

DAS VORKOMMEN VON ERDÖL UND
ERDGAS, VON JOD- UND
SCHWEFELWASSER
IM SÜDLICHEN BAYERN

VON

K. A. WEITHOFER

SONDERDRUCK AUS DER
ZEITSCHRIFT DER DEUTSCHEN GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
BAND 87, JAHRGANG 1935, HEFT 3

**Das Vorkommen von Erdöl und Erdgas, von Jod- und
Schwefelwasser im südlichen Bayern**

Von K. A. WEITHOFER, München.

Quellen der genannten Art kommen in Südbayern in drei Zonen vor, die parallel mit den Alpen sich von West nach Ost erstrecken: Einmal der äußerste Nordrand der Alpen selbst, aus oberostalpinem Flysch und helvetischen Deckenresten bestehend; dann der diesen vorgelagerte schmale, beiderseits von tiefgreifenden Störungsflächen begrenzte Streifen von oligozäner Molasse; und endlich das gegen Norden vorliegende, bis zum Abbruchrand des Frankenjura reichende, flach gelagerte miozäne Vorland des oberen Donaubeckens.

Alle drei sind von ganz wesentlich verschiedenem Bau, so daß die erwähnten Quellen unter den abweichendsten Verhältnissen des Untergrundes zutage treten:

Von dem Flysch und Helvetikum des Alpenrandes wird nach der heutigen Deckenlehre angenommen, daß sie sich in zwei getrennten Urgebirgswannen abgelagert haben, und dann gegen Norden zu in weitgehendster Weise aufeinander und durcheinander geschoben wurden.

Daß das gleiche krystalline Urgestein auch unmittelbar unter dem oligozänen Streifen vermutet werden kann, wurde schon bei mehrfachen Gelegenheiten ausführlich dargetan¹⁾; ebenso, daß das Mitteloligozän wahrscheinlich direkt auf diesem von der böhmischen Masse her als Unter-

¹⁾ K. A. WEITHOFER: Die oligozänen Ablagerungen Oberbayerns. Mitt. geol. Ges. Wien, **10**, 1917, S. 119. — Derselbe: Molasse und Alpenrand III. Die tektonischen Bewegungen und deren Ausmaße in der oberbayerischen Molasse. — Centralbl. Min. 1934, B, Nr. 9, S. 360.

grund herüberstreichendem Urgestein abgelagert und später, am Ausgang des Miozäns, durch die schiebende Wirkung der genannten Decken stark gefaltet und zusammengeschoben wurde. Es folgt daraus zwangsläufig, daß diese Deckenteile sich nunmehr auf dem ehemaligen Ablagerungsraum und daher der krystallinen Unterlage der oligozänen Molasse befinden müssen.

Von dem oberdanubischen Becken kennt man von älteren Schichten fast nur das Miozän als Oberflächensediment. Was hier unter dem Miozän liegt, davon ist kaum etwas bekannt, ebenso wie die Grundlage selbst.

Südlich des großen Donau-Abbruches liegt in der Tiefe wohl die Fortsetzung des Krystallins der böhmischen Masse, zunächst jedoch noch überlagert von den gleichen Gesteinen des schwäbisch-fränkischen Mesozoikums nördlich davon, darüber dann das Miozän. So deuten dies wenigstens direkt die zwei Bohrungen im Norden der Donau bei Straubing, in der unmittelbaren Nachbarschaft des Abbruchrandes, an. Wie weit diese niedergebrosenen Schichten des Frankenjura unter dem Tertiär noch nach Süden gehen, ist unbekannt. Jedenfalls wird irgendwo im Untergrunde gegen Süden zu die krystalline Unterlage sich heben, und die genannten Sedimente der germanischen Fazies daran als Südufer abstoßen. Ein solcher Urgebirgswall (GÜMBEL's vindelizischer Rücken)²⁾ hat wohl immer letztere von der alpinen Fazies trennen müssen. Die miozäne Überlagerung darüber streicht vom Donau-Bruchrand bis zur Überschiebung der oligozänen Molasse im Süden durch. —

I. Quellen des alpinen Randgebietes

1. Wiessee am Tegernsee: Unter den in diesem Gebiete auftretenden Erdöl- und Mineralwasser-(insbes. J- und S-)quellen sind zunächst die Vorkommen vom Tegernsee und von Tölz bis heute weitaus die wichtigsten.

Bekannt ist da von altersher das S. Quirinus-Öl vom Tegernsee, das am Westufer in der Nähe des Finner- und Rohbogner-Hofes ausfloß³⁾. Da auch mehrere Bohrungen in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts keine ausreichenden Ölmengen antrafen, wurde schon vor längerer Zeit südlich davon, bei Wiessee, mit größeren Mitteln Bohrversuche angestellt, die zwar letzten Endes auch keine bleibende Ölproduktion hervorriefen, durch ihre Entdeckung eines hochwertigen, schwefelhaltigen und gasreichen (zumeist CH₄), besonders aber jodführenden Mineralwassers zur Begründung des rasch aufblühenden Jod- und Schwefel-Bades Wiessee führten⁴⁾.

Von diesen 11 Bohrungen (9 davon 500—1142 m tief) brachten die meisten zwar Ölsuren (nur Nr. 1 bei 501 m einen „starken Ölausbruch“

²⁾ W. v. GÜMBEL: Geologie von Bayern. II. Bd., 1894, S. 266.

³⁾ W. v. GÜMBEL, a. a. O., S. 170. — Derselbe: Bayerisches Alpengebirge, 1861, S. 636. — W. FINK: Der Flysch im Tegernseer Gebiete usw. — Geogn. Jahresh. 16, 1903, S. 77. — K. BODEN: Geolog. Wanderbuch f. d. Bayer. Alpen, 1930, S. 106 ff.

⁴⁾ B. FÖRSTER und K. OEBBEKE: Tiefbohrungen am Tegernsee. — Geogn. Jahresh. 35, 1922, S. 83.

aus Seewenschichten, und Nr. 4 bei 566 m einen „Öl- und Wasserausbruch bis über den Bohrturm“ ebenfalls aus Seewenschichten), wirtschaftlich letzten Endes allerdings unzureichend, und 5 derselben erhebliche Jod- und Schwefelwassermengen.

Sie waren über 4 km südlich der großen alpinen Grenzstörung gegen die oligozäne Molasse im Flysch angeschlagen und schlossen zu oberst eine Serie von dunkeln Schiefen und Kieselkalk auf, die dem Kieselkalk-Flysch entsprechen, dann bei etwa 500 m eine 30—90 m mächtige Konglomeratzone, die nach heutiger Auffassung den Überschiebungsdetritus der Flyschdecke über das Helvetikum darstellen, welch letzteres oben aus Seewenschichten (Leistmergel) bestand, und darunter in drei Bohrungen noch eine Glaukonitknollenzone des Gault aufschloß.

Nach OEBBEKE wurde das Erdöl hier nicht im Flysch, wie nach den bisherigen Erfahrungen zu vermuten gewesen wäre, sondern im oberen Teil der Seewen-Mergel oder im unteren Teil der Konglomeratzone angetroffen. Im Gault wurde bisher noch kein Öl gefunden.

Das J- und S-haltige Salzwasser wurde erst unterhalb des Ölhorizontes, aber noch in den Seewenschichten erhohrt, und zwar hauptsächlich im Bohrloch 3 bei 668 m, und beim Weiterbohren auch noch bei 698,5 und 713,8 m. —

Die Analyse dieses Mineralwassers ergab nach FRESSENIUS⁵⁾ in g auf 1 kg Wasser, bei der König Ludwigsquelle (bei der Wilhelminenquelle finden sich nur unbedeutende Abweichungen):

Unter den Kationen:		% der Trocken- substanz
K-Ion	0,01799 g	0,549
Na „	4,802 g	36,2
Ca „	0,00378 g	0,028
Mg „	0,00597 g	0,045
Unter den Anionen:		
Cl-Ion	5,847 g	44,2
Br „	0,05756 g	0,426
I „	0,03464 g	0,261
SO ₄ „	0,00411 g	0,031
HCO ₃ -Ion	2,280 g	17,16
HS-Ion	0,1205 g	0,90
	13,26 g	
HBO ₂ (Meta)	0,2054 g	99,36
H ₂ SiO ₃ „	0,0195 g	
	13,48 g	
freier H ₂ S	0,00489 g	
	13,49 g	

Der besseren Vergleichung der Mineralwasser wegen wurde hier und im folgenden, wie häufig geübt, auch der %-Anteil der Trockensubstanz bei-

⁵⁾ L. FRESSENIUS u. R. FRESSENIUS: Untersuchung usw. der Heilquellen bei Wiesbaden. Wiesbaden 1932.

gesetzt, da dadurch die Charakteristik des Wassers besser zum Ausdruck kommt.

Wir haben daher ein alkalisch-muriatisches Mineralwasser vor uns mit hohem Jod- und Schwefel-Gehalt und beachtenswerter Gasführung, diese nach FRESSENIUS (a. a. O. S. 4) im wesentlichen aus Methan bestehend, das nach ihm auch zum Betriebe der Pumpen benutzt wird.

Die Temperatur der König Ludwigsquelle beträgt 26° C, bei 10° C Außentemperatur, jene der Wilhelminenquelle 17° C, bei 8,5° C Außentemperatur. Daraus auf die Tiefe des Quellenherdes oder auf die geothermische Tiefenstufe ohne weiteres schließen zu wollen, wäre wohl unangebracht, da verschiedene Momente, wie z. B. Zufluß von kühlerem Wasser höherer Erdschichten od. dergl., unbekannt sind, wie die angeführte Temperaturdifferenz dies auch dartut.

Das Mineralwasser ist hier zufälligerweise erst durch Bohrungen auf Erdöl, deren Anschlagpunkte nur wenige Meter über dem Tegernsee gelegen sind, in etwa 650—700 m, stellenweise sogar über 800 m Tiefe erschlossen worden. Nach dem Anschlag floß es infolge der gespannten Gase zunächst über, sprudelte eine Zeitlang intermittierend, und wird in letzter Zeit, wie FRESSENIUS andeutet, gepumpt. Es hat daher an sich keinen artesischen Überdruck, was übrigens schon der starken Störungen des in Frage kommenden Gebirges wegen nicht wahrscheinlich ist.

In dem Gebirgsstock, in welchem unsere Quellen auftreten, erfolgt die Drainage, der oberflächliche Wasserentzug, im Osten durch den Taleinschnitt des Weißach-Tegernsee-Mangfall-Quertales mit einer Seehöhe des Tegernsees von 725 m, und im Westen durch das im Mittel bis etwa auf 670 m erodierte Isarquertal; im Norden liegt, als Zufluß der Isar, das Längstal der Gaißbach mit 700—800 m Seehöhe vorgeschaltet. Zur Charakteristik der Bodenwasserverhältnisse kommt jedoch noch hinzu, daß längs des Gaißbachtals in ost-westlicher Streichrichtung die große alpine Grenzstörungsfläche durchzieht und nördlich, an diese anschließend, die Tone und Tonmergel der unteren marinen Molasse mit Nordgefälle aus der Tiefe steil ansteigen, und bei ihrer Mächtigkeit von mehreren 100 Metern eine wasserundurchlässige Stauwehr bilden, die bis tief unter den Meeresspiegel herabreicht und wahrscheinlich sogar auf dem vindelizischen Krystallin abschließend aufrucht.

Ein Abfluß der Bodenwässer dem Gefälle nach gegen Norden dürfte daher nicht in Frage kommen. Übrigens liegt der Horizont des Austrittes des Mineralwassers und Erdöles am Tegernsee sogar immer noch rund 360 m unter der Hauptentwässerungsrinne dieses Gebietes, der Donau bei Regensburg (etwa 110 km entfernt), so daß er selbst in den Bereich des Standwassers der Donau tief hineinreicht⁶⁾, und dem Bodenwasser der dem Niveau-Unterschied entsprechenden etwa 360 m mächtigen Sedimentschicht durch den Widerstand des Gesteines auf die erwähnte große Entfernung kaum eine Bewegung zur Donau hin zulassen wird.

⁶⁾ Vergl. hierzu: K. A. WEITHOFER: Die Karlsbader Thermen und der Bergbau, nebst einigen allgem. Bemerkungen über Mineralquellen. N. Jb. Min., Beil., Bd. 70, B. 1933, S. 122 ff.

Wir haben es daher in Wiessee mit einem ausgesprochenen Tiefenstandwasser zu tun. Der Auftrieb beruht offenbar lediglich auf dem Gasinhalt desselben. In welcher Tiefe und wo es seine Mineralisation erhält, ist freilich unbekannt. Es scheint aber, wie oben schon angedeutet, daß es in bemerkenswerter Weise mit dem Auftreten des Erdöles in Verbindung zu bringen ist; durch seinen Kochsalz-, H_2S -, CH_4 - und J-Gehalt, aber auch durch die vorhandene außerordentliche Armut an Sulfaten kann es ganz bezeichnend als „Ölsalzwasser“ der Erdöllagerstätten angesprochen und damit vielleicht mit solchen in einen gewissen Zusammenhang gebracht werden⁷⁾.

Methan deutet jedenfalls auf die Anwesenheit irgendwelcher Bitumina. Salzwasser (bis Salzsoolen) sind die üblichen Begleiter von Erdöllagern, sie gehen ja auf eine gemeinsame Ursprungsstätte ihrer Bildung zurück („connate water“⁸⁾); das Ölsalzwasser wird direkt als fossiles Salzwasser bezeichnet. Auch das Fehlen oder der bemerkenswerte Mangel an Sulfaten ist für diese Wasser charakteristisch und aus der reduzierenden Wirkung der verschiedenen gasförmigen bis festen Kohlenwasserstoffe leicht erklärlich, wobei H_2S oder Sulfide entstehen. Jod und Brom finden sich ebenfalls als außerordentlich häufige Begleiter, da sie, wenn auch nur in geringsten Mengen, oft kaum nachweisbar, sich allgemein im Meerwasser finden, in größerer Menge (dann bisweilen sogar vorteilhaft gewinnbar) jedoch meist erst durch die speichernde Tätigkeit verschiedener Meeresorganismen auftreten⁹⁾. Es ist dadurch auch erklärlich, weshalb sie in marinen Sedimenten an sich nicht überall zu finden sind, sondern nur an einzelnen Stellen, wenn eben solche speichernde Pflanzen oder Tiere (Algen, Tange, Spongien, Korallen u. a.) in größerer Menge lokal vorkommen oder angehäuft wurden.

Über das Muttergestein unseres Erdöls herrschen ebenfalls verschiedene Meinungen. Daß es nach OEBBEKE (a. a. O.) aus dem oberen Teil der Seewenschichten oder dem unteren der darüber lagernden Konglomeratzone zum Vorschein kam, wurde schon angeführt; dabei kommen die Konglomerate ihrer erwähnten Genesis zufolge als Muttergestein gar nicht in Frage. Auch die Seewenschichten dürften als solches kaum herangezogen werden können, wie übrigens nach der heutigen Anschauung über die Bildung unseres Alpenrandes außer Flysch auch sonst keine Sedimente des Mesozoikums der oberostalpinen Decken, daher auch keine der bituminösen Schichten des Hauptdolomites nach GÜMBEL (1894). — Bleibt nur der Flysch, und zwar augenscheinlich in Gestalt seiner tieferen, der Kieselkalk-Schichten, oder

⁷⁾ Z. B. H. HÖFER: Das Erdöl und seine Verwandten. Braunschweig 1912, S. 180 ff. — L. MRAZEC: Les gisements de pétrole. Bukarest 1910; übersetzt im Organ d. Ver. d. Bohrtechniker. 18, 1911 (Beilage d. „Allg. österr. Chemiker- und Techn.-Ztg.“), S. 126. — Derselbe: Leçons sur les gisements de pétrole. Ann. min. Roumanie, 5, 1922 (Übers. v. Krejci in „Petrol.“, 22, 1926, S. 902). — E. BLUMER: Die Erdöllagerstätten und übrigen Kohlenwasserstoffvorkommen der Erdrinde. Stuttgart 1922, S. 73, S. 144 ff. — D. STUTZER: Die wichtigsten Lagerstätten d. „Nichterze“. 3, Erdöl, 1931, S. 258 ff. — W. WETZEL: Jod und Bor. In: Die wichtigsten Lagerstätten d. „Nichterze“, Bd. 5, 1933, S. 203; u. a.

⁸⁾ A. W. GRABAU: Principles of stratigraphy. N. Y. 1913, S. 138.

⁹⁾ FR. BEHREND u. GG. BERG: Chemische Geologie. 1927, S. 8, 30, 316. — TH. v. FELLENBACH: Das Vorkommen usw. des Jods. — Ergebn. d. Physiol., 25 1926, S. 227 ff.

höchstens noch die Nummulitenschichten des Helvetikums: Allerdings sind letztere in den Wiesseer Bohrungen bisher nirgends durchfahren worden; allein sie kommen in geringer Entfernung als Bestandteile der helvetischen Schichten bei Marienstein, besonders aber bei Tölz bis Enzenau in reichlicher Ausdehnung vor, übrigens auch westlich des Tegernsees. 1861 läßt GÜMBEL unser Tegernseer Erdöl, im Gegensatz zu seiner oben angeführten späteren Anschauung, den „unter und neben dem Flysch gelagerten Nummulitenschichten entstammen“, zumal auch „am Grünten sowohl als am Kressenberge Asphalt und Retinasphalt das Vorkommen brennbarer Stoffe in den Nummulitengebilden außer Zweifel setzen“ (GÜMBEL, 1861, S. 636).

W. FINK kommt in seiner oben angeführten Abhandlung zu dem Schluß, daß der Ursprung des Tegernseer Erdöls in den Kieselkalkflysch zu verlegen sei.

Die Frage der Muttergesteine des Erdöls, die Voraussetzungen ihrer Entstehung, sowie deren heutiger Zustand, ist auch in anderen Ölgebieten gegenwärtig noch eine vielfach offene. Die divergierendsten Ansichten stehen sich da, selbst in großen, gut durchforschten und mit vielen Bohrungen aufgeschlossenen Gebieten oft noch schroff entgegen. —

Der Austritt des Mineralwassers liegt nach OEBBEKE in Wiessee unmittelbar unter dem Ölhorizonte, aber auch noch in den Seewenschichten. Es ist dies wohl die natürliche Aufschichtung. Sein Wasserhorizont lag ruhig in den Tiefen des Standwassers, wo es seine Mineralisation aufnehmen konnte, bis ihm durch eine Bohrung infolge der gespannten Gase ein glatter Aufstieg aus seinem Tiefenlager geschaffen wurde. Durch irgendwo von oben jetzt nachsinkendes Wasser wird sein Vorrat immer ergänzt.

2. Gebiet des Finner- und Rohbogener Hofes am Westufer des Tegernsees¹⁰⁾. Ebenfalls am Westufer des Tegernsees, etwa 2 km nördlich von Wiessee, tritt helvetische Kreide auch schon obertags auf¹¹⁾; es ist daher, selbst zufolge der oben angeführten Feststellungen OEBBEKE's über das Auftreten der Jod- und Erdölquellen in den Bohrungen von Wiessee, nicht weiter auffallend, daß hier, südlich des Finner- und Rohbogenerhofes, Erdöl schon in etwa 20—40 m Tiefe, und sogar auch zutage tretend gefunden wird. Doch hat eine größere Anzahl von Bohrungen Erdöl wohl in kleinen Mengen nebst Öls Spuren, sowie Gasaustritte mehrfach nachgewiesen, aber zu einer nennenswerten Produktion ist es an dieser Stelle nicht gekommen. Die Suche nach Öl wurde daher auch hier wieder eingestellt.

W. FINK faßt in seiner mehrfach erwähnten Studie das Ergebnis der Bohrungen in diesem Gebiete wie folgt kurz zusammen (a. a. O., S. 90):

„1. Die Ölfunde liegen nur in einem Falle tiefer als 100 m. — 2. In größerer Tiefe finden sich keinerlei Ölvorkommen mehr. — 3. Bei 600 m war das Liegende des Flysches noch nicht erbohrt. — 4. Das Öl wurde nur im Kieselkalkkomplex angetroffen.“

¹⁰⁾ W. GÜMBEL: 1861 u. 1894. — W. FINK, a. a. O. — K. BODEN, a. a. O. — H. DE TERRA: Zur Erdölfrage im bayer. Flysch- und Molassegebiet. „Petrol.“, **21**, 1925, S. 2057. — Derselbe: Die Erdölbohrung Holz am Tegernsee. — Geogn. Jahresh. **40**, 1927, München 1928, S. 7—22.

¹¹⁾ W. FINK, a. a. O., Karte. — K. BODEN: Geolog. Beobachtungen am Nordrande des Tegernseer Flysch. Geogn. Jahresh., **33**, 1920, Karte.

Vor wenigen Jahren wurde ferner bei Holz, etwa $1\frac{1}{4}$ km weiter nördlich, eine Bohrung abgestoßen, die jedoch die jüngere Sandsteingruppe des Flysches — bei einer Gesamttiefe von 523,5 m — nicht durchbohrte, daher nicht einmal die Kieselskalkgruppe, geschweige die tieferen Seewen-Mergel, erreichte. Es wurden allerdings auch im Sandsteinflysch geringe Spuren von Erdöl gefunden.

Bei 451,8—455 m wurden ferner zwei Salzwasserzuflüsse beobachtet, aus dunklem Mergelschiefer hervorbrechend, mit starkem Petroleumgeruch und lebhafter Gasentwicklung¹²⁾. Es ergaben in g je Liter nach den damaligen Angaben:

	oberer Zufluß	unterer Zufluß
Kochsalz	8,00 g	2,23 g
Jodide	0,005 g	0,0019 g
Bromide	—	Sp.
Sulfate	0,0084 g	0,0093 g

Ein weiteres Ergebnis konnte bei der geringen Tiefe und dem sehr ungünstigen Ansatzpunkt nicht erwartet werden.

Bemerkenswert ist hier jedoch das Vorkommen von Ölspurenen auch im Sandsteinflysch, wenn auch schließlich nichts auffallendes, im begleitenden Salzwasser das reichliche Auftreten von Kochsalz, das Vorkommen von Jodiden und Bromiden und der sehr geringe Gehalt an Sulfaten, ähnlich wie in Wiessee. Es ist hier Öl und Jodsalzwasser sogar bis in den Sandsteinflysch emporgedrungen.

Daß GÜMBEL 1861 die Herkunft des Öles vom Finner und Rohbogner aus den Nummulitenschichten ableitete, dagegen 1894 von den „Asphaltschiefer-Zwischenschichten des Hauptdolomites“, wurde schon erwähnt. BODEN weist letzterem entgegen darauf hin, daß dies nach den gegenwärtigen Ansichten über die Alpentektonik unmöglich ist. DE TERRA kommt dagegen (1925, S. 2057) zum Schlusse, daß „das Wiesseer Erdöl und Salzwasser aus dem Eozän abzuleiten sei“, greift also auf GÜMBEL's erste Annahme zurück, nachdem M. RICHTER andererseits¹³⁾ als einzige Möglichkeit nur die Herkunft aus der Molasse sieht, welche letztere nach seiner Auffassung unter den randlichen Alpendecken, d. h. unter dem Flysch und Helvetikum, liegt¹⁴⁾. BODEN sieht auch in der Molasse keinen Anhaltspunkt für den Ursprung unseres Erdöles. Und für die Mineralquellen sind es nach ihm

„in größerer Tiefe herabgesunkene Wasser, die in tieferen Erdschichten aufgespeicherte fossile Meeressalze lösten und sich mit Gasen anreicherten, durch deren Auftrieb sie wieder an die Oberfläche gelangten“.

Er schließt sich hiermit den Anschauungen von ROTHPLETZ über den Ursprung der Tölzer Jodwässer an (siehe später bei Besprechung der letzteren).

3. Tölz: Ein weiteres bekanntes Jodwasservorkommen, nach heutiger Kenntnis jedoch ohne jegliche sichtbare Vergesellschaftung mit Erdöl oder

¹²⁾ DE TERRA, a. a. O., 1927, S. 7. — M. KAEMPF: Die Erdölbohrung Holz am Tegernsee „Petrol.“, **21**, 1925, S. 2169.

¹³⁾ M. RICHTER: Zur Frage des Erdöls vom Tegernsee. „Petrol.“, **20**, S. 315, 1924.

¹⁴⁾ Was letzteres betrifft, sei auf des Verfassers Darstellung im Centrabl. Min. 1934, B, S. 1 „Ist die oberbayerische Molasse von Alpendecken überfahren?“ hingewiesen.

sonstigem Bitumen, sind die Heilquellen von Bad Tölz-Krankenheil an der Isar.

Sie treten am Ostrand des von der Isar und Loisach herausgeschnittenen Gebirgssockes des Zwiessel, schon hart an der großen alpinen Grenzstörung gegen die vorliegende oligozäne Molasse, die etwa im Talboden von Stallau verläuft, auf. Sie sind in der Zahl von 7—8 Quellaustrittsstellen nach ROTHPLETZ' Darstellung¹⁵⁾ ausschließlich auf den zerklüfteten roten Enzenauer Nummuliten-Marmor des helvetischen Eozäns gebunden, dessen hier von SO gegen NW streichende Bank steil gegen Süden abfällt, und im Liegenden wie im Hangenden von undurchlässigen, weichen Mergelschichten begleitet ist.

Dieser steil aus der Tiefe aufsteigende Marmor mit seinen Spalten und Klüften bildet derart eine natürliche Leitung für das empordringende Jodwasser. In dem im Süden, nach einer großen Störungsfläche, mit ganz verschiedener tektonischer Struktur gelegenen Flysch gibt es nach ihm bisher keine jodhaltigen Quellen mehr.

Die Temperatur des Wassers wird verschieden angegeben, zwischen 6,9—8,37° C. — Der Austritt zu Tage erfolgt daher, „da die Abkühlung sehr groß ist, mit einem Überschuß von wenig mehr als 1° C“. —

Über die Herkunft führt ROTHPLETZ zusammenfassend aus (1901, S. 159 bis 160):

„Die Tölzer Quellen verdanken ihre Entstehung der Ansammlung von Untergrundwasser in steil nach Süden einfallenden Schichtgesteinen der Tertiär- und Kreideperiode. Dieses Wasser löste die ursprünglich in diesen Schichten zum Absatz gekommenen Meeressalze auf und bringt sie zu Tage, indem es auf einer Verwerfungsspalte durch hydrostatischen Druck aus einer Tiefe von wohl mehr als 200 m emporgetrieben wird.“

Während des Auftriebes findet dann noch eine Mischung mit kaltem Oberflächenwasser statt.

„Die Herkunft der freien Kohlensäure ist unbekannt, vielleicht aber eine selbständige aus größerer Erdtiefe.“

Nach GUMBEL (1861 u. 1894) stammt der Jodgehalt aus den „an Meerestieren überreichen Nummulitenbildungen des tieferen Untergrundes“.

Nimmt man die Nummulitenschichten für die Mineralquellen als Ursprungsherd in Anspruch, so kann wohl von einem hydrostatischen (siehe oben) Auftrieb nicht gut die Rede sein, da diese Nummulitenschichten im benachbarten Gebirgsstock nirgends höher liegen als die Austrittsstellen der Tölzer Quellen selbst¹⁶⁾. Er muß wohl auch hier auf dem Gasinhalt des Wassers beruhen, der es aus den Tiefen des Standwassers emportreibt und neben H₂S (mit etwa 1½ cm³ im Liter) zumeist aus CO₂ mit etwa 8—10,5 cm³ im Liter besteht¹⁷⁾.

¹⁵⁾ A. ROTHPLETZ: Über die Jodquellen bei Tölz. Sitzber. Kgl. B. Ak. Wiss., math.-phys. Cl., 31, 1901, S. 127. — Derselbe: Aufsatz in der „Festschrift“ Die Krankenheiler Jodquellen 1860—1910. Bad Tölz im Mai 1910.

¹⁶⁾ K. BODEN: Das Flyschgebiet zwischen Isar und Loisach bei Tölz. Geogn. Jahresh. 38, 1925, Karte. — H. IMKELLER: Kreide- und Eozänbildungen am Stallauer Eck usw. Programm städt. Handelsschule München f. 1895/96, Karte.

¹⁷⁾ Nach dem Deutschen Bäderbuch: 0,0148 g (= 7,8 cm³) bei der Bernhardsquelle, 0,0187 g (= 9,8 cm³) bei der Johann-Georgen-Quelle, 0,0202 g (= 10,5 cm³) bei der Neuen Jodtrinkquelle.

Nach den Analysen des „Deutschen Bäderbuches“ ergeben sich für die wichtigsten Ionen und deren %-Anteil an der Trockensubstanz folgende Zahlen:

	Bernhards-Quelle		Joh.-Georg-Quelle		Neue Jodtrinkquelle	
Unter den Kationen:	g	%	g	%	g	%
K-Ion	0,004401	0,52	0,005627	0,73	0,008263	0,98
Na ..	0,2214	26,42	0,1957	25,65	0,2243	26,64
Ca ..	0,02832	3,38	0,02545	3,34	0,02393	2,84
Mg ..	0,005663	0,67	0,005671	0,74	0,005043	0,59
Unter den Anionen:						
Cl-Ion	0,1800	21,48	0,1421	18,62	0,1703	20,22
Br ..	—	—	—	—	—	—
I ..	0,001355	0,16	0,001317	0,17	0,001054	0,12
SO ₄ ..	0,008785	1,13	0,01487	1,94	0,01309	1,54
HCO ₃ ..	0,3862	46,08	0,3705	48,56	0,3948	46,88
HS ..	0,00146	0,174	0,00095	0,113	0,00111	0,13
	0,8381	100,—	0,7628	100,—	0,8423	100,—

Gegenüber dem Wiesseer Mineralwasser zeigen sich daher erhebliche Unterschiede: Schon die Gesamtmineralisation von Wiessee ist mit 13—26 g bedeutend höher gegenüber einer solchen von der Größenordnung 0,8 g bei den Tölzer Quellen. Das kann aber auf eine spätere Verdünnung zurückzuführen sein. Aber Na-, Cl-, J- und HS-Ionen sind auch prozentual erheblich weniger vorhanden, Sulfat- und Hydrokarbonat-Ionen ebenso erheblich mehr. Br-Ion fehlt ganz. Das Wasser hat daher eine andere Zusammensetzung, die nicht durch Verdünnung allein erklärt werden kann. Auffallend ist der relativ beträchtliche und unter den benachbarten Jodwässern abstechende Sulfatanteil.

Es wurde schon oben bemerkt, daß bei Tölz sich kein Erdölvorkommen zeigt. Sollte dies, zusammen mit dem sehr geringen Kochsalzgehalt, der sich in Wiessee auf 9,6 g in 1 kg Wasser beläuft, in Tölz aber nur auf 0,22—0,29 g (oder prozentual in der Trockensubstanz auf 71% in Wiessee gegen 29—34% in Tölz), dem relativ hohen Gehalt an Sulfaten und dem geringen an Schwefelwasserstoff, sowie dem gänzlichen Mangel an Brom in Tölz im Zusammenhang stehen?

Alle die genannten Unterschiede und Besonderheiten dürften wohl auf wesentlich verschiedene Entstehungsbedingungen hindeuten, unter denen die Wiesseer und Tölzer Heilquellen entstanden sind. —

4. Andeutung von sonstigen Vorkommen im Alpenrand- (Flysch-) Gebiete. Mehrere jodhaltige Quellen werden nach GÜMBEL (1894, S. 162) auch auf dem Westgehänge des Tölzer Gebirgsstockes, dem Loisachtal zu, zwischen Kochel und Bichl angegeben. Näheres ist darüber anscheinend nicht bekannt.

Bitumina wurden nach FINK (1903, S. 97) auch am Nordgehänge des Auer- und Rainerberges (westlich von Schliersee) in Form von erdöhlhaltigen Kieselkalken angetroffen, in denen das Erdöl in flüssigem, wie auch in eingetrocknetem Zustande auftritt. Ähnliche Funde von Erdöl werden von ihm auch am Schliersberg und von der Neureut berichtet.

Ganz im Osten unseres Gebietes beschreibt er¹⁸⁾ aus dem Dampfgraben südlich von Bergen Kieselkalke im dortigen Gerölle, die auf Kluffflächen verdicktes Erdöl zeigten.

Alle diese Vorkommen in der Umgebung von Schliersee und von Bergen liegen unmittelbar südlich der dort durchziehenden großen alpinen Grenzstörung. —

II. Quellen des Gebietes der oligozänen Molasse

1. Heilbrunn: Nördlich des schon mehrfach als Grenze bezeichneten Stallauer Tales, demnach auch schon nördlich (vielleicht 1 km) der großen alpinen Grenzstörung und daher schon im Bereiche der oligozänen Molasse, tritt bei Heilbrunn die Adelheidsquelle zutage.

Nach GÜMBEL (1861, S. 634) bricht sie am Grunde eines 60 Fuß tiefen Schachtes mit Kohlenwasserstoffgasen aus einer Spalte im Sandstein und Konglomerat der Molasse hervor. Nach BODEN (Wanderbuch, S. 235) steigt sie in Sandsteinen und Mergeln der unteren Meeresmolasse empor, die hier von einer 33 m dicken Moränendecke überlagert werden.

Ihre wichtigsten Bestandteile sind in g in 1 kg Wasser:

	Nach HÖFLER ¹⁹⁾		Nach dem deutschen Bäderbuch	
	g	%	g	%
Unter den Kationen:				
K-Ion	0,01332	0,19	0,0028	0,04
Na „	2,37926	35,09	2,383	35,29
Ca „	0,02597	0,38	0,0181	0,27
Mg „	0,01348	0,19	0,00691	0,10
Unter den Anionen:				
Cl-Ion	3,0154	44,40	3,014	45,01
Br „	0,04717	0,693	0,045	0,67
I „	0,02545	0,375	0,0255	0,38
SO ₄ „	0,00109	0,160	0,013	0,19
HCO ₃ „	1,25185	18,46	1,159	17,29
HS „	—	—	—	—
	6,77967	100,—	6,695	100,—

Daneben führt die Quelle nach dem Bäderbuch nebst freiem N mit 0,0149 g (= 12 cm³) auch noch CH₄ mit 0,0179 g (= 24 cm³) und CO₂ mit

¹⁸⁾ W. FINK: Zur Flysch-Petroleumfrage in Bayern. — Z. prakt. Geol., 13, 1905, S. 330.

¹⁹⁾ H. HOEFLER: Die Jodkur in Bad Tölz. 1931, S. 9.

0,029 g (= 15 cm³). H. HÖFER²⁰) gibt nach M. PETTENKOFER in den Gasen nebst 75,5% CH₄ noch 18,0 N, 4,2 CO₂ und 2,2 O an. Ein Auftreten von Erdöl ist aus weitester Umgebung nicht bekannt geworden.

Es schließt sich dieses Wasser nach seiner Zusammensetzung daher viel weniger seinen Nachbarquellen in Tölz an, mit denen es nach GÜMBEL die gleiche Herkunft aus den Nummulitenschichten haben soll, sondern in auffallender Weise jenen von Wiessee: der Prozentanteil an der Trockensubstanz ist für Na und Cl fast identisch (wenn auch die errechnete Kochsalzmenge mit 4,97 g nur die Hälfte jener von Wiessee mit 9,60 g ist, so ist sie doch immerhin das 17fache jener von Tölz), der Anteil für HCO₃ fast von derselben Größenordnung, die Verhältniszahl für J ist nahezu um die Hälfte größer als selbst jene von Wiessee, in gleicher Höhe auch jene für Brom (gegenüber dem vollständigen Fehlen von Br in Tölz), ebenso ist der Sulfatanteil zwar auch erheblich (5 Mal) größer als in Wiessee, doch trotzdem viel kleiner (6,5 Mal) als in Tölz; H₂S wird keines angegeben, dagegen ist der Gehalt an CO₂ und insbesondere jener an CH₄ bemerkenswert. Im ganzen daher ein Wasser, das sich in seiner Zusammensetzung mehr an Wiessee anlehnt, als an das geographisch dazwischenliegende Tölz.

Auffallend ist hier das reichliche Auftreten von CH₄, das im Brunnen-schachte einmal schon zu einer Explosion führte. Es soll nach GÜMBEL (1861, S. 634) „4% der Menge nach“ betragen. Es scheint, daß seine reduzierende Wirkung in dem geringeren Sulfatgehalt gegenüber dem Kohlenwasserstoff-freien Tölzer Quellengebiet sich immerhin bemerkbar macht, noch mehr natürlich in Wiessee.

Die Mineralisation der Quelle selbst wird von GÜMBEL (1861, S. 364; 1894, II, S. 162) gleich jener von Tölz auf die reichen marinen Tierreste der auf der anderen Seite des Stallauer Tales gelegenen Nummulitenschichten zurückgeführt, obzwar die große Grenzstörung zwischen den Alpen und dem in der Molasse gelegenen Quellausbruch hindurchzieht, wie aber besonders auch die mächtigen wasserundurchlässigen Liegendtonmergel der unteren Meeresmolasse. Nach ROTHPLETZ²¹) ist dieser gleiche Ursprung aber „geradezu unwahrscheinlich“, was er hauptsächlich mit der verschiedenen Zusammensetzung der Quellen begründet (vergl. oben); „es ist nicht einzusehen, warum die Heilbrunner und Sulzberger Jodquellen ihren Gehalt nicht direkt aus tiefen Teilen der Molasse selbst beziehen sollten“.

Daß der Methangehalt der Heilbrunner Adelheidsquelle etwa auf die untere Meeresmolasse und ihren Fossilreichtum zurückzuführen sei, wäre ja schließlich vielleicht denkbar, allein solche Gasproduktion ist bisher aus diesen Schichten nirgends auch nur spurenweise beobachtet worden. Dagegen kann es als viel wahrscheinlicher bezeichnet werden, daß dieselbe ihren Methangehalt aus den Pechkohlenflözen ihrer nächsten Umgebung erhält, wenn diese an sich bis jetzt auch nur schwach, oder sonst unbauwürdig gewesen sind. Daß solche Schlagwettergase durch Spalten und Klüfte des Molassegesteines von ihrem Ursprung in den Flözen oft weithin wandern und dann nach zufälligem Anfahren dieser Risse noch

²⁰) H. HÖFER: Erdölstudien. — Sitzber. K. Ak. Wiss. Wien, math.-nat. Cl., 111, Abt. I, 1902, S. 3.

²¹) A. ROTHPLETZ: a. a. O. Kgl. bayer. Ak., S. 161; Festschrift, S. 50.

manche Jahrzehnte lang aus dem tauben Gestein ausblasen, ist im oberbayerischen Kohlenbergbau eine bekannte Tatsache²²⁾.

Da oder wenn bezüglich der Mineralisation dieser Quelle ein Zusammenhang mit den Nummulitenschichten des Tölzer Gebirgsstockes nicht angenommen werden kann, ebenso wenig wie ein Vorkommen dieser Schichten unter der Molasse selbst, so kommt als Lieferant ihrer Mineralstoffe, insb. des Jods und Broms, nur die untere Meeresmolasse in Betracht, die dann in gleicher Weise und unter den gleichen Vorgängen hier dieselbe Rolle zu spielen hätte, wie die Nummulitenschichten für Tölz. Es müssen marine Schichten sein mit viel Tierleben, insbes. mit lokaler Anhäufung von Jod- und Brom-speichernden Organismen, was, wie erwähnt wurde und noch zu besprechen sein wird, an sich vom Erdölvorkommen vollständig unabhängig ist.

Die Frage nach der Herkunft des Mineralwassers ist ja hier wie in Tölz, gegenüber Wiessee, wesentlich vereinfacht.

2. Seeg im Allgäu: Eine kleinere jodhaltige Quelle liegt zwischen Nesselwang und Roßhaupten, 3½ km östlich von Seeg, bei Sulzberg, im Moos. Letzteres soll nach K. BODEN²³⁾ 1½ m Mächtigkeit haben; sein Untergrund ist anstehendes Molassegestein, aus dem die Quelle austritt. —

Unmittelbar im Süden derselben streicht offenbar die durch eine große Störungsfläche gebildete Grenze zwischen der südlichsten, Murnauer, Molassemulde und dem nördlich vorgelagerten, mittleren, Hausham—Penzberg—Rothenbuckler Muldenzug vorbei. Die Murnauer Mulde ist hier übrigens ganz außerordentlich verengt, so daß auch die alpine Grenzstoßfläche nur wenige Kilometer weiter südlich durchzieht.

Als Analyse der Quelle wird nach dem Deutschen Bäderbuch angegeben:

Unter den Kationen:

Na-Ion	0,9121 g	=	30,54 %	der Trockensubstanz
Ca „	0,1145 g	=	3,87 %	„ „
Mg „	0,03727 g	=	1,25 %	„ „

Unter den Anionen:

Cl „	1,453 g	=	48,75 %	„ „
Br „	0,01175 g	=	0,395 %	„ „
J „	0,01484 g	=	0,496 %	„ „
HCO ₃ „	0,4360 g	=	14,63 %	„ „
zus.	2,98121 g	=	100,00 %	„ „

Dazu kommen noch H₂SiO₃ mit 0,00842 g und freie CO₂ mit 0,0268 g (= 13,7 cm³).

²²⁾ K. A. WETHOFER: Das Pechkohlengebiet des bayer. Voralpenlands usw. — Denkschrift, München 1920, S. 61.

²³⁾ K. BODEN: Wanderbuch, S. 132.

Auffallend ist hier der kräftige Anteil von Ca und auch Br, sowie der vollständige Mangel an Sulfaten. Sonst ist es mit Rücksicht auf Na, Cl, HCO_3 und auch J eine auf das 2- bis $2\frac{1}{2}$ fache verwässerte Adelheidsquelle (Heilbrunn).

Ein Auftreten von Kohlenwasserstoffen in der Quelle scheint nicht vorhanden zu sein, wie übrigens auch von irgendwelchen Bitumina in der weiteren Umgebung nicht berichtet wird. H. HÖFER gibt allerdings nach A. LIPP als Analytiker freie CO_2 und CH_4 an (1902, S. 4 und 8). In der erwähnten Tölzer Festschrift heißt es wieder, S. 57, daß das Seeger Gas kein O, keine CO_2 und kein CH_4 enthalte; es könne daher nur H sein.

Der Auftrieb erfolgt durch die Beimengung von CO_2 (nach dem Bäderbuch) in angeführter Menge aus dem Standwasser. —

3. Sulzbrunn, SO von Kempten, im Allgäu. Nach dem von FR. MÜLLER²⁴⁾ entworfenen, bei dem Bad Sulzbrunn durchziehenden Querprofil liegt dieser Ort ungefähr im Scharungspunkt seiner Görrisrieder-Missener Hauptstörung (zwischen seinem 1., nördlichen Molassestreifen des Allgäu = dem Miesbach—Nonnenwald—Peissenberger Muldenzuge Oberbayerns und seinem 2., mittleren Molassestreifen = Hausham—Penzberg—Rothenburger Muldenzuge) mit seiner sekundären Störung im 1. Muldenstreifen und der Durchkreuzung mit seiner Peterstaler Querstörung.

Auf einer Querspalte dringt nach K. BODEN (Wanderbuch, S. 131) „an mehreren Stellen das Mineralwasser kontinuierlich auf, wobei periodisch Perlen von farb- und geruchlosem Gas (offenbar Kohlenwasserstoff wie bei Heilbrunn) im aufsteigenden Wasser beobachtet werden“. Diese dicht nebeneinander in der Spalte auftretenden Quellen (im ganzen sechs) haben nach dem gleichen Autor verschiedene Konzentration; das Oberflächenwasser hat sichtlich Einfluß darauf. Der Quellenaustritt liegt ungefähr 8,5 m unter der Oberfläche.

Als Zusammensetzung wird angegeben:

	Nach HÖFLER		Nach dem deutschen Bäderbuch	
	g	%	g	%
Unter den Kationen:				
K-Ion	0,0075	0,38	0,009356	0,34
Na „	0,5307	27,35	0,7518	27,53
Ca „	0,0955	4,92	0,1417	5,19
Mg „	0,0301	1,55	0,0515	1,88
Unter den Anionen:				
Cl-Ion	0,8335	42,96	1,290	47,25
I „	0,0222	1,14	0,01312	0,48
SO_4 „	0,0099	0,51	—	—
HCO_3 „	0,4120	21,23	0,4731	17,6
	1,9422		2,733	

²⁴⁾ FR. MÜLLER: Acht Profile usw. — 48. Ber. naturf. Ver. Schwaben und Neuburg, 1930, Profil 7.

Dazu kommt nach dem D. B. B. noch 0,00585 g H_2SiO_3 und 0,1924 CO_2 (= 98,6 cm^3). Die Menge des Trockenrückstandes ist daher nach dem D. B. B. nur wenig geringer als in Seeg, jedoch um mehr als ein Drittel höher als nach HOEFLER's Angaben für Sulzbrunn.

Dementsprechend halten sich auch die einzelnen Angaben des D. B. B. ungefähr im gleichen Verhältnisse zu Seeg (für J wenigstens nach den Angaben HOEFLER's); nur der Sulfatgehalt ist unsicher, da er nach HOEFLER recht hoch ist, nach dem D. B. B. aber überhaupt fehlt.

Der Auftrieb aus dem Standwasser ist durch die erhebliche Menge von CO_2 gegeben. —

Bezüglich der Herkunft der Mineralisation, insbesondere des Jodgehaltes, glaubte GÜMBEL (1894, II, S. 318) auch hier „mit Grund zu vermuten, daß Nummulitenschichten, dem Zuge des vorausgesetzten vinde-lizischen Rückens folgend, in der Tiefe unter der Molasse durchstreichen“. Daß dies nach heutiger Anschauung nicht gut möglich ist, wurde schon früher erwähnt. —

Im übrigen dürfte bezüglich der Herkunft der Mineralbestandteile hier wie in Seeg dasselbe gelten, wie es für Heilbrunn ausgeführt wurde.

4. Auftreten von Erdöl im oligozänen Molassestreifen. In der oligozänen Molasse Südbayerns ist kein Vorkommen von Erdöl bekannt. Nur in der Grube von Hausham, im dortigen Kleinkohlflöz, wurde an mehreren Stellen eine erdölartige zähe Flüssigkeit beobachtet. Beim Ausbrechen der Kohlenstücke troff das Erdöl in Fäden aus der Kohle ab; die Stellen, wo die Kohle dieses Erdöl führte, waren sehr beschränkt, das letzte Mal etwa im Ausmaße von $1 \times \frac{1}{2}$ m. Noch ehe die Stelle bloßgelegt wurde, machte sich schon der Erdölgeruch bemerkbar. In der Nachbarschaft war die Kohle von normaler trockener Beschaffenheit²⁵⁾.

Die oberbayerischen Pechkohlenflöze führen in sehr wechselnden Mengen Schlagwetter, die oft auch beim Auffahren von Querschlägen, sehr weit weg von den Flözen, aus Spalten und Rissen auftreten und manchmal lange Zeit, bis zu mehreren Jahrzehnten schon, ausblasen.

Es steht dies in bemerkenswertem Gegensatz zu den Ausführungen ALB. HEIM's²⁶⁾ über den Grubengasausbruch beim Bau des Rickentunnels in der Schweiz; der Fall ist dort nach ihm „um so merkwürdiger, als Grubengas in den Molassekohlenbergwerken noch niemals beobachtet worden ist“, was sich aber jedenfalls nur auf Kohlengruben der Schweiz bezieht. Es zeigt aber gerade dieser Fall das Ansammeln sehr ausgiebiger Mengen von Grubengasen in weitaus vorwiegend taubem Gestein der Schweizer unteren Süßwassermolasse. Auch C. SCHMIDT²⁷⁾ sieht ihren Ursprung zweifellos in

²⁵⁾ K. A. WEITHOFER: 1917, S. 45. — Denkschrift, 1920, S. 62.

²⁶⁾ ALBERT HEIM: Geologie d. Schweiz, I, 1919, S. 92.

²⁷⁾ C. SCHMIDT: Erläuterungen zur Karte der Fundorte von mineralischen Rohstoffen in der Schweiz. — Beitr. Geol. Schweiz; geotechn. Kommission Schweiz. nat. Ges., Basel 1917, S. 42; und die spätere etwas ausführlichere französ. Ausgabe:

Molassekohlenvorkommen, wie sie ähnlich im benachbarten St. Gallen und Appenzell sich finden. ARN. HEIM²⁸⁾ weist allerdings auch auf eine ihm gewordene Mitteilung hin, daß im Tunnel etwa 5 m vom großen Gasausbruch ein schokoladebrauner Sandstein mit Bitumengeruch von etwa 1 m Mächtigkeit aufgetreten sei, der äußerlich genau dem Ölsande von Dardagny (in der petrolführenden Molasse bei Genf) geglichen haben soll.

Von Petroleum-Imprägnationen in der subalpinen Molasse der Schweiz wird nur noch von einem spurenweisen Vorkommen „aus dem Gebiete der Potersalp am Nordrand des Säntis“ berichtet (z. B. ALB. HEIM, — C. SCHMIDT, — ARN. HEIM).

Bekannt ist, im Gegensatz zu diesem spärlichen und unsicheren Auftreten in der subalpinen Region, die Bitumenführung des Juragebirges der Westschweiz (Asphalt) und des daran anstoßenden subjurassischen Molassestreifens (mit Erdöl und Gas) von Aarau bis nach Genf und darüber hinaus nach Frankreich.

Nach SCHAAAY²⁹⁾ handelt es sich hier um Produkte sekundärer Imprägnation, nachdem Erdöl nur dort in der Molasse vorkommt, wo in der Kreide und im Jura Asphaltlager sich befinden. SCHARDT³⁰⁾ ist geneigt, auch für diese Asphalte des Juragebirges die primäre Lagerstätte bis in die Trias hinab zu vermuten. Ebenso ist C. SCHMIDT (1917, S. 132) der Ansicht, daß die Bitumina der Molasse und des Jura sekundärer Natur sind, daß aber deren Herkunft in in der Tiefe liegenden Steinkohlenflözen des Oberkarbon zu suchen sei, deren Derivate sie sind.

E. BLUMER³¹⁾ nimmt hingegen an, daß „die tertiären Molassebildungen das Muttergestein aller der Kohlenwasserstoffansammlungen des Jura sind, und daß von der Molasse aus die Imprägnation der liegenden Kreidekalke stattfand“. Und ebenso ist ARNOLD HEIM (1919, S. 72) der Ansicht, daß die Ölsande der subjurassischen Molasse geradezu „den denkbar klarsten Typus primärer Ölsande bilden, deren Erdölsubstanzen an Ort und Stelle aus Faulschlamm-Beimengungen hervorgegangen sind“.

Auch hier also die denkbar gegensätzlichsten Anschauungen.

Zusammenfassend und der Übersichtlichkeit wegen seien die bezeichnenden Analysen und Charakteristiken unserer 5 alpinen und voralpinen Jod- und Schwefelwasser einander gegenübergestellt:

Texte explicatif de la Carte des Gisements de Matières premières minérales de la Suisse. — Mat. p. l. Géologie de la Suisse. Com. géotechn. Soc. helvét. Sc. nat. Bâle, 1920, S. 135.

²⁸⁾ ARN. HEIM u. AD. HARTMANN: Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz. — Beitr. Geol. Schweiz, geotechn. Serie, 6. Liefg., 1919, S. 3.

²⁹⁾ I. H. SCHAAAY: Bemerkungen über bitumenführende Molasse in der Westschweiz. — Z. prakt. Geol., 20, 1912, S. 488.

³⁰⁾ H. SCHARDT: Ecl. geol. Hel., 11, Nr. 6, 1912, S. 725 (Ref. N. J. 1924, I, 278).

³¹⁾ E. BLUMER: Über das Vorkommen von Asphalt und Erdöl in der Schweiz. — „Petrol.“, 13, Nr. 9, 1917, S. 311.

Kationen:	Wiessee K.-Ludwigs-Quelle		Tölz Bernhards-Quelle		Heilbrunn Adelheids-Quelle		Seeg Marien-Quelle		Sulzbrunn Römer-Quelle	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
K	0,01799	0,549	0,0044	0,52	0,01332	0,19	—	—	0,0075	0,38
Na	4,802	36,2	0,2214	26,42	2,37926	35,09	0,9121	30,54	0,5307	27,35
Ca	0,0378	0,028	0,02832	3,38	0,02597	0,38	0,1145	3,87	0,0955	4,92
Mg	0,00597	0,045	0,00566	0,67	0,01348	0,19	0,03727	1,25	0,0301	1,55
Anionen:										
Cl	5,847	44,2	0,1800	21,48	3,0154	44,40	1,453	48,75	0,8335	42,96
Br	0,05756	0,426	—	—	0,04717	0,693	0,01175	0,395	—	—
I	0,03464	0,261	0,00135	0,16	0,02545	0,375	0,01484	0,496	0,0222	1,14
SO ₄	0,00411	0,031	0,00878	1,13	0,00109	0,160	—	—	0,0099	0,51
HCO ₃	2,280	17,16	0,3862	46,08	1,28185	18,46	0,4360	14,63	0,4120	21,23
HS	0,1205	0,90	0,00146	0,174	—	—	—	—	—	—
	13,26		0,8381		6,77967		2,98121		1,9422	

Schon aus dieser Vergleichung ergibt sich, daß die verschiedenen Quellen keine einheitlichen Gebilde sind; auch schon ihre recht differente Herkunft, wie sie im Vorangehenden geschildert wurde, deutet dies an.

Einen Typus bildet das Wiesseer Jodwasser, das mit verhältnismäßig reichlichem Erdöl vorkommt; es zeigt weitaus höchsten Kochsalzgehalt und als Folge des desoxydierenden Einflusses des Erdöls den niedrigsten Sulfatgehalt und höchsten Gehalt an HS-Ion, nach FRESenius (a. a. O., S. 54) überhaupt den höchsten Gehalt an Gesamtschwefel in Deutschland, der nur von wenigen ausländischen Quellen übertroffen wird.

Im Gegensatz dazu lassen die vier übrigen Jod-Quellen des Alpenvorlandes keinen Zusammenhang mit Erdöl erkennen, da solches nirgends in der weiteren Umgebung derselben anzutreffen ist.

Unter diesen nimmt wieder das Tölzer Jod-Wasser infolge seiner Zusammensetzung eine abgeordnete Stellung, einen Typus für sich, ein. Da Erdöl, auch gasförmige Kohlenwasserstoffe, fehlen, ist der Sulfatgehalt relativ hoch und dementsprechend jener an Sulfid niedrig. Auch die Kochsalzföhrung ist erheblich geringer; auffallend ist hingegen ein besonders hoher Hydrokarbonatanteil mit 46% der Trockensubstanz.

Wieder anders stellt sich Heilbrunn ein: Zwar auch kein Erdöl, dafür jedoch erheblich Methan, das aber höchstwahrscheinlich auf die benachbarten Pechkohlenflözvorkommen zurückzuführen ist, doch schließlich in ähnlichem Sinne wie ersteres wirkt. Es tritt daher gegenüber Wiessee zwar wieder mehr an Sulfat auf, dafür wird hier aber überhaupt kein HS-Ion angegeben. Es schließt sich auch sonst in seiner Zusammensetzung mehr an Wiessee an als an Tölz.

Seeg und Sulzbrunn haben nach dem an früherer Stelle Gesagten unter den in Rede stehenden Mineralwässern mehr Berührungspunkte mit Heilbrunn.

Es lassen sich also ihrer verschiedenen Herkunft entsprechend deutlich drei Gruppen unter diesen subalpinen Jod- und Schwefelwässern unterscheiden, zu denen dann in Südbayern noch als vierte jene des Donaubeckens kommt, die dazu, im Gegensatz zu allen vorangehenden, wahrscheinlich durchaus nur im Miozän ihren Ursprung hat.

Erdölvorkommen zeigen sich in unserem Gebiete des Alpenrandes oder dessen Nähe nur im Bereiche der alpinen Flyschdecke und auch da in nennenswerter Menge nur am Westufer des Tegernsees; andere Vorkommen können wohl nur als schwache Spuren bezeichnet werden.

Ebenso wenig kommt Erdöl in der oligozänen Molasse vor (nur ausnahmsweise ab und zu in sehr beschränktem Umfange in der Kohle von Hausham).

Der Flysch — insbes. der Kieselkalkflysch — wird denn auch von verschiedenen Autoren als das Muttergestein dieses Erdöls angegeben, da er im Gegensatz zu dem hangenden Sandsteinflysch alle nennenswerten Ölaufstritte und weitaus die meisten sonstigen Ölsuren aufweist.

Zu den bisher verhältnismäßig reichsten Öllieferanten gehören am bayerischen Alpenrand die Bohrungen bei Wiessee; gerade hier tritt aber nach OEBBEKE das Erdöl aus den unter dem Flysch liegenden helvetischen Seewer Schichten, von den Trümmerbänken der Überschiebungszone abgesehen, aus, ohne daß freilich Geneigtheit besteht, sie etwa auch als Ursprungslagerstätte anzusehen.

Von GÜMBEL wird zuletzt (1894) die Herkunft des Öles aus den bituminösen Schiefen des Hauptdolomites angenommen, was aber, wie schon oben erwähnt, gemäß der heutigen Auffassung über die Alpenrandtektonik abgelehnt wird.

Für die Entstehung des Erdöles blieben daher nur Flysch und Helvetikum übrig, wclch letzteres in Wiessee ja nicht nur aus den hier bisher in den Bohrungen allein nur festgestellten Seewer Mergeln und Gault, sondern auch aus anderen helvetischen Schichtgliedern bestehen kann, wie sie z. B. im Stallauer Tal bei Enzenau vorkommen. Freilich wäre dabei auffallend, daß in Wiessee in solchem Falle eine Erdölführung der Nummulitenschichten angenommen werden müßte, während die bekannten Nummulitenschichten bei Tölz, die die dortigen Jodquellenwässer liefern sollten, frei von Erdöl wären.

Daß aber Flysch und Helvetikum bei ihrem Vordringen in das Ablagerungsgebiet der oligozänen Molasse notwendigerweise dann auf den Untergrund dieser letzteren, d. i. auf Krystallin, zu liegen kommen, darauf wurde schon einleitend hingewiesen. Zwischenschichten zwischen letzterem und Helvetikum können daher eigentlich nicht angenommen werden.

Jod ist in meist kaum nachweisbaren Mengen zwar überall im Meerwasser enthalten, doch macht es sich lokal erst durch die speichernde

Tätigkeit von Pflanzen (Algen, Tange) und Tieren (Schwämmen, Korallen, Fischen u. a.) bemerkbar. Es ist daraus auch erklärlich, daß Jod nur unter bestimmten örtlichen Voraussetzungen in den marinen Schichten vorkommen kann — und damit auch in den diese Schichten auslaugenden Wässern —, andererseits aber doch nicht etwa an das Erdöl (Ölsalzwasser) irgendwie gebunden ist; Voraussetzung ist nur marines, speicherndes Tier- und Pflanzenleben.

So enthalten nach FELLEBERG (a. a. O., S. 262), vom Plankton abgesehen, getrocknete Meeresalgen 0,0038—2,645 g Jod im Kilogramm, getrockneter Tang 0,9 g; Badeschwämme, deren Asche schon seit alters her als Kropfmittel Verwendung fand, bis gegen 4 g; ferner viele Muscheln und Schnecken 0,001 g und darüber. Bekannt ist der erhebliche Jodgehalt, der insbesondere in der Leber vieler Fische vorhanden ist.

Wässer mit Jodgehalt können daher für sich allein, ohne Erdöl, auftreten, aber auch — der gemeinsamen Ausgangssedimente wegen — und zwar dann fast regelmäßig, zusammen mit Erdöl. Die Salzwasser der Erdölgebiete führen fast stets Jod.

Zu letzteren gehört Wiessee, zu ersteren vor allem anscheinend Tölz und in den verschiedenen Varianten die übrigen drei Heilquellen.

Ähnlich verhält es sich mit dem Schwefel. Erdöl und andere Bitumina, auch Kohle, sind naheliegenderweise meist schwefelhaltig. Ölsalzwasser sind im allgemeinen sulfatfrei oder doch sulfatarm, was nach verbreiteter Ansicht mit der reduzierenden Wirkung der Bitumina zusammenhängt ($\text{RSO}_4 + \text{CH}_4 = \text{RS} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{RCO}_3 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$; wobei sich noch das H_2S auch zu S oxydieren kann), wenn vereinzelte Autoren auch weniger diesen rein chemischen Vorgang als die biologische Tätigkeit von Schwefelbakterien für maßgebend halten. Der Mangel an Sulfaten, wie das stete Auftreten von Schwefelwasserstoff und Sulfiden, unter Umständen selbst von elementarem Schwefel, steht dadurch in natürlichem Zusammenhange, ebenso wie das Auftreten von Kohlensäure. Auch das häufig zu beobachtende Vorkommen von Stickstoff in diesen Gasen ist eine naturgemäße Folge aus dem Abbau des Eiweißgehaltes des animalischen Ausgangsmateriales.

Der Ursprung unserer Mineralwässer liegt ausschließlich in der Tiefe des — an sich ruhenden — Standwassers, wo es auch Gelegenheit haben muß, sich mit den charakteristischen Mineralstoffen zu beladen. Der Auftrieb, und damit das Erscheinen an der Oberfläche, erfolgte erst durch die lokale Entstehung oder Beimengung von Gasen, z. B. aus den benachbarten flüssigen oder gasförmigen bitumenführenden Schichten, die zugleich auch eine bestimmte und bezeichnende Reaktion auf den Mineralinhalt der Wässer ausüben, und durch das Vorhandensein genügender Auftriebswege, natürlicher oder künstlicher (besonders Bohrröhre, die wohl die denkbar günstigsten mechanischen Verhältnisse für den Durchfluß nach aufwärts bieten).

III. Oberes Donaubecken

Das dritte und ausgedehnteste Gebiet, in dem wir in Südbayern noch Vorkommen von der Art der geschilderten treffen, ist, ähnlich wie das

Alpenvorland in Österreich oder jenes der Karpathen, das Miozän des oberen Donaubeckens, zwischen der oligozänen Molasse im Süden und der Donau, oder vielmehr dem Frankenjura und dem bayerischen Wald im Norden.

Nur am Südrand sind die Schichten des unteren Miozäns oberflächlich durch die an der vindelizischen Schwelle sich totlaufende alpine Stauchung schleppungsweise noch steil aufgerichtet, stellenweise sogar überkippt; dann folgt nach heutiger Kenntnis über das ganze Gebiet flach wellige oder horizontale Lagerung verschiedener miozäner Horizonte. Die Unterlage bildet im südlichsten Teil wohl jene angenommene unterirdische Barre des vindelizischen Krystallins, die für die mesozoische Zeit als scheidender Grenzüücken von fundamentaler Bedeutung zwischen alpiner und germanischer Fazies in irgendeiner Form allgemein gefordert wird. Gegen Norden müssen sich an diesen Grenzüücken die südlichsten, unter dem Abbruchraum des Donaubeckens begrabenen Ausläufer des schwäbisch-fränkischen Mesozoikums anlagern, das ja im Donautal in den zwei Tiefbohrungen bei Straubing mit Kreide und Jura auch noch erreicht und nachgewiesen wurde³²⁾.

Vom Eozän und Oligozän haben wir keine Kunde. Die tiefstbekanntesten Sedimente sind marine Schichten des Untermiozäns, meist Sandsteine mit der bekannten Fauna der oberen Meeresmolasse. Sie bilden die erwähnten steil gestellten Schichten am Südrand, kommen aber mit der gleichen Faunengesellschaft auch am Nordrand, z. B. im Passauer Winkel, zutage. Darüber breiten sich noch weitere marine Ablagerungen, sandiger oder mergeliger Natur aus, worauf dann über brakischen Sedimenten eine allmähliche Aussüßung eintritt.

Die folgende Besprechung der einzelnen Vorkommnisse macht auf Vollständigkeit keinen Anspruch, zumal ja die Übereinstimmung derselben eine außerordentlich große ist.

Seit langem schon kennt man hier, besonders im nordöstlichen Teile, im Gebiete zwischen Donau und Inn, ganz ähnlich wie in der Nähe von Wels in Oberösterreich, zahlreiche Brunnenbohrungen, die viel Gase, vor allem Methan liefern, daß vielen Orts in den ländlichen Wirtschaften zu Heizungszwecken benützt wird, neben Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, außerdem Brom- und Jodwasser.

Nach FR. MÜNICHSDORFER'S³³⁾ ausführlichen Mitteilungen hierüber haben von 52 Brunnen in 1 kg Wasser geliefert:

17	cinen	I-Gehalt	von	etwa	0,1	mg	„
5	„	„	„	„	0,2	„	„
1	„	„	„	„	0,3	„	„
5	„	„	„	„	0,5	„	„
3	„	„	„	„	1,0	„	„

Ein H₂S-Gehalt tritt dabei in Mengen von 0,1—3,8 mg auf; er war außerdem in 23 Brunnen noch deutlich vorhanden oder wenigstens spurenweise vertreten.

³²⁾ A. ROTHPLETZ: Die ostbayer. Überschiebung und die Tiefbohrungen bei Straubing. — Sitzber. K. Ak. Wiss., München, 1911, S. 145.

³³⁾ FR. MÜNICHSDORFER: Die Gas- und Schwefelbrunnen im bayerischen Unterinntal. — Geogn. Jahresh., 24, 1911, München 1912. S. 233.

Die Schichten sind im allgemeinen mit sehr flacher Lagerung gegen SO einfallend; die Tiefe der Brunnen nimmt daher von der Donau gegen Süden zu: die geringsten Tiefen sind im Norden, im Tal des Sulzbaches, mit 12—70 m, im Rottal (ungefähr in der Mitte dieses Gebietes) sind sie schon auf 100—150 m Tiefe angewachsen, während weiter südlich, z. B. bei Markt 256 m, bei Perach 420 m und bei Julbach mit 2 Sonden 907 und 1088 m erbohrt wurden. Auch die beiden letztgenannten Bohrungen sind aus dem Schlier nicht herausgekommen. Bemerkenswert ist bei letzteren, daß in der Bohrung I, nach der Beschreibung von REIS³⁴⁾, gegen unten die Schichten sich (nach den Bohrkernen) steiler stellten: Oberflächlich 3° Neigung, bei 680 m Tiefe zwischen 12—15°, bei 770 m wenigstens 25° und bei 812 m wenigstens 30°.

Nach MÜNCHSDORFER sind unter den Mineralbestandteilen dieser Wässer Alkalikarbonate, auch Sulfate und Chloride, in geringerer Menge Sulfhydrate, Jodide und Bromide vorhanden, unter den Haloiden neben dem Gehalt von NaCl der von NaJ bezeichnend. Gase sind durch H₂S, CO₂ und besonders CH₄ vertreten. SCHWAGER sieht den eigentlichen Herd des gasführenden Mineralwassers vor allem in den älteren Abteilungen des Miozäns mit ihrem Reichtum an organischen Resten.

Daß das Muttergestein hier im Miozän zu suchen ist, darauf weist das allgemeine Auftreten im Donaubecken hin, aber auch das identische im benachbarten Oberösterreich, wo noch dazu, wie die Tiefbohrung bei Wels lehrt, unter dem gasführenden und bis gegen 980 m reichenden Schlier (wenn man von den weiteren etwa 56 m fossilere Schichten, deren Zurechnung zur oberbayerischen Brackwassermolasse sehr unwahrscheinlich ist, absieht), unmittelbar der Granit angetroffen wurde.

Das Bad Höhenstadt, SW von Passau, mitten in diesem Gebiet gelegen, hat nach dem Deutschen Bäderbuch 0,0055 g HS-Ion bei 0,6543 g Gesamttrockensubstanz (eine reine Schwefelquelle) und außerdem 0,0038 g freien H₂S, sowie 0,06667 g freien CO₂.

Das im Westen dieser Innguppe an der Donau gelegene Jodbad Künzing weist nach MÜNCHSDORFER in 1 l Wasser auf:

KCl	0,025072 g	
NaCl	0,516794 g	Weiter auch Hydrokarbonate von Ba,
NaBr.	0,000265 g	Sr, Ca, Mg und Fe u. a., im ganzen
NaJ	0,000600 g	1,210928 g Trockensubstanz, dazu ferner
CaCl	0,003806 g	an freier CO ₂ 0,001496 g und freiem
CaSO ₄	0,010048 g	H ₂ S 0,000901 g.
NaHCO ₃	0,621450 g	

Weiter im Westen berichtet AD. SCHWAGER³⁵⁾ über die Schwefelquelle von Gögging, nahe der Mündung des Abens in die Donau zwischen Ingolstadt und Regensburg. Sie gehört nach ihm zwar noch dem hier über die Donau südwärts übergreifenden Rand des Juragebirges an; als Ursprung dieser Quelle betrachtet er jedoch „die Absätze im Grenzgebiete zwischen Festland- und Meeresbildungen des Miozäns“.

³⁴⁾ OTTO M. REIS: Einzelheiten über Gesteinsarten des niederbayerischen Tertiärs rechts der Isar. — Geogn. Jahresh., 31—32, 1918/19, München 1920, S. 93.

³⁵⁾ AD. SCHWAGER: Mineralwasser in Niederbayern. — Geogn. Jahresh. 24, 1911, München 1912, S. 193.

Nach dem Deutschen Bäderbuch ergeben sich in 1 kg Wasser hauptsächlich:

K-Ion	0,0022	g		
Na „	0,2691	g		
Ca „	0,0701	g		
Mg „	0,0740	g	freie CO ₂	0,0845 g = 44,9 cm ³
Cl-Ion	0,1522	g	freier H ₂ S	0,0051 g = 3,5 cm ³
Br „	0,0005	g	bei 1,7 g fester Bestandteile	
SO ₄ „	0,0034	g	(alkalische H ₂ S-Quelle)	
HCO ₃ „	0,005	g		
HS „	0,0128	g		

Von SCHWAGER wird auch „ein größerer Methangehalt“ angegeben.

Etwas weiter im Osten findet sich dann das Schwefel-Wasser von Abensberg und Abbach, dann ist auch die bereits erwähnte Bohrung nahe bei Straubing zu erwähnen, da sie auch starke Quellen gasreicher, alkalisch-salinischer Schwefelwasser geliefert hat.

Damit wäre der Typus all dieser vielen Gas-, Jod- und Schwefelwasser des Donaubeckens gekennzeichnet. Nebst ihrer, gegenüber den unter Absatz I und II beschriebenen Quellen, völlig verschiedenen Herkunft aus dem Miozän werden sie nebst ihres Jod- und Schwefelgehaltes, durch reichliche Gasentwicklung charakterisiert, in denen außer Schwefelwasserstoff und Kohlensäure oft besonders große Mengen von Methan auftreten. Des letzteren wegen werden die kleineren Bohrungen meist nur angelegt.

Über Erdölvorkommen wird dagegen nur spurenweise berichtet, obzwar auch nach solchen eifrig gefahndet wurde.

Wohl alle diese Bohrungen liegen mit ihren Ansatzpunkten nur wenige Meter über der Donau oder dem Inn; sie befinden sich oft genug in der Talsohle dieser Ströme selbst. Ihre Mineralquellen entstammen daher dem Tiefen-Standwasser. Der Auftrieb zur Oberfläche erfolgt auch hier wieder lediglich durch das oft reichlich mitgeführte Gas, zumal die Schichten gegen Süden zu, also von der Donau weg, einfallen und die Oberfläche in dieser Richtung sanft ansteigt.

Vorkommen in Österreich.

Eine wesentliche Ergänzung und Bestätigung dieser Bohrerergebnisse über Mineralwasser-, Gas- und Erdölquellen im bayerischen Donaubecken liefern die bisherigen Untersuchungen und Funde in der Fortsetzung gegen Ost im benachbarten Österreich. Es seien daher auch diese hier lediglich zum Vergleich kurz herangezogen.

Wie die Alpenrandzone in Bayern nur an sehr beschränkten Stellen (Tegernsee und Tölz) bemerkenswertes Zutagetreten solcher Quellen bietet, sonst aber über wenige und dürftige Spuren nicht hinauskommt, so zeigen sich auch in der österreichischen Flyschrandzone nur spärliche und ärmliche Vorkommen. Derartige Öl- und Gasspuren werden nach

L. WAAGEN³⁶⁾ aus der Umgebung von Salzburg genannt, wo bei Hammerau in der Salzach und bei Leopoldskron Gasaustritte beobachtet wurden. Bekannt ist ein Ölausbiß von Anzbach bei Neulengbach in Niederösterreich durch GÖTZINGER³⁷⁾ und VETTERS geworden, wengleich von ersterem dieses Öl als aus dem Schlier entstammend hingestellt wird, aus dem es „durch Spalten oder auf Schichtflächen in den hangenden Flysch empordringen“ konnte. Nach PETRASCHECK geht allerdings der Flysch unter den Schlier³⁸⁾. Ein Stollenbau bei Reka Winkel schloß stärkere Gasausströmungen auf, ebenso wie 1931 eine Wasserbohrung bei Kierling (vor Wien) in 60 m Tiefe einen Ölausbiß von einigen 100 Litern.

Kleine Flysch-Ölvorkommen in Mähren bis zur ehemaligen galizischen Grenze leiten allmählich nach Galizien hinüber (nach L. WAAGEN).

Unsere oligozäne Zone (II) hört noch in Bayern an dem nach Norden vorspringenden Flysch des Haunsberges bei Salzburg auf und erst in Niederösterreich zeigen sich wieder schwache Andeutungen von Oligozän, die dann wohl erst in der südlichen Tschechoslowakei greifbarere Formen annehmen³⁹⁾. Auf das ungeklärte Vorkommen von alttertiären Schlier, Flysch-Schlier, oder ähnlich am österreichischen Alpenrande soll an dieser Stelle kein Bezug genommen werden; ebenso wenig wie auf das in seiner geologischen Position noch umstrittene Kohlenvorkommen von Starzing und Hagenau in NÖ mit seiner kleinen und schlecht erhaltenen Fauna, die alttertiären Typen (Unteroligozän ?) entsprechen soll.

Die besprochenen Miozän-schichten des bayerischen Donaubeckens (III) streichen jedoch in breiter Front nach Österreich hinüber und mit ihnen auch die zahlreichen Vorkommnisse von Jod- und Schwefelwassern, Gasquellen und schwachen Ölfunden.

Gleich über der Grenze liegen bei Schärding die bekannten Erdölbohrungen von Leoprechting und Taufkirchen a. d. Pram unmittelbar am Granitrand der böhmischen Masse, wo es sogar eine vorübergehende kleine Ölproduktion gab. Die Bohrungen erreichten in geringer Tiefe den Granit, unmittelbar über welchem sich das Öl in grobkörnigen, marinen Sanden an der Basis des Schlier fand⁴⁰⁾.

Zahlreiche Bohrungen auf Gas, Jod- und Schwefelwasser, auch Erdöl, finden sich in Oberösterreich; selten gehen sie jedoch über wenige hundert Meter herunter.

³⁶⁾ L. WAAGEN: Die Aussichten von Erdölbohrungen in Österreich. — Öster. Monatschr. öffentl. Baudienst, Berg-Hüttenwesen. 1924, Hfl. 6. — Derselbe: Über das Vorkommen von Erdöl in Österreich. — World Petroleum Congress. 1933. — Derselbe: Grundlagen und Aussichten der Erdölerschließung in Österreich. — Erdölheilage d. „Wiener Börsen-Kurier“ v. 3. 7. 1933. — G. GÖTZINGER, „Petrol.“, 27, 1931, Nr. 36.

³⁷⁾ G. GÖTZINGER: Zur Erdölfrage in Deutschösterreich. — Ztschr. intern. Ver. Bohring., Bohrtechn. (Beil. z. Allg. öst. Chemiker- u. Techn. Ztg.), 1924, S. 121.

³⁸⁾ W. PETRASCHECK: Das Vorkommen von Erdöl und Erdgas in Deutschösterreich. — „Petrol.“, 19, 1923, S. 296.

³⁹⁾ K. A. WEITHOFER: Die Oligozänablagerung Oberbayerns. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 10, 1917, S. 85—88. — T. T. JAHN: Das Vorkommen von Erdöl in der C. S. R. — „Petrol.“, 19, 1923, S. 381.

⁴⁰⁾ W. PETRASCHECK: Die Gegend von Taufkirchen im o. ö. Innkreis und das dortige Erdölvorkommen. — Berg-Hüttenmänn. Jb., 73, Heft 8.

Bekannt sind hier die starken Brom- und Jod-haltigen Kochsalzquellen von Bad Hall (Tassilo-Quelle mit 13,6 g festen Bestandteilen, darunter 0,07 g Brom-Ion und 0,026 g Jod-Ion, Johannesquelle in 576 m Tiefe erbohrt mit 23° Temperatur, 20,2 g feste Bestandteile, darunter 0,11 g Brom-Ion und 0,043 g Jod-Ion), die mit einer Bohrung vor wenigen Jahren bei 450 m Tiefe erreichte Schwefeltherme von Bad Schallerbach (36° C, auch Jodgas und Ölspuren traten während der Bohrung auf), sowie nach KNETT⁴¹⁾ die Bohrthermen von Lahöfen, Simbach, Scharthen (eine alkalische H₂S-Therme mit 21,6° C) und von Wallern. Von größter Wichtigkeit für die Erkenntnis der geologischen Situation war die staatliche Tiefbohrung bei Wels, die mit 1038 m den Granit erreichte, nachdem sie sich bis 922 m in sicherem Schlier bewegte, dann bis 980 m in schlierähnlichen Mergeln mit Bitumen und verhältnismäßig zahlreichen *Meletta*-Schuppen, also zweifellos etwas brackische Schichten, schließlich die letzten 56 m bis zum Granit in fossilereeren bunten Tonen, Sandsteinen (z. T. glaukonitisch), über deren Zuteilung man sich nicht klar ist. SCHUBERT⁴²⁾ war geneigt, sie als „Äquivalent der bayerischen unteren Brack- und Süßwassermolasse“ anzusehen; auf die außerordentliche Unwahrscheinlichkeit einer solchen Ansicht machte der Verfasser 1917 (S. 86) aufmerksam. Erdgasführende Zonen wurden dabei mehrere im Schlier bis zur Tiefe von 370 m angetroffen, erdöhlhaltige Schichten jedoch nicht beobachtet. Das Erdgas führte⁴³⁾ ganz überwiegend Methan (96,2 Volum-Prozente) und nebst N (2,32 Vol. %) noch etwas O (0,63 %) und (0,16 Vol. %) CO₂; dagegen keinen Schwefelwasserstoff.

Bekannt ist, daß neben dieser Tiefbohrung überaus zahlreiche (über 150) kleinere Bohrungen bei Wels das Erdgas erschlossen und einer Verwendung zu Heizzwecken zugeführt haben, ähnlich wie bei Passau.

Nach dem österr. Bäderbuch (1928) ergaben davon 8 Bohrungen starke Brom-Jod-Salzwässer, von denen die in 400 m Tiefe erbohrt Gundelhumer Quelle mit 14,02 g gelösten Festbestandteilen, darunter 0,036 g Br und 0,028 g J, und die Wolffsegger Quelle mit 16,28 g gelösten Festbestandteilen, darunter 0,078 g Br und 0,035 g J die wichtigsten sind.

Es ist bemerkenswert, daß die angeführte Welser Tiefbohrung das Urgebirge in dieser bereits stark eingeengten Zone zwischen dem Granit der böhmischen Masse und dem Flysch der Alpen, etwa 20 km südlich der ersteren, in wenig mehr als 1000 m Tiefe erreichte. Es setzt sich also hier die böhmische Masse unter dem flach-wellig gelagerten Miozän der Oberfläche gegen Süden zu in geringer Tiefe bis wenigstens nach Wels fort, d. h. hier schon etwas über die halbe Entfernung bis zum Flysch der Alpen (wahrscheinlich also bis nahe an die Alpen selbst heran), und hat so offenbar die stauchende und faltende Wirkung der herandrängenden Alpen aufgefangen, so daß das darüber gelagerte Miozän kaum mehr in Mitleidenschaft gezogen wurde.

⁴¹⁾ Österr. Bäderbuch, 1928, S. 21.

⁴²⁾ R. J. SCHUBERT: Die Ergebnisse der mikrosk. Untersuchung der bei der aerarischen Tiefbohrung zu Wels durchteuften Schichten. Jb. 1912 geol. R. A. 53, Wien 1904, S. 385.

⁴³⁾ Redaktionsbericht in Österr. Z. Berg- u. Hüttenw., 51, 1903, S. 461.

Daß in den Bohrkernen der Tiefbohrung von Eisenhut Neigungen der Schlierschichten, u. zw. nicht gleichmäßig mit der Tiefe zunehmend, wie bei jenen von Julbach in Niederbayern von Reis berichtet wird, sondern in mehrfachem Wechsel zwischen 3 bis 50% sich zeigten⁴⁴⁾, kann nur durch sekundäre und lokale Ursachen in den verschiedenen Horizonten des Schliers gedeutet werden, nicht aber nach Obigem durch einen allgemeinen Lateralschub von seiten der Alpen.

Die beiden wichtigen Bohrungen bei Eisenhut wurden 1219 und 1545 m tief und haben anscheinend den Schlier nicht durchbohrt. Die durchfahrenen Schichten zeigen bis etwa 900 m (bei II 800 m) vorwiegend eine Bivalven-Fauna, dann eine etwa 350 m mächtige Pteropoden-Fauna (nebst Ostracoden und vielen Foraminiferen), wie sie für die galizische miozäne Salzformation charakteristisch ist, zu unterst, nur in der Bohrung II vorhanden, Schiefer mit vielen *Meletta*-Schuppen und Fischknochen, auch mit stellenweise massenhaft vorhandenen Foraminiferen. Erdöl wurde jedoch anscheinend keines angetroffen.

Gasaustritte und Ölspuren lieferten im übrigen zahlreiche Bohrungen in der Gegend südlich von Linz, sowie an anderen Orten des Innkreises, auch weiter im Osten solche an mehreren Stellen bei Amstetten, Krems und St. Pölten. Es genüge, auf sie hinzuweisen.

Schon nahe bei Wien, in der Gemeinde Wollmannsberg, nördlich von Stockerau, nachdem sich der FLYSCHRAND der Alpen schon energisch gegen NO in das Karpathenstreich hinein zu wenden beginnt, waren nach L. WAAGEN⁴⁵⁾ in einer über 800 m tiefen Bohrung mehrere heftige Gaseruptionen erfolgt; auch das Auftreten von Ölspuren konnte mehrmals beobachtet werden. Das Gas ergab wieder einen „hohen Gehalt an Methan und etwas schwere Kohlenwasserstoffe“. —

Auch im inneren Wiener Becken, südlich der Donau, sind ähnliche Vorkommen bekannt geworden, so bei Maria-Lanzendorf mit einer starken Gaseruption (anfangs über 10 000 cbm täglich) von fast reinem Methan, mit etwas N und ca. 2% schwere Kohlenwasserstoffe. Nach drei Monaten war das Gas fast ganz versiegt; es kam aus Congerierschichten. Auch ein Nachbarbohrloch brachte aus 600 m Tiefe (ebenfalls Congerierschichten) ähnliche Gase mit Spuren von Erdöl. Das Sarmat hat man hier nicht erreicht; als Muttergestein kann nach PETRASCHÉK wieder „nur der im Osten des Beckens ausstreichende Schlier in Frage kommen“, da Oligozän und Eozän hier im inneren Becken nicht gut vorhanden sein können⁴⁶⁾.

Erst eine weitere Sonde bei Maria-Lanzendorf durchbohrte 1928 nach WAAGEN⁴⁷⁾ bei 920 m erfolglos das Sarmat, und ergab zwischen 1030 bis 1061 m „benzinhaltiges Erdgas“ in geringen Mengen. Nach dem gleichen Autor erschlossen auch bei Ober-Laa Bohrungen geringe Gasmengen.

⁴⁴⁾ G. GÖTZINGER: Neueste Erfahrungen über den oberösterr. Schlier usw. — „Petrol.“, 22, 1926, S. 5.

⁴⁵⁾ L. WAAGEN: 1924, Hfl. 6. — Ebenso l. c. 1933.

⁴⁶⁾ W. PETRASCHÉK: 1923, S. 297.

⁴⁷⁾ L. WAAGEN: l. c. 1933. — Derselbe: Das Gasfeld von Oberlaa usw. Internat. Ztschr. f. Bohrtechnik, Erdölbergbau u. Geologie, 1933, Nr. 14.

Auch in der Grazer Bucht zeigen sich ganz ähnliche Vorkommen mit Öl- und Gasspuren. Eine Bohrung, die hier 1926 bei Mooskirchen 376 m erreichte, ist dadurch bemerkenswert, daß neben Öls Spuren auch kleine Gasausbrüche vorkamen, die aber aus fast reinem Stickstoff bestanden (WAAGEN, 1933).

Weiter treten dann im nordöstlichsten Teil von Niederösterreich (Zistersdorf), besonders aber im benachbarten Gebiete der Tschechoslowakei, die hier zu Anfang, ganz ähnlich wie im bayerischen Innwinkel, mit lokalen Gasausströmungen sich äußernden und zunächst nur in bäuerlichen Betrieben als Heizstoff Verwendung findenden Erscheinungen auf⁴⁸⁾, auf Grund deren dann 1913 das erste Bohrloch im Sarmat nebst viel Gas auch auf Erdöl fündig wurde, das Gebiet von Egbell in den Niederungen der unteren March. Es genüge an dieser Stelle der Hinweis auf dieses Gas- und Ölfeld; bemerkenswert ist hier nur, daß nach JAHN⁴⁹⁾ im weiteren überaus lebhaften und mit viel Erfolg begleiteten Verlauf der Bohrarbeiten auch das Oligozän und Eozän erdölführend aufgeschlossen wurde; es dürfte jedoch nach ihm dieses Öl nur Kluftöl sein, „das eigentliche primäre Öllager wird erst im unteren Eozän oder in der Kreide folgen“. Auch im benachbarten Gebiete von Göding wurde durch eine Reihe von Sonden reichlich Erdöl erschlossen. —

Diese österreichischen Vorkommen im Alpenvorlande bestätigen in vollem Umfange das Ergebnis der bayerischen Aufschlüsse. Sie treten alle im Miozän auf. Im Welser Gebiet folgt, hier allein durch eine Tiefbohrung aufgeschlossen, unter dem letzteren bereits der sich unterirdisch fortsetzende Granit der böhmische Masse.

Die Ergebnisse sind hüben und drüben von bezeichnendster Charakteristik.

Oligozäne Vorkommnisse zeigen sich nur in Bayern; im Osten setzen sie erst wieder am Karpathenrande, an der österreichisch-tschechoslowakischen Grenze ein, um dann in weiterer Fortsetzung reiche Ergebnisse zu liefern.

Das Gleiche gilt von dem Auftreten im Flysch der Alpenranddecken und jenen der Karpathen.

(Urschrift eingegangen am 7. Februar 1935.)

⁴⁸⁾ H. v. BOECKH: Einige Bemerkungen über das Vorkommen fossiler Kohlenwasserstoffe in der March-Niederung usw. Ztschr. d. intern. Ver. d. Bohring. u. Bohrtechn., **21**, 1914, S. 49.

⁴⁹⁾ I. I. JAHN: Das Vorkommen von Erdöl in der C. S. R. — „Petrol.“, **19**, 1923, S. 382.