellen zu vergleichen, muß unter Rücksichtnahme auf die besondere Art des Falles unter gewissen Vorsichtsmaßregeln erfolgen. Vor allem scheint es notwendig, nur Wertegruppen, die aus einer möglichst gleichen Zahl von Einzelwerten gebildet sind, zu vergleichen. Die unter anderen Bedingungen, so unter jenen, mit denen man es in der Meteorologie und Geophysik zumeist zu tun hat, statthafte Reduktion auf eine gleiche Zahl von Werten (bei größerer Ungleichheit derselben) wäre im vorliegenden Falle völlig unzulässig. Was die Wahl der abzuleitenden Größen anbelangt, so dient für sie der Umstand als Richtschnur, daß es sich um mit Null beginnende Wertereihen handelt, in denen vereinzelte Glieder unverhältnismäßig stark über die große Mehrzahl derselben hinausragen, ein Fall, der in den eben zum Vergleiche angeführten Wissenschaften auch zu den seltenen Ausnahmen zählt. Es bedingt dies, daß gerade jene Größe, welche sonst stets die in erster Linie in Betracht zu ziehende ist, der Mittelwert, hier zu fast gänzlicher Bedeutungslosigkeit herabsinkt. Nur mit Ausschluß aller abnormen

Einzelwerte gebildete Mittel können hier für einen Vergleich überhaupt in Erwägung kommen.

Auch der Scheitelwert versagt hier als ein die Eigenart der zu betrachtenden Gruppen kennzeichnender Wert, da er bei nicht sehr niedrig bemessenen Stufen in allen Gruppen noch auf die unterste Stufe fällt, die Wahl einer sehr geringen Stufenhöhe sich aber wegen der dann zu gering werdenden Zahl der in sie fallenden Werte nicht empfiehlt. Als für einen Vergleich einigermaßen taugliche Größen ergeben sich — unter der unbedingt zu erfüllenden Vorbedingung möglicher Gleichheit der Gruppengröße — die Werte der prozentischen Häufigkeit für hochbemessene Häufigkeitsstufen. Zum Zwecke der Kennzeichnung des Ausmaßes, in dem hohe Einzelwerte über die große Wertemehrheit emporragen, eignet sich dann der Quotient aus der mittleren positiven in die mittlere negative Abweichung vom Mittelwerte, eine Größe, die gewöhnlich nahe bei 1 bleibt, in dem hier in Rede stehenden Falle aber viel höhere Werte erreichen kann.

Die Anzahl der betreffs des Emanationsgehaltes untersuchten Quellen, bei welchen auch das Gestein (bzw. die Bodenart), aus der sie austreten, vermerkt ist, beträgt 532. Von deren Mehrheit liegt je eine Aktivitätsbestimmung vor; bei vielen wurden mehrere, zum Teil in verschiedene Jahre gefallene Bestimmungen erzielt. Bei diesen kam der Durchschnittswert in Rechnung. Die Quellen wurden von mir zunächst nach der Gesteinsart in zwanzig Abteilungen gebracht, die wohl noch eine sehr verschiedene Zahl von Quellen umfaßten; dann versuchte ich es, aus diesen Abteilen natürliche Gruppen von möglichst gleichgroßer Gliederzahl zu bilden. Bei einem Werte dieser Zahl nahe bei fünfzig ergab sich so folgende Zusammenstellung:

I. Gneis und Gneisphyllit	48 Quellen
II. Glimmerschiefer	45
III. Quarzphyllit	45
IV. Granit, Tonalit u. Quarzdiorit	47
V. Kalk und Dolomit	46
VI. Klastische Bildungen	47

Nach der Anzahl der ganzen Mache-Einheiten verteilen sich diese Quellen wie folgt:

M.-E.	I	II	III	IV	V	VI
0-1	11	17	15	12	18	15
1-2	9	9	17	9	11	11
2-3	7	5	6	8	4	9
3-4	4	5	1	5	4	5
4-5	5	3	2	3	—	1
0-5	36	39	41	37	37	41
5-10	9	5	3	4	6	4
10-20	3	1	1	2	2	2
20-30	—	—	—	2	1	—
30-40	—	—	—	2	—	—

Als prozentische Häufigkeiten erhält man:

M.-E.	I	II	III	IV	V	VI
0— 1·25	27·1	53·3	46·7	29·8	47·8	42·5
0— 2·5	50·0	64·5	77·8	55·3	71·7	68·1
0— 5·0	75·0	86·7	91·1	78·7	80·5	87·2
0— 10·6	93·8	97·8	97·8	87·2	93·4	95·8

Der große Einfluß der Quellen mit hoher Radioaktivität auf den Mittelwert erhellt aus folgender Tabelle, in welcher das Gesamtmittel und die mit Ausschluß des höchsten, der zwei, vier und fünf höchsten Aktivitätswerte gebildeten Mittel angeführt sind:

	I	II	III	IV	V	VI
M	3·57	2·35	2·00	5·32	3·13	2·50
M—1	3·38	2·15	1·77	4·60	2·63	2·26
M—2	3·19	2·00	1·67	3·88	2·35	2·03
M—3	3·00	1·86	1·57	3·36	2·09	1·91
M—4	2·86	1·74	1·48	2·94	1·90	1·79
M—5	2·74	1·65	1·40	2·59	1·76	1·68

In Prozenten des Gesamtmittels ausgedrückt nehmen diese mit Ausschluß der extrem hohen Einzelwerte gebildeten Mittel die folgenden Werte an:

	I	II	III	IV	V	VI
M—1	94·7	91·5	88·5	86·5	84·0	90·4
M—2	89·3	85·1	83·5	72·9	75·1	81·2
M—3	84·0	79·1	78·5	63·1	66·8	76·4
M—4	80·1	74·4	74·0	55·3	60·7	71·6
M—5	76·8	70·2	70·0	48·7	56·2	67·2

Während bei den aus Gneis entspringenden Quellen (I) das mit Ausschluß der fünf höchsten Aktivitätswerte gebildete Mittel noch etwas mehr als drei Viertel des Gesamtmittels beträgt, macht es bei den aus Granit kommenden (IV) nicht mehr ganz die Hälfte desselben aus. Bei dem letzten der gebildeten Mittel (M—5) vertauschen Granit und Gneis schon ihre Rollen als Muttergestein der durchschnittlich emanationsreichsten Quellen. Glimmerschiefer (II) und Quarzphyllit (III) zeigen eine große Uebereinstimmung in bezug auf die Beeinflussung der Mittel durch fortschreitende Weglassung der Höchstwerte.

Die folgende Tabelle bringt in den beiden ersten Zeilen die extremsten Werte der Radioaktivität (Maximum = m , Minimum = m'), in den nächsten vier die mittleren positiven und negativen Abweichungen (d und d') und deren Anzahl (α und α'); die siebente

Zeile enthält die Quotienten aus den mittleren Abweichungen vom Mittel. Die Werte von $d:d'$ stimmen mit denen von $a':a$ überein.

	I	II	III	IV	V	VI
m	12.46	11.25	11.72	38.26	5.56	13.60
m'	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00
d	+ 2.95	+ 2.52	+ 2.40	+ 12.80	+ 6.98	+ 3.45
d'	- 2.27	- 1.53	- 0.97	- 3.45	- 1.98	- 1.36
a	21	17	13	10	10	13
a'	27	28	32	37	36	33
$\frac{d}{d'}$	1.30	1.65	2.47	3.73	3.52	2.53

In bezug auf die Größe des Quotienten $d:d'$, welcher ein vereintes Maß für die Häufigkeit und Weite des Hinausragens einzelner Werte über die große Mehrheit bildet, verhalten sich hier einerseits petrographisch nahestehende Gruppen (I und II), andererseits lithologisch ganz verschiedenartige (III u. VI und IV u. V) ähnlich:

Eine zweite Gruppenbildung wurde in folgender Art vorgenommen:

I. Gneis, Gneisphyllit und Hornblendegneis	58	Quellen
II. Glimmer- und Hornblendeschiefer	60	"
III. Granit, Gneisgranit und Tonalit	57	"
IV. Quarzporphyr	61	"
V. Kalk, Dolomit, dolomitischer und mergeliger Kalk	60	

In diesen Gruppen verteilen sich die Quellen nach der Zahl der Mache-Einheiten wie folgt:

M.-E.	I	II	III	IV	V
0-1	11	20	14	11	27
1-2	11	11	10	15	11
2-3	9	12	10	10	5
3-4	7	6	6	9	6
4-5	6	4	3	5	—
0-5	44	53	43	50	49
5-10	11	6	5	8	8
10-20	3	1	4	2	2
20-30	—	—	2	1	1
30-40	—	—	3	—	—

Die prozentischen Häufigkeiten sind:

M.-E.	I	II	III	IV	V
0—1·25	22·4	45·0	28·1	23·0	51·7
0—2·5	46·5	61·7	52·6	57·4	71·7
0—5·0	75·8	88·3	75·4	82·0	81·7
0—10·0	94·8	93·3	84·2	95·1	95·0

Bei zusammenfassender Betrachtung beider Gruppenreihen zeigt sich, daß Quellen mit sehr schwacher und schwacher Radioaktivität in feldspatführenden Gesteinen etwas weniger zahlreich sind als in feldspatfreien Silikatgesteinen und in Karbonaten, daß Quellen von höherer Aktivität aber nur in Granit etwas häufiger auftreten als in den anderen verglichenen Gesteinsarten.

Den Einfluß der Quellwässer von hohem Emanationsgehalte auf den Mittelwert desselben bringen für die zweite betrachtete Gruppenreihe die beiden folgenden Tabellen in derselben Weise wie früher zur Darstellung.

	I	II	III	IV	V
M	3·57	2·34	5·66	3·32	2·90
M—1	3·42	2·19	5·08	3·02	2·52
M—2	3·26	2·07	4·50	2·82	2·30
M—3	3·11	1·98	4·02	2·65	2·10
M—4	3·00	1·89	3·59	2·56	1·97
M—5	2·90	1·82	3·25	2·47	1·86

	I	II	III	IV	V
M—1	95·6	93·6	89·7	90·9	86·7
M—2	91·4	88·6	79·4	85·1	79·2
M—3	87·0	84·5	71·0	79·8	72·4
M—4	83·9	80·9	63·5	77·1	67·7
M—5	81·1	78·0	57·4	74·4	64·1

Hier behauptet der Granit (III) auch noch im letzten Mittelwerte die erste Stelle. Feldspatfreie kristalline Schiefer (II) und Karbonatgesteine (V) verhalten sich wieder in den beiden letzten Mittelbildungen sehr ähnlich.

Die extremsten Werte des Emanationsgehaltes (m und m') bleiben in den Gruppen I—III und V dieselben wie in den bezüglichen Gruppen der vorigen Reihe (I, II, IV und V). Beim Quarzporphyr ist $m = 21·45$, m' ist gleichfalls = 0·0. Die mittlere Größe und die Zahl der Abweichungen vom Durchschnittswerte sowie der Quotient,

der ein Maß für die Häufigkeit und Weite des Hinausragens einzelner Aktivitätswerte über die Gesamtheit bildet, sind aus folgender Zusammenstellung zu ersehen:

	I	II	III	IV	V
d	+ 2.90	+ 2.11	+ 11.68	+ 3.87	+ 5.51
d'	- 2.03	- 1.42	- 3.79	1.62	- 1.87
a	24	24	14	18	15
a'	34	36	43	43	45
$\frac{d}{d'}$	1.43	1.49	3.08	2.39	2.95

Die Werte der korrespondierenden Gruppen folgen sich hier in derselben Ordnung wie in der vorigen Reihe.

Es wurde nun noch zur Bildung von drei Gruppen mit größerer Gliederzahl geschritten und durch Vereinigung der Gruppen I u. II und III u. IV der vorigen Reihe und Verbindung der Gruppe III (Quarzphyllit) der ersten Reihe mit der noch nicht betrachteten Gruppe „Phyllit“ die folgende Zusammenstellung verfügt.

I. Kristalline Schiefer	118 Quellen
II. Phyllite	118
III. Massengesteine	118

Die durch die Zahl der Fälle ausgedrückten und die prozentischen Häufigkeiten der Stufenwerte von Mache-Einheiten sind:

M.-E.	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5
I	31	22	21	13	10
II	25	28	22	9	11
III	25	25	20	15	8

M.-E.	0—5	5—10	10—20	20—30	30—40
I	97	17	4	—	—
II	95	19	4	—	—
III	93	13	6	3	3

	0—1.25	0—2.5	0—5.0	0—10.0
I	33.9	54.3	82.2	96.6
II	30.5	55.1	80.5	96.6
III	25.4	55.1	78.8	89.8

Bei den Phylliten fällt auch hier der Scheitelwert auf die zweitunterste Stufe. Die Häufigkeit geringer Radioaktivität (unter 2·5 M.-E.) ist hier in allen drei Gruppen dieselbe, jene höherer Aktivität (über 10 M.-E.) bei den Massengesteinen größer: 10·2% gegen 3·4% bei den Schiefergesteinen.

Der Einfluß der hochaktiven Quellen auf die sukzessiven Mittelwerte ist aus folgender Tabelle zu ersehen:

	M	M-2	M-4	M-6	M-8	M-10
I	2·95	2·79	2·63	2·47	2·33	2·19
II	3·04	2·89	2·76	2·64	2·54	2·45
III	4·45	3·88	3·45	3·13	2·89	2·72

%	M-2	M-4	M-6	M-8	M-10
I	94·6	89·2	83·7	79·0	74·2
II	95·1	90·8	86·8	83·5	80·6
III	87·2	77·5	70·4	64·9	61·1

Das mit Ausschluß der zehn höchsten Werte gebildete Mittel beträgt bei den Massengesteinen nur mehr $\frac{3}{5}$, bei den Phylliten noch $\frac{4}{5}$ des Gesamtmittels. Die Phyllite stehen hier betreffs des Mittelwertes an zweiter Stelle (während sie in der ersten Reihe weit hinter den Gneisen kamen), weil die Gruppe „Phyllit“ durchschnittlich viel radioaktivere Quellen aufweist, als die Gruppe „Quarzphyllit“. Betrachtet man die erstere Gruppe für sich, so erhält man als Häufigkeiten:

0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-10	10-20
10	11	16	8	9	16	3

0-1·25	0-2·5	0-5·0	0-10·0
20·6	48·0	74·0	95·9

und als erste sechs Mittelwerte:

M	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
3·68	3·57	3·46	3·36	3·28	3·20
100·0	97·0	94·0	91·3	89·1	86·9

Vielleicht handelt es sich hier zum Teil um Gesteine mit Graphitgehalt, da unter den Quellen, die speziell als aus „graphitischem

Phyllit* kommend bezeichnet sind, sich mehrere von sehr hoher Radioaktivität befinden. Die emanationsreichste aller in Tirol bisher gemessenen Quellen (82·16 M.-E.) entspringt aus „Graphitquarzit“; mehrere gleichfalls sehr aktive Wässer kommen aus Quarzitschiefer. Das Minimum des Emanationsgehaltes sinkt aber auch bei den Quellen aus graphitischem Phyllit bis auf 0·80, bei den Quellen aus Quarzitschiefer bis auf 0·48 M.-E. herab.

Zu einer Gruppenbildung ließen sich der graphitische Phyllit und der Quarzitschiefer wegen der zu geringen Zahl der ihnen zufallenden Quellen (9 und 18) nicht verwerten, dasselbe gilt von den Quellen aus Sandstein (9) und aus Tonschiefer (13). Erwähnenswert ist es aber, daß sich auch schon bei diesen kleinen Gruppen das hohe Emporragen einzelner Werte über die Mehrheit zeigt. (Sandstein: Maximum 8·10, sieben Werte unter 3·0; Schiefer: Maximum 7·95, neun Werte unter 3·0.)

Die vorigen Gruppen sind als im weiteren Sinne „geologische“ gedacht. Eine Gruppenbildung nach mehr petrographischen Gesichtspunkten z. B. magnesiafreie und magnesiahaltige Karbonate, tonerdefreie und tonerdehaltige Silikate etc., hätte bei der höchst untergeordneten Bedeutung, welche gerade die wichtigsten mineralogischen und chemischen Bestandteile der Gesteine für die Quellenaktivität zu besitzen scheinen, wenig Wert. Wenn der Emanationsgehalt an Akzessorien akzessorischer Bestandteile geknüpft ist, so kann ein Vergleich der Quellenaktivitäten mit den Gesteinen, aus denen die Wässer entspringen, nur auf Grund der Vorstellung einen Sinn haben, daß jene „doppelt akzessorischen“ Bedingungen in verschiedenen Gesteinen in verschiedenem mittlerem Maße erfüllt seien. In diesem Falle ist aber eine Gruppenbildung nach der gesamten geologischen Erscheinungsform näher liegend als eine solche nach Einzelheiten in der Zusammensetzung.

In ähnlicher Weise kommt auch beim Vergleiche der höher mineralisierten Quellen in bezug auf den Emanationsgehalt eine „geologische“ Gruppenbildung mehr als eine solche nach einzelnen Bestandteilen in Betracht. Hier ließen sich allerdings nur Gruppen von geringerer Gliederzahl und dementsprechend herabgeminderter Vergleichbarkeit bilden.

I. Schwefelquellen	32 Quellen
II. Nicht vitriolische Eisenquellen	35
III. Alkalische und erdige Quellen	34

Nach der Anzahl der Mache-Einheiten zeigt sich hier nachstehende Verteilung:

M.-E.	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	0—5	5—10	über 10
I	11	9	4	8	—	32	—	—
II	5	8	9	2	—	24	4	7
III	9	7	7	4	3	30	4	—

Von den emanationsreichen Eisenquellen haben drei zwischen 10 u. 30, drei zwischen 30 u. 50 und eine über 50 M.-E. Die prozentischen Häufigkeiten sind:

M.-E.	0-1.25	0-2.5	0-5.0	0-10.0
I	43.8	71.9	—	—
II	17.1	51.4	68.6	80.0
III	35.3	64.7	88.2	—

Als sukzessive Mittelwerte erhält man:

	M	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
I	1.71	1.64	1.58	1.52	1.46	1.39
II	9.82	7.69	6.68	5.64	4.64	3.82
III	2.37	2.22	2.06	1.95	1.85	1.74

%	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
I	95.9	92.4	88.9	85.4	81.3
II	78.3	68.0	57.4	47.3	38.9
III	93.6	87.0	82.8	78.1	73.4

Die extremsten Werte der Radioaktivität, die Zahl und mittlere Größe der positiven und negativen Abweichungen vom Mittel und das Größenverhältnis dieser letzteren Werte ersieht man aus der folgenden Tabelle.

		m'	d	d'	u		$\frac{d}{d'}$
I	3.94	0.00	1.13	0.88	14	18	1.28
II	82.16	0.09	29.04	7.25	7	28	4.01
III	7.40	0.00	2.02	1.29	13	21	1.57

Bei den Schwefelquellen weisen die ermittelten Werte auf eine noch geringere Aktivität hin als bei den vorhin betrachteten Gesteinsgruppen. Die Häufigkeit sehr schwach aktiver Wässer ist zwar geringer als bei der Gruppe V der ersten und zweiten früher untersuchten Reihe, der Höchstwert ist aber auffallend niedrig.

Im Gegensatz hierzu sind bei den Eisenwässern die mit steigendem Radiumgehalte wachsenden Vergleichswerte größer, die ihm verkehrt proportionalen kleiner als bei allen früher betrachteten Quellgruppen. Es ist dieses Verhalten durch die abnorm hohe Aktivität mehrerer Eisenquellen des Villnöbtales bedingt, welche mit einem Gehalte an Manganverbindungen in Beziehung zu stehen scheint. Unter den gemessenen Vitriolwässern, deren Zahl eine zu geringe ist, als

daß sie zu einer vierten, mit den vorhin gebildeten vergleichbaren Gruppe hätten vereint werden können, hat das emanationsreichste (Ratzes) 16·25 M.-E. Die berühmten Südtiroler arsenhaltigen Eisenwässer sind nur schwach aktiv. Bei den erdigen, alkalischen und salinischen Quellen liegen die gerechneten Vergleichswerte wieder eher ein wenig unter dem Durchschnitte. In den Listen von Bamberger und Krüse findet sich eine Anzahl Quellen als „Magenquellen“ verzeichnet. Sie entsprechen zumeist solchen, die in der verdienstvollen Zusammenstellung Zehenters unter den Quellen mit höherem Gehalte an Salzen angeführt sind. Gerade die in drei verschiedenen Ausläufen gemessene, weitaus am meisten radioaktive dieser Magenquellen, jene von Froy (bis 51 M.-E.) wird aber bei Zehenter als eine „gewöhnliches gutes Trinkwasser liefernde Quelle“ bezeichnet und wurde so nicht in die Gruppe III einbezogen. Auch das unter allen in Tirol in bezug auf ihren Emanationsgehalt gemessenen Quellen an zweiter Stelle stehende Quellwasser bei Siegreit (59·44 M.-E.) ist ein „gewöhnliches“ Trinkwasser. Aus dem Gesagten erhellt zur Genüge, daß zwischen der Radioaktivität und der Mineralisation der Quellen keine näheren Beziehungen bestehen.

Ein Zusammenhang zwischen der Radioaktivität und der Temperatur der Quellen ist auch nur schwer erweisbar, wenn — wie dies bei dieser Untersuchung stattfindet — sehr heterogene Quellen zum Vergleiche kommen. Anders verhält es sich da wohl, wenn man, wie dies Bamberger und Machetaten, die geologisch ähnlichen Quellen einer eng begrenzten Region vergleicht, oder, wie dies Krüse getan hat, die zeitlichen Aenderungen der Temperatur und Aktivität einer und derselben Quelle untersucht. Zieht man zunächst die Thermen in Betracht, so möchte es wohl scheinen, als ob der Emanationsgehalt und die Temperatur in verkehrtem Verhältnisse zueinander stünden. Die geringe Zahl der Fälle verbietet es aber, hier zu verallgemeinern.

	Temperatur	M.-E.
Grins .	18·3	4·10
Schgums	19·0	5·80
Hinterdux .	20·0	3·00
„	22·0	2·40
Brennerbad .	22·8	1·90
Comano .	26·5	1·40

Als mittleren Emanationsgehalt erhält man hier 3·00, mit Ausschluß des Höchstwertes 2·44. (Das Mittel aller Wässer über 15° bestimmt sich zu 2·48, mit Ausschluß des Höchstwertes zu 2·00.) Bei den nicht hyperthermen Quellen Beziehungen zwischen dem Radiumgehalte und der Temperatur herauszufinden, fällt sehr schwer, da die Quellentemperatur zunächst von der Seehöhe, Exposition und geographischen Breite abhängt und man diese Einflüsse beim Vergleiche nicht ausschalten kann. Ganz zwecklos wäre es darum, die zu Stufenwerten des Emanationsgehaltes gehörigen Temperaturen aufzusuchen.

Aber auch ein Heraussuchen der zu Stufenwerten der Temperatur gehörigen Aktivitäten kann nur wenig bieten. Zieht man hier die durch eine größere Zahl von Quellen vertretenen Stufen in Betracht, so ergeben sich als prozentische Häufigkeiten folgende Werte (von denen allerdings nur jene der 2. bis 5. Kolumne näher vergleichbar sind):

Temperatur	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12
Anzahl	51	86	78	86	94	57	39	39
0-2.0 M.-E.	55.0	46.5	44.9	45.3	48.9	61.4	51.3	51.3
0-5.0	78.4	80.2	76.6	76.7	87.2	87.7	82.0	82.0

Bei den wärmeren Quellen ist die Zahl der schwächer aktiven eine etwas größere, man wird aber nicht mit Bestimmtheit herauslesen können, daß der Emanationsgehalt mit steigender Temperatur durchschnittlich sinke.

Dr. Franz Baron Nopcsa. Karsthypothesen. (Mit einer Uebersichtstabelle.)

Beim Verfassen einer großen Monographie Nordalbaniens mußte auch an eine Bearbeitung der Morphologie dieser Gegend geschritten werden und das Vorkommen von Karst führte dann dementsprechend auch zum Studium der für Karstgebiete aufgestellten Hypothesen. (Cvijić, Grund, Terzhagi.)

In dem nördlich des Drin befindlichen Teile Nordalbaniens kann man zwei verschiedenartige Landschaften unterscheiden: Südlich des im Durchschnitt 2300 m hohen Kammes der nordalbanischen Alpen liegt ein Kalk- und Schiefergebiet mit alpinem Habitus und drei großen südwärts gegen den Drin führenden Tälern, nämlich dem Kiri-, dem Šala- und dem Nikajtale. Dies ist die Malcija Vogel. Nördlich der nordalbanischen Alpen liegt eine Karstlandschaft, die zwei so wie der Drin in die skutariner Niederung führende tiefe Täler durchziehen. Das südlichere dieser beiden Täler ist wasserleer, hat aber trotzdem einen gewaltigen Schuttkegel und heißt Proni That (alb. „trockener Bach“), im anderen fließt der Cem.

Im Kiri-, Nikaj- und Šalatale haben sich vielerorts Spuren von Flußterrassen gefunden. Im westlichsten Tale, dem Kiritale, liegt die erste Terrasse zwischen 190 und 240, die zweite zwischen 370 und 460, die dritte zwischen 610 und 630, die vierte zwischen 730 und 800 und die fünfte zwischen 890 und 980 m. Noch höher in 1120-1200 m läßt sich eine sechste und endlich in 1400 m eine siebente Terrasse konstatieren. Im Šala- und Nikajtale liegen ähnliche Terrassen vor (vergleiche die Tabelle), doch fehlt im Nikajtale die erste Terrasse, außerdem wurde dort die dritte zufällig bisher nicht gefunden. Alle die Terrassenreste sind im Nikajtale um ca. 60 m höher gelegen als im Kiritale.