

Mineralwasser in Niederbayern.

Von

Adolf Schwager.

Die Schwefelquelle in Gögging.

Allgemeine orographische und geologische Lage der Quelle.

Die Mineralquelle von Gögging entspringt am Nordwestende und zwar nahezu am höchstgelegenen Punkt dieses Ortes, in rund 360 m ü. d. M.

Was den Ort Gögging selbst betrifft, so liegt dieser am südwestlichen Rand des 35—40 qkm umfassenden Gebirgsabschnittes, der im Westen und Norden von der Donau, im Osten durch den Einschnitt des Hopfenbachs und im Süden durch die Abens eingeschlossen wird.

Orographisch gehört dieser Landesteil dem hier über die Donau südwärts hinübergreifenden Juragebirge an, wie er geologisch seiner Hauptmasse, d. i. seiner über Tag aufragenden, wie namentlich seiner Untergrundpartie nach dem Weiß-Jura, dem Malm, angehört. Mit diesem vorwiegend kalkigen Gebirgskern erscheinen sodann, jedoch im ganzen in untergeordnetem, dem Quellort zu wohl zunehmenden Maße, jüngere geologische Gebilde zumeist sandiger oder auch toniger Natur eng verbunden. Dies geschieht teils durch Auflagerung (ausgedehntere Überdeckung und örtliche Einsackungs- sowie Spalt-Erfüllungen), teils durch Anlagerung (Schichtungen vom großen südlichen Tertiärbecken her).

Die höchsten Erhebungen des bezeichneten Gebietes liegen nach Nordost und überragen um reichlich 100 m den äußeren, flachwelligen Geländeabfall im Winkel zwischen Donau und Abens. Hier auf einem der letzten südwestlichen hügeligen Ausläufer, mit einer kaum 10 m erreichenden größten Erhebung über dem Flußbord, breitet sich auf deren Südhang im engsten Anschluß an die Abens, der Ort Gögging mit seiner Heilquelle aus.

Verhalten und Gehalt der Quelle.

Die Gögginger Mineralquelle wird nach dem „Deutschen Bäderbuch“ (dem auch die folgenden Angaben über die Quelle entnommen sind) zu den „alkalischen Schwefelwasserstoffquellen“ gerechnet. Sie entspringt, wie es dort heißt, „3 m tief aus sandigen Lagen“. Die Schüttung beträgt 5,7 Sek.-Liter, die Temperatur 11,3° C. (eine neuere Bestimmung gibt 13,5° C. an).

Sowohl die ältere im „Deutschen Bäderbuch“ wiedergegebene Analyse, als eine erst jüngst aus dem chemischen Institut von Dr. MAX WINCKEL, München

(22. Februar 1911) hervorgegangene,¹⁾ verzeichnen neben den kaum einem natürlichen Wasser fehlenden Karbonaten der alkalischen Erden, als Hauptbestandteile die seltener, namentlich in gleich reichlichen Mengen wie im vorliegenden Fall, mitauftretenden kohlensauren und Chlor- neben Sulfat-Alkalien. Diesen gesellen sich ferner, der Menge nach zwar zurücktretend, dafür aber die Eigenheit und damit die Wertung des Wassers besonders bedingend, die Sulphydrat- und sonstige Haloidverbindungen hinzu. Von Gasen läßt sich neben dem frei auftretenden Schwefelwasserstoff nur noch die Kohlensäure in erheblicheren Mengen nachweisen.

Mögliche Herkunft und Bildungsweise der Quelle.

Die ungewöhnliche Zusammensetzung, die starke Schüttung (wie eingangs schon bemerkt, bei kaum nennenswerter größerer Höhenlage des Quellortes mit Umgebung gegenüber jener der Quellmündung, wonach ein namhafterer Zufluß mit natürlichem Gefälle zur Quellaustrittsstelle nahezu ausgeschlossen erscheint), die über die Durchschnittstemperatur des Ortes hinausreichende Wärme der Quelle, und zuletzt, was jedoch vor allem bemerkenswert ist, das Auftreten größerer Mengen frei ausströmender Gase: all' dies spricht deutlich für einen aus größerer Tiefe aufsteigenden Quellerguß, im Gegensatz zu dem in der Regel abwärts gerichteten unterirdischen Gerinne der gewöhnlichen Quellen.

Außer den im Bäderbuch genannten „sandigen Lagen“ haben Aufschürfungen an und nahe dem Quellort das Vorhandensein von Weißjuragestein erwiesen. Es wird somit nicht zweifelhaft sein, daß der tiefere Untergrund von Gögging der letztgenannten Gesteinsart angehört, die nur meist von einer wechselnd mächtigen Decke jüngerer geologischer Gebilde verhüllt wird. Demnach läge die Vermutung nahe, den fraglichen Ursprung der Mineralquelle in den unterlagernden, hierum am massigsten entwickelten Schichten, in den Malmkalklagen der Tiefe, zu suchen.

Mit dieser Annahme würde jedoch der mineralische und auch der sonstige Gehalt dieser Wasser schlecht in Einklang zu bringen sein. Abgesehen davon, daß reine Malmwasser durch einen fast ausschließlichen Gehalt an alkalischen Erden gekennzeichnet sind, spricht schon der vorwiegende Anteil der Alkalien, besonders in den gefundenen Bindungsformen am Gehalt des Heilwassers (vorherrschend Alkalikarbonat neben Alkalichlorid und Sulfat) gegen diesen Zusammenhang.

Dagegen ist das häufige Auftreten qualitativ gleich oder doch wenigstens sehr ähnlich charakterisierter Mineralwasser im Bereich der anstoßenden großen Tertiärverbreitung südlich von der Donau im Vergleich zu jenen, die sich innerhalb der an diese aufs engste angeschlossenen älteren Schichten (Kreide, Malm etc.) längs der Donaulinie finden, sehr bemerkenswert. Die nähere Kenntnis der Verteilung, Art und der Bildungs umstände dieser untereinander nahe verwandten Wasser wird auch über das Zustandekommen der Gögginger Quelle mehr Licht verbreiten.

¹⁾ Die vom genannten Institut gefälligst zur Verfügung gestellte Analyse ergab nachstehende Gehalte des Gögginger Mineralwassers in 1 kg: KCl = 0,0155-g; NaCl = 0,0321 g; NaBr = Spur; NaJ = 0,0001; Na₂SO₄ = 0,0238; NaHCO₃ = 0,2068; NaHS = 0,0010; LiHCO₃ = 0,0001; NH₄Cl = 0,0188; Ca(HCO₃)₂ = 0,2037; Sr(HCO₃)₂ = Spuren; Mg(HCO₃)₂ = 0,0805; Fe(HCO₃)₂ = 0,0001; Al₂(HPO₄)₃ = 0,0001; Al₂(SO₄)₃ = 0,0010; H₂SiO₃ = 0,0106 g.

Sonstige Schwefelquellen nächst dem Donaurand.

Neben den Gögginger Schwefelquellen (es sind deren mehrere, außer der Hauptquelle im Ort machen sich abwärts der Abens noch an einigen Stellen Austritte gleichen Wassers sowohl durch den Geruch als durch die Ausscheidung von Schwefel bemerkbar) gehören als nächstgelegene die nachgenannten noch diesem Donaurandgebiet an. Die bekannten Schwefelquellen von Abensberg (Austritt im Alluvium der Abens, über diluvialen und tertiärem Untergrund, daneben stehen Malmfelsen zutage an, aus welchen gleichfalls einige Wasseradern austreten), Abbach (Stollenfassung an der Grenze von Malm- und Kreidebänken), in der Sippenau (Tälchen von Malmhöhen begrenzt, dem Jura sind Kreideschichten aufgelagert). Ferner wurde in der Talebene unweit von Abensberg, bei einer bis ins Tertiär abgestoßenen Bohrung auf Brauchwasser, reichlich Schwefelwasserstoffgas mit erschlossen, so daß der Versuch aufgegeben wurde. Weiter donau-abwärts, nahe Straubing, stieß eine Tiefbohrung im Tertiär auf eine starke Quelle gasreichen, alkalisch-salinischen Schwefelwassers. An dieser Stelle sei auch der Methan-reichen alkalisch-muriatisch-salinischen Jodquelle von Künzing, 8 km nordwestlich von Vilshofen, gedacht, die unzweifelhaft der gleichen Reihe, bei fehlendem oder unbeachtet gebliebenem Sulfidgehalt, aber mehr als Außenseiter angehört. Schließlich finden sich im inneren Winkel zwischen Donau und Inn eine ganze Anzahl weniger natürlich austretender wie künstlich erschlossener Schwefelwasser. Als deren Hauptvertreter sind die schon seit langer Zeit zu Heilzwecken benützten Quellen in und bei Bad Höhenstadt zu nennen.

Insgesamt treten die letzterwähnten hepatischen Wasser innerhalb des Donau-Inneck-Gaues zutage, liegen nahe an der Grenze zum älteren Gebirge und ihre Verbreitung verläuft unverkennbar annähernd mit dieser gleichgerichtet.

Übereinstimmung im Gehalt.

Die nähere Untersuchung genannter, vor allem durch den Gehalt an freiem Schwefelwasserstoff ausgezeichneten und dadurch leicht kenntlicher Wasser im Sommer 1910 ergab zwar einen ziemlichen Wechsel in den Mengen, jedoch eine große Übereinstimmung in der qualitativen Zusammensetzung ihres mineralischen oder festen Gehaltes. Dies gilt im Vergleich sowohl unter sich, als im Gegenhalt zu den genannten sulfidischen Wassern am Donaurand, im besonderen von Gögging.

Hier wie dort ist der feste oder fixe Gehalt meist weit größer als jener im gewöhnlichen Seichtwasser ihrer Umgebung. Die kohlen-sauren Erdalkalien treten mehr zurück, wogegen die Salze der Alkalien an Bedeutung gewinnen. Kohlen-saure Alkalien wiegen vor, es folgen, der Menge nach, schwefel-saure und Chloralkalien, denen sich die spärlicher vertretenen aber bezeichnenden Sulfhydrate und sonstige Haloid- (Jod- oder Brom-, oft beide) Salze hinzugesellen.

Auch hinsichtlich der Gasführung zeigt sich bei aller Mengenabstufung dennoch große Übereinstimmung. Außer Schwefelwasserstoff führen die meisten nicht unerhebliche Mengen Kohlen-säure neben einem derlei Wasser kaum gänzlich fehlenden leichten Kohlenwasserstoff (Methan).

Die erwiesene auffällige Gleichartigkeit im Gehalt der besprochenen Wasser leitet zunächst zu dem Schluß hin, ihren geologischen Ursprung auf die Erdschichten ihrer Hauptverbreitung zu beziehen; sei es auf das große süddanubische Tertiär-becken allein oder auf dessen Einbuchtungen in das anstößende ältere Gebirge.

Ursprung der Gehalte.

Sodann verlangt sowohl die örtliche Bildungsweise jener hepatischen oder sulfidischen (Schwefel-) Wasser an sich, wie gerade auch ihr außerhalb der angenommenen Mutterschicht zu beobachtender Austritt (in Gögging, Abbach, Sippenau und an anderen Orten), bei aller Kürze, eine annähernd entsprechende Erklärung.

Nächst der Gleichartigkeit im Gehalt und dem vorwiegend auf die bezeichnete Ablagerung beschränkten Auftreten, spricht der ganze Aufbau des in Frage stehenden Tertiärs allein schon dafür, daß hier die Geburtsstätte der betrachteten Schwefelwasser zu suchen sei.

Von all den am Donaurand sich begegnenden Gesteinsverbänden bietet nur das Tertiär als Ganzes nach Massenbestand und Entstehungsart jene Stoffe und zwar in dem Maße, wie sie sich in den besprochenen Wassern finden, wodurch diese sich ihrerseits auch so wesentlich von den Seichtwassern im weiten Umkreis derselben Gesteinsreihe unterscheiden.

In den jüngeren, oberen Gliedern stellen die Ablagerungen ein von Süßwasserfluten ehemals zusammengetragenes Schwemmgut dar, in den älteren liegenden Gliedern ist dagegen das Tertiär zum Teil und in wechselnder Folge als vormaliger Meeresboden zum Absatz gelangt. In beiden Fällen von vorwiegend feinsandigem, seltener rein tonigmergeligem Gefüge, daher für die lösenden Wasser von großer Oberflächendarbietung, zeichnet sich diese Ablagerung dabei durch reichliche Alkalisilikatbeimengung aus (u. a. von Glimmer, Feldspäten, Feldspatresten bis herab zur reinen Tonsubstanz) und wird überdies nach unten vielfach von den Salzresten früherer Meeresbedeckung durchsetzt sein. In der Hauptmasse durch seine Tiefenlage auch heute von der Auslaugung durch die Niederzugwasser mehr geschützt als sonst über Tag aufragendes Gebirge, wäre die Erhaltung, ja Anreicherung der löslichen Bestandteile im nahezu abflußlosen Liegenden wohl denkbar. Der Alkali-reichtum, die Chlor-, Brom- und Jodsalze der tieferen Wasser im unteren bayerischen Donaubecken erscheinen schon mit diesem Hinweis hinlänglich erklärt.

Ferner führen diese Tertiärschichten, im Gegensatz zu den in Frage kommenden benachbarten älteren Ablagerungen, reichlich organische Einschlüsse (pflanzlicher wie tierischer Abkunft), teils in feiner Verteilung als bituminöse, teils, was insbesondere für die jüngeren Ablagerungen gilt, örtlich angehäuften als kohlige Lagen, die nicht selten zu deutlichen Flözen anwachsen können. Dieser häufigen und gehäuften organischen Einschaltungen wegen wird die Schichtreihe geradezu auch als „Braunkohlenformation“ bezeichnet.

Der allmähliche Zerfall der organischen Reste leitet bei genügender Sauerstoffzufuhr, und dies wird vornehmlich in den hangenden, tagnahen Gesteinslagen zutreffen, zu den Endprodukten aller Zersetzungs Vorgänge an der organischen Materie, zur Abspaltung von Kohlensäure und Wasser. In tieferen Lagen, wo bei mangelndem Luftsauerstoff Wechselzersetzung und Reduktionsvorgänge die Hauptrolle spielen, entstehen, unter mancherlei Zwischenbindungen, neben Kohlensäure und Methangas, bei Beteiligung der von den Bodenwassern beigeleiteten Sulfate oder des organischen Schwefels allein, die Metallsulfide. Die Zersetzung der hierbei gebildeten Sulfidalkalien durch die Kohlensäure führt dann zum freien Schwefelwasserstoff unter Bildung der kohlen-sauren Alkalien. Endlich findet sich der organische Stickstoff zunächst als Ammoniak wieder. Chlor, Brom und Jod gleichen Ursprungs, sei es als engere Bestandteile der organischen

Substanz oder deren Asche, neben dem nicht unerheblichen Anteil der Alkalien an dieser, schließen sich zu neuen löslichen Verbindungen zusammen oder werden in der ursprünglichen Form ausgelaugt.

Bezüglich des Ammoniaks wäre nur noch zu bemerken, daß es in allen zwischen Donau und Inn untersuchten aufsteigenden, schwefelwasserstoffhaltigen Wassern sich nachweisen ließ. Die neue Analyse der Gögginger Quelle gibt sogar einen Gehalt von 19 mg Chlorammonium in 1 kg Wasser an (bei fehlendem Bakteriengehalt, also kein Anzeichen irgend einer Verunreinigung, wie dies auch bei den anderen Wassern gelten wird, zugleich ein sprechender Beweis für den Tiefenursprung, wie für die enge Verknüpfung dieser Wasser mit sich zersetzenden organischen Resten gleicher Lage).

Nach diesen Darlegungen erscheint die Herkunft der festgestellten Gehalte in den besprochenen Wassern zur Genüge begründet. Sie liegt demnach in der Hangend-Hauptausfüllung des unteren bayerischen Donaubeckens, die fast ausschließlich der oberen Tertiärstufe, dem Miocän, angehört. Vor allem dessen ältere, die Grenzgebiete zwischen Festland- und Meeres-Bildungen umfassende, naturgemäß im Größtmaß an organischen Resten beider Reiche einschließende Absätze sind als eigentlicher Herd dieser Mineralwasser zu betrachten.

Grundlagen des Wasserverkehrs.

Bevor indes den Wegen, die vom jeweiligen Mineralisierungsherd nach den verschiedentlichen Austrittsstellen leiten, nachgegangen werden kann, erfordern die Bedingungen jeglicher Wasserbewegung innerhalb dieser Schichten einige Aufklärung.

Das obere, meist feinsandig bis tonigmergelig, dicht gelagerte Miocän gilt mit Recht im allgemeinen als wenig wasserdurchlässig. Bildet es doch allenthalben unter einer schüttigeren jüngeren Decke, als Staulage wirkend, den bekannten weitverbreiteten Wasserhorizont. Von einer Wasserundurchlässigkeit, wie vielfach zu hören ist, kann jedoch nicht die Rede sein. Ungezählte tiefere Bohrungen haben hier, freilich erst in gröber gekörnten Lagen reichlich Wasser erschlossen. Die Miocänschichten sind eben wie — kann man wohl sagen — alle Körper, vollends die aus Einzelkörpern zusammengesetzten Gesteine und Gesteinsverbände oder gar die wenig festen Trümmergesteine, wozu die hier in Betracht kommenden Gebilde gehören, auch in den dichtesten Teilen für Wasser nicht undurchdringlich. Die bestehende Wasserdurchlässigkeit des Miocän wird überdies wesentlich mitbedingt durch den starken Wechsel in Gestaltung und Bindung der Einzelbestandteile der unterscheidbaren Gesteinskörper. Dichte (mergelige und tonige), lockere (sandige), auch loso wie feste (Sand-, Geröll-Lagen sowohl als Sand- und Geröll-Bänke) Absätze folgen einander oft auf kurze Erstreckung hin in großer Mannigfaltigkeit. Dies gilt nicht bloß in der Richtung des Aufbaues, sondern mehr oder weniger auch für die Verbreitung nach der Fläche. Auch bei spärlicher Beteiligung starklückiger Gesteinseinschaltungen wird die Aufnahms- und Ableitfähigkeit der Gesamtmasse bedeutend erhöht sein, wie vergleichsweise selbst ein kaum sichtbarer Riß in einem Gefäß zu dessen Entleerung führen kann.

Neben sonstigen Faktoren, die den Durchzug begünstigen, seien nur Auslaugung und erleichterte Benetzung, d. i. verminderte Reibung erwähnt. Lösliche und löslichere Bestandteile, das sind Alkalisalze und namentlich die Karbonate der alkalischen Erden fehlen dem Miocän nur selten, und die nachgewiesenen alkalischen Mineralwasserzüge werden der Benetzung und Durchtränkung an-

liegender Schichten im vorbemerkten Sinn nicht unwesentlichen Vorschub leisten. Tatbestand und Überlegung lehren somit inwiefern die Bedingungen für einen erheblicheren und umfassenderen Wasserverkehr dem Miocän nach Material und Aufbau, ganz abgesehen von nie fehlenden Spannungsrissen innerhalb der Masse, durchaus nicht in dem Maße mangeln, wie es dem flüchtigen Blick erscheinen mag.

Ist es die eigene Schwere zumal, der die Boden- (im weiteren Sinn) Wasser im Zug nach der Tiefe folgen, so stehen diesem doch mancherlei Kräfte, teils hemmend, teils fördernd zur Seite. Anziehung der Wasserteilchen unter sich wie zu den erwähnten starren und luftförmigen Körpern und Stoffen, Reibung, Lösung und Absorption und noch vielerlei andere physikalische und chemische Vorgänge für sich oder in ihrer Wechselwirkung wären da zu nennen. Menge und Richtung der absinkenden Wasser, d. h. jenes Überschusses, der durch die hemmenden Kräfte nicht zurückgehalten erscheint, wird vorweg bestimmt durch die innere Gestaltung des durchflossenen Mittels, hier die Größe und Verteilung der Gesteinslücken.

Fall-Wasserzug im Mineralwasserbereich.

Es ergibt sich sonach für das Miocän im ganzen zwar ein beschränkter, örtlich aber erheblicherer Wasserversitz. Dieser stellt die kürzeste gangbare Verbindung her zwischen den Niederschlags- oder überhaupt den Tag- und den erwähnten vielerorts erschlossenen Untergrund- oder Tiefenwassern innerhalb der lückigsten, d. i. grobsandig bis kiesigen Einschaltungen.

Wird hier die Speisung der tieferen ausgedehnteren Wasser-Nester oder -Lager mehr durch den Zufluß vom Hangenden her erklärt, so liegt dem die Überlegung zu Grunde, wonach (unbeachtet der vorhin gefolgerten allgemeinen Durchflußmöglichkeit) eine ununterbrochene Erstreckung der wasseraufammelnden Lagen auf die weiten Entfernungen bis zu ihrem endlichen Ausstreichen am Tag — insbesondere für die Vorstellung, daß gar von dieser Stelle erst und nur der Zufluß erfolge, wie zuweilen angenommen zu werden scheint — die Vorbedingung letzterer Annahme, die Einheitlichkeit des Wasserträgers, gar nicht besteht.

Träfe diese Annahme eines einheitlichen Wasserträgers dennoch zu, dann könnte die so beschränkte Ausstreichfläche unmöglich allein zur anhaltenden Füllung des mithin ungemein weit ausgedehnten zusammenhängenden Wasserbettes genügen. Würde aber hierzu ein entsprechend langer Zeitraum in Anspruch genommen, dann müßte bei spärlichem Ersatz und gehäufter Anzapfung durch Bohrbrunnen zunächst eine sehr merkbare gegenseitige Beeinflussung dieser Abflußstellen und ferner das rasche Nachlassen der Ergiebigkeit und baldiges Versiegen die Folge sein. Die Erfahrungen, die man in dieser Hinsicht im unteren Rottal, südlich bis in die Gegend von Simbach und nördlich bis nach Ortenburg hin, mit vielen Hunderten von Bohrbrunnen gesammelt hat, sprechen nicht für ein einheitliches Wasserbett. Einmal wurde das Wasser in sehr verschiedenen Tiefenlagen erschlossen und zum andernmal haben selbst dicht beieinander liegende und sehr ergiebige Bohrstellen keine nennenswerten Beziehungen zueinander ergeben. Einige der ergiebigsten Bohrbrunnen bestehen schon 10 und 20 Jahre ohne merkbare Änderung in der Schüttung. Das stellenweise Zurückgehen der Schüttung wird mehr auf Rückfall, Einschwemmung und Verstopfung des ungesicherten Bohrstrangs oder seitlichen Versitz innerhalb desselben, zurückgeführt, als auf Erschöpfung der Anzapfstelle.

Den gegebenen Tatsachen entsprechend bilden die als Wasserspeicher wirkenden Sande und Kiese kein ununterbrochenes Band in bestimmter Lage. Vielmehr sind sie absätzig und vorwaltend auf wechselnde Tiefen verteilt.

Mit diesen, durch die erwähnten Bohrungen im Gebiet der Rott erbrachten Feststellungen ist zugleich der Beweis für den hauptsächlich vom Hangenden her erfolgenden Zuzug gegeben. Ein seitlicher Zufluß von außen wäre schon meist deshalb ausgeschlossen, da diese Lagen auch bei denkbar längster, streichender Ausdehnung nicht zu Tag ausgehen würden. Wo dies dennoch stattfände, würde es gemeinhin am Gefälle fehlen, um diesen Zuflüssen irgend welche Bedeutung zu erteilen. Zu guter Letzt wäre in einem ausschließlich oder auch nur vorwaltend im Fortstreichen quarzsandiger oder kiesiger Lagen bewegten Wasser der nachgewiesene reiche mineralische Gehalt ganz unverständlich.

Hauptsächlichste Ergebnisse der Untersuchung im Gasfeld.

Unter Bezug auf die bisherigen Ausführungen soll im Anschluß versucht werden auf die Fragen: wie entstehen diese Wasser, welche Wege nehmen sie, eine angemessene, bezüglich der Örtlichkeiten bestimmter lautende Antwort zu finden.

Zu diesem Zweck erscheint es geboten, auf die Untersuchungsergebnisse an den erwähnten Bohrbrunnen in dem Landstrich von Ortenburg im Norden bis südlich von der Rott über Simbach hinaus zurückzukommen und auf die daselbst ermittelten Verhältnisse näher einzugehen. Fürs erste ergab sich die unerwartete Tatsache, daß füglich alle diese Wasser als „Schwefelwasser“ (selbstverständlich nicht in beschränkendem Sinne des „Deutschen Bäderbuches“) bezeichnet werden können. Denn es befindet sich kaum eines darunter, in welchem Schwefelwasserstoff völlig fehlen würde. Entweder ist dieser schon chemisch quantitativ nachweisbar und macht sich durch den Geruch bemerkbar oder sein Vorhandensein gibt sich allein durch Schwefelausscheidungen am Abfluß kund. Als stärkste Schwefelwasser erwiesen sich jene bei Bad Höhenstadt und dem 6 km südöstlicher gelegenen Sulzbach. Die Verbindungslinie beider Orte mag auch die Richtung andeuten, in welcher die zahlreichsten und stärksten Schwefelwasser auftreten. Über diese Linie und die genannten Hauptfundpunkte hinaus verschwächt sich dieser Gehalt sehr merklich, um namentlich in den südlichsten Brunnen bei Simbach und Marktl nur mehr in sehr spärlichen Mengen nachweisbar zu sein. Hierzu sei aber gleich ergänzend bemerkt, daß die Aufschluß- und zugleich Fund-Tiefe (da männiglich die Bohrungen eingestellt wurden, sobald sie fündig geworden) der Bohrbrunnen im Norden sich nur zwischen 10 und etwa 60 m bewegt, im Süden, nächst und in Simbach, aber bis über 250 m beträgt.

Die weitere, übersichtliche Gehaltsvergleiche an den Gaswasser-Bohrbrunnen im Untersuchungsfeld ergibt sodann folgendes: Die Rückstandsmengen sind durchweg größer als jene der benachbarten gewöhnlichen Brunnen und Quellen. Sie sind im ganzen am kleinsten in den seichteren, am größten in den tiefsterbohrten Wassern, zeigen aber keineswegs nach dieser Seite eine bestimmbar Gesetzmäßigkeit. Das Vorwalten der Alkalien gegenüber den alkalischen Erden wurde schon eingangs hervorgehoben, wie dem dort Gesagten nur wenig mehr beizufügen ist. Das Bemerkenswerteste wäre dieses: Der reichlichere Anteil der kohlensauren und sonstigen Alkalisalze am Gesamtückstand in den tieferen, gegenüber den weniger tiefen Brunnen; die erheblich geringeren Mengen der Erd-

alkalien, worunter namentlich der Kalk verstanden sein soll, im ersteren Fall; die großen Schwankungen, die gerade in diesem Gehalt sich ergeben, wenn auch im ganzen die seichteren Bohrungen die kalkreichsten Wasser erschlossen haben. Besondere Beachtung verdient ein weitverbreiteter Jod- und vermutlich ein ebenso häufiger Bromgehalt der erbohrten Wasser. So gut wie Schwefelwasserstoff, war auch Jod, weniger bestimmt das Brom, fast in allen untersuchten Gaswassern nachzuweisen. Der fehlende allgemeinere Nachweis von Brom kann aber auch darauf zurückgeführt werden, daß sich dieser Stoff in kleinsten Mengen eher der Feststellung entzieht als das Jod. Während bei einem Gehalt von $\frac{1}{2}$ mg im Liter und Verwendung von nur 5 ccm dieser Verdünnung, das Jod noch deutlich nachweisbar ist, will dies bei gleichen Probemengen mit viel erheblicherem Bromgehalt nicht gelingen. Wie oben von Schwefelwassern die Rede war, so kann nun mit gleichem Recht für die Gaswasser im Donau-Innwinkel die Bezeichnung „Jodwasser“ Anwendung finden. Die nachgewiesenen Jodmengen schwanken zwischen einem Bruchteil und mehreren Milligramm im Liter Wasser. Die tieferen Jodwasser zeigen gemeinhin die größeren Mengen, ohne daß auch hier zwischen Tiefenursprung und Gehaltsmenge feste Beziehungen beständen.

Hinsichtlich der Gasführung sei voraus bemerkt, daß die folgenden Angaben sich in der Mehrzahl nur auf Feldbestimmungen und Beobachtungen stützen können, die bei der großen Zahl der Objekte verhältnismäßig rasch ausgeführt werden mußten; doch dürfte dabei deren Endzweck, eine Übersicht für Art, Menge und Verteilung dieser Gehalte zu erlangen, immerhin erreicht worden sein. Fast alle erbohrten Wasser fließen, durch Auftrieb gehoben, frei aus. Ihr Gasgehalt verrät sich allenthalben durch bald großblasige, bald durch staubartig perlende, mehr oder minder deutlich sichtbare Entgasung. Da überdies für die weitverbreitete Erscheinung dieser erbohrten, vielfach — besonders anfangs — zu bedeutender Höhe, sichtlich unter Gastrieb schäumend aufsteigenden Springbrunnen oder -Quellen der Auftrieb durch hydrostatischen Druck kaum in einem Fall als wesentlich in Frage kommen kann, so wird man nicht fehlgehen, ebenso durchgängig in erster Linie den Gasdruck (auf den noch zurückzukommen sein wird) als Auftriebkraft für diese Wasser gelten zu lassen. Was Gasgehalt und Aufschlußtiefe betrifft, so bestehen zwischen beiden, wie bei den sonstigen Gehalten, keinerlei einfache Beziehungen, wengleich, wie leicht verständlich, gemeinhin die tieferen Wasser die gasreicheren sind. Die, soweit bekannt, gasreichsten Brunnen (in Markt und Reding je 230 und! 70 m tief) enthalten rund 6% der Schüttung freies und wassergebundenes (absorbiertes) Gas, mit der durchschnittlichen Zusammensetzung: 97,6 Volumprozent Methan, 1,7% Stickstoff, 0,5% Sauerstoff und 0,2% Kohlensäure. Von den 6 Prozenten Gas werden an beiden Orten etwa 4%, bei selbsttätiger Entgasung des Wassers, zu Leucht- und Heizzwecken verwendet. Das anscheinend gasreiche Schwefelwasser in Pilsweg (1 km NW von Bad Höhenstadt) stößt übrigens weniger als 1% der Schüttung großblasiges Gas aus. Seine Zusammensetzung (ohne Schwefelwasserstoffgas) ist angenähert folgende: 95 Volumprozent Methan, 4% Stickstoff, 0,5% Sauerstoff, 0,5% Kohlensäure.

Insoferne der vorwaltende Methangehalt aller irgendwie gasreicheren Bohrwasser dieser Gegend sich durch die Brennbarkeit des Gases verrät, erscheint der Schluß berechtigt zu sein, alles Gas der Bohrbrunnen, auch der gasarmen, als zum größten Teil aus leichtem Kohlenwasserstoff bestehend anzusehen, vermischt mit wenig Stickstoff, weniger Sauerstoff im Verhältnis zum Stickstoff

als sich dieser in normaler Luft findet und sodann bedeutend mehr Kohlensäure als in letzterer. Der geringe Anteil des Schwefelwasserstoffes an diesen Gasgemengen erhellt schon daraus, daß die stärksten Schwefelwasser des Gasfeldes höchstens 0,0006 Gewichts- oder 0,4 Volumprocente von dem genannten Gas (Schwefelwasserstoff) enthalten, die reaktionsschwächsten aber schwerlich mehr als den hundertsten Teil dieser Menge.

Bildung und Verlauf der Mineralwasser.

Bestimmter als die ungleichen Fundtiefen der gasbeladenen Mineralwasser spricht ihre, bei aller stofflichen Übereinstimmung — wie vorhin festgestellt wurde — anscheinend gesetzlose Verschiedenheit in den Einzelgehaltsmengen hauptsächlich gegen die gemeinsamere Abkunft aus nur einer Schichtlage.

Was über Entstehung und Fortleitung der Gatriebwasser im ostbayerischen Miocän gesagt werden kann, gestaltet sich nach dem Vorgebrachten etwa folgendermaßen. Bevor jedoch einzelne Phasen der Mineralisierung örtlich festzulegen sind, sollen die allgemeinen Vorbedingungen hierfür kurz berührt werden. Der Verlauf der Sickerwasser ist demnach so zu denken: Allmählicher meist vielgeteilter Versitz auf englückigem, bisweilen mehr geschlossener Lauf in weiterlückigem Gestein. Sammlung in den aufnahmefähigsten und zugleich ausgedehntesten Lagen. Der vielgewundene Weg geht quer durch Schichten, längs den Fugen, Rissen, Spalten, eben dort wo sich gerade der leichteste Abzug findet. Neben der Schwerkraft, die die Versitzwasser nach abwärts zieht, spielen Attraktion der starren Leitmittel durch Ansaugen, ebenso Gasspannungen und Entspannungen, insgemein bei Gasneubildung und Absorption gewiß keine geringe Rolle. In inniger Berührung oft mit den kleinsten Gesteinsteilen, gemischt mit etwa aufsteigenden Gasen, unter erhöhtem Druck und steigender Wärme, kurz, im bunten Wechselspiel verschiedenartiger Kräfte und Vorgänge vollzieht sich allgemach jene Anreicherung der Gehalte, wie sie sich nach dem Zutagetreten an diesen Wassern nachweisen läßt.

Zunächst werden die löslichen Salze aufgenommen. Die Alkalisalze, als die löslichsten, sind in den oberen Teufen jedenfalls nur mehr spärlich vertreten. Reichlicher in den dichten, schwerer durchtränkbareren sowie in den unteren, weniger der Auslaugung ausgesetzten Schichten. Beweis dessen der anwachsende Alkali-gehalt der zutiefst erschlossenen Wasser. Die Zersetzung der Alkalisilikate ist in den obersten Erdschichten, unter dem Einfluß von Sauerstoff, Kohlensäure und der organischen Welt, zwar sichtbar die größte. Mit zunehmender Tiefe kommen aber, wie eben bemerkt wurde, größerer Druck, höhere Wärme und vor allem die viel längere Dauer der Einwirkung auf die so viel größere Masse der durchsunkenen Erdschichten in Betracht. Es könnte somit schließlich fraglich scheinen, welcher der beiden Bodenabschnitte bei der Alkaliabgabe an die Wasser mehr beteiligt ist.

Die Erdalkalien (vorwiegend Kalk) werden erst mit dem Hinzutreten von Kohlensäure löslicher. Bei der oben gegebenen Übersicht der in Frage kommenden chemischen Vorgänge findet sich auch der Hinweis vor, wie gerade das ostbayerische Miocän als ein vorwiegend aus Grenzschichten von Festland- und Meeresablagerungen aufgebautes Gebiet, mit besonders reichlicher Einbettung organischer Reste bedacht sein dürfte. Soweit diese mehr als beständigere und weniger augenfällige bituminöse (Fette, Wachsarten u. dergl.) denn als kohlige gedacht werden, steht damit der Augenschein an den zu Tag liegenden und gebrachten Gesteinen

und der doch im ganzen nicht allzureichliche Kohlensäure- und Methangehalt der erschroteten Wasser im guten Einklang. Ebenso entspricht dieser Vorstellung, im Vergleich mit der oben gegebenen Aufeinanderfolge der Vorgänge bei der Gehaltsaufnahme, die Gasverteilung samt ihren Begleiterscheinungen. Die flacheren Bohrbrunnen zeigen mehr freie Kohlensäure, sie sind die kalkreichsten. Die tieferen Wasser, in Abschnitten vorwiegender Reduktionsvorgänge, sind die methanreichsten. Die Sulfidalkalien sind in ihnen zum größten Teil schon in kohlen-saure umgewandelt. Der freie Schwefelwasserstoff verschwindet daher fast ganz, im Gegensatz zu den seichter erbohrten Wassern mit noch reichlichem sulfidischem Gehalt. Die Kalkarmut der Tiefenwasser läßt sich daher zurückführen auf: Anwachsen der Alkalikarbonate, Verbrauch der Kohlensäure zur Bildung dieser, Zersetzung und Ausfällung des kohlen-sauren Kalkes oder Abnahme der Kohlensäurebildung selbst.

Die Bedeutung der organischen Substanz für die Mineralisierung dieser Wasser ist mit Nennung solcher Verbindungen, die mit ihrem Zerfall in nächster Beziehung stehen und zugleich untrügliche Zeugen für ihr tatsächliches Vorhandensein bilden, wie Kohlensäure, Methan, Ammoniak, die Sulfide und die kohlen-sauren Alkalien, keineswegs erschöpft. Bei den geringen Mengen Jod, die das Meerwasser und seine Salze enthalten, läge es vielmehr näher, dessen Abkunft auf Reste jodaufspeichernder Algen oder jener Tiere zu beziehen, denen diese als Nahrung dienen.

Die größte Bedeutung in genannter Hinsicht erlangen aber die organischen Reste nicht bloß als Ausgangsmaterial für mancherlei mineralische Stoffe und die aufgenommenen und mitgeführten Gase. Ihre natürliche in den Schichten mannigfaltig verteilte Vergasung schafft vielmehr erst den Antrieb zu jenem ausgreifenden, nie ruhenden Ausgleich, der die oft betonte, unverkennbare stoffliche Einheitlichkeit, das Ineinanderfließen der Gehalte in den vordem mehr getrennten Wasserbetten bedingt, der endlich ebenso das Wasser der Tiefe ans Tageslicht hebt.

Die im ganzen normale Lagerung der nächst beteiligten Schichten läßt den Gedanken an besondere Äußerungen des hydrostatischen Druckes wohl kaum aufkommen. Dagegen leitet die oft beobachtete Gasausscheidung zu einer ungewungenen Erklärung. Würde als naheliegender Einwand alsbald auf das Mißverhältnis von entbundenem Gas und Menge des gehobenen Wassers hingewiesen, dann diene dem zur Antwort, wie vorerst kein Zweifel darüber besteht, daß eben entbundene Gase nur eine ihrem Volumen entsprechende Menge Wasser verdrängen, d. h. nach oben heben können.

So spricht auch der Schwall, mit dem mancher Bohrbrunnen, trotz dürftiger Entgasung, ausströmt, deutlich genug von einer außer ihr wirksamen Antriebskraft. Diese kann, bei vergeblicher Umschau nach irgend einer anderen möglichen Ursache, den gegebenen Umständen nach, wesentlich nur von dauernd stark gepreßten Gasen ausgehen, die durch stetige Gasneubildung oder anhaltendem Ersatz aus weiterer Tiefe in gleicher Stärke erhalten bleiben. Solche Gasherde oder besser Gaskissen (da die Anhäufungen weder an den Ursprung gebunden sind, noch der Schichtenaufbau ihre räumlich weitausgedehnte, ungeteilte Erstreckung gestattet; siehe das bezüglich der Wasserbetten Gesagte) übertragen den Druck, dem sie ausgesetzt sind und der hauptsächlich durch Gasnachschiebung, lastenden Wasserdruck und etwaige (auch aus chemischen Vorgängen stammende) Wärmezunahme zustande kommt, nach Art der Windkessel (im Heronsball, der Feuerspritze u. dergl.) auf

die angrenzende Wasserfläche.¹⁾ Die hinlänglich raumbietenden Sand- und Kieslager oder -linsen begünstigen wie die Ansammlung der Wasser so jedenfalls auch solche der Gase. Ebenso wird die von den Gaskissen ausgehende Bewegung des Wassers, schon der verminderten Reibung wegen, zunächst im Schichtstreichen und dem dieser Richtung benachbarten gröber lückigen Ablagerungen folgen, bis es im allmählichen Höhergehen auf natürlichen oder im raschen Aufsteigen an künstlich geschaffenen Wegen endlich zu Tage tritt oder ohne Zutagetreten sich allmählich in den Nebenschichten verliert.

Was die Gesamtmenge der freien Gase anbelangt, die im günstigsten Fall am Austritt der Mineralwasser zu beobachten wäre, so setzt sich diese zusammen aus dem Überschuß der vom Beginn der Aufwärtsbewegung an unverbunden gebliebenen und den auf den weiteren Wegen unter Druckentlastung oder sonstwie frei gewordenen Gasen. Bei dem Bestreben der Gase aufzusteigen und jenem der Wasser abzusinken ist innerhalb der geschlossenen Wasserzüge in geeigneter Lage alsbald eine räumliche Scheidung beider anzunehmen. Sie wird sich um so leichter vollziehen, je mehr die Fließrichtung von der lotrechten abweicht. Eine weitergehende Trennung von freien Gasen und dem Mineralwasser kann sodann eingeleitet sein, wenn erstere durch mechanische Hindernisse wie durch Haften an den berührten Gesteinsflächen zurückgehalten werden. Solchermaßen entstandene kleinere und kleinste Gaskissen, teils festgelegt, teils verzögert dem anliegenden Hauptwasserstrom folgend, geben dann leicht Anlaß zu bleibendem Gasverlust: nachdrängende ungesättigte Versitzwasser nehmen sie auf, oder sie gelangen, nach dem Entweichen auf Rissen und Spalten, ins Freie. — Alle diese angedeuteten möglichen Vorgänge, die in Wirklichkeit sich jedenfalls ungemein abwechslungsreich gestalten können, sollen nur einer annähernden Erklärung vorliegender Tatsachen dienen. Ihr Sinn läßt sich unter anderem in die Worte fassen: Geringe Mengen freier Gase am Ausgang eines Mineralwassers geben kein Maß ab für den Anteil der Luftarten an deren Hebung. Gleichweise erklärt sich das Aufsteigen zahlreicher, allem äußeren Anschein nach gasarmen Quellen, deren Austritt weder nach geologischer noch orographischer Lage auf lastendem Wasserdruck beruhen kann, wohl aber auf Gasdruck.

Das hydrologische Verhalten des niederbayerischen Miocäns an sich, ebenso die Verteilung der innerhalb oder randlich seiner Verbreitung entspringenden Mineralwasser, namentlich aber der Vergleich ihrer Gehalte, lehren inwiefern weder die Herkunft des Wassers noch weniger die ihrer besonderen Bestandteile nur auf eine Schichtlage oder einen bestimmten Horizont beschränkt sein kann. Die vorliegenden Tatsachen begründen vielmehr die Vorstellung einer vorwiegend regellosen, vielgestaltigen und abwechslungsreichen Verteilung der umfangreicheren Wasseransammlungen in den hierzu geeigneten Gesteinslagen, die weiter nur

¹⁾ Die Spannung der Triebgase regelt sich jedenfalls nach der jeweils zu leistenden Arbeit. Bei wenig gehinderter Verbindung mit der Erdoberfläche besteht diese Arbeit zumeist in der Hebung der im Aufstiegwege vorgelagerten Wassermasse. Gaswasserquellen mit vorwiegendem Zufluß auf Spalten lassen sich demnach ohne besondere Änderung im Bestand nur wenig über die gewöhnliche Ausflußhöhe aufstauen. Äußert sich doch schon eine Änderung im Luftdruck auf diese Art von Quellen. Gasspannung und geforderte Arbeit stehen hier in labilem (Kipp-) Gleichgewicht. — Der größere, anhaltende Trieb mancher der behandelten Wasser weist dann eben auf die größeren Widerstände in der Tiefe hin, die Anlaß gaben zur Aufspeicherung von bedeutenderen Energiemengen, als es das bloße Zutagelassen der Wasser erfordert.

lose durch solche allgemeinere, d. i. geringere Durchlässigkeit miteinander verbunden sind. Die Aufnahme der verschiedenen Gehalte bleibt hierbei trotzdem auf bestimmte Örtlichkeiten ihres Vorkommens oder ihrer Bildung gebunden. Die ausgesprochen ungleiche, aber nie völlig fehlende Durchlässigkeit der Schichten ermöglicht jedoch schon einen gewissen Ausgleich, das erwähnte Ineinanderfließen der gelösten Stoffe. Dieser Vorgang wird dann zunächst unter der Einwirkung der gespannten Begleitgase zu jenem Abschluß gebracht, wie er in der wiederholt betonten auffälligen Gleichartigkeit im Gehalte der untersuchten Tiefenwasser vorliegt. Die Gase stellen demnach nicht bloß die beweglichsten Bestandteile dieser Wasser dar, sie müssen geradezu als das eigentliche Lebelement jener Tiefenwasser gelten. Ausdehnung (Tension, Expansion) wie Aufsaugung (Absorption) sind die mächtigen Hebel, die die gasdurchsetzten Wasser in ständiger Bewegung halten, die an ihrer Mischung und Mengung den tätigsten Anteil haben.

Nach Vorbedingung wie nach Befund entstehen und sammeln sich Kohlensäure und Schwefelwasserstoff mehr in den hangenden, das Methan in den liegenden vom Mineralwasser durchzogenen Strecken. Da die Ausbreitung der Gase auf dieselben Gesteinstücken angewiesen ist, denen die Wasser folgen, so schließen sich ihre Bewegungen und Ansammlungen jedenfalls aufs engste an die des Wassers an. Die oft spärlicher vertretenen, dabei sehr bindungsfähigen erstgenannten Gase verlieren leicht ihre Selbständigkeit, werden vom Wasser aufgenommen oder in neue Verbindungen übergeführt. Anders das Methan. Seine verhältnismäßig geringe Aufnahme durch Wasser (unter gleichen Bedingungen absorbieren 100 Teile Wasser: 100 Teile Kohlensäure, rund 300 Teile Schwefelwasserstoff und nur etwa 3 Teile Methan) und noch geringere von Salzlösungen, im Verein mit einem sehr indifferenten chemischen Verhalten, befähigen gerade das Methan in hohem Grade in der unterirdischen Wasserbewegung, wie im gegebenen Fall, eine hervorragende Rolle zu spielen. Das vorwaltende Auftreten in den tieferen Schichten kann dabei sowohl auf einer Anreicherung an organischen Stoffen, wie auf günstigeren Bedingungen für deren Methan-Gärung beruhen. Diese sind mit steigender Wärme, dem höheren Druck und dem Vorhandensein bestimmter Salze augenscheinlich gegeben. Der reichlicheren Methanentwicklung wird alsbald die Sättigung der umgebenden Wasser folgen, die zu stetig anwachsenden Mengen von freiem Gas überleiten. Die Anhäufung von freien Gasen beruht weiters nicht allein auf Neubildung oder Nachschub aus entfernterem Ursprung. Wärme und Druckänderungen, auch das bloße erzwungene Durchströmen dichter Mittel kann zu teilweiser Entgasung führen.

Auf diese Weise bilden sich vielfältig verteilte, unter zunehmendem Druck stehende Gasansammlungen. Ihr vereinter Andrang überwindet schließlich die Last der umgebenden Wasser und es setzt jene Umkehr der Wasserbewegung ein, in welcher nicht mehr das Gas dem Lauf des Wassers folgt, vielmehr der Antrieb der Gase die Bewegung des Wassers beherrscht. Gelegentlich wurde die im ganzen wenigst gehinderte Bewegung des Wassers (insofern nicht ausgedehntere Querbrüche und Spalten die Verbindung von Schicht zu Schicht gangbarer gestalten) längs der Schichtverbände hervorgehoben. Nächst und längs diesen Flächen wechselt zudem das ursprüngliche Gefüge hinsichtlich der Wasserleitfähigkeit am wenigsten. Nachträgliche Auslaugung, auch Lockerung durch Bewegungsvorgänge (Risse, Spalten und Spältchen) können dieses Gefüge im Sinne der Durchlässigkeit

nicht unwesentlich geeigneter machen. Gleichweise deutet die Anlagerungsfläche als nachherige allenfallsige Ablösungsfläche (nach der Verwitterung) und Trennungsebene, bei künstlicher Spaltung, auf mindere Festigkeit und Dichte hin. — Ganz besondere Bedeutung gewinnt das besprochene Verhalten für die durch Gase bewegten Wasser. Hier wäre zunächst Antrieb und Auftrieb (= archimedischer Auftrieb = Auftrieb durch entbundene Gase) zu unterscheiden. Der Antrieb geht von stehenden, der Auftrieb von freibewegten, fließenden Gasen aus. Da der Antrieb von Preßgas-Kissen her sich allseitig geltend macht, so ist die Richtung der durch ihn fortbewegten Wasser nur vom Verlauf der geringsten Widerstände allein abhängig. Demnach ist es verständlich, wenn die unter starkem Gasantrieb fortbewegten Mineralwasser sich vorwiegend an, im Streichen aneinander geschlossene, leitfähigste Schichteinschaltungen halten. Daraus erklärt sich ebenso das Einhalten gewissermaßen von Mineralisierungshorizonten, wie gleichfalls ihre scheinbare Unerschöpflichkeit. (Siehe das Verhalten der Bohrbrunnen. Sie sind meist ergiebig, nachhaltig und erweisen sich selbst bei engem Stand als wenig voneinander abhängig; dabei führen sie übrigens ungleiche Gehaltsmengen.) Bietet die Über- wie Unterlagerung keine geeignete Ableitung, so werden die Gasdruckwasser so lange im Schichtstreichen fortbewegt, bis die auf sie übertragene Energie durch die Fließhindernisse (Reibung u. s. w.) aufgezehrt ist. Mit dem Nachlassen des Antriebdruckes sind jedoch die Bedingungen einer Entgasung der vorher als gasgesättigt anzunehmenden Wasser gegeben. Der zunehmende Auftrieb der freigegebenen Gase gesellt sich nun zu dem jeweils verbliebenen Antrieb, bis zuletzt nur mehr der Auftrieb herrscht. Fehlen wegsamere natürliche Austrittsbahnen, wie im Innern der niederbayerischen Miocänverbreitung, so fehlen auch die natürlich zu Tage tretenden Tiefenwasser. Erst mit der Nähe der Ablagerungsgrenzen und Störungszonen treten Mineralwasserbereiche näher an die Oberfläche heran und verraten sich hier wenigstens in deutlicheren Spuren (Gasfeld an der Rott). Vollends das spaltendurchsetzte Randgebiet an der Donau gewährt geschlosseneren Mineralwasserzügen einen meist natürlichen, weniger hemmenden Ausweg (Gögging, Abach u. s. f.).

Den vorliegenden Erörterungen entsprechend kann als das Wesentlichste im Werden und Wandern der behandelten Wasser nun folgendes gelten. Die im Absinken allgemach, unter entsprechenden Bedingungen und in der gegebenen Folge, an Mineralstoffen und Gasen angereicherten Sickerwasser sammeln sich in den lückigsten, mehr im Streichen, jedoch absätzig angeordneten Schichteinlagerungen. Die in verschiedenen Höhenlagen aneinander gereihten wechselnd umfangreichen Wasserbetten geben dann zugleich Gelegenheit zur Ansammlung größerer Mengen freier Gase.

Diese können teils durch ansteigende Wärme wieder entbundene, teils neugebildete oder aus größerer Tiefe beigeleitete sein. Sie üben alsbald jenen Antrieb auf die umgebenden Wasser aus, der sie in der Richtung der kleinsten Widerstände in Bewegung zu setzen sucht. Diese liegen erfahrungsgemäß mehr längs und nahe den Anlagerungsflächen, sowohl innerhalb der engeren Schichtverbände, als in jenen zu den benachbart gelagerten Formationen. Vornehmlich die gasgesättigten und nachher gasbewegten Wasser folgen demnach zunächst gerade diesen, der Haupttrichtung von Niederzug und Auftrieb abgewendeten Leit-Lagen und -Flächen und fördern damit jenen Ausgleich der Gehalte, der sich besonders nach dieser Seite hin geltend macht. — Neben einer gewissen Einheit-

lichkeit im Aufbau hat das besprochene hydrologische Verhalten des niederbayerischen Miocäns einen Hauptanteil an der ausgesprochenen Gleichartigkeit der Gehalte seiner Tiefenwasser.

Unter tätiger Mitwirkung der Gase muß von alters her ein reger Austausch, namentlich der beständigeren mineralischen Verbindungen, vorwiegend längs der Schichten, doch auch quer zu ihnen stattgefunden haben. Die heutzutage fast unverändert bleibenden Gehalte an den einzelnen Ergußstellen, in Gegenüberstellung zu den Unterschieden, die sich bei Vergleich eng benachbarter Mineralquellen oft ergeben, zeigen aber deutlich genug, daß der vorbesprochene Ausgleich, obwohl er seit langer Zeit und auf weite Entfernung hin wirksam zu denken ist, dennoch für kürzere Zeiträume kaum in Betracht kommt. Demnach läßt sich sagen: das Gemeinsame der Tiefenwasser stammt aus Vorgängen, die nach Zeit und Raum weit auseinander liegen. Ihre Besonderheit aber ist nach Raum und Zeit an enge Grenzen gebunden. Die besonderen Bezugsbereiche der einzelnen Mineralwasserergüsse haben daher als mehr oder minder abgeschlossene hydrologische Einheiten zu gelten.

So finden sich die am meisten Methan- oder Schwefelwasserstoff-führenden Wasser im Donau-Inn-Winkel auf eine bestimmte Feldverbreitung beschränkt und auf unterscheidbare Tiefen verteilt.¹⁾ Ihre Ansammlung ist durch die gehäufteren gröberen Gesteinseinlagerungen ermöglicht, was nicht ohne Beziehung zu mehreren nahen Hauptablagerungsgrenzen steht: Festlands- zu Meeres-Miocän und beide zu älteren Schichtreihen. Die Gehaltsbesonderheit wird nicht zuletzt von der Zersetzung und Vergasung reichlich eingestreuter organischer Reste bedingt. Wobei die durch die Tiefenunterschiede gegebenen ungleichen Bedingungen für die chemischen und auch biologischen (Bakterien?) Vorgänge einen Hauptgrund bilden mögen für den dort nachgewiesenen Gehaltswechsel. Eine an sich wenig leitende Decklage (dünn-schichtige feinsandige Mergel) mit ihrem Sickerwasserverschluß hält die örtlich unter großer Gasspannung stehenden Mineralwasser eingeschlossen. Da allem Anschein nach weitere, klaffende, aufwärts führende Austritts- und Entspannungsspalten fehlen, so verliert sich Gas und Wasser, dem Überdruck folgend, in feinsten Zerstreuung in den Sickerwassern und von ihnen freigelassenen Hohlräumen der umsäumenden Schichten. Dies gilt so gut für den hangenden wie für den seitlichen Abschluß. Nur im Bereich der Hauptansammlung treten die nun erbohrten Tiefenwasser selbsttätig zu Tage. Ähnliche geologische Verhältnisse wie im Osten herrschen am nordwestlichen niederbayerischen Donaurand, namentlich an den Austrittsstellen der dortigen Schwefelquellen selbst. Zwar tritt das marine Miocän hier nicht zu Tage und zeigen demnach die Wasser mehr die Merkmale der oberen Teufe an der Rott: die der ausgesprochen alkalisch-muriatischen Schwefelwasser mit mehr Kohlensäure und meist nur spurweise vertretenem Methan. Dem entsprechend ist auch der Jod-

¹⁾ Dabei zeigen die einzelnen, oft nur einige hundert oder noch weniger Meter voneinander abliegenden, reichlich schüttdenden Bohrbrunnen deutliche Unterschiede im Verhalten und Bestand. Da diese Unterschiede aus einer einfachen Mischung von Sickerwasser mit verschiedenen Mengen Mineralwasser gleicher Zusammensetzung, d. i. aus einem und demselben großen Behälter, nicht zu erklären ist, so muß jedem dieser Wasser ein besonderer Bezugsbereich für diese Tiefenwasser zugesprochen werden. Daß dann diese Sonderbereiche so naher Quellen vielfach ineinander übergreifen werden, d. h. gemeinsame Teile besitzen können, ist klar, aber decken können sich diese Bereiche nach den obigen Feststellungen nicht. Es lehrt dieses Beispiel, wie in einem sehr ergiebigen Mineralwassergebiet, wie in dem vorliegenden auch ganz nahe Anzapfstellen nur in einem sehr losen Zusammenhang und Abhängigkeitsverhältnis zueinander zu stehen brauchen.

gehalt nur gering. An der in Betracht kommenden Donaulinie stoßen nun ebenfalls verschiedene Schichtreihen in Überlagerung und Endigung nahe aneinander. Das nach dem Rand sich verschwächende Miocän bietet an sich, wie im Verlauf seiner Auflagerungsfläche dem aufwärts drängenden Mineralwasser günstige Wege zum allmählichen Aufsteigen, bis es an die vermöge ihrer Starrheit und infolge von Bewegungsvorgängen brüchig zerstückelten Sandsteine und Kalkfelsen der Kreide- und Juraschichten stößt, um hier in den unverschlossen gebliebenen Sprüngen und Spalten dann den freiesten Austritt zu finden, wie das Beispiel von Abensberg lehrt.

Die Jodquelle bei Künzing wird aber ihrem Methanreichtum und größeren Jodgehalt nach den tieferen miocänen Mineralwassern, wie sie sonst im Gebiete zwischen Donau und Inn bekannt sind, zuzuzählen sein. Sie tritt gleich diesen nicht ins anschließende ältere Randgebirge ein, das in beiden Fällen als Urgebirge augenscheinlich nicht jene geeigneten Ableitwege bietet, wie Jura und Kreide nahe Abensberg.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Die Schwefelquelle in Gögging	193
Allgemeine orographische und geologische Lage der Quelle	193
Verhalten und Gehalt der Quelle	193
Mögliche Herkunft und Bildungsweise der Quelle	194
Sonstige Schwefelquellen nächst dem Donaurand	195
Übereinstimmung im Gehalt	195
Ursprung der Gehalte	196
Grundlagen des Wasserverkehrs	197
Fall-Wasserzug im Mineralwasserbereich	198
Hauptsächliche Ergebnisse der Untersuchung im Gasfeld	199
Bildung und Verlauf der Mineralwasser	201
