

Untersuchungen über das Vorkommen von Petroleum in den Kantonen Aargau und Solothurn

Autor(en): **Hartmann, Ad.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **15 (1919)**

PDF erstellt am: **22.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-171927>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Untersuchungen über das Vorkommen von Petroleum in den Kantonen Aargau und Solothurn.

Von Dr. Ad. Hartmann, Aarau.

Inhalt:

A. <i>Vorwort.</i>	77
Vermeintliche Funde von Petroleum	78
Die Erkennung der Erdölimprägnation	79
B. <i>Das Oelsandgebiet von Aarau</i>	79
Der Oelsand im Gönhardstollen	79
Stratigraphie der Molasse von Aarau	81
Tektonische Lage und Ausbreitung der Aarauer Oelsande	82
C. <i>Die Erdölimprägnation von Fulenbach-Murgenthal</i>	84
Stratigraphie	84
Tektonik des Gebietes	85
Aareverschiebung bei Fulenbach-Murgenthal	87
Die Grabungen im Winter 1917/18	88
Die 4 Sondierbohrungen im Winter 1917/18	93
Bemerkungen zu den Bohrprofilen	94
Weitere Oelsandaufschlüsse des Gebietes	95
D. <i>Chemisch-physikalische Untersuchungen der Imprägnationen</i>	96
Quantitative Bitumenbestimmung	96
Porenvolumen und Sättigungsgrad	98
Quantitative Untersuchung	98
E. <i>Zur Entstehung des Erdöles in der schweiz. Molasse</i>	104
F. <i>Aussichten für Erdölgewinnung in der Schweiz</i>	106

A. Vorwort.

Der durch den Weltkrieg bedingte Mangel an Benzin, Brennpetroleum und Schmieröl gab Veranlassung, unser Land genau auf Erdöl zu untersuchen. Schon seit Jahrzehnten kannte man die Erdölimprägnationen in der untern Süßwassermolasse der Kantone Waadt und Genf und das Asphaltlager im Kanton Neuenburg; jedoch fehlten gründliche geologische und chemische Untersuchungen. Der Asphalt des Travers-Tales bildet den einzigen mineralischen Rohstoff der Schweiz, dessen Ausfuhr die Einfuhr übersteigt.¹

In der Nordschweiz waren keine Fundorte von Erdölimprägnationen bekannt, obwohl folgende zwei Literaturangaben solche erwähnten.

a) Nach einer Mitteilung von Prof. C. Schmidt in Basel heißt es im „Indice des Minéreaux du Canton de Berne“ von Th. S. Grouner vom Jahre 1767: *Naphte* (Bitumen fluidissimum) und *Asphalte* (Bitumen solidum coagulatum) *sur l'Engelberg près d'Aarburg*. Ich habe mehrmals die Molasse des Engelberges abgesehen und auch Kantonsschüler mit Nachforschungen beauftragt, es konnte aber dort keine imprägnierte Molasse gefunden werden, obwohl ihr Vorhandensein am Engelberg möglich ist nach unseren heutigen Kenntnissen über das Vorkommen von Erdöl in der Nordschweiz.

b) Ohne die anstehenden Ölsande im Gönhard selber je gekannt zu haben, schreibt *Prof. Mühlberg* in seinen Erläuterungen zur geologischen Karte von Aarau auf Seite 31: „Beim vergeblichen Suchen nach Wasser fand man vor 80 Jahren im Gönhard südlich Aarau weichen Sandstein, der mit Petroleum durchdränkt und braun war und dessen im naturhistorischen Museum aufbewahrte Muster zum Teil heute noch nach Petroleum riechen. Von den Wassertümpeln im Stollen soll man das Petroleum mit Löffeln in Flaschen abgezogen haben, um es daheim zu brennen.“ Im Aarauer Museum konnten dunkelbraun gefärbte, mit asphaltiertem Bitumen durchsetzte Sandsteinproben gefunden werden.

¹ C. Schmidt, Erläuterungen zur Karte der Fundorte von mineralischen Rohstoffen in der Schweiz.

Im Auftrage der beiden Großfirmen, *A.-G. der Eisen- und Stahlwerke vorm. G. Fischer* in Schaffhausen und der *A.-G. Gebrüder Sulzer* in Winterthur begann im Herbst 1916 *Dr. Arnold Heim* aus Zürich mit der Durchsuchung unseres Landes auf das Vorkommen von Erdöl und *seiner Initiative und Energie ist es zu verdanken, wenn heute unser Land auch in dieser Beziehung wissenschaftlich durchforscht ist*¹. Er kam im Dezember 1916 nach Aarau, um Anhaltspunkte über die Richtigkeit der Mühlberg'schen Angaben zu erhalten. Auf gemeinsamer Exkursion durchsuchten wir die Umgebung von Aarau und fanden im Gönhard den Oelsand, der unten näher beschrieben ist.

Auf einer Exkursion im Mai 1917 fand ich im Gebiete der Gemeinde Fulenbach einen auffällig stark mit Erdöl imprägnierten Sandsteinblock und nachher anstehenden Oelsandstein, was dann zu Grabungen und Probebohrungen in Fulenbach und Murgenthal führte.

Außer diesen beiden Stellen wurden nachher in der Nähe von Aarau und ganz besonders in Fulenbach, Wolfwil und Murgenthal noch eine Reihe weiterer Ölsandfunde gemacht.

Vermeintliche Funde von Petroleum.

Wie bekannt wurde, daß man in Fulenbach nach Petrolgrube, tauchten da und dort Gerüchte von weiteren Petrolfunden auf.

Im Frühling 1918 fand man *in Turgi* beim Graben eines Hausfundamentes 4 m unter der Bodenoberfläche eine mit Petroleum durchsetzte Sandmaße von ca. 4 m³ Inhalt. Diese war ringsumschlossen von ölfreiem Niederterrassenschotter der Limmat; es lag also auf der Hand, daß es sich nicht um einen aus der Tiefe aufsteigenden Ölquell handeln könnte, sondern daß das typisch nach Petroleum riechende Öl von oben her eingesickert sein mußte, um dann vom feinkörnigen Sand lange Zeit festgehalten und vor Ausspülung geschützt zu sein.

Über einen noch auffälligeren Petrolfund wurde aus Ermatingen an Prof. Heim in Zürich berichtet. Beim Graben eines Hausfundamentes in der dortigen Wagenfabrik stieß man 1,8 m unter dem Boden auf eine nach Karbolineum riechende Quelle, die aus einer zwischen Sand gelagerten Kiesschicht austrat und mehrere Tage eine dunkle Ölschicht trug. Sehr wahrscheinlich.

¹ *Arnold Heim* und *Ad. Hartmann*, Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz in Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotechnische Serie, VI. Lieferung.

handelt es sich um Mineralöl, das in einem benachbarten Öl-magazin eingesickert war und durch das Grundwasser fortgetragen wurde.

Mehrmals erschienen Leute, die behaupteten, sie hätten in Sumpfgebieten Petroleum auf dem Wasser schwimmen gesehen. Tatsächlich sind farbige Häutchen auf Wassertümpeln in Sumpfgebieten eine häufige Erscheinung, die aber mit Petrol gar nichts zu tun hat.

In jedem auch noch so kleinen Sumpfe bilden sich durch Verwesung von Pflanzensubstanzen Humussäuren, die Ferro-Eisen zu lösen vermögen. An der Wasseroberfläche wird das Ferro-Eisen durch den Luftsauerstoff zu Ferri-Eisen oxydiert. Dieses ist eine viel schwächere Base, spaltet sich von der Humussäure ab und es bilden sich farbige Häutchen von Eisenoxydhydrat, die anfänglich an der Oberfläche schwimmen, dann auf den Boden sinken und dort ein rotes Sediment bilden. Bewegt man das farbig schillernde Wasser mit einem Stabe, so löst sich das Häutchen in viele Schuppen mit eckigen Rändern auf, die sich nicht mehr vereinigen, während ein Ölhäutchen sich sofort nach dem Durchgehen des Stabes, des „Ölweisers“, wieder schließt und nie eckige Risse bildet.

Die Erkennung der Erdölprägnation ist bei uns nicht so leicht wie in den produktiven Erdölgebieten, wo Gesteine Erdöl ausschwitzen, sich mit einer Asphaltsschicht überziehen, wo sich in Tümpeln und Bächlein farbenschillernde Oelhäutchen bilden, stark riechende Gase aus dem Boden treten, wo Auge und Nase des Laien schon genügen, um ein Erdölvorkommen zu erkennen.

Bei uns hat man das Augenmerk in erster Linie auf braune Sandsteine zu richten, deren Farbe aber in den meisten Fällen durch Humussubstanzen oder Eisenverbindungen bedingt ist. Zur Prüfung auf Bitumen übergießt man ein Bröcklein des fraglichen braunen Gesteines in einem weißen Schälchen mit einigen Tropfen Chloroform oder Schwefelkohlenstoff. Braunfärbung zeigt Bitumen an. Die Intensität der Färbung ist aber kein sicheres quantitatives Maß für den Bitumengehalt des Gesteines, denn wenig oxydierte Erdöle färben sehr schwach und stark oxydierte, also asphaltierte, färben sehr stark.

B. Das Ölsandgebiet bei Aarau.

Der Ölsand im Gönhardstollen. Den schönsten Molasse- und Ölsandaufschluß bietet der 1858 erbaute, 750 m lange Gönhard-

stollen südlich Aarau, in dem das Trinkwasser für Aarau aus dem Suhrental nach der Stadt geleitet wird. Die ersten 60 m des von Süden am besten zu betretenden Stollens sind ausgemauert und bieten gar keine Aufschlüsse; bei 64 m trifft man den ersten Ölsand auf einer Länge von 5 m in dem 1,8 m hohen Stollen. An beiden Seitenwänden erkennt man bei guter Beleuchtung einige 10 bis 20 cm breite, hellbraune, mit der Schichtlage 2—4° nach Süden fallende Imprägnationsstreifen im harten, grauen Sandstein. Der Bitumengehalt beträgt hier nur kleine Bruchteile eines Prozentes und Ölgeruch ist nicht wahrnehmbar.

Auf einer folgenden längeren Strecke ist der Stollen wieder ausgemauert; es haben sich an den Seitenwänden Krusten von weißem Sinterkalk, rotem Eisenhydroxyd und brauner, aber bitumenfreier organischer Substanz gebildet, die wie Asphaltausscheidungen aussehen und vielleicht mit den Ölimprägnationen im Zusammenhang stehen. An mehreren Stellen lassen sich sehr schwache Bitumenspuren erkennen. In der Stollenmitte ist die Imprägnation bedeutend intensiver und bei 406 m Entfernung vom Südeingang ist die schönste Stelle. (Fig. 1, Taf. I.) Die imprägnierten Schichten erscheinen als schokoladebraune, sehr unregelmäßige Bänder in Diagonalschichtung, deren Gesamtmächtigkeit bei 2,5 m Stollenhöhe ca. 60 bis 90 cm beträgt. Auch hier fallen die Schichten normalerweise nach Süden, zeigen aber lokal auf kurze Strecke 20 bis 40° Nordwestfall und gleicherorts eine ganze Schar von Querbrüchen, die jünger sind als die Bitumeneinlagerung, denn die Ölsandschichten sind auch verworfen. In den Klüften ist der Sand stellenweise von oben her imprägniert, jedoch nur auf eine Strecke von wenigen Dezimetern. Die bitumenhaltigen und bitumenfreien Schichten zeigen dieselbe petrographische Beschaffenheit; trotz gänzlichen Fehlens von Tonhäutchen ist die Abgrenzung des Ölsandes messerscharf. Die vergleichende chemische Untersuchung des extrahierten und des ölfreien Sandes zeigte keine wesentlichen Unterschiede.¹ Dieser Befund spricht mit aller Entschiedenheit gegen eine sekundäre Erdölimprägnation. Wäre das Öl durch die Querkluft eingedrungen, so müßten die Kluft und das daneben liegende Gestein bei gleicher Beschaffung gleichmäßig imprägniert sein. (Siehe Tafel I.)

Im Ganzen konnte auf einer Stollenlänge von über 200 m Imprägnation nachgewiesen werden. Der maximale Bitumengehalt

¹ Siehe Erdölarbeit Heim-Hartmann, S. 89.

des im Stollen gefundenen Ölsandes betrug aber nur 1,11 Gew. % oder 3,12 Vol. %, während das beste im Museum liegende, angeblich vor 100 Jahren aus dem Gönhard geholte Stück 1,84 Gew. % oder 5,1 Vol. % aufweist.

Nach dem Auffinden des Ölsandes im Stollen wurden die stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse der Molasse von Aarau genauer studiert, um Anhaltspunkte über den weiteren Verlauf der Ölsandschichten zu bekommen.

Stratigraphie der Molasse bei Aarau.

Die Unterlage der Molasse wird nördlich der Aare auf dem Hungerberg und östlich davon von Geißbergsschichten und südlich der Aare auf Eppenbergr, im Roggenhausertälchen und wohl auch im Gönhard von Wangener- oder Geißbergsschichten gebildet.

Über den Malmschichten (Nr. 1, 2, 3, 4) folgt die *Bohnerzformation* (5) mit Verwitterungs- und Auslaugungsrückständen der Eocänformation. Sie besteht vorwiegend aus eisenhaltendem Ton mit Bohnerzkörnern und Quarz und füllt unregelmässige Erosionstaschen der obern Malmschichten aus. Direkt über dem Bohnerz ist im Zurlindenbruch mergeliger Sandstein und im Hohlweg, unterer Teil des Lindgraben zwischen Aarau und Küttigen folgendes Profil von unten nach oben sichtbar:

- a) Dichter, plattiger Mergelkalk, Geißbergsschichten, oberer Malm.
- b) Grobkörniges Bohnerz mit Jurakalkgeröllern, ca. 1 m.
- c) Grünliche, knollige, undurchlässige Tonmergel, ca. 2 m.
- d) Mürber, gelbgrünlicher Sandstein mit Knauern; im untern Teil Kohlen-schmitzen, ca. 3—4 m.
- e) Sandstein mit mergeligen Geröllchen, stellenweise reich an Eisenerzbohnen, umgelagertes Bohnerz. Von hier stammt die unter der Fundortbezeichnung *Küttigen* bekannte unteraquitane Säugetierfauna. Mächtigkeit 1 m sichtbar.

Eine Reihe von Molasseaufschlüssen trifft man an der Südseite des Hungerberges, so bei Kirschgarten im Hohlweg nördlich der Schuhfabrik ca. 2 m eines gelblichen Mergels mit Mergelkalkplättchen und vielen kleinen Süßwassermolusken. Bei Fundament- und Keller-Grabungen im Gebiete der Stadt Aarau wurde an mehreren Orten gelbgraue glimmerhaltige, sandige Molasse angetroffen, so im Ochsen, Saalbau, Postgebäude. Heute noch sind die Sandsteine sichtbar im unterirdischen Ganglabyrinth des Kantonsschülerhauses.

Alle diese Molasseaufschlüsse enthalten kein Bitumen.

Über den genannten Basisschichten folgen nun:

7. *Gönhard sandstein* von 70 bis 100 m Mächtigkeit. Er bildet den ganzen Gönhardrücken und setzt sich zwischen Suhr und Hunzenschwil im Oberholz und Staatswald fort, ist ein grauer, gelblicher bis grünlicher, vorwiegend weicher feinkörniger, glimmeriger Sandstein mit kalkigen Erhärtungen in Form von Bänken und Knauern und häufig verworrener Diagonalschichtung. Diese Stufe der Molasse ist im Gebiet des Gönhard im untern Teil mit Erdölrückständen schwach imprägniert. Südlich des Gönhard taucht der Sandstein unter die folgenden jüngeren Bildungen.

8. *Bunte Molasse* mit roten Mergeln ist im Gönhard nicht mehr vorhanden, aber an wenigen Stellen östlich von Suhr, so südlich Eichwald und am „Rintalhübel“ oberhalb „Weiher“.

10. Graugelber, feinkörniger, weicher Sandstein, mit harten, eben geschichteten Bänken am Nordabhang des „Schornig“ zwischen Gränichen und Ober-Entfelden.

11. *Mariner Muschelsandstein* mit *Cardium commune* und Austern, bildet harte knorrige Bänke mit kalzitischem Bindemittel.

12. Buntes Konglomerat mit kopfgroßen Triasquarzitgeröllen am „Heidenplatz“.

Tektonische Lage und Ausbreitung der Aarauer Ölsande.

Von Fr. Mühlberg sind die tektonischen Verhältnisse der Umgebung von Aarau beschrieben worden. Alfred Amsler¹ hat gezeigt, daß die Aarauer Antiklinale, zu der der südliche Teil des Hungerberges, der Eppenbergr, das Oberholz, der Distelberg und der Gönhardrücken gehören, eine direkte nach Süden umbogene Fortsetzung der Gugenantiklinale ist. Der Gönhardrücken liegt im flachen Südschenkel dieser Antiklinale. Der Ölhorizont ist im nördlichen Stollenteil 5 bis 10 m über der Stollensohle, im südlichen auf der Stollensohle oder tiefer. Nach Osten und Süden senkt er sich ab und wäre ca. 50 m unter dem Talboden von Suhr und weiter östlich in noch größerer Tiefe zu finden. Noch rascher ist die Absenkung des Ölhorizontes nach Süden; das Gefälle beträgt im südlichen Stollenende 2—4°. Im Suhr-Ester an der Nordwestecke des Schornig Höhenzuges könnte Ölsand erst in einer Tiefe von 150 m erwartet werden. Nördlich des Gönhardrückens würde der Ölsand etwas über dem heutigen Boden, vielleicht ca. 30—50 m über

¹ A. Amsler. Tektonik des Staffelegg-Gebietes. *Eclogae Geol. Helv.* Vol. XIII No. 4 1915.

dem Niveau der Stadt liegen. In westlicher Richtung steigt der Ölsand entsprechend der Antiklinalaxe an; er wurde im Distelberggebiet in drei Grabungen freigelegt:

a) Im Fundament des neuen Hauses der Frau Hunziker-Fleiner östlich des Binsenhofes. Im Aushubmaterial aus einer Tiefe von 3—4 m konnte hellbräunlich gefärbter, mergeliger Sand, der eine schwache Chloroformreaktion zeigte, konstatiert werden.

b) Im oberen Teil des Bächleins, das von der Distelberghöhe, Punkt 434, nach der Goldern fließt. Der Ölsand kann dort unterhalb eines kleinen Stolleneinganges durch leichtes Hacken im Bachbett gefunden werden. Unmittelbar daneben ergab eine 12 m lange und oben 2 m tiefe Schürfung die Anwesenheit eines ca. 80 cm dicken, äußerst schwach imprägnierten Ölsandes, dessen Grenzen aber kaum zu erkennen waren.

c) Bei ö der Lokalität „Brunntröge“ in der Nähe des auf der Karte eingezeichneten erratischen Quarzporphyrblockes ergab eine 2,2 m tiefe Grabung folgendes Profil:

- 40 cm verwitterter Moränenboden
- 15 „ grünlicher Mergel
- 7 „ roter tonreicher Mergel
- 140 „ schwach imprägnierter hellbrauner Ölsandmergel
- 20 „ roter Ton.

Alle diese Imprägnationen waren so gering, daß sie nur an der Gelbfärbung des Chloroformes nachgewiesen werden konnten.

Sehr wahrscheinlich stammen die Ölsandproben des Museums aus einer viel tieferen Grabung derselben Lokalität c.

Die positiven Befunde der Grabungen bestätigen die Richtigkeit der tektonischen Auffassung und beweisen, daß der Ölsand im Gönhard eine große horizontale Ausdehnung besitzt. *Alle im Stollen und westlich davon gemachten Beobachtungen beweisen, daß an eine Erdölausbeute im Gönhardgebiet nicht zu denken ist.* Die oben zitierte Angabe über frühere Funde von flüssigem Öl kann nach unseren Beobachtungen vielleicht übertrieben, doch zur Hauptsache richtig sein. Es ist zu bedenken, daß kleine Ölmengen auf Wasser große Quantitäten vortäuschen. Der Gönhardsandstein wäre als Ölspeicher viel zu offen, zeigt viel zu wenig Toneinlagerungen zwischen den porösen Sanden und könnte das Ausfließen, Verdunsten und Oxydieren des vorhandenen Öles nicht verhindern.

Es ist wohl möglich, daß weiter südlich die Imprägnation intensiver und auch die imprägnierte Schicht viel dicker ist. Dort sind aber die tektonischen Verhältnisse für eine Ölausbeu-

tung wieder ungünstiger als im Gönhard. Es fehlen die Antiklinalen, in denen sich auch aus dünnen Öllagen größere Ölmengen ansammeln. In einem horizontal geschichteten Gebiet, wie ihn das Molasseland des südlichen Aargaus darstellt, könnten Ölausbeuten nur rentieren, wenn die Imprägnationen viel intensiver und die ölhaltenden Schichten viel dicker sind als im Gönhard. Wie dem folgenden Kapitel zu entnehmen ist, sind die Aussichten im westlichen Aargau wesentlich besser.

C. Die Erdölimprägnationen von Fulenbach Murgenthal.

Der in der „Kirschmatt“ östlich Fulenbach zuerst gefundene Ölsandblock zeigte mit Chloroform eine viel intensivere Reaktion als alle Aarauer Oelsande, roch deutlich nach Erdöl und gab auf Wasser farbige Häutchen. Der Mittelwert von zwei Gehaltsbestimmungen ergab 5.35 Gew. % eines dunkelbraunen, harzigen Bitumens. Bei einigen Häusern im Dorfe und in der Aaretränke fanden sich noch eine ganze Anzahl ähnlicher Blöcke. Alle stammten aus einem alten, seit Jahrzehnten verlassenem und teilweise eingefallenen Steinbruch nördlich der Aaretränke im äußersten Waldrandzipfel. Eine Sondiergrabung legte dort einen dunkelbraunen, wenig nach Südosten geneigten, imprägnierten Sandstein frei.¹

Um zu ermitteln, ob dem Funde event. praktische Bedeutung zukomme, wurde der Ölsand eines vereinzelt Blockes und des anstehenden Felsens einer genauen chemischen Analyse unterworfen. Die günstigen Resultate, der Gehalt an Benzin, Brennpetroleum, Schmieröl und sogar Paraffin gaben Veranlassung, die geologischen Verhältnisse der Umgebung näher zu untersuchen auf ein event. vorhandenes, abbauwürdiges Erdöllager. Die Ermittlung der Stratigraphie und Tektonik der Molasse ist in dieser Gegend durch viele diluviale Ablagerungen sehr erschwert.

Stratigraphie.

Auf eine eingehende Besprechung kann hier unter Hinweis auf die Arbeit von Arnold Heim über die Stratigraphie der

¹ Dr. Arnold Heim hatte schon im April 1917 im Rainacker östlich Wolfwil Spuren einer Imprägnation gefunden und Prof. Dr. Oppliger in seiner ungedruckten Diplomarbeit der Fachlehrerabteilung des Polytechnikums den Fulenbacher Ölsand vor 20 Jahren beschrieben, wie sich nachträglich herausstellte.

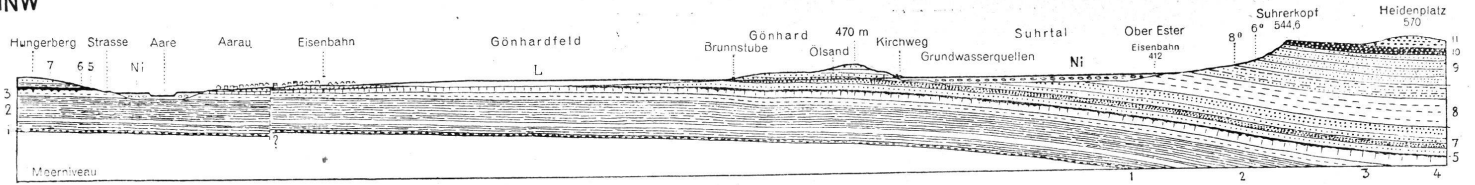


Fig. 1. Querprofil Aarau-Gönhard, 1 : 25 000

- | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|-----------|
| Ni = Niederterassenschotter | 8 = Bunte Molasse | } Aquitan | 4 = Wangener-, Badener-, Wettingerschichten | } ob Jura |
| L = Lösslehm auf Hocterassenschotter | 7 = Gönhardsandstein mit Ölsand (enger punktiert) | | 3 = Geissbergsschichten | |
| 11 = Bunte Nagelfluh, Vindobon | 6 = Graue Mergel und Kalklagen im Sandstein | 2 = Effingerschichten | } Argovien | |
| 10 = Muschelsandstein | 5 = Bohnerzton, Eozän | 1 = Birnensdorfschichten
darunter Dogger | | |
| 9 = Grauer, mürber Sandstein | | | | |
- } Burdigalien

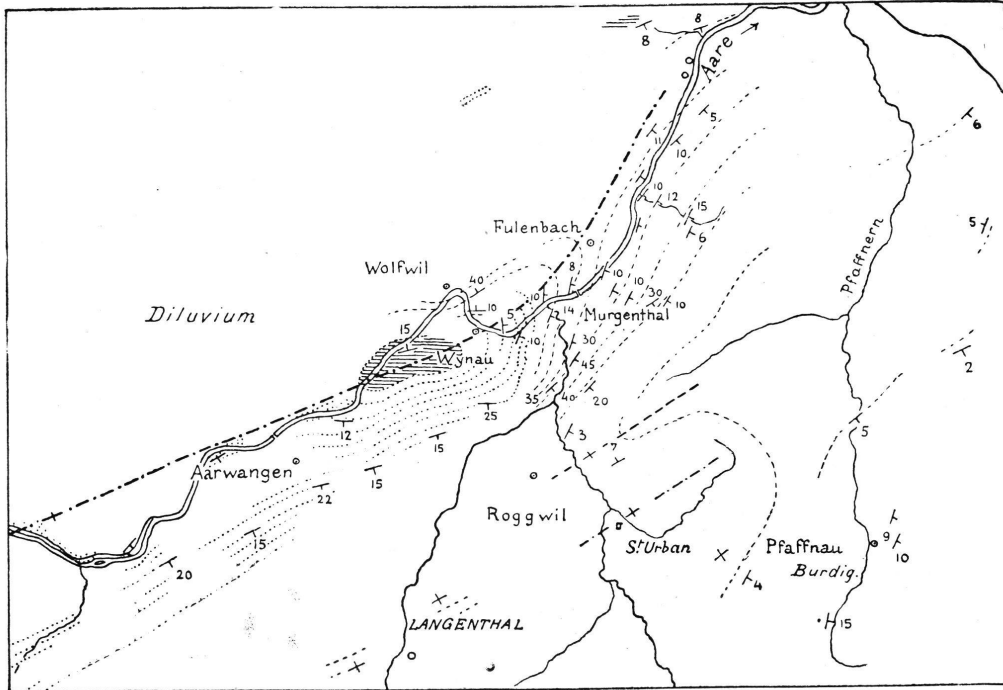
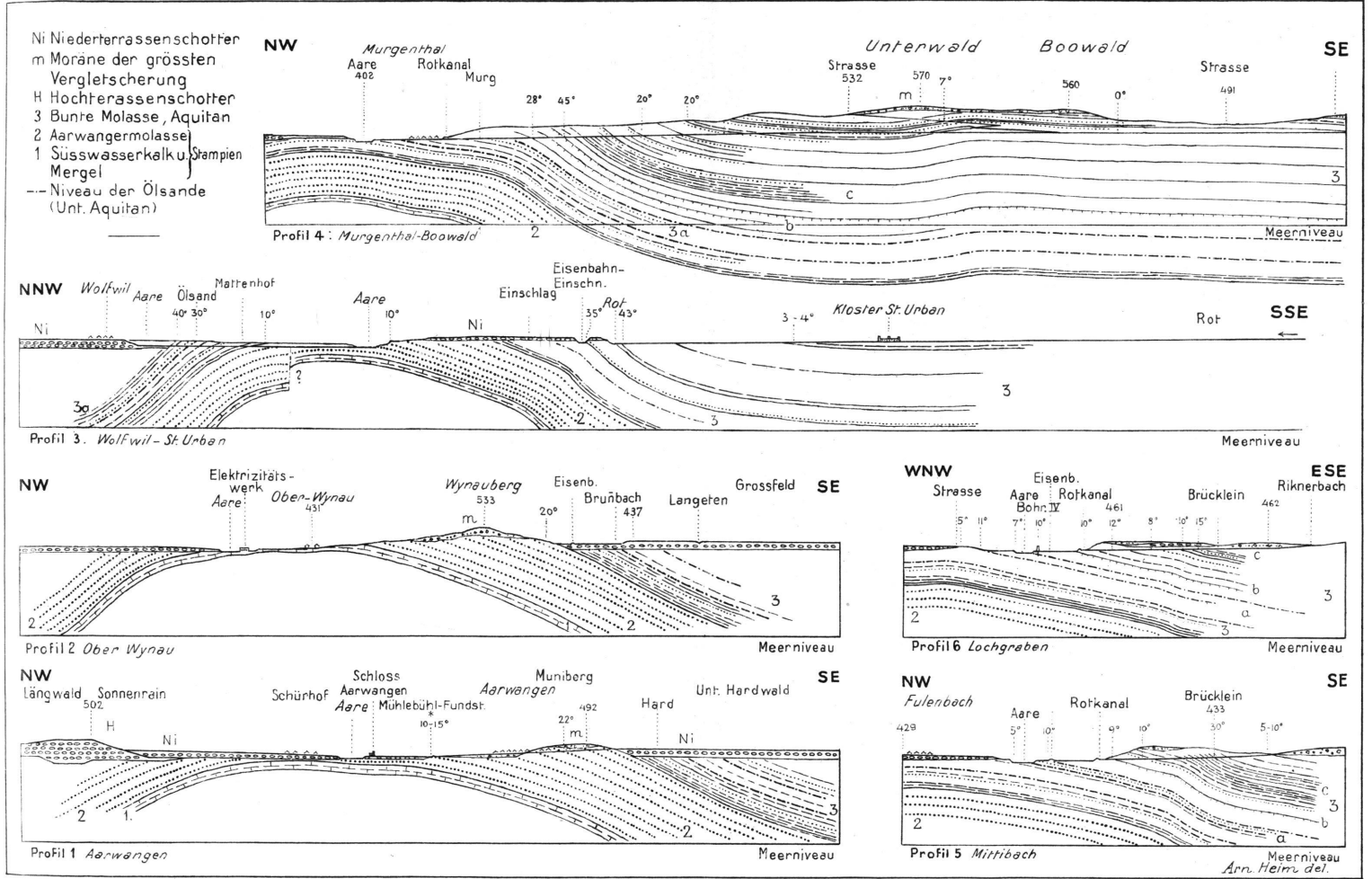


Fig. 2. Tektonische Kartenskizze der Antiklinale von Wynau von Arnold Heim, 1 : 100 000

- | | |
|--------------------------------|---------------------|
| ----- = bunte Molasse, Aquitan | ----- = Antiklinale |
| = Aarwanger Molasse | ----- = Synklinale |
| ===== = Süswasserkalk | |
| | } Stampien |



Profile durch die Antiklinale von Wynau 1: 25,000

Molasse verzichtet werden. Die für das Öllager in Frage kommenden Schichten gehören alle dem Tertiär des schweizerischen Mittellandes an. Es folgen sich von unten nach oben folgende auf den Malm aufgelagerte Stufen:

1. *Eocaen*, Bolus, Huppererde, Bohnerzton.
2. *Süßwasserkalk von Oberwynau*, 20 bis 30 m, unteres Stampien, weiße bis graue, feinkörnige Kalkbänke mit dünnen Zwischenlagen von violetten und roten Mergeln.
3. *Aarwangermolasse*, oberes Stampien. Glimmerreicher, weicher, lockerer Sandstein von hell- bis dunkelgrauer Farbe, dann wieder Mergel-einlagerungen, harte blaugraue Sandsteinknauer, Komplexe kohligler Pflanzenreste, Tongerölle, Gesamtmächtigkeit ca. 300 m.
4. *Bunte Molasse, Aquitan*, ist die mächtigste tertiäre Bildung des Mittel-landes, ca. 800 bis 900 m dick, wie aus den Profilen geschlossen werden kann. Das ganze Boowaldmassiv besteht aus dieser Stufe. Die schönsten Aufschlüsse finden sich längs der Murg von der Aaremündung bis gegen St. Urban, dann längs der Aare von Murgenthal bis gegen Boningen. Das Aquitan ist durch die häufigen bunten Mergel gekennzeichnet, die in allen Farbnuancen von rot, gelb, grün, blau und violett vorkommen, im untern Teil jedoch häufiger zu sein scheinen. Zwischen diesen bunten Mergeln liegen mächtige Sandsteinlagen von meistens graugrüner Farbe, die leicht zerbröckeln, oft aber sehr hart und zähe sind und viel Knauer enthalten. Solche harte Bänke bilden im Murgbett zwischen der Eisen-brücke Murgenthal und Walliswil eine große Anzahl stark hervortretender Schwellen, über die das Wasser fällt. Eine weitere Klassifizierung der mächtigen Aquitanablagerung scheint schwierig zu sein, weil sehr ähn-liche Schichten sich sehr oft wiederholen, was die Bohrprofile (weiter unten) auch zeigen.

Alle die gefundenen Erdölprägnationen liegen im untern Teil des Aquitan, vielleicht 100 bis 150 m über der Stampiengrenze.

5. *Marine Molasse, Burgidalien*. Diese liegt mit scharfer Transgression auf der Süßwassermolasse und besteht aus glimmerreichen feinkörnigen Sand-steinen von grünlicher Farbe mit vielen harten Knauern, losen gelblichen Sandsteinen, Nagelfluhbänken. In der marinen Molasse wurden keine Erdölpuren gefunden, sie fällt deshalb für die Erdölfrage außer Betracht.

Tektonik des Gebietes (siehe Fig. 2 und Profiltafel).

Die wichtigsten Aufschlüsse, aus denen der tektonische Bau der Gegend hervorgeht, finden sich:

a) *auf dem Nordufer der Aare:*

Im Bachbett unterhalb Boningen, in der Aaretränke, am Weg von der Brücke Murgenthal nach der Gießerei und der Straße nach Wolfwil, am Aarufener von der Brücke aufwärts, bei Rainacker und Mattenhof östlich Wolfwil.

b) *auf dem Südufer der Aare:*

In Oberwynau, im Kellenboden bei Wynau, besonders schön im Bachbett der Murg von der Aaremündung bis oberhalb

Walliswil und Hofmatt, im Bahnknie Walliswil, auf der Bergkante an der Straße Murgenthal-Hohwart, am Aareufer von der Brücke bis zum Rank, im Mittelebachtälchen vom Dorf Murgenthal bis gegen Fetzholz, im Lochgraben südlich Brunnenrain, auf der Steilkante Buchrain nördlich Rank, in Öhlerau zwischen Rothrist und Strengelbach, in der Höhle der Schleipfe bei Strengelbach, in der Sandgrube östlich Rötelmatten im St. Urbaner Boowald.

Die zahlreichen Aufschlüsse ermöglichen eine tektonische Rekonstruktion des Gebietes und gestatten auch die Ermittlung der Untergrundverhältnisse. (Siehe Fig. 2.) Unter den vielen beobachteten Schichtlagen zeigen die beiden zuletzt genannten in Strengelbach und im St. Urbaner Boowald ein geringes Nordfallen von 2 bis 5°, die Schichten von Rainacker und Mattenhof 30 bis 35°, alle andern mehr oder weniger Südostfallen.

Diese Schichtlagen beweisen die Anwesenheit einer *Antiklinale*, die sich von Aarwangen über Wynau, Murgenthal bis Rothrist hinzieht. Der *Scheitel* dieser Wynauer Antiklinale erreicht bei Oberwynau die größte Höhe und fällt von dort an ostwärts. Das Streichen ist meistens Nord 20—30° Ost, an den steilsten Stellen aber Nord 40—50° Ost.

Der *Südschenkel* der Antiklinale ist sehr stark ausgebildet. Die größte Steilheit erreicht er in der Nähe der Abzweigung des Rotkanales nördlich Walliswil mit 45°. In den Profilen des Mittelebaches und Lochgrabens findet man 500—600 m vom Rotkanal entfernt analoge Stellen eines maximalen Gefälles, das zwar nicht den gleichen absoluten Betrag erreicht, wie im Murgbett. Diese Stellen maximalen Gefälles in den drei Profilen liegen annähernd auf einer Geraden. Es zeigt also der Südschenkel der Antiklinale in dieser Linie eine Zone stärkeren Gefälles nach Südosten. Die beiden Aufschlüsse von Strengelbach und Rötelmatten mit den schwachen Gefällen nach Norden sprechen für eine nochmalige kleine Schichtwölbung, deren Streichrichtung mit derjenigen der Wynauer Antiklinale ziemlich identisch ist. Sollte sich das Gebiet als für Erdöl produktiv erweisen, so müßten Bohrungen auf dieser Welle in erster Linie auf Erfolg rechnen können.

Der *Nordschenkel* der Antiklinale ist in einem einzigen Aufschluß sichtbar, nämlich in den 30—35° nach Nordwesten fallenden Sandsteinbänken des Rainackers östlich Wolfwil. Westlich und östlich dieser Stelle ist der Nordschenkel der Erosion der Aare anheimgefallen, und die stehen gebliebenen

Strünke sind von den mächtigen Schottern des Feldes von Wolfwil bis gegen Boningen bedeckt.

Die Wynauer-Antiklinale ist wohl die bedeutendste der schweizerischen Molasseantiklinalen. Ihre Höhe mag mehr als 500 m betragen; sie ist aber zum größten Teil der Erosion anheimgefallen und tritt heute im Landschaftsbild nicht mehr hervor. Der Scheitel ist aufgerissen, und an seiner Stelle liegt heute das Aaretal.

Die Formation der aquitanen Molasse, bestehend aus wechselagernden, porösen Sandsteinen und undurchlässigen, tonreichen Mergeln, wäre zur Aufnahme und Aufspeicherung von Erdöl sehr geeignet. Das Vorhandensein von Antiklinalen ist ein weiteres sehr günstiges Moment. Die bedeutendsten natürlichen Erdölvorräte sind an Antiklinalen gebunden. Die erste gute Bitumenfundstelle in der Aaretränke bei Fulenbach liegt im Südschenkel der schönen Wynauer-Antiklinale. Die ölführenden Schichten senken sich nach Südosten, liegen bei *Brunnenrain* in der Sohle des Lochgrabens schon 150 bis 200 m und im Winkel schon ca. 200—300 m unter der Oberfläche, um dann noch weiter abzusinken. Es besteht also die Möglichkeit, daß in der Tiefe abbauwürdige Mengen Erdöl vorkommen. Sehr groß können die Vorräte nicht sein, weil die Antiklinale durch die Aare in ihrem Scheitel aufgerissen ist und ein früher allenfalls vorhandener Erdöl- oder Erdgas-Druck schon ausgelöst sein muß. Der hohe Bitumengehalt der gefundenen Blöcke (bis 15 Vol %) und die Lagerung der Ölsandschichten in der Nähe der Bodenoberfläche erschienen bei der herrschenden Erdölnot als günstige Faktoren für event. bergmännische Ausbeutung und Destillation des Ölsandes.

Die Resultate dieser geologischen und chemischen Voruntersuchungen rechtfertigten also ein gründliches Studium der Frage durch Grabungen und Bohrungen. Im Oktober 1917 erteilten die Behörden der Kantone Aargau und Solothurn an ein Konsortium, bestehend aus der A. G. der Eisen- und Stahlwerke vormals Georg Fischer in Schaffhausen, der Aktiengesellschaft Gebrüder Sulzer in Winterthur und Dr. Ad. Hartmann in Aarau eine Konzession zur Erforschung und Ausbeutung von Erdöl in näher bezeichneten Gebieten ihrer Kantone.

Aareverschiebung bei Murgenthal - Fulenbach.

Im Erdölgebiet hat in der Diluvialzeit eine für die Ölsandaufschlüsse wichtige Flußverschiebung stattgefunden.

In allen Taltrögen der Nordschweiz hat die heutige Erosion diejenige der zweiten Interglazialzeit noch lange nicht erreicht, denn unter den heutigen Flußsohlen liegt bis zur Felsunterlage noch eine 20 bis 30 m dicke Kiesschicht. Im Talstück Bannwil bei Aarwangen bis Boningen fließt nun aber die Aare direkt über den Sandstein, was bei Niederwasser sehr gut zu beobachten ist. Die zahlreichen Quellen, die auf dem Steilbord des rechten Aareufers von Murgenthal bis Rothrist 3 bis 5 m über dem Aarespiegel austreten, beweisen, daß die Kiesmasse nur eine geringe Dicke erreicht. Es fehlt also eine tiefe Talrinne von Wynau bis gegen Rothrist; ohne Zweifel ist diese weiter nördlich in der Kiesebene Schwarzhäusern, Wolfwil, Boningen zu suchen. Dort fließt ein großer Grundwasserstrom, bildet im Großweiher westlich Wolfwil Quellen und ein Sumpfgebiet, speist die Überfallquellen in der Öle in Wolfwil, die Sodbrunnen in der Hofmatt, in Fulenbach und mündet in vielen Quellen zwischen der Hausenmühle und Boningen in die Aare. Die landläufige Auffassung, daß diese Grundwasserquellen durch den Gäugrundwasserstrom gespiesen werden, ist nicht richtig, wie auch aus folgenden Härtebestimmungen von Wasserproben vom 12. Juli 1918 hervorgeht:

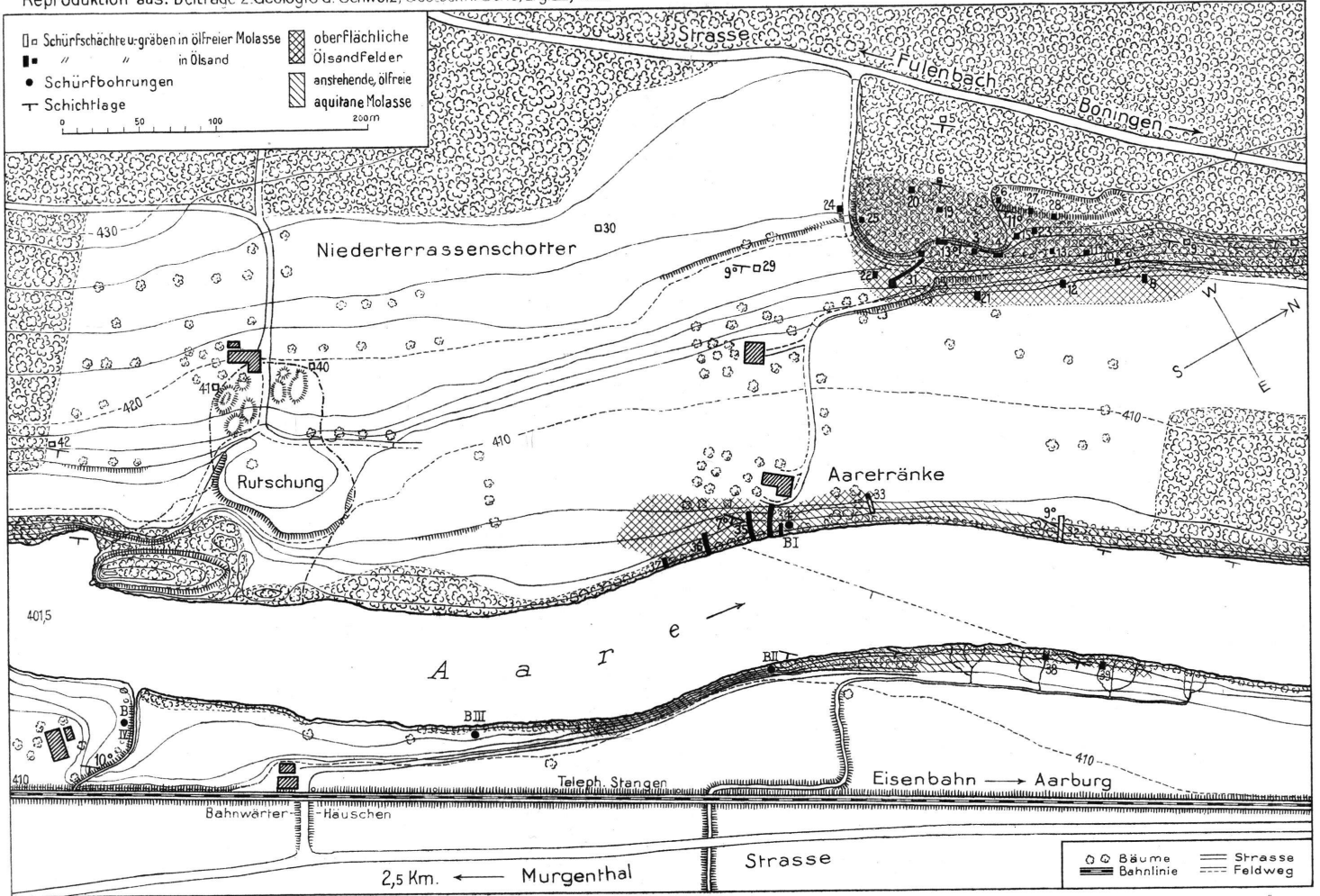
1. Grundwasser der Rötzmattquelle aus dem Gäu bei Olten	30.5	fr.	Härtegrade
2. Eine mittlere Boninger Quelle	20.5	„	„
3. Eine obere Boninger Quelle	23.0	„	„
4. Sodbrunnen westlich der Kirche Fulenbach	18.5	„	„
5. Überfallquellen östlich Wolfwil	23.5	„	„
6. Übersättigungsquelle von Großweiher	21.0	„	„

Das Gäugrundwasser (Probe 1) ist also viel härter als der Grundwasserstrom im alten Aarebett Wolfwil—Boningen, dem die Proben 2 bis 5 von ähnlicher Härte entnommen sind. Eine Grundwasserbohrung nördlich Wolfwil würde wahrscheinlich eine sehr tiefe, mit Kies ausgefüllte Rinne, das alte, tiefe Aarebett antreffen. Nördlich der Aaretränke konnte in einem Schachte eine nach Norden geneigte Erosionsfläche dieses alten Aarebettes konstatiert werden.

Die Grabungen im Winter 1917/18 (siehe Kärtchen und Fig. 3).

Nach Erteilung der Konzessionen am 19. und 22. Okt. 1917 wurden die Grabarbeiten am 23. Oktober aufgenommen; sie dauerten bis Ende April 1918 und beschäftigten 5 bis 10 Mann.

Die Arbeiten im Ölsandkomplex in der Nähe des alten Steinbruches nordwestlich der Aaretränkehäuser. Die geeignetste



Spezialkärtchen des Ölsandgebietes von Aaretränke bei Fulenbach 1:3500
 aufgenommen von A.Hartmann mit W.Heim und W.Rödiger 1918.

HOFER & CO. A.G. KARTOGRAPHIE ZÜRICH

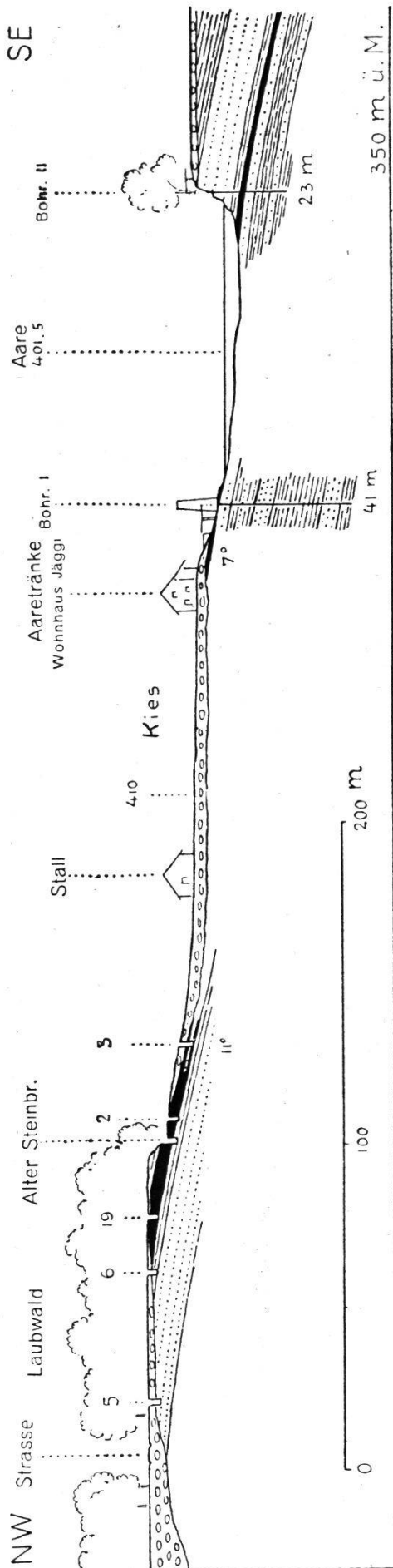


Fig. 3. Profil durch die Aaretränke Fulembach.

Stelle zum Beginn der Grabungen war der Südostrand des alten Steinbruches, wo die Schächte 1 bis 4 auf 2—4 m abgeteuft wurden. Es kam eine 3,5 m dicke, ungleichmäßig imprägnierte Sandsteinschicht von oben hellbrauner und unten dunkelbrauner Farbe zum Vorschein. Schon am dritten Tage war ein starker Benzin- und Petrolgeruch wahrnehmbar, und auf dem im Schacht I sich sammelnden Regenwasser bildeten sich farbige Ölhäutchen und dunkle Schlieren von teerähnlichem Öl. Als Hängendes war über dem Ölsand in Schacht 1 und 2 ein nicht imprägnierter harter Sandstein; in den andern Schächten reichte der Ölsand bis zum Humusboden. Als Liegendes zeigte sich in allen Schächten zuerst ein blaugrüner ca. 10 cm dicker Ton und dann ein roter, fleckiger, tonreicher Mergel von wechselnder Dicke, der ganz wasserundurchlässig ist.

Die Geländeoberfläche schien für eine weite horizontale Ausdehnung des Ölsandes zusprechen, und es wurden einige weitere Schächte auf der Terrainkante nordwestlich und südöstlich des alten Bruches ausgeführt. Diese zeigten aber, daß der Ölsand nur eine begrenzte horizontale Ausdehnung besitzt, ca. 240 m lang und 80 m breit ist. Die Dicke ist nur in den ersten 4 Schächten 3,5 m, sonst überall bedeutend geringer. Um den Verlauf der

Ölsandschicht genau zu bestimmen, wurde unter Benützung der scharfen Grenze gegen das Liegende eine Vermessung durchgeführt und als Mittel von 10 Bestimmungen das Streichen Nord $32-34^{\circ}$ Ost und das Fallen $13,1^{\circ}$ Südost gefunden. Dabei zeigte es sich, daß die untere Ölsandgrenze keine Ebene, sondern eine sehr unregelmäßige Fläche ist; eine spätere Weganlage zwischen Schacht 9 und 10 bestätigte die Auffassung. Nördlich der Schächte 6, 26, 27, 28 und 9 würde der Ölsand über dem jetzigen Waldboden liegen, ist also durch die einst nördlich durchfließende Aare abgetragen worden. Westlich des Weges, der von der Landstraße zu den Aaretränkehäusern führt, liegt mit Grundwasser gefüllter Kiesboden (Schacht 24), sodaß eine weitere Verfolgung des Ölsandes nach Westen unmöglich war. Nordöstlich der Schächte 8, 12 und 21 verunmöglichte sumpfiger Kiesboden die Sondiergrabungen. Die geneigte Ölsandschicht schien nach Südosten die größte Ausdehnung zu haben und ein bei B 1 am Aareufer angesetztes, erstes Bohrloch hätte in einer Tiefe von 25 bis 30 m den Ölsand treffen müssen, wenn er sich mit konstanter Schichtneigung soweit ausgedehnt hätte. Im 41 m tiefen Bohrloch war aber kein Ölsand zu finden und der später aufgeworfene Graben 31 und die Vertiefung des Schachtes 22 bewiesen, daß der Ölsand auch in dieser Richtung nur ca. 20 m über den Waldrand hinausreicht, sich dann in einige dünne Lagen auflöst und auskeilt.

Die Imprägnation des Ölsandsteines ist von verschiedener Intensität, wechselt von 1,5 Gew. % bis zu 7,5 Gew. %, oder 4 bis 19 Vol. %. Der gehaltsreichste Sand fand sich in Schacht 22 in einer Tiefe von 4 m, er ist eine pechscharze, klebrige, beim Erhitzen lange Zeit mit russender Flamme brennende Masse. Die Menge dieses gehaltreichsten aller in der Schweiz bis jetzt gefundenen Ölsande ist leider für eine Ausbeutung viel zu gering. Alle untern Sandsteinlagen der Imprägnationszone sind viel stärker imprägniert. Die Farbe wechselt von hellbraun bis dunkelbraun und schwarz. Im gefrorenen Zustande sind auch die stark imprägnierten Sande hellbraun, bei höherer Temperatur und im nassen Zustande sind alle Sande viel dunkler. Die gehaltreichen Sande geben an das Wasser dünne Ölhäutchen ab, enthalten aber kein sichtbares, in den Poren des Gesteines zirkulierendes Öl; sie sind „tot“.

Besonders interessante Aufschlüsse gaben die Schächte 2 und 22; sie ließen erkennen, daß das Öl früher in Bruchfugen

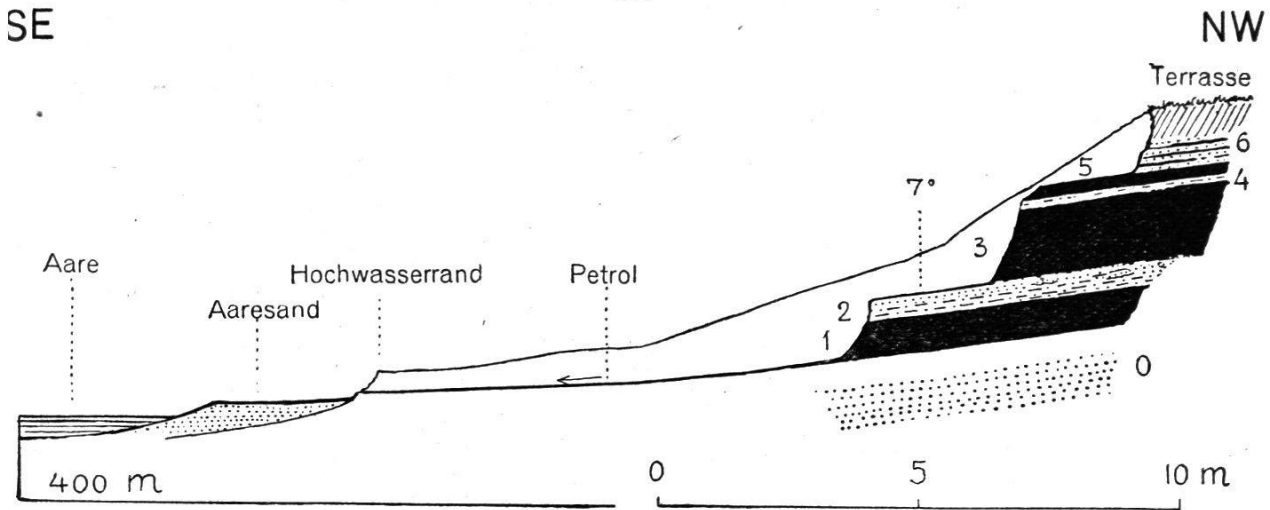


Fig. 4. Profil des Schürfgrabens beim untern Haus Aaretränke.
(Ölsande schwarz.)

des Sandsteines nach oben geflossen war und sich im porösen Sandstein verbreitet hatte. Siehe Bild 2 Tafel I.

In den Schächten 6, 26, 27 und 28 konnte man die untere messerscharfe, durch die Tonschicht des Liegenden bedingte Abgrenzung des Ölsandes sehen, in Graben Nr. 31 dagegen die unregelmäßige Abgrenzung nach oben, die sich nicht an die Schichtgrenzen hält, sondern im porösen Gestein höher geht als im dichteren, tonreicheren. Die Menge des in der Nähe des alten Bruches heute noch vorhandenen Bitumens mag 200 bis 300 Tonnen betragen.

Die Arbeiten im Ölsandkomplex am Aareufer beim untern Aaretränkehaus.

Bei der Erstellung eines Einschnittgrabens zum Bohrloch I kamen Spuren einer schwachen Imprägnation zum Vorschein, denen in den 3 bis 8 m langen, 80 cm breiten und 1 bis 3 m tiefen Schürfgräben 32 bis 36 weiter nachgegraben wurde. In Schürfung 32 traf man nur bitumenfreie, 10^0 gegen die Aare geneigte Sandsteinschichten, in Schürfung 33 dann 2 m unter Terrain eine 10 cm dicke, in den glimmerreichen Sandstein eingebettete Imprägnationszone.

Die schönsten Aufschlüsse gaben die Schürfgräben 34, 35 und 36. Im Graben 35 konnte von oben nach unten folgendes Profil festgestellt werden, von dem die Gräben 34 und 36 nur unbedeutende Abweichungen zeigten:

1. 65 cm grünlicher, mürber Ölsand,
2. 45 cm grünlicher Mergelsand, oben mit Erhärtungen,
3. 140 cm violettbräunlicher Ölsand,
4. 10 cm grünlich-weißer, mergeliger Sandstein,
5. 20 cm schokoladebrauner bis rotbrauner Ölsand,
6. 50 cm + x grünlicher Sandstein mit dünnen, braunen Ölsandschichten, darüber Humuserde.

Die oberen Teile des Ölsandes sind infolge der Luft-
einwirkung viel dunkler als die untern. Diese enthalten viel
flüssiges Öl, das sie leicht abgeben. Das aus dem Schotter
durch die Gräben fließende Wasser trug immer ein dünnes, in

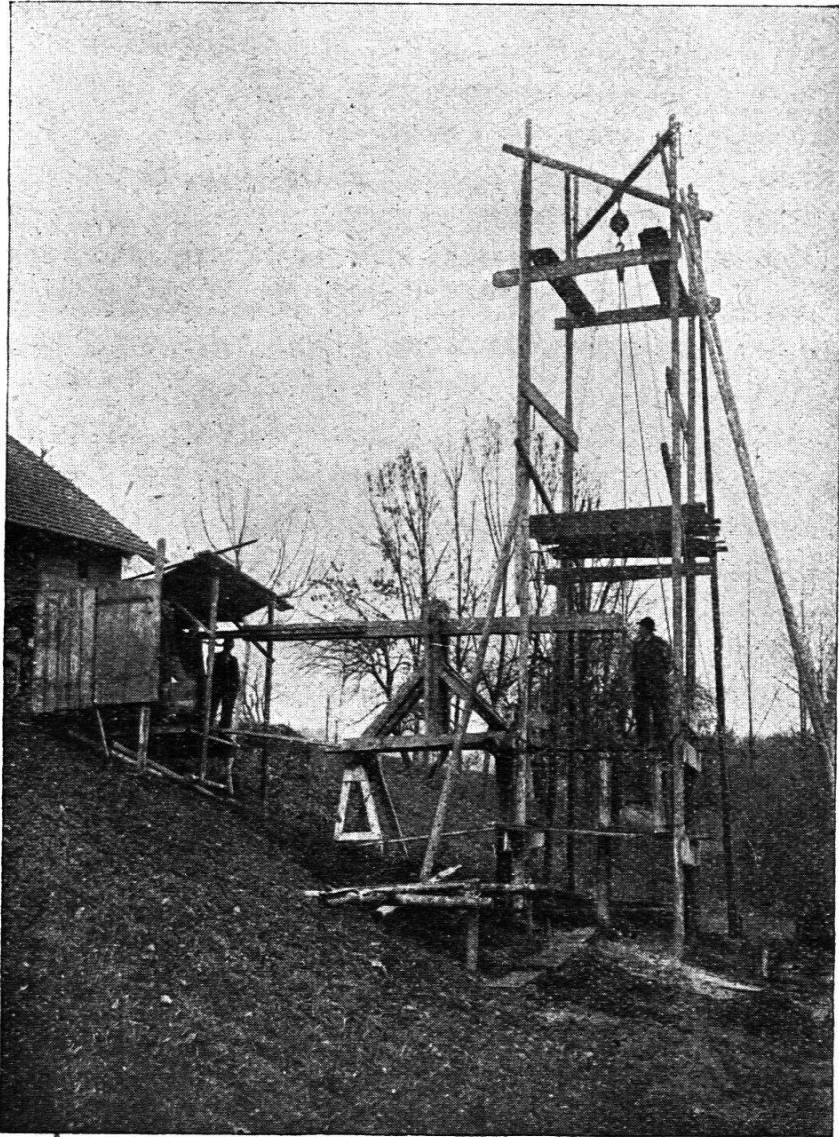
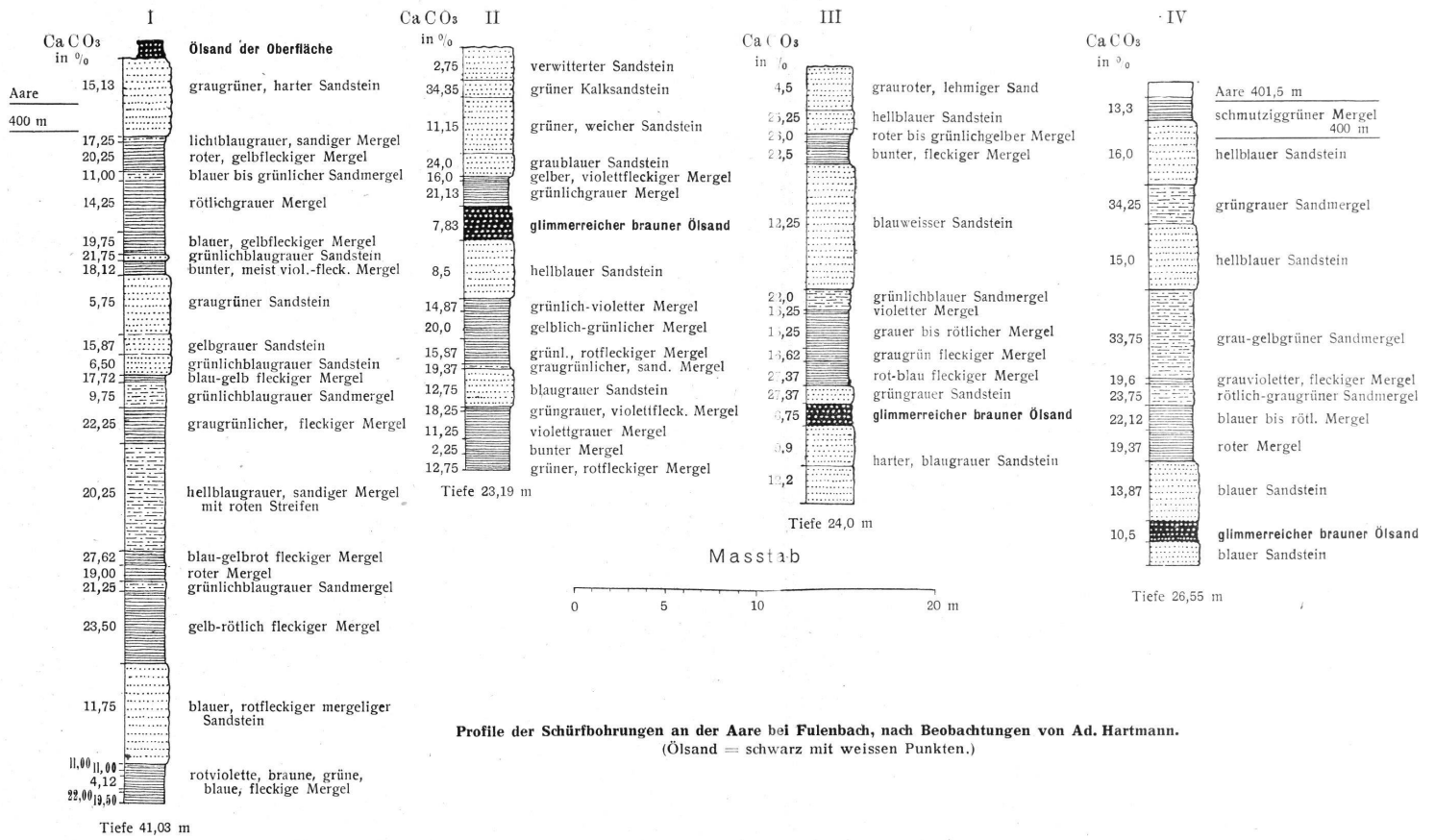


Fig. 5. Handbohrereinrichtung der Firma Locher & Cie. bei Borloch I.

allen Farben schillerndes Ölhäutchen. In der Umgebung der
Gräben konnte auch bei großer Winterkälte ein starker Geruch
nach Benzin und Petroleum wahrgenommen werden. Der
höchste Bitumengehalt betrug 4 Gew. % oder 10,6 Vol. %.
(Analyse siehe unten).

Sämtliche Schichten in der Nähe des Hauses zeigten eine
5—7 ° betragende Neigung nach der Aare und ein nordöstliches



Profile der Schürfb Bohrungen an der Aare bei Fuluibach, nach Beobachtungen von Ad. Hartmann.
(Ölsand = schwarz mit weissen Punkten.)

Streichen. Sie lagen auf dem Nordufer stratigraphisch und teilweise auch topographisch über der Mündung des Bohrloches I, mußten also auf dem Südufer durch eine Sondierbohrung erreicht werden.

Die 4 Sondierbohrungen im Winter 1917/18.

Die Grabungen ergaben also das Vorhandensein von 2 Ölsandsteinkomplexen, die nach Südosten fallen und unter jüngere Molasseschichten untertauchen. Eine Feststellung der Ausdehnung dieser Schichten in der Gefällsrichtung konnte nur durch Bohrungen ermittelt werden. Leider besitzt die Schweiz keine Tiefbohrreinrichtungen, und alle Bemühungen, solche vom benachbarten Auslande zu erhalten, waren während des Krieges erfolglos. Es blieb nichts anderes übrig, als vorläufig mit der besten Bohreinrichtung der Schweiz, die uns die Firma Locher & Cie. in Zürich mietweise zur Verfügung stellte, die gewünschten Aufschlüsse wenigstens teilweise zu erhalten.

Die Einrichtung und Arbeitsweise des Bohrers geht aus Figur 5 hervor. Der aus 4 Gerüststangen mit Querverbindungen und Stützstangen bestehende Bohrturm dient zur Führung und Drehung der Bohrstange, zum Aufziehen des Meißels, der Rohre und des schweren Holzklotzes, mit dem die Rohre in den Boden gerammt werden. Die leichteren der genannten Objekte werden von Hand, die schweren vermitteltst eines Wellbockes (rechts unten in der Figur) gehoben. An einem Ende des langen, als zweiarmiger Hebel dienenden Balkens hängt die Bohrstange mit dem 12 cm breiten, schweren Meißel, das andere wird je nach der Länge der Bohrstange von 4 bis 6 Männern auf und ab bewegt. Der im Bohrturm stehende Bohrmeister leitet die Arbeit und dreht nach jedem Schlage die Bohrstange. Im Bohrloch muß sich immer Wasser befinden, damit ein breiiges Bohrmaterial entsteht, das mit einem Löffel heraufgeholt wird, wenn der Bohrer 20–40 cm tiefer gedrunken ist. In einem lockeren Boden wird ein glattes, am Ende mit Schrauben versehenes Stahlrohr von 14 cm Durchmesser eingetrieben, das ein Einstürzen des Loches verhindert. Bei allen 4 Bohrungen konnte das Rohr nur wenige Meter eingetrieben werden, da der darunterliegende mittelharte Sandstein nicht mehr zu durchstoßen war; infolge dessen konnte das Grundwasser ungehindert in die Löcher eindringen und füllte diese beständig. Das Bohrmaterial wurde aufgeschlämmt und die Ölsande so sehr mit

Wasser emulgiert, daß eine quantitative Bitumenbestimmung nicht möglich war. Beim ersten tiefsten Bohrloch lösten sich von der Wand oft tonige Massen los, vermengten sich mit dem eigentlichen Bohrmehl und klemmten den Meißel fest. Von einem kg Ölsand, das man in das 40 m tiefe Bohrloch warf, konnte nach $\frac{1}{4}$ stündigem Arbeiten des Bohrers nichts mehr wahrgenommen werden. Mit der Bohreinrichtung konnte höchstens 40 m tief gebohrt und die Anwesenheit von dünnen Ölsandschichten infolge allzustarker Durchmischung des Bohrmehles mit Wasser und Material der Seitenwand überhaupt nicht nachgewiesen werden.

Bemerkungen zu den Bohrprofilen. (Siehe Beilage S. 96/97.)

1. Die Ölsande.

Im Bohrloch I konnte trotz 41,03 m Tiefe nur nachträglich beim Ausheben eines Voreinschnittgrabens eine ca. 10 cm dicke geringe Imprägnation direkt unter dem Humusboden festgestellt werden. Der Ölsandstein des alten Steinbruches hatte also keine Fortsetzung nach Süden.

In den drei andern Bohrlöchern fand man in verschiedenen Tiefen Ölsande von 186, 116 und 117 cm Dicke. Mit dem Anbohren dieser Schichten war deutlicher Erdölgeruch aufgetreten, der bei B 2 am stärksten, bei B 4 am schwächsten war. Als Bohrschlamm kam in allen drei Löchern eine violettbraune, stark riechende, mit Wasser bunte Ölhäutchen bildende Masse zum Vorschein, die eine intensive Chloroformreaktion gab. Die intensivsten Erscheinungen zeigte das Bohrloch II. Die Bohrstange und der Bohrer waren ölig, auf dem Wasser des Bohrloches schwamm eine dünne Ölschicht und der stark ölige Schlamm färbte das benachbarte Aarewasser intensiv. Trotz des starken Geruches in der Nähe des Bohrloches konnte aber keine blasenbildende Erdgasentwicklung beobachtet werden. Durch die Befunde in den drei Bohrlöchern und den Gräben 33 bis 36 war festgestellt, daß die Imprägnationsschicht nach Südosten fällt und somit nach Nordosten streichen mußte. Es war also zu erwarten, daß sie das rechte Aareufer unterhalb des Bohrloches II schneiden. In der Tat konnten in 2 Schürfgärten Nr. 38 und 39 200 m unterhalb Bohrloch II Imprägnationen mit Sicherheit nachgewiesen werden. Wegen Wasserandrang von der Aare her und von oben war es aber nicht möglich, Mächtigkeit, Imprägnationsgrad und Unterlage der Ölsandchicht zu ermitteln.

Die drei Bohrlöcher und Grabungen auf dem rechten Aareufer haben also eine nur 1—2 m mächtige Ölsandschicht auf einer Strecke von ca. 700 m nachgewiesen.

Die *petrographischen Aufschlüsse* der Bohrprofile sind von besonderem Interesse. Die angebohrte Molasse verdient den Namen bunte Molasse vollauf; in allen Löchern zeigte sich häufiger Wechsel von Farbe und Beschaffenheit des Gesteins. In Wirklichkeit wird der Wechsel noch größer sein als in obiger Zusammenstellung angegeben ist, weil der Meißel verschiedene Schichten ineinander geknettet hat. Ein Vergleich der Profile 2, 3 und 4 zeigt, daß auf großen Strecken wenigstens ähnliche Schichten vorkommen, sodaß es möglich war, die Ölsandtiefe in den Löchern 3 und 4 vorauszusagen, nachdem man Loch 2 gebohrt hatte. Immerhin sind die Variationen auch innerhalb der Schichtfläche unerwartet groß, was auf einen sehr häufigen Wechsel in der Sedimentation dieses Molasse- teiles schließen läßt.

Der *Gehalt an Kalziumkarbonat* wurde durch Titration durch Salzsäure bestimmt. Man wog 2 Gramm des gemischten Probematerials ab, versetzte mit einem genau gemessenen überschüssigen Quantum normaler Salzsäure und erwärmte bis zum Aufhören der Kohlensäureentwicklung, versetzte mit einigen Tropfen Phenolphthalein als Indikator und titrierte mit Natronlauge zurück bis zur bleibenden Rotfärbung. Die Menge der für 2 Gramm verbrauchten Normal- säure multipliziert mit 2,5 gab den % Gehalt an CaCO_3 . Die Kalkbestimmungen zeigten dasselbe Bild der großen Variation in der Schichtfolge. Der Kalkgehalt wechselt sehr stark bei den Sandsteinen und Mergeln. Einen auffallend geringen Kalkgehalt zeigen die Ölsande. Dabei bleibt unentschieden, ob diese primär kalkarm waren oder sekundär durch Säuren, die ein Oxydationsprodukt des Bitumens sein können, entkalkt worden sind. Die Anwesenheit vieler, wenig verwitterter Glimmerblättchen in allen Ölsanden spricht für eine primäre Armut an kohlen-saurem Kalk.

Weitere Ölsandaufschlüsse des Gebietes.

1. *Ölsand im Rainacker bei Wolfwil, linkes Aareufer.* In einem mächtigen, mürben, olivgrünlichen Sandsteinkomplex mit lagenweisen Erhärtungen fand Dr. Arnold Heim schon im April 1917 eine maximal 30 cm breite, unscharf begrenzte, hellbraune, nur aus der Nähe sichtbare Ölsandschicht, unter der einige dünne noch schwächer imprägnierte Bänder bis zu einer Feinheit von 1 mm und unregelmäßige, konkordant gelagerte Tupfenreihen vorkommen. Alle diese Imprägnationen geben noch deutlich eine Braunfärbung mit Chloroform.

2. *Ölsand Murgenthal, 200 m oberhalb der Brücke auf dem linken Aareufer.* Die 5—10° Ost fallenden Schichten zeigen folgendes Profil:

- a) Rote Mergel.
- β) 3 m hellgelblicher, weicher Glimmersandstein mit Konkretionen, unten dünne Ölsandstreifen. Nach W stellt sich eine rote Mergelbank im Sandstein ein.
- γ) 1 m Ölsand in Schlieren und groben Flecken im ölfreien Sandstein (ca 40 % Ölsand).

- δ) 1 m sichtbar kompakter, violettbrauner, trockener, glimmerhaltiger Ölsand von 1—2 Gew. % Bitumen mit grünlichen, ölfreien Nestern. Ziemlich scharf begrenzt gegen
- ε) 0,5 m sichtbar: grünlicher, ölfreier, poröser Sandstein.

3. *Ölsand Murgenthal*, ca. 200 m unterhalb der Brücke, rechtes Aareufer am Steilbord hinter dem Haus des Briefträgers Müller. Taf. II.

Diese Fundstelle mag stratigraphisch ca. 60 cm über 2 liegen, sofern im Aarebett keine Verwerfung vorkommt. Die Schichten gleichenden unter 2, fallen 8—10° nach ESE und zeigen den

schönsten und instruktivsten natürlichen Öl-

sandaufschluß in der Nordschweiz. Viele 1/2 bis 4 mm dicke schokoladebraune Ölsandblätter liegen konkordant im weißen, mürben Sandstein übereinander, teils eben wie in Figur 1 teils verbogen mit Anschwellungen und feinsten dendritenartigen Enden (Fig. 2). Zwischen den ölfreien und ölhaltigen Schichten ist nicht eine Spur eines Tonhäutchens sichtbar. Die beiden Sande sind, abgesehen von der Imprägnation, ganz gleich (siehe Seite 89 der Arbeit in Lieferung VI). Die drei Fundstellen, am schönsten die dritte, beweisen, daß die Erdöle von Murgenthal und Fuluibach auf primärer Lagerstätte und nicht nach der Sandablagerung eingeflossen sind.

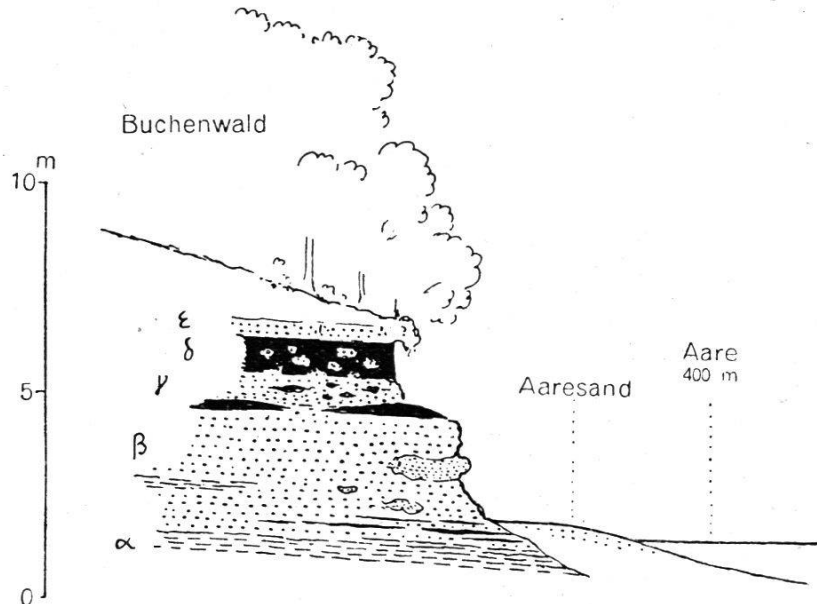


Fig. 6. Ölsand auf dem linken Aareufer, ca. 2 m oberhalb der Brücke von Murgenthal.

D. Chemisch-physikalische Untersuchung der Erdöl-Imprägnationen.

I. Quantitative Bitumen - Bestimmung.

Diese beruht auf einer Extraktion des pulverisierten Gesteines mit einem Lösungsmittel für Kohlenwasserstoffe und



Fig. 1. Diagonale Schichten von Ölsand im Gönhardstollen bei Aarau.
Text S. 80.



S Fig. 2. Ölsand (unten); rechts vom Pickel von unten her imprägnierte Kluft; N
Schürfgrube Nr. 2, Aaretränke. Text S. 90 und 106. Phot. A. Hartmann.
Reproduktion aus Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie.
Lieferung VI.

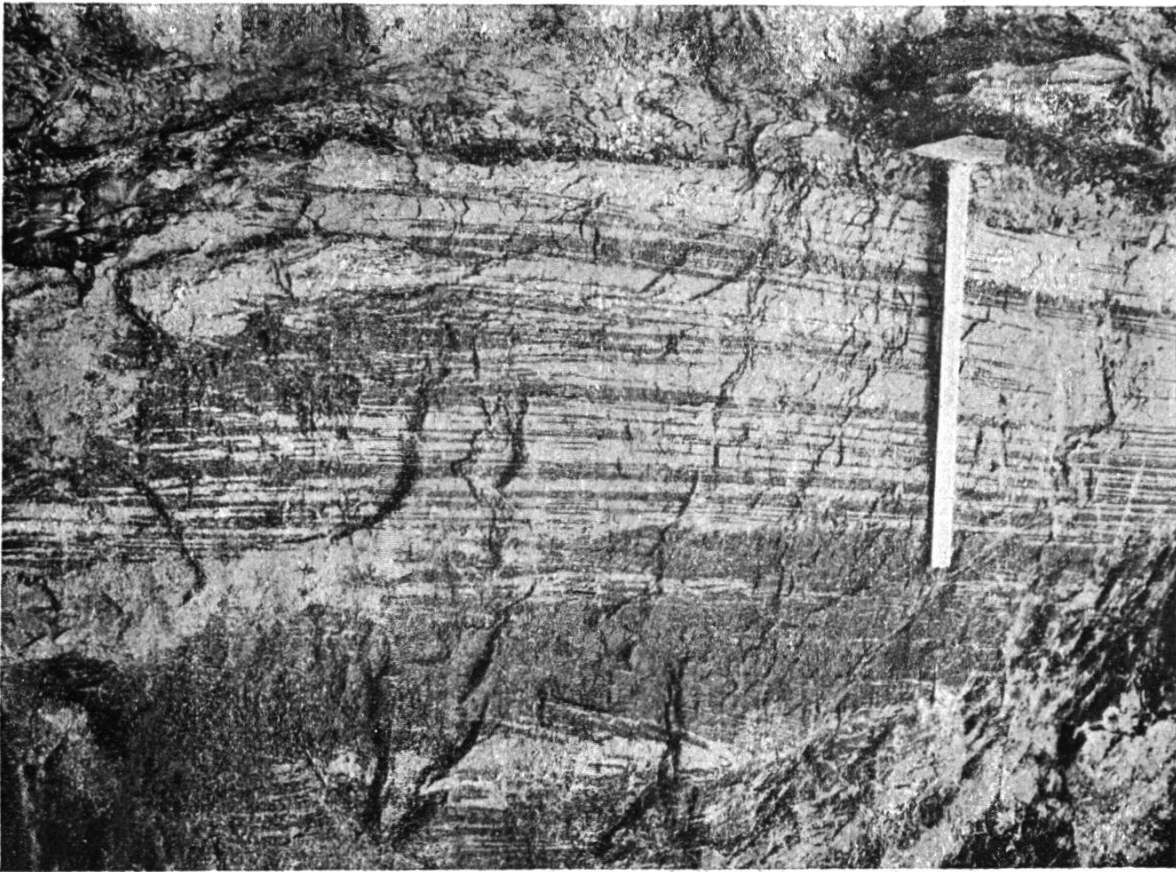


Fig. 1.



Fig. 2. **Ölsandschichtung im ölfreien Sandstein**, rechtes Aareufer, 200 m unterhalb der Brücke von Murgenthal. Text S. 96 und 105. Phot. A. Hartmann.

deren Oxydationsprodukte. Am besten eignen sich Chloroform oder der viel billigere Schwefelkohlenstoff, auch eine Mischung der beiden. Äther, Benzin, Petroläther oder Benzol lösen das Bitumen viel langsamer und unvollständig. Die Extraktion geschieht am raschesten in einem Erlenmeyerkölbchen, indem man den Sand 6—10 Mal mit diesem Lösungsmittel übergießt, umschüttelt, Sand und Schlamm durch einiges Stehen absitzen läßt und dann die Lösung durch ein Filter gießt. Vollständiger und doch müheloser erfolgt die Extraktion in einem automatisch arbeitenden Extraktionsapparat nach Soxhlet, wie er in der Lebensmitteluntersuchung zur Fettbestimmung gebraucht wird.

Die Chloroform- oder Schwefelkohlenstoff-Extrakte werden bei genauen Bestimmungen mit Chlorkalzium getrocknet und dann destilliert; die Rückstände werden in der Wärme durch Ausblasen von den letzten Spuren des Lösungsmittels befreit und ergeben die *Gewichtsprocente* des Bitumens. Nach Ermittlung der spez. Gewichte des extrahierten Sandes und des Bitumens erhält man durch Umrechnung wenigstens annähernd den Bitumengehalt des Ölsandes in *Volumprozenten*. Die wichtigsten von mir ausgeführten Bestimmungen sind zusammengestellt in der folgenden

Tabelle über den Gesamtbitumengehalt.

<i>Ort der Probeentnahme</i>	<i>Gewichtsprozent</i>	<i>Volumprozent</i>
Fulenbach (Kt. Solothurn), unterer Teil in Schürfschacht 22	7,64	19,2
Beste Probe vom Roulavaz (Kt. Genf), erhoben von Arn. Heim	6,64	16,92
Fulenbach, Schacht 2 aus Kluftwand	6,06	15,60
Fulenbach, Schacht 22, oberer Teil	5,97	15,37
Fulenbach, beste Stelle aus Einzelblock	5,35	14,23
La Plaine, beste Probe auf Nordufer der Rhone	4,0	10,70
Fulenbach, Ölsandstein beim Haus A. Jäggi, Aaretränke	3,97	10,60
Sand von Roulavaz (Kt. Genf), erhoben von H. Morgenthaler	3,84	10,20
Dardagny, westlich vom Dorf	3,39	9,14
Mittelprobe von La Plaine	2,42	6,80
Ufer des Allondon nordöstlich Granges (Kt. Genf)	2,30	6,20
Gönhard Aarau, Stück aus dem Naturhistorischen Museum	1,84	5,10
Ufer des Allondon bei der Mündung in die Rohne	1,80	5,0
Gönhard Aarau, Stollen der jetzigen Wasserleitung	1,11	3,12

Alle genannten Ölsandsteine sind hellbraun bis dunkelbraun oder braunschwarz gefärbt. In allen Imprägnationsgebieten gibt es Sandsteinpartien, die noch weit weniger Bitumen enthalten. Vom gehaltreichsten Ölsand im Schacht 22 in *Fulenbach* finden sich leider nur kleine Mengen in unmittelbarer Nähe einer Kluff.

2. Über Porenvolumen und Sättigungsgrad schweizerischer Ölsande.

Nach den Untersuchungen der schweiz. Materialprüfungsanstalt in Zürich¹ schwankt die Porosität schweizerischer Bausandsteine sehr stark. Der Maximalwert für Wasseraufnahmefähigkeit beträgt 9,15% Bedeutend größer als für Bausteine ist die Porosität für Ölsande, die viel lockerer sind. Ich suchte das Porenvolumen eines Ölsandes von mittlerem Gehalte zu bestimmen und wählte dazu den gleichmäßig imprägnierten Ölsand von Dardagny. Dieser enthält auf 100 gr 4,51 cc Wasser, 4,17 cc Bitumen und 5,07 cc Luft. 100 gr des Ölsandes nehmen somit 48,47 cc ein und enthalten ein Porenvolumen von 13,75 cc. Die Sättigung beträgt also nur 4,17 cc auf 13,75 oder ca. 30%.

Größer ist die Sättigung beim gehaltreichsten Ölsand der Schweiz, demjenigen aus Schacht 22 in *Fulenbach*, der 7,64 Gew. % oder 19,2 Vol. % Bitumen enthält. Wenn das Porenvolumen dieses Sandes auch 13,75 cc auf 100 gr beträgt, so ist

die Sättigung $\frac{7,64}{0,92 \cdot 13,75} =$ oder 60%.

Die bitumenärmeren Ölfunde sind noch bedeutend weniger gesättigt und enthalten große Mengen mit Luft gefüllter Poren.

Es ist sehr wohl möglich, ja sogar wahrscheinlich, daß dieselben stratigraphischen Ölhorizonte in größerer Tiefe, wo Tonzwischenlagerungen die Auswässerung der Ölsande erschweren und Oxydation und Verdunstung ausgeschlossen sind, einen höhern Bitumengehalt und Sättigungsgrad besitzen. Wegen des Schutzes vor Luft und Wasser wäre dann die chemische Beschaffenheit des Bitumens besser, dieses würde weniger Asphalt und mehr Kohlenwasserstoffe enthalten und leichter flüchtig sein. Solche Ölsande können aber nicht durch natürliche Aufschlüsse freigelegt und auch nicht durch einige Meter tiefe Schürfungen ergraben werden, sondern sie wären nur durch tiefe Schächte oder Bohrlöcher erreichbar.

3. Qualitative Untersuchung des Bitumens.

Da die schweizerischen Ölsande nirgends an der Oberfläche beträchtliche Mengen freies Öl abgeben, so mußte das Bitumen

¹ Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechn. Serie, 5 Lfg. Die naturreichen Bausteine und Dachschiefer der Schweiz, II. Teil S. 72/73.

künstlich aus dem Stein herausgeholt werden. Eine *Extraktion* erwies sich wegen des hohen Verbrauches an Lösungsmitteln als zu teuer und umständlich; ich wählte deshalb die Methode der *direkten Sanddestillation*. Dieses geschah in einem 1 m langen und 3,3 cm weiten, schmiedeisernen Rohr, das auf einem Verbrennungsofen erhitzt wurde. Das eiserne Rohrende war mit einem Liebig'schen Kühler verbunden. Zuerst entwichen bei geringem Erhitzen farblose Dämpfe von Benzin und Wasser, dann folgten bei steigender Temperatur gelbliche Dämpfe von eigenartigem Geruch, die sich zu einem dunkelbraunen Öl kondensierten, das auf dem Wasser schwamm. Zuletzt entwichen nicht kondensierbare Dämpfe. Das zuletzt austretende Öl war schwerflüssig und blieb im Kühler teilweise liegen. Der ge- glühte Sand war von ausgeschiedenem Kohlenstoff dunkel gefärbt.

Die so gewonnenen Rohöle waren alle von dunkler Farbe, schieden nach kurzem Stehen dunkle, kohlenstoffreiche Stoffe aus, die an den Wänden und auf dem Boden sich niederschlugen. Ich bestimmte die spez. Gewichte, die prozentuale Zusammen- setzung der Rohöle, prüfte auf Schwefel- und Paraffingehalt und unterwarf die Hauptmenge einer fraktionierten Destillation zur Ermittlung des Gehaltes an Benzin, Leuchtpetroleum, Schmier- ölen und nicht flüchtigem Rückstand.

Aus dem Gebiet von Fulenbach-Murgenthal kamen folgende Ölsandproben zur Untersuchung:

- a) Erdöl aus dem zuerst aufgefundenen Einzelblock.
- b) Erdöl aus dem oberflächlichen Ölsand der Stelle, wo später Schacht I gegraben wurde.
- c) Erdöl aus dem Ölsandkomplex beim Haus am Aareufer.

a) Das Erdöl aus dem zuerst aufgefundenen Einzelblock.

3 kgr des 5,5 Gew. % Gesamtbitumen haltenden Blockes wurden im Eisenrohr destilliert und ergaben 55 gr Rohöl. Die Ausbeute an flüchtigem Bitumen betrug somit nur 1,83 % des Gesteins oder 34 % des Gesamtbitumens. 66 % der organischen Substanz blieben entweder als Kohle zurück oder entwichen als unkondensierbarer Rauch. Das Rohöl besaß ein spez. Gew. von 0,9213, war schwer beweglich, zeigte schwache Fluoreszenz und im auffallenden Lichte dunkelrotbraune Farbe. Es deponierte nach kurzer Zeit einen schwarzen Niederschlag.

Die Elementaranalyse ergab:

Abgewogene Menge	0,3444 gr
Kohlendioxyd gefunden	1,1085 „
Wasser gefunden	0,3660 „

Daraus ergibt sich durch Umrechnung:

Kohlenstoff	0,30232	gr oder	87,78	%
Wasserstoff	0,040667	" "	11,81	%
Andere Elemente	0,001413	" "	0,41	%
	Summa 0,3444	" "	100,00	%

Aus den Resultaten der Elementaranalyse lässt sich der Heizwert des Erdöls nach der Gleichung von Mendelejeff wie folgt berechnen:

$W = 300 H + 81 C + 26 (S-O)$, wobei H = Wasserstoff, C = Kohlenstoff, S = Schwefel und O = Sauerstoff in Prozenten der Elementaranalyse ist. Da Schwefel in kaum merklichen Mengen vorhanden ist, ergibt sich für den Heizwert = 10642,5 Kalorien.

Die fraktionierte Destillation ergab:

Fraktionen	Siedepunkt	Druck	Gewicht	Gewicht
	Cels.	mm	gr	%
Benzin	90—150	728	2,05	6,6
Leuchtpetroleum	150—300	728	6,80	21,9
Schmieröle	300—400	28—45	16,50	53,2
Rückstand im Kölbchen			5,65	18,3
Summa			31,0	100,0

Die erste Fraktion stellt ein hochsiedendes *Schwerbenzin* von hellgelber, beim Stehen bald dunkel werdender Farbe dar, sie ist leicht beweglich und besitzt typischen Benzingeruch.

Die zweite Fraktion ist ein *hochsiedendes Leuchtpetroleum* von hellbräunlicher Farbe, das bald dunkel wird und einen schwarzen Niederschlag bildet.

Der relativ hohe Gehalt des Blockes an leicht flüchtigen Erdölbestandteilen ist überraschend und beweist, wie außerordentlich zähe ein Sandstein das Erdöl festhält, und wie das Bitumen chemisch enorm widerstandsfähig ist. Jahrtausende langes Liegen an der Oberfläche, Jahrzehnte langes Verweilen in der Jauche oder in einem Bächlein hat weder eine Verflüchtigung, noch eine wesentliche chemische Veränderung des Bitumens bewirkt.

Die dritte Fraktion ist eine Mischung von leicht- und schwerflüchtigen *Schmierölbestandteilen* und entspricht einer Mischung von Spindel-, Maschinen- und Zylinder-Ölen. Das Öl zeigt prächtige, grünrote Fluoreszenz, ein spez. Gewicht von 0,938, ist sehr zähflüssig und enthält offenbar viel Zylinder-Öl. Nach der Reaktion von Holde¹ konnten in der letzten Fraktion

¹ Siehe Lunge-Berl, chem.-tech. Untersuchungsmethoden, 3. Band, Seite 486.

große Mengen Paraffin nachgewiesen werden, die schätzungsweise 30 % des Schmieröles ausmachen.

b) Das Erdöl aus dem anstehenden Sandstein im alten Steinbruch bei Aaretränke, Waldrand.

Die Stelle der Probeentnahme liegt bei Grube I der Kartenskizze. Die Sandprobe wurde der obersten Imprägnationsschicht entnommen, bevor die Grube geöffnet war. Der Sand war rötlichbraun gefärbt, gab starke Chloroformreaktion, immerhin viel geringer als der einzelne Block der vorhergehenden Probe und ohne irisierende Ölhäutchen auf dem Wasser zu bilden. Er war ein schwach bituminös riechender, eingetrockneter, toter Ölsand und enthielt auch nur ca. 1,36 Gew. % Bitumen. Die 3 m tiefer gelegenen, durch die spätere Grabung Nr. 1 freigelegten Ölsande zeigten dann dunkle Farbe, gaben intensive Reaktion, rochen nach Benzin und Petroleum und erzeugten Farbenhäutchen auf dem Wasser, enthielten auch 3–4 % Bitumen, in einzelnen kleinen Stücken noch etwas mehr.

Der gehaltsarme Oberflächensand wurde einer Destillation unterworfen. Aus 8 kg gewann ich in 8 Portionen im Eisenrohr nur 56 gr Rohöl, also nur eine Ausbeute von 0,7 Gew. % des Gesteines. Das Rohöl war dunkler als das obige, zeigte nur sehr geringe Fluoreszenz, ließ noch mehr kohlenstoffreiches Depot fallen, besaß ein spez. Gewicht von 0,9381 und war sehr wenig beweglich, am schwerflüssigsten von allen.

Elementaranalyse:

Abgewogene Menge	0,3370 gr
Kohlendioxyd, gefunden	1,0461 „
Wasser gefunden	0,3204 „

Daraus ergibt sich durch Umrechnung:

Kohlenstoff	0,2853 gr oder	84,66 Gew. %
Wasserstoff	0,0356 „ „	10,56 „ %
Andere Elemente	0,0161 „ „	4,78 „ %
Summa	0,3370 „ „	100,00 %

Aus diesen analytischen Daten berechnet sich der Heizwert nach obiger Gleichung zu 9901,2 Kalorien.

Die fraktionierte Destillation von 31 gr des Rohöles ergab:

<i>Fraktionen</i>	<i>Temp.</i>	<i>Druck</i>	<i>Gewicht</i>	<i>Gewicht</i>
	Cels.	mm	in gr	in %
Rohbenzin	90—150	728	2,5	5,3
Rohleuchtpetroleum	150—300	728	8,2	17,4
Schmieröle	210—350	14—28	21,0	44,7
Rückstand im Kölbchen			15,3	32,6
Summa			47,0	100,0

Die Fraktionen zeigen ähnliche Eigenschaften wie die aus dem einzelnen Block. Das Petroleum ist noch stärker gefärbt; das Schmieröl besteht wieder aus einer Mischung von schweren und leichten Bestandteilen, denen sich Vaseline und Paraffin in noch größeren Mengen beigesellen; es zeigt infolgedessen das sehr hohe spez. Gewicht von 0,9494 und besitzt prächtige Fluoreszenz.

c) Das Erdöl am Aareufer beim Haus Jäggi, Aaretränke.

Die Firma *Schmid & Hallauer*, kunstgewerbliche Metallwerke in *Suhr*, hatte eine große Probe des frischen Ölsandes von 3,5–4 Gew. % Bitumengehalt aus dem Schürfgraben Nr. 35 (Karte und Fig. 4) mitgenommen und in einem größeren, eigens konstruierten Apparate destilliert. Man gewann dadurch mehrere Liter Rohöl von dunkler, fast schwarzer Farbe mit schwach grüner Fluoreszenz und einem spez. Gewicht von 0,9232.

Die Elementaranalyse ergab:

	I. Bestimmung	II. Bestimmung	Mittelwert
Abgewogene Ölmenge . . .	0,4733 gr	0,4639 gr	
Gefundenes Kohlendioxyd . . .	1,4971 „	1,4662 „	
Gefundenes Wasser	0,5033 „	0,4865 „	

Die Umrechnung ergibt:

	I. Bestimmung	II. Bestimmung	Mittelwert
Kohlenstoff	86,27 %	86,19 %	86,23 %
Wasserstoff	11,81 %	11,65 %	11,73 %
Andere Elemente	1,92 %	2,16 %	2,04 %
Summa	100,00 %	100,00 %	100,00 %

Der Heizwert berechnet sich zu 10450 Kalorien.

Eine Probe des Öles ergab bei der fraktionierten Vacuumdestillation einen abnorm geringen Gehalt an Benzin, 23 % Leuchtpetroleum und viel Schmieröl von schöner Fluoreszenz. Der geringe Benzingehalt ist offenbar auf eine mangelhafte Kühlung bei der Destillation zurückzuführen. Der hohe Leuchtölgehalt entspricht dem frischen Aussehen des Sandes, der zu den „lebenden“ Ölsanden gerechnet werden muß, weil zwischen den Sandkörnern direkt flüssiges Öl zu erkennen ist, während die beiden obern Proben aus eingetrocknetem, „totem“ Ölsand stammen.

Zusammenstellung der Analysen schweizerischer Erdöle und Vergleiche mit ausländischen.

Elementaranalysen:

Herkunft des Öles	Spez. Gew.	% C	% H	% O
La Plaine (Kt. Genf), nördlicher Brückenkopf . . .	0,9036	86,92	11,55	1,53
Dardagny—Roulavaz (Kt. Genf) oberste Galerie . . .	0,9050	87,16	12,23	0,61

<i>Herkunft des Öles</i>	<i>Spez. Gew.</i>	<i>% C</i>	<i>% H</i>	<i>% O</i>
Fulenbach, Einzelblock	0,9213	87,78	11,81	0,41
Fulenbach, alter Steinbruch Aaretränke	0,9381	84,66	10,56	4,78
Fulenbach, Aareufer beim Haus Jäggi	0,9232	86,23	11,73	2,04
Mittelwert	0,9182	86,56	11,56	1,88

Zum Vergleiche seien Analysenresultate einiger ausländischer Erdölsorten angegeben, die dem Werke von Höfer, „Das Erdöl und seine Verwandten“, entnommen sind.

	<i>Spez. Gew.</i>	<i>% C</i>	<i>% H</i>	<i>% O(S)</i>
Mittelwert von 10 Proben aus Galizien	0,878	84,14	13,69	2,22
Mittelwert von 10 Proben aus Deutschland	0,899	84,86	12,23	2,91
Mittelwert von 10 Proben aus Südrußland	0,912	86,10	12,65	1,25
Mittelwert von 10 Proben von Pensylvanien u. Ohio	0,8354	84,89	13,75	1,36
Mittelwert von 4 Proben aus Kansas und Texas	0,907	85,29	12,40	2,31
Mittelwert von 4 Proben aus Kalifornien	0,948	85,83	11,92	2,25
Mittelwert der 48 Proben ausländischer Erdöle	0,8966	85,18	12,77	2,05

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die schweizerischen Erdöle kohlenstoffreicher sind als alle andern, dafür aber auch etwas weniger Wasserstoff enthalten. Diese Tatsache steht offenbar mit der Ölgewinnung aus dem Sand im Zusammenhange. Es ist eine bekannte Erscheinung, daß Kohlenwasserstoffe durch starkes Erhitzen Wasserstoff verlieren und kohlenstoffreicher werden. So erklärt sich auch die Bildung von Benzol, Naphtalin und Anthrazen in der Steinkohlenretorte. Derselbe Prozeß wird im erhitzten Eisenrohr stattfinden. Alle so gewonnenen Rohöle verlieren auch beim Stehen Kohlenstoff, der sich in dunklen, kohlenstoffreichen Niederschlägen zu Boden setzt. Selbst die einzelnen Fraktionen zeigen dieselbe Erscheinung; sie werden beim Stehen dunkler und erhalten Bodensätze.

Würden die Öle aus reinen Kohlenwasserstoffen der Paraffinreihe bestehen, so könnte der Kohlenstoffgehalt nie 87% erreichen, auch wenn gar kein Sauerstoff vorhanden wäre; denn

der Kohlenwasserstoff	C 10 H 22	besitzt nur	84,41 % C	und	15,49 % H
„	„ C 20 H 42	„	85,00 %	„	15,00 %
„	„ C 40 H 82	„	85,31 %	„	14,69 %

Die Kohlenwasserstoffe der Äthylenreihe enthalten alle 85,62% C und 14,38% H.

Einzig die Kohlenwasserstoffe der Reihe $C_n H_{2n-6}$ enthalten mehr als 87% C, so der $C_{20} H_{34}$ 87,50% C und 12,50% H. Da einige Schweizer Öle 87 und mehr % Kohlenstoff und daneben noch etwas Sauerstoff enthalten, so müssen sehr wasserstoffarme, ungesättigte Verbindungen zugegen sein.

Zusammenstellung nach Fraktionen:

<i>Herkunft des Erdöles</i>	<i>Spez. Gew.</i>	<i>% Benzin bis 150°</i>	<i>% Leuchtöl 150—300°</i>	<i>% Schmieröl über 300°</i>
La Plaine	0,9036	6,45	26,05	54,00
Dardagny	0,905	2,93	20,32	69,66
Fulenbach, Block	0,9213	6,60	21,9	53,2
Fulenbach, Steinbruch	0,9381	5,30	17,4	44,7
Travers-Asphalt	0,948	2,2	9,0	64,0
Mittelwert	0,9232	4,7	18,93	57,11

Die Menge der einzelnen Fraktionen ist vermutlich stark von der Art der Rohölgewinnung aus dem Sand und auch von der Rohöldestillation abhängig, weil dabei immer Zersetzungen vorkommen.

Ein Vergleich schweizerischer Erdöle mit den ausländischen ergibt, daß erstere ein viel höheres spez. Gewicht, einen viel geringeren Gehalt an leichtflüchtigen und einen viel höheren an schwerflüchtigen Bestandteilen aufweisen. Diese Abweichung ist aber nur bedingt durch die Art der Probeentnahme. Die zur Ölgewinnung verwendeten imprägnierten Sandsteine sind alle oberflächlichen Bodenformationen entnommen und waren lange Zeit der Verdunstung, Oxydation, Belichtung und Verwässerung ausgesetzt. *Ohne Zweifel würden die primär gleich imprägnierten Sande in größerer Tiefe viel dünnflüssigere Öle mit mehr leichtflüssigen Bestandteilen liefern.*

E. Zur Entstehung des Erdöles in der schweizerischen Molasse.

Unter den vielen Hypothesen über Entstehung des Erdöles können nur zwei Anspruch erheben auf wissenschaftliche Begründung.

1. Die Bildung aus *anorganischem Material*, aus Karbiden durch Umsetzung mit Wasser mit oder ohne Mitwirkung anderer Stoffe unter hohen Drucken und Temperaturen. Die geologischen Forschungen in allen Ölländern und die vielen chemischen Untersuchungen der letzten drei Jahrzehnte haben diese Hypothese immer mehr ihrer Stützen beraubt.

2. Die Bildung aus *organischem Material*, aus umgewandelter Pflanzen- und Tiersubstanz. Weit aus die meisten Naturforscher wenden sich heute dieser Ansicht zu. Dabei denkt man nicht mehr an eine Umwandlung von großen, versunkenen Wäldern,

oder an enorme Tiermassen, die durch Erdkatastrophen vernichtet wurden, sondern glaubt im *Faulschlamm*, jenem breiigen Material auf dem Grunde jedes wenig bewegten Wassers die Ausgangssubstanz für die Bildung von Erdöl gefunden zu haben. Die Flüsse spülen ein riesiges Quantum organischen Materials in die Meere; davon leben eine Unmenge Plankton-Organismen, deren Substanzmasse unvergleichlich viel größer ist als diejenige der großen Meerorganismen, der Tange und Fische. Das tote Plankton sinkt in einem immerwährenden feinen Regen auf den Grund und bildet in innigster Mischung mit Kalk-, Ton- und Sandteilchen den Faulschlamm. Zur völligen Oxydation fehlt auf dem Grunde der Gewässer der nötige Sauerstoff; wenn der in der organischen Substanz vorhandene aufgezehrt ist, so bleibt als Produkt im einzelnen noch nicht bekannter Umwandlungsprozesse eine komplizierte Mischung von vielen Kohlenwasserstoffen, das *Erdöl*, welches die Poren des aus der anorganischen Substanz hervorgegangenen Gesteines erfüllt. Sehr oft bleibt das so entstandene Erdöl immer im selben Gestein liegen und macht dessen Bewegungen passiv mit; es handelt sich in diesem Falle um eine *primäre Öllagerstätte*, in der Bitumen und Gestein aus demselben Faulschlamm hervorgegangen sind.

Sehr oft aber trennt sich das Öl vom Gestein, besonders wenn es in reichlicher Menge vorkommt, steigt in die Höhe und sammelt sich in porösem Gestein von oben geschlossenen Antiklinalen (Antiklinallager) oder in geschlossenen Schenkeln (Schenkellager),¹ oft in gewaltigen, unter hohem Druck stehenden Massen an.

Die Erdölimprägnationen des schweizerischen Molasselandes sind ausnahmslos auf primärer Lagerstätte. Im Gönhardstollen, in mehreren künstlichen Aufschlüssen, in natürlichen zu Fulenbach und Murgenthal (siehe Tafel I und II) und in den Erdölgebieten des Kantons Genf sieht man in ausgesprochener Schichtung eine vielfache Aufeinanderlagerung von imprägnierten und nichtimprägnierten Sanden derselben petrographischen und chemischen Beschaffenheit. Die ölhaltenden Schichten sind bei einer Fläche von vielen m² oft nur wenige mm dick und in äußerst poröse Sande eingebettet ohne eine Spur von Tonzwischenlagen. Eine Ölwanderung hätte nicht nur in der Schichtebene, sondern auch quer zu derselben stattfinden müssen. Sand

¹ S. Blumer, Entwurf einer Übersicht der Öllagerstätten, Albert-Heim-Festschrift, Zürich 1919.

und Bitumen stammen aus demselben Faulschlamm; die Öl-
imprägnation ist also sicher auf primärer Lagerstätte.

Im Gönhardstollen und besonders in den künstlichen Auf-
schlüssen 2 und 22 in Fülenbach konnte man deutlich beob-
achten, wie an einzelnen Stellen das Öl durch vorhandene Klüfte
aus der Imprägnationsschicht heraus gewandert und 1 bis meh-
rere dm in das Nebengestein eingedrungen ist. Fig. 2 Tafel I
zeigt, wie das Öl in einer Kluft des Schachtes 2 ca. 1 m hoch
in das nicht imprägnierte Gestein stieg. Wahrscheinlich waren
bei diesen Wanderungen die Klüfte nicht mit Öl, sondern mit
Wasser gefüllt, auf dem dann kleine Ölschichten schwammen.

F. Aussichten für eine Erdölgewinnung in der Schweiz.

Schon lange waren in der welschen Schweiz Erdölimprä-
gnationen bekannt; *Arnold Heim* hat deren geologische und ich
die chemische Zusammensetzung genauer untersucht. Arnold
Heim hat nachgewiesen, daß die Imprägnationen der Kantone
Genf und Waadt stratigraphisch gleichaltrig sind wie die der
Nordschweiz und dem untern Teil der Aquitanformation an-
gehören (untere Süßwassermolasse).

Alle schweizerischen Ölvorkommnisse sind sicher primäre
Bildungen und nicht von jüngern oder ältern Formationen in
die Aquitanstufe eingewandert. Es handelt sich auch nicht
um zufällig lokalisierte bituminöse Sandsteine, sondern um eine
in der West- und Nordschweiz vorkommende Erdölschicht.
Diese liegt ca. 100 bis 200 m über den obern Kreideschichten
der Westschweiz und 200 bis 500 m über den obern Malm-
schichten der Nordschweiz. Sie ist viele Hundert Meter unter
den jüngeren Molassebildungen (Meeresmolasse und obere Süß-
wassermolasse des Mittellandes begraben, taucht in einem mehrere
Kilometer breiten Streifen längs des Jurarandes auf und wölbte
sich einst über das Juragebirge hinweg. In den spärlichen
Molasseresten innerhalb des Juragebirges ist bis jetzt Erdöl
noch nicht nachgewiesen worden. Die am Jurarand auftauchende
Molasse ist im Aaretal zum größten Teil und längs des west-
lichen Genfersees ganz von Diluvium überdeckt. Es ist wahr-
scheinlich, daß die Molasse unter diesem Diluvium noch be-
deutende Imprägnationen enthält; es ist auch wahrscheinlich,
daß die Imprägnationen sich weiter südwärts fortsetzen unter
der Meeresmolasse und der oberen Süßwassermolasse des Mittel-
landes. Es ist sogar möglich, daß diese Teile der Erdölforma-

tion die allergrößten und gehaltsreichsten Imprägnationen enthalten und daß die Schweiz in der Tiefe des Mittellandes ein großes Erdöllager von einem Riesenwerte besitzt.

Die Ausdehnung und Intensität der Imprägnationen der einzelnen Erdölgebiete der Schweiz sind sehr verschieden. Die *Aarauer Ölsande* sind in jeder Beziehung die geringsten, die im Gönhard vorhandenen Erdölmengen unbedeutend und technisch wertlos.

Beträchtlicher sind die Ölmengen in *Fulenbach* und *Murgenthal*. Im kleineren Ölsandkomplex beim alten Steinbruch nördlich Aaretränke können sich ca. 200 bis 300 Tonnen Öl finden, deren Gewinnung aber mindestens so viel kosten würde als das Öl wert wäre.

Der Ölsand an der Aare bei den Aaretränkehäusern hat schon eine größere Ausdehnung. Er ist längs der Aare auf einer Strecke von ca 700 m nachgewiesen und wird sich ohne Zweifel noch viel weiter nach Südosten ausdehnen. Rechnen wir mit einer linearen Ausdehnung von nur 2 km, einer Ölsandschichtdicke von 1 m und einer Imprägnation von nur 5 Vol. %, so enthält dieser Komplex ca. 200000 Tonnen Erdöl, das zur Zeit des höchsten Preises während des Krieges einen Bruttowert von über 100 Millionen Franken repräsentiert hätte.

Noch weit günstiger liegen die Verhältnisse in der *welschen Schweiz*, wo die Imprägnation intensiver und die Ölsanddicke größer, in Dardagny bis 10 m und in La Plaine vielleicht noch darüber, ist. In der Molasse von Dardagny liegen auf einem Quadratkilometer Fläche mit 10 m Ölsanddicke und 10 Vol. % Imprägnation allein eine Million Kubikmeter Öl. Noch viel größer können die Ölmengen im Untergrunde des schweizerischen Mittellandes sein, wenn sich die Imprägnation nach unten fortsetzt.

Die während des Krieges ausgeführten Untersuchungen des heimatlichen Bodens auf fossile Brennstoffe haben ergeben, daß neben den kleinen Kohlenvorkommnissen in der Molasse und den qualitativ schlechten Walliser Anthraziten keine abbauwürdigen Kohlenlager vorkommen. Die Tiefbohrung von Buis bei Pruntrut wurde bei einer Tiefe von 1053 m eingestellt, weil ein Erreichen der Steinkohlenformation nicht möglich und auch eine event. Kohlenausbeutung aus einem so tiefen Bergwerke sehr fraglich schien. Die Schweiz besitzt keine wirtschaftlich bedeutenden Kohlenlager.

Die Erdölstudien haben insofern ein besseres Resultat ergeben, als wenigstens beträchtliche Erdölmengen in der schweizerischen Molasse vorkommen. Freilich sind die Aussichten auf eine Erdölausbeutung auch sehr gering, weil das Öl nach unseren heutigen Kenntnissen nicht selbständig aus dem Sandstein ausfließt, wie das in andern Erdölgebieten der Fall ist. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, längs des Jurarandes, besonders in der Westschweiz, flüssiges Öl zu erbohren. Dr. Arnold Heim hat Stellen für Probebohrungen bezeichnet und es wäre zu wünschen, wenn solche bald ausgeführt würden.

Gelingt es nicht, flüssiges Öl zu erbohren, so könnte eine Ausbeutung des Oelsandes dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn die Ölpreise sehr hoch und Zufuhren vom Auslande mit besonderen Schwierigkeiten verbunden sind.

Folgende *Verfahren zur Ölsandausbeutung* kommen in Frage:

1. *Auswässerung*. Diese ist nur möglich, wenn der Sand locker und mit viel flüssigem Öl gefüllt ist. Das Wasser verdrängt dann das Öl, welches nach oben steigt und als spez. leichter Teil auf dem Wasser schwimmt. Die bis jetzt bekannt gewordenen Ölsande sind aber mit wenigen Ausnahmen ölarml, fest verkittet und geben an das Wasser nur einen kleinen Teil des Bitumens ab. Wäre eine Auswässerung möglich, so würden die Lokalitäten von Fulenbach und La Plaine längst kein Öl mehr enthalten, denn über die Sande von La Plaine floß seit Jahrtausenden die Rhone und über die Fulenbacher die Aare.

3. *Extraktion*. Als Extraktionsmittel kommen nur Benzol, Benzin und Schwefelkohlenstoff in Frage. Benzin und Benzol lösen schlecht und sieden auch etwas hoch; der niedrig siedende Schwefelkohlenstoff ist teurer als das zu gewinnende Öl und Verluste an Lösungsmittel sind nicht zu vermeiden.

3. *Destillation*. Eine Destillation mit direkter Feuerung ist zu teuer. Eher Aussicht auf Erfolg hätte event. eine im luftverdünnten Raume ausgeführte Destillation mit überhitztem Wasserdampf. Durch diesen Prozeß würde das Öl gleichzeitig gereinigt.

Eine solche Destillation könnte aber nur rentieren, wenn die Schmierölpreise sehr hoch sind, was während des Krieges der Fall war. In normalen Zeiten lieferte das Ausland Erdöl und seine wichtigen Produkte viel billiger.

Die Schweiz brauchte vor dem Kriege ca. 12000 Tonnen Schmieröl im Werte von ca. Fr. 4000000. Während des Krieges

steigerte sich der Verbrauch, und die auszulegende Summe stieg auf mehr als das Doppelte. Der Ausbau unserer Wasserkräfte wird den Schmierölbedarf noch mehr erhöhen. Trotzdem wäre es möglich, den Schmierölbedarf des Landes ein bis mehrere Jahre mit eigener Produktion zu decken.

Unsere Ölsande repräsentieren somit einen großen natürlichen Vorrat an Schmieröl haltenden Materialien, der in außergewöhnlichen Zeiten unser Land vor der Katastrophe bewahren könnte, die eine Unterbindung der Schmierölaufuhr notwendig bringen müßte.

Zum Schlusse spreche ich den beiden Firmen A.-G. der Eisen- und Stahlwerke vorm. G. Fischer in Schaffhausen und Gebrüder Sulzer A.-G. in Winterthur, speziell den Herren Generaldirektor *Hombberger* in Schaffhausen, Dr. *Oscar Sulzer* und Ober-Ingenieur *Schenker* in Winterthur warmen Dank aus; sie haben die Mittel zur umfassenden Untersuchung bereitwillig gewährt und der Arbeit immer persönliches Interesse entgegengebracht. Auch meinem Freunde Dr. *Arnold Heim* in Zürich danke ich für vielfache Anregung und Hilfe. Die stratigraphisch-tektonischen Ergebnisse sind unsere gemeinsame Arbeit.

Endlich danke ich noch dem Präsidenten der Schweizer Kohlenkommission, Herrn Prof. Dr. *Albert Heim*, für die Erlaubnis zur Reproduktion der Tafeln und Textfiguren aus Beiträge zur Geologie der Schweiz, geotech. Serie, VI. Lieferung (Untersuchungen über die petrolführende Molasse der Schweiz von *Arnold Heim* und *Ad. Hartmann*).
