

Zeitschrift: Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Petroleum-Geologen und -Ingenieure

Band: 26 (1959-1960)

Heft: 71

Artikel: Mönchsrot als Ölfeld im Westabschnitt der süddeutschen Vorlandmolasse

Autor: Haus, H.A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-190183>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 26.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mönchsrot als Ölfeld im Westabschnitt der süddeutschen Vorlandmolasse

Von H. A. HAUS, Überlingen am Bodensee *)

Im Februar 1958 wurde 42 km südlich der Stadt Ulm und etwa 45 km nördlich des tektonischen Außenrandes der subalpinen Molasse auf einer durch Reflexionsseismik erkundeten Struktur das Ölfeld Mönchsrot entdeckt.

Die seitherige Entwicklung des Feldes und die bisher erreichte Höhe der Produktion lassen die erhebliche wirtschaftliche Bedeutung dieses Ölfundes im Rahmen der übrigen produktiven Ölvorkommen der süddeutschen Vorlandmolasse erkennen. Auch ist Mönchsrot durch seine paläogeographische Lage innerhalb des süddeutschen Molassetroges auf besondere Weise charakterisiert. Als bisher westlichstes Ölfeld der Vorlandmolasse, 12 km weiter westlich als das 1955 aufgefondene Feld Heimertingen gelegen, bietet es Veranlassung, auch den weiterhin bis zum Bodensee sich erstreckenden schwäbischen Abschnitt der Vorlandmolasse im Hinblick auf seine ölgeologischen Verhältnisse ins Auge zu fassen.

I. Reflexionsseismik im Westabschnitt zwischen Iller und Bodensee

Bereits in den Jahren 1951 bis 1953 war das Gebiet in das umfangreiche, jedoch nur weitmaschige Netz von Übersichtsmessungen der Reflexionsseismik einbezogen worden. Dabei hatte sich für das Gesamtbild ergeben, daß ein etwa 4—5 km breiter, tektonisch gestörter Streifen von SW nach NO über die Gegend von Mönchsrot hinwegzieht. Dieser Störungszone wurde bereits in früheren Arbeiten (ELBERSKIRCH und LEMCKE 1955; VOLZ 1959) unter der Bezeichnung «Bruchzone Meersburg — Gaisbeuren — Schwabmünchen» regionale Bedeutung zugemessen.

In der Folgezeit wurden die reflexionsseismischen Messungen in den verschiedenen Gebieten des Westabschnittes mit gewissen Unterbrechungen weitergeführt und sind noch im Gange. Es wurde angestrebt, einerseits das Meßnetz zu verdichten und andererseits günstige Strukturmerkmale zu verfolgen, sowie für den Bohraufschluß geeignete Positionen durch detaillierte Untersuchungen näher zu erkunden.

Durch die Reflexionsseismik wird gewöhnlich nur das 700—800 m mächtige mesozoische Sedimentpaket im Liegenden der Molasse schärfer erfaßt. Und zwar geschieht dies mit einer oberen und einer unteren Gruppe von Reflexionen («B»- und «A»-Horizont, siehe auch Fig. 5), deren Zuordnung in den verschiedenen Profilen häufig schwierig und unsicher ist. Über dem mit der Molassebasis identifizierten B-Horizont liegen fast ausschließlich Reflexionsspiegel, die wegen ihres lückenhaften Auftretens und weil sie lediglich auf kurze Erstreckung oder gar nicht verfolgbar sind, nur in sehr beschränktem Maße zur Horizontierung der Molasseschichten herangezogen werden

*) Wintershall Aktiengesellschaft, Kassel.

können. Dies erklärt sich wohl aus der faziell-lithologischen und durch ihre Genese begründeten, im einzelnen sehr wechselvollen Ausbildung der beiden Süßwassermassen unseres Gebietes. Dabei ist es aber doch auffallend, daß die überall vorhandene 200–250 m mächtige Zwischenschaltung von ziemlich einheitlich entwickelten marinen Bildungen (Obere Meeresmolasse) im Reflexionsbild nicht deutlicher in Erscheinung tritt. Es ergeben sich somit durch die kaum zu eliminierende Unzulänglichkeit des Reflexions-Materials Unsicherheiten der Auswertung. Bei wiederholter oder detaillierter Übermessung und Überarbeitung werden immer wieder Änderungen der vorausgehenden Interpretationen bezüglich Vorhandensein, Verlauf und Lage der Störungen, d. h. hinsichtlich der Konfiguration des Strukturbildes im einzelnen vorgenommen werden müssen. Dies war mithin ein Grund, weshalb für die im Nachfolgenden versuchsweise ausgegliederten Störungszonen keine Wiedergabe aller Einzelstörungen, wie sie die Reflexionsseismik bisher geliefert hat, unternommen wurde. Auch ist der unmittelbare, d. h. durch Bohrungen bestätigte Nachweis einer reflexionsseismisch erkundeten Störung oder Struktur innerhalb unseres Westabschnittes bis jetzt eigentlich nur im Falle Saulgau und Mönchsrot erfolgt.

Bis Ende des Jahres 1959 wurden in dem besprochenen Beckenteil in über 130 Feldmonaten mit mehr als 7000 Schußpunkten über 2000 km Profilstrecke (continuous profiling) seismisch vermessen. Diese Zahlen erhöhen sich noch beträchtlich, wenn auch der rund 20 km breite, von Saulgau südwärts bis Friedrichshafen sich erstreckende Beckenabschnitt einbezogen wird. In dieser, von der Deutschen Schachtbau- und Tiefbohrgesellschaft zusammen mit Gewerkschaft Elwerath bearbeiteten Konzession wurde nach bereits veröffentlichten Angaben (VOLZ 1959) ein reflexionsseismisches Programm mit 2800 Schußpunkten und 670 Profil-Kilometern abgewickelt.

a) Das allgemeine strukturelle Verhalten des Westabschnittes und Versuch einer tektonischen Beckengliederung

Flächenmäßig gesehen, kommt der weitaus größte Teil des betrachteten Beckenabschnittes auf den infolge der asymmetrischen Troggestalt zu einer weiten Monoklinale auslaufenden Nordschenkel der Trogmulde zu liegen. Diese große Monoklinale lässt die Molasseunterlage mit nur 2–3° gegen den nördlichen Beckenrand zu ansteigen.

Nach allem, was bisher bekannt wurde, müssen die tektonischen Beeinflussungen der Sedimenttafel im Untergrund der Vorlandmolasse unseres Abschnittes im ganzen gesehen als relativ geringfügig bezeichnet werden. Kein tektonisch hervorstechendes und benennbares Element hebt sich aus dem Gesamtbild der zahlreichen, aber auch heute großenteils noch nicht fest umrissenen und verbindlich lokalisierten tektonischen Einzelphänomene heraus. Nur Bruchstörungen niederen Grades und schwache, wellungsartige Unregelmäßigkeiten an der Molassebasis und darunter konnten bisher durch die Reflexionsseismik erkannt werden. So ist es schwer, Anhaltspunkte und Möglichkeiten für eine strukturelle Gliederung des zu besprechenden Beckenteils zu gewinnen.

Von der Irchel-Antiklinale (ca. 18 km südlich Schaffhausen) ab (HAUS 1952, SCHUPPLI 1952) gegen NO sind sichere, auf aktive Faltungskräfte zurückführbare Strukturen bis jetzt in der süddeutschen Vorlandmolasse nicht nachweisbar. Zwar lassen die Lagerungsverhältnisse der im Bereich des Überlingersees und der nördlich davon zutage ausstreichenden Molassebildungen die Möglichkeit tektonischer Verfaltungen leichten Grades immer noch offen. Doch ist bei der Lückenhaftigkeit der Oberflächen-Aufschlüsse und der daraus gewinnbaren, relativ geringen Anzahl der Konstruktionspunkte für Strukturpläne ein Zurückführen dieser Erscheinungen auf reine Bruchschollentektonik nicht auszuschließen. Daher werden auch für die tektonisch beanspruchten Beckenteile zwischen Bodensee und Iller ohne nennenswerte Einschränkung Zerrungs- und Dehnungs-Kräfte verantwortlich zu machen sein, wie dies

in verschiedenen Arbeiten (ELBERSKIRCH u. LEMCKE 1955) auch gesagt worden ist. Eine wesentliche Komponente hierzu mag die fortschreitende Subsidenz und Auffüllung des Sedimenttropes und das sich damit potenzierende Durchhängen des Trogbodens geliefert haben, vielleicht in Verbindung mit einem alten, bereits vormolassischem vorhandenen tektonischen Lineament des Untergrundes.

b) Die Bruchzone Meersburg — Mönchsrot — Heimertingen

In Fig. 1 ist dieser durch Bruchtektonik stärker beanspruchte Beckenstreifen lediglich in seinem Verlauf als schraffierte Zone dargestellt. Der bezeichnete Beckenstreifen liegt, wie die Sedimentmächtigkeiten zeigen, im eigentlichen Beckeninnern, jedoch immer noch ca. 25 km nördlich der Beckenachse, wie diese von spätmiozäner Zeit ab, infolge der nordwärts schreitenden Trogwanderung, verlaufen sein mag.

Östlich Mönchsrot setzt sich die Störungszone ganz entschieden über die Iller in das Gebiet von Heimertingen und darüber hinaus noch weiter, offenbar bis in die Gegend von Scherstetten-Schwabmünchen (SW Augsburg), fort.

Westlich Mönchsrot läßt sich die Störungszone über Gaisbeuren-Fronhofen noch mit einiger Bestimmtheit in den Tiefenlinienplänen ablesen (VOLZ 1959). Gegen den Bodensee scheint sie sich aber dann aus ihrer strengereren zonenhaften Abgrenzung zu lösen und sich zu dem offenbar komplexeren Störungsfeld des Bodenseeraumes zu erweitern. Dabei verlagert sich dieser gestörte Bereich aus dem Troginnern mehr in beckenrandnähere Räume. Obwohl es an Erklärungsversuchen nicht mangelt (LEMCKE 1955; HOFMANN 1955; SCHUPPLI 1958), ist es nach den bisherigen Kenntnissen noch nicht in allem deutlich, wie eine Überleitung der erweiterten Bruchzone des westlichen Bodensee-Gebietes in die im östlichen Kanton Zürich einsetzende Faltungstektonik der schweizerischen mittelländischen Molasse zustande kommt.

Als nähere Charakteristik der Störungszone Meersburg—Mönchsrot — und dies gilt auch für die Gesamttektonik des Westabschnittes — läßt sich sagen, daß es sich in der Mehrzahl um streichende Bruchstörungen handelt, deren Sprunghöhen wohl selten an 100 m heranreichen. Vielfach liegen sie aber nur in der Größenordnung von 50 m und häufig auch im Bereich der Meßgenauigkeit der Reflexionsseismik (20—30 m). Es sind dies auch keine auf große Erstreckung durchlaufende markante Bruchlinien, sondern sie halten gewöhnlich nur auf einige Kilometer durch, sind alternierend, gegen einander versetzt und nur lose, mit mehr oder weniger großen Lücken zu jenem in Fig. 1 eingetragenen Störungstreifen gruppiert.

Gegen den Bodensee zu verscheiden sich die streichenden Brüche mit solchen, welche der Bodensee-Richtung folgen. Obwohl bereits auf der übrigen Erstreckung des Störungstreifens zwischen Iller und Bodensee da und dort Querstörungen sich in den reflexionsseismischen Tiefenlinienplänen abzeichnen, tritt gegen den See zu und im Überlinger Seeraum, auch durch Oberflächenkartierung erwiesen, eine tektonische N—S Richtung als skundäres Störungselement stärker hervor. Auch O—W Richtung stellt sich im Seegebiet ein, sicher belegt durch die Hochbühl-Lippertsreute-Verwerfung südlich Billafingen mit 75 m Sprunghöhe und die Schienerberg-Nord-Verwerfung im südlichen Hegau, mit 170 m Sprunghöhe, die bedeutendste Bruchstörung, die bisher im Westabschnitt bekannt wurde. Beide Störungen sind auf eine Erstreckung von ca. 10 km nachgewiesen.

c) Bruchtektonik des Westabschnittes außerhalb der Bruchzone Meersburg — Mönchsrot

Es muß nachgeholt werden, daß die Störungszone Meersburg — Mönchsrot keineswegs alle bisher durch die Geophysik ermittelten Störungszonen oder Störungsbereiche

des Westabschnittes in sich schließt. So wurde noch nördlich Fronhofen die Störungszone Saulgau — Biberach — Illertissen (VOLZ 1959) bezeichnet und im Süden, durch anscheinend größere, störungsarme oder störungsleere Trogräume von der Mönchsroter Bruchzone getrennt, eine östlich Wangen zunächst noch streichend verlaufende Störzone festgestellt. Die letztere erweitert sich nach dem Bodensee hin wiederum zu einem größeren Bruchfeld zwischen Lindau und Tettnang, in welchem um Tettnang, bei dem dortigen Vorherrschen von N—S Störungen, die Trogrichtung kaum und die Bodenseerichtung überhaupt nicht angedeutet ist. Daher wurde (VOLZ 1959) im Hinblick auf diese rheinisch streichende Störungsschar ein möglicher tektonischer Zusammenhang mit dem St. Gallischen Rheintal erwogen. Aber es ist auch denkbar, daß das Störungsfeld zwischen Lindau und Friedrichshafen über den Bodensee hinweg eine Verbindung sucht mit dem Bruchschollengebiet im Thurgau, dessen durch Oberflächenkartierung gewonnenes Bild (HOFMANN in SCHUPPLI 1952), in seinen Konturen ähnliche Züge aufweist, wie die Tiefenlinienpläne der Reflexionsseismik nördlich des Sees.

d) Vorlandtektonik und Erdölexploration (s. auch LEMCKE 1958)

Obwohl Normal-Abschiebungen (synthetische Verwerfungen) im reflexionsseismischen Bild nicht fehlen, so müssen doch die streichenden antithetischen Verwerfungen mit gehobenem Südfügel als kennzeichnendes und für die Erdölexploration bedeutsames Störungselement hervorgehoben werden. Dabei können sich — wie im Falle Mönchsrot — auf der höheren Scholle Halbstrukturen mit größerer oder geringerer Closure ergeben, die sich für die Ölansammlung als geeignet erwiesen haben.

Auch Hochlagen, die im Winkel zweier, in verschiedener Richtung sich treffenden Brüche auf der herausgehobenen Scholle entstehen, müssen als ölsammelnde Strukturen in Betracht gezogen werden. Doch ist bisher kein Beispiel eines wirtschaftlichen Ölfundes auf einem solchen Strukturtyp in der Westmolasse zu verzeichnen.

II. Erdölbohrungen im Westabschnitt zwischen Iller und Bodensee und deren ölgeologisches Ergebnis

Die im westlichen Trogabschnitt bis jetzt niedergebrachten Bohrungen, soweit sie die Molassebasis erreichten und nicht stratigraphische Untersuchungsziele in jüngeren Molasseformationen verfolgten, sind übersichtshalber in Fig. 1 eingetragen. Sie können in drei Gruppen aufgeführt werden, wobei die erste Gruppe zugleich auch mit der ersten Erschließungs-Etappe unseres Westabschnittes zusammenfällt.

a) Bohrungen in beckenrandnahmen Trogteilen

Die Bohrungen dieser Gruppe wurden ohne Hinzuziehung der Reflexionsseismik, von der damals Ergebnisse noch nicht vorlagen, angesetzt.

Billafingen 1 (1950) Molassebasis: 383,7 m, Endteufe: 443,0 m

Angesetzt auf die durch Oberflächenkartierung gewonnene Vorstellung einer Hochlage (Fangstruktur) im Winkel einer abknickenden Störung. Untere Süßwassermolasse im Basalen Teil (27 m) in sogenannter kalkiger Randfazies mit Süßwasserkalk-Bänken auf starken Bolusbildungen (4 m), die als Spaltenausfüllungen noch ca. 45 m tief in den Malm hinabgreifen.

E r g e b n i s : Keine Ölspuren in Molasse und Malm. Jedoch starke Lumineszenz der Malmkalke unter UV-Licht mit schwach positivem Chloroform-Auszug.

Pfullendorf 1 (1950) Molassebasis 361,8 m, Endteufe 377,0 m

Angesetzt in Unterer Süßwassermolasse, nahe deren Obergrenze auf einer damals als Aufwölbung gedeuteten Struktur (siehe S. 4). Basale, oft kavernöse Süßwasserkalkserie der sogenannten Randfazies (20 m) auf Bolusbildungen, die auch auf Spalten in die Malmkalkunterlage eingreifen. **E r g e b n i s :** Beträchtliche, bereits 45 m über der Molassebasis einsetzende Ölimprägnation in Sanden, Süßwasserkalken und auch auf Klüften des liegenden Malm. Verwässert. Keine Produktion (siehe SCHUPPLI 1952).

Saulgau 1, 2 und 3 (1951—1952)

Etwa im gleichen Beckenstreichen östlich Pfullendorf 1 und nach ähnlichen strukturellen Gesichtspunkten angesetzt.

E r g e b n i s : Ölimprägnationen stratigraphisch analog wie Pfullendorf 1. Aus Saulgau 1 wurde eine geringfügige Ölmenge zutage gebracht. Keine Produktion. (Genaue Beschreibung in E. VOLZ, 1957 und 1959)

CF-Bohrungen Ehingen 1001 bis 1006 (1950) und CF-Bohrung Biberach 1003 (1950)

Bei der Stadt Ehingen liegen altbekannte Ölindikationen in zutage ausgehenden Schichten der Grenzregion Untere Süßwassermolasse — Malm. Südlich der Stadt wurde diese Schichtgruppe durch 7 Bohrungen näher untersucht. Die Bohrungen sind über eine Fläche verteilt, die sich 15 km im Streichen und 12 km beckeneinwärts im Fallen ausdehnt. Die Molasse-Basis wurde, je nach Entfernung vom Beckenrand, zwischen 86 m und 391 m erreicht. Alle diese Bohrungen trafen in der Region der basalen Süßwasserkalke, die über einen Profilbereich zwischen 50 und beckeneinwärts über 100 m mächtig entwickelt sind, zwar unterschiedlich verteilt, aber doch häufig sehr massive Imprägnationen von Asphalt und schwerem Restöl. Auch der liegende Malm wies verschiedentlich auf die ganze Eindringteufe der jeweiligen Bohrung (d. i. 20—40 m) fortlaufend oder mit Unterbrechungen Kluftölprägnationen auf. Produktionsversuche wurden nicht unternommen.

Das Vorhandensein von Restölmengen in einem offenbar geschlossenen räumlichen Auftreten von so erheblichen Ausmaßen stellt ein hinsichtlich der Ölgeneese sehr beachtbares ölgeologisches Phänomen dar (siehe S. 73).

b) Bohrungen im Beckeninnern, außerhalb des Verbreitungsgebietes der Baustein-schichten

Baitenhausen 1 (1953) Molassebasis: 1480 m, Endteufe: 1514 m

Noch in den Anfängen der reflexionsseismischen Vermessung des Westabschnittes auf einer — mit dürftigem Reflexions-Material und unter Vorbehalt — als Hochlage interpretierten Position nordöstlich Meersburg angesetzt. Bunte Mergelfolge von ca. 45 m auf Malm; darüber Sandsteinfolge von über 100 m (? Äquivalente der «Hauptsand-Schüttung», siehe S. 63). Die Einzelbohrung konnte keinen Erweis für die angenommene strukturelle Position erbringen.

E r g e b n i s : Keine Ölanzeichen.

Ettenkirch 1 (1953) Molassebasis: 1957 m, Endteufe: 2161,1 m

Ausbildung der basalen Molasse wie Baitenhausen und ebenfalls ohne Ölanzeichen.

Im Malm, der bis zur Endteufe anhält, wurden in dessen Dachpartie und noch über große Strecken des Malmprofils selbst Ölimprägnationen auf Klüften und in Drusen festgestellt.

E r g e b n i s : Ausführung eines Tests aus technischen Gründen nicht möglich.

Besonders wichtig ist diese Bohrung deshalb, weil das durchbohrte Malmprofil diese Schichten in einen Faziesbereich verweist, in welchem sich der Übergang des schwäbischen zum alpinen Malm («Hochgebirgskalk») vollzieht. Die Gesteine sind dunkel und großenteils bituminös. (Ausführliche Beschreibung bei E. VOLZ 1957)

Gaisbeuren 1 (1953) Molassebasis: 1575 m, Endteufe: 2178 m

Angesetzt auf einer, nach dem damaligen Stand der Geophysik als strukturförmige Wellung ange deuteten Konfiguration der Molassebasis. Die Bohrung erbrachte im tiefsten Teil der Molasse (der wahrscheinlich noch zu den Unterer Cyrenen Schichten zu stellen ist) 20 m über die Malm oberkante hinaufreichend mäßige und sporadische Imprägnationen eines leicht flüchtigen Öles auf Klüften dünner Kalk- und Mergelsteinlagen und in feinkörnigem, dichtem Sandstein. Auch der liegende Malmkalk zeigt noch bis ca. 10 m unter seiner Oberkante Kluftimprägnation. Ergebnis: Ein Test auf die untersten Meter der Molasse erbrachte einen geringen singulären Ölzufluß.

Anschließend wurde die Bohrung weiter vertieft, hauptsächlich auch, um den sandigen Dogger beta zu untersuchen. Nach Scherstetten und Heimertingen lieferte damit Gaisbeuren ein weiteres, vollständiges Profil nahezu der gesamten Juraschichtfolge des Beckenuntergrundes. Die Bohrung mußte aus technischen Gründen im Lias epsilon eingestellt werden.

Fronhofen 1 und 2 (1954)

Molassebasis: 1183 bzw. 1204 m, Endteufen: 1209 bzw. 1232,2 m

Angesetzt auf reflexionsseismisch interpretierten Hochlagen an antithetischen Brüchen. Bei der nördlichen Bohrung Fronhofen 2, Süßwasserkalkfazies noch über 80 m Profilstrecke an der Basis der Unterer Süßwassermolasse vorhanden; in Fronhofen 1 fehlend.

Ergebnis: In Fronhofen 1 Ölspuren auf feinen Kluftissen und kalzitischen Hohlraum ausfüllungen des Malmkalkes. In Fronhofen 2 nur in Süßwasserkalken und zwischengelagerten Sanden, die aufwärts bis 38 m über die Molassebasis reichen. Keine wirtschaftliche Fündigkei t. (Ausführliche Beschreibung bei E. VOLZ 1957)

Oberuhldingen 1 (1958) Molassebasis: 1216 m, Endteufe: 1224 m

Neue und detailliertere reflexionsseismische Übermessungen dieses Raumes lieferten den Ansatz punkt dieser Bohrung.

Es ergab sich eine Hochlage auf der südwärtigen, herausgehobenen Scholle im Winkel zweier Störungen, deren eine in Bodenseerichtung verläuft. Die andere, die im Molassestreichen liegt und antithetischer Art ist, gabelt von ersterer ab.

Ergebnis: Das Bohrprofil ließ im basalen Teil der Molasse, von dem ausweislich der Spül proben noch etwa 30 m als südlichste Ausläufer der karbonatischen sogenannten Randfazies mit Süßwasserkalkeinschaltungen betrachtet werden können, keine Ölspuren erkennen. Ebenfalls fehlten Ölspuren im liegenden Malmkalk. Doch wurde, ganz abweichend von allen bisherigen Daten über die Ölführung, 160 m hoch über der Molassebasis eine 5 m mächtige Sandpartie (eventuell Äquivalente des «Hauptsand» s. S. 63) festgestellt, die eine Art Verkittung mit asphaltösem Öl aufwies. Der Test ergab keine Produktionsmöglichkeit.

Natur sowie das Auftreten dieser Verölung in so relativ hoher stratigraphischer Lage sind noch ungeklärt (s. auch S. 64). Ebenso vermochte die Bohrung keinen Erweis der ihr von der Reflexions seismik zugewiesenen strukturellen Situation zu erbringen.

c) Bohrungen innerhalb des Verbreitungsgebietes der Bausteinschichten

Die Bohrungen dieser Gruppe sind dadurch ausgezeichnet, daß sich zwischen die bunte Untere Süßwassermolasse und den Malm noch die tieferen Molasseglieder der Unterer Cyrenen Schichten und vor allem die für die Ölexploration so bedeutsamen 20—40 m mächtigen Bausteinschichten einschalten.

Mönchsrot 1 (1955) Molassebasis: 1519,3 m, Endteufe: 1520,2 m

Ergebnis: Keine Produktion (siehe S. 68).

Wurzach 1 (1956) Molassebasis: 2028,2 m, Endteufe: 2038,6 m

Es sollte eine strukturelle Kulmination untersucht werden, welche die Reflexionsseismik auf der Südscholle einer streichenden, antithetischen Verwerfung an der Tertiärbasis lokalisiert hatte.

E r g e b n i s : Die nur schwach imprägnierten Sandsteine des obersten Teils der Bausteinschichten lieferten beim Test keinen Ölzufluß. Im Malm keine Ölanzeichen. Tektonisch-strukturelle Position nicht erweisbar.

Mönchsrot 2 (1958)

Als Fundbohrung des Ölfeldes Mönchsrot und übrige Folgebohrungen siehe S. 68 ff.

Tettnang 1 (1957) Molassebasis: 2619 m, Endteufe: 3253,4 m

Im Troginnern und im Bereich jenes vorherrschenden N—S orientierten seenahen Störungsgebietes gelegen, hat die Bohrung ähnlich Gaisbeuren 1 die Jurafolge im Liegenden der Bausteinschichten bis zum unteren Lias durchbohrt.

E r g e b n i s : Die Untersuchung der Ölimprägnation in den Bausteinschichten erbrachten nur minimalen Ölzufluß. Der Malm weist zwar die gleiche Mächtigkeit auf wie Gaisbeuren, doch gestatten Fazies und Abfolge einen Vergleich mit dem alpinen Malm der helvetischen Decken (vergl. auch Bohrung Ettenkirch 1). Die Gesteine sind großenteils dunkel und bituminös. Über große Profilstrecken (zusammenfallend etwa mit den Äquivalenten des sog. Hochgebirgskalk) wurden Kluftölprägnationen festgestellt. Darauf ausgeführte Tests brachten gewissen Zufluß von Öl und unwesentlichen Zufluß von Gas. Aus dem Opalinuston des tieferen Dogger erfolgte Zufluß beträchtlicher Gasmengen. Doch resultierte keine wirtschaftliche Förderung. Die durch die Bohrung erbrachten ölgeologischen Erkenntnisse über den Molasseuntergrund müssen als besonders bedeutsam für künftige Aufschlußarbeiten des Westabschnittes gewertet werden.

(Angaben nach Vortrag v. Dr. J. SCHNEIDER, gehalten Deutsche Geol. Ges. 1957, Freiburg; s. auch VOLZ 1959 u. LEMCKE 1958)

Egelsee 1 (1958) Molassebasis: 1561 m, Endteufe: 1567,6 m

Eine von der Reflexionsseismik als Hochlage im Winkel einer streichenden antithetischen Störung und einer Querverwerfung gedeuteten Position auf der Bruchzone Mönchsrot-Heimertingen, westlich der Bohrung Heimertingen 1.

E r g e b n i s : Nur eine ganz geringfügige Ölspur am Kopf der Bausteinschichten in einem mürben Sandstein. Nicht testwürdig. Im Malm keine Ölanzeichen.

Egelsee 2 (1959) Molassebasis: 1466,5 m, Endteufe: 1467,7 m

Gleichfalls auf der Mönchsroter Bruchzone gelegen. Die Reflexionsseismik gibt auf der Südscholle einer streichenden antithetischen Verwerfung eine Closure geringen Ausmaßes (Halbstruktur) an.

E r g e b n i s : Bei sonst gleicher stratigraphischer Situation wie Mönchsrot und Egelsee 1 schwache Imprägnation in Sanden im tiefsten Teil der Unterer Süßwassermolasse, ca. 40 m über den Bausteinschichten und in diesen selbst zuoberst minimale, nicht testwürdige Ölspuren. Im Malm keine Ölanzeichen. Test auf die Imprägnationen in den Sanden der Unterer Süßwassermolasse ohne Ölzufluß.

Die längs der Iller stehenden Bohrungen Legau 1 und Lautrach 1 sind gesondert aufzuführen. Sie liegen weit ins Beckeninnere vorgeschoben und ihre Molasseprofile sind dadurch bemerkenswert, daß sich gegen Süden keilförmig neue, tiefe Schichtglieder der Unterer Meeresmolasse (Rupélien, Lattorfien) zwischen Jura und Bausteinschichten einschieben (WAGNER 1957). Ölimprägnationen in verschiedenen Partien dieser tieferen Molasseschichten wurden zwar festgestellt, führten aber in beiden Bohrungen zu keiner wirtschaftlichen Produktion.

Mit ihrer vollständigeren Schichtfolge leiten diese Bohrprofile über zu der Faziesentwicklung, wie sie in weiten Gebieten von Bayern (östlich der Iller) zu Beginn der Molassezeit herrschte (HEERMANN 1954)), als der hier behandelte Westabschnitt größtenteils noch nicht Sedimentationsraum war.

III. Stratigraphie der Mönchsrot-Bohrungen

A. Die Molasseunterlage

Im gesamten Westabschnitt, soweit der Untergrund durch Bohrungen erschlossen ist, bildet der Malm das Liegende der Molasseschichten. Keine der Mönchsrot-Bohrungen ist jedoch tiefer in die Malmunterlage eingedrungen.

In der vorausgehenden Zusammenstellung der Bohraufschlüsse wurden die vollständigeren Jura-profile der Bohrungen Gaisbeuren, Tettnang und Ettenkirch genannt. VOLZ (1956 und 1957) gibt eine genauere stratigraphische Beschreibung des Profils von Ettenkirch und besonders desjenigen von Heimertingen 1. Letztere Bohrung hat, ähnlich wie Scherstetten (siehe *Geologica Bavaria* Nr. 24, 1955) die gesamte mesozoische Unterlage bis auf das kristalline Basement durchteuft. In Analogie zu der Nachbarbohrung Heimertingen 1 dürfen wir annehmen, daß auch in Mönchsrot unter der Molasse nahezu 600 m Jurasedimente lagern (davon mehr als drei Viertel dem Malm zugehörig). Weiterhin dürften bis zum Kristallin-Sockel noch etwa 150 m ältere Sedimente (Keuper) vorhanden sein.

a) Malm

Der Malm wurde fast von allen Mönchsrot-Bohrungen angefahren, aber nicht tiefer als maximal 5 m erbohrt. Nur aus drei Bohrungen liegt ein spärliches Kernmaterial vor, so daß sich kaum Aussagen über die stratigraphische Stufe ergeben.

Es sind helle bis weißliche, dichte Kalksteine, die im Bereich des Ölfeldes keine direkten Anzeichen von Verkarstung ihrer Oberfläche erkennen lassen. Das schließt das Vorhandensein solcher Erscheinungen freilich nicht aus. Denn an fast allen übrigen Bohrungen unseres Westabschnittes ist an entsprechenden Kernproben eine mehr oder minder starke Verkarstung direkt ersichtlich, was zu der Annahme einer regionalen Wirksamkeit einer Verkarstung der Malm�afel berechtigt.

Der Malm hat in Mönchsrot keinerlei Ölspuren geliefert.

Vormolassische Abtragung: In der Bestimmung der die Auflagerungsfläche der Molasse bildenden Malmstufe liegen wegen meist geringen faunistischen Anhaltspunkten Unsicherheiten. Im Raum von Mönchsrot selbst ist Malm zeta (oberster schwäbischer Malm) wahrscheinlich, desgleichen in Egelsee 1 (dort Massenkalk-Fazies). Doch kommen in anderen Bohrungen auch tiefere Malmstufen in Frage, z. B. in Billafingen, als ungewöhnlich erscheinender Befund, Malm delta bis epsilon *), in Baitenhausen tieferes zeta (Ulmensis-Schichten *), während bei Oberuhldingen und Pfullendorf wieder höherer Malm zeta (Hangende Bankkalke) die Oberfläche bilden.

Das Maß der Abtragung während der großen, vor Beginn der Molasse liegenden Festlandsperiode läßt sich nur relativ schätzen. VOLZ (1957) ist im engen Raum der Saulgau-Bohrungen der Nachweis eines vormolassischen Reliefs von 60 m gelungen, und der gleiche Autor schließt wegen der Auflagerung der Molasse auf (?)Malm delta in Ettenkirch und aus anderen Daten auf einen sehr bedeutenden Abtrag jurassischer Schichten. Dabei muß aber in Betracht gezogen werden, daß die Massenkalk- bzw. Riff-Fazies des Malm hoch über das topographische Niveau der geschichteten Fazies gleichen Alters hinauswachsen kann.

b) Residual-Bildungen der vormolassischen Landoberfläche

In Mönchsrot 4 hat ein Kernstück den unmittelbaren Kontakt des Malm mit der Molasse zutage gebracht. An einer schrägen, unregelmäßigen Fläche sitzt der Molasse-sandstein mit scharfer Grenze ohne die geringste Spur von Residualbildungen dem Malm auf. In den übrigen Feldesbohrungen konnten, außer bei Mönchsrot 8, wo ein Dezimeter grauer Boluston mit Kalkgrieß vermischt sich im Kern zeigte, keine

*) Nach dankenswerter Bestimmung durch Herrn Prof. Dr. H. Aldinger und Dr. E. Buck.

Schichtfolge der Mönchsrot - Bohrungen

am Beispiel der Bohrung Mönchsrot 9

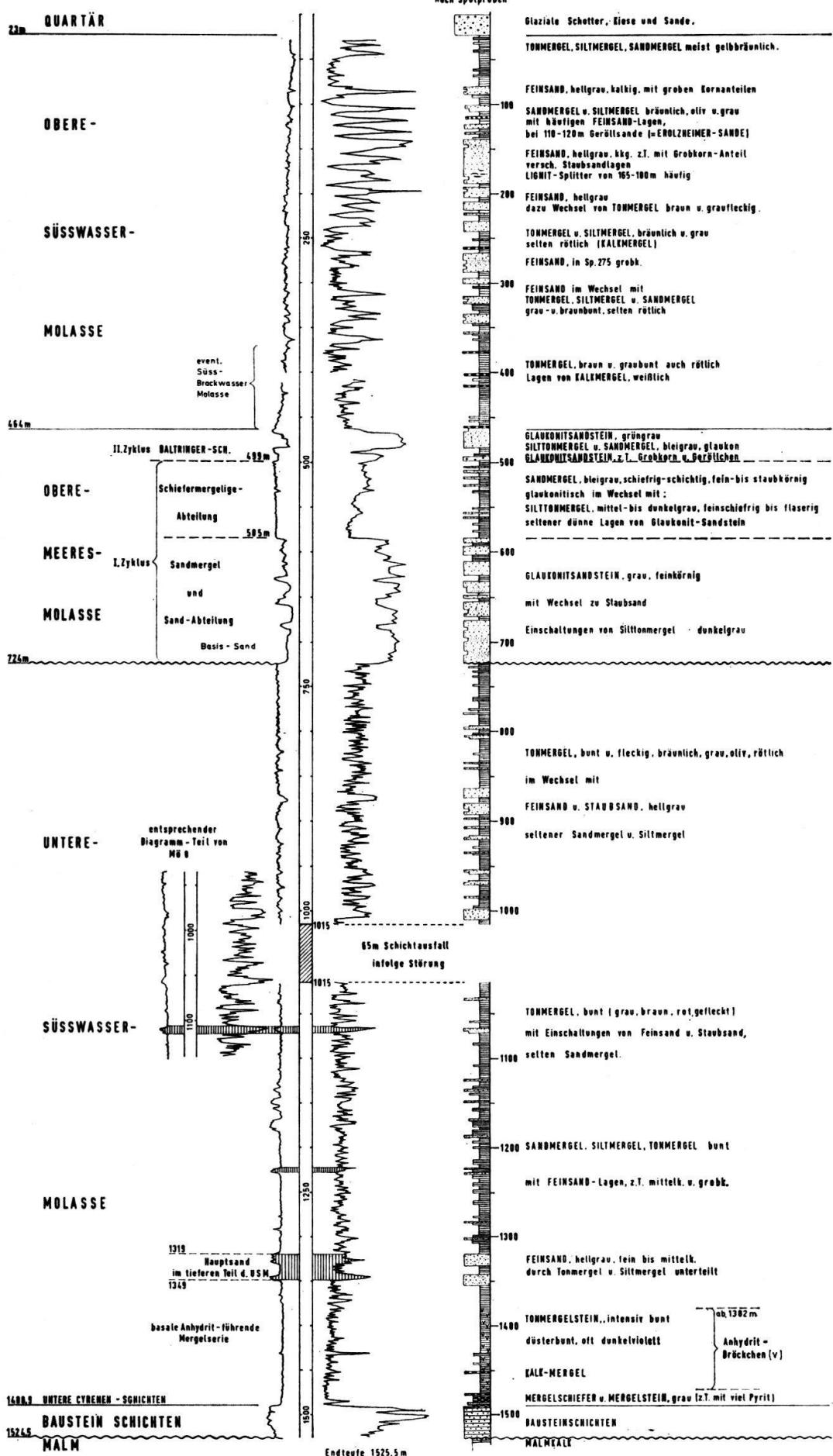


Fig. 2

Residua festgestellt werden, während in Mönchsrot 1 und Egelsee 1 eine zwei bis drei Dezimeter mächtige Bildung eines grünlichen und graublauen, fossilfreien und sandfreien Tongesteins vielleicht schon als ein Sediment des Tertiär aufzufassen ist.

B. Die Molasse-Schichtfolge der Mönchsrot-Bohrungen

Die Mönchsrot-Bohrungen und auch die Egelsee-Bohrungen zeigen eine im gesamten nur nach faziellen Gesichtspunkten und nach stratigraphischem Schichtvergleich zu gliedernde Sedimentfolge. Über dem Malm folgen zunächst die Bausteinschichten als Abschluß der *Unteren Meeresmolasse*. Darüber liegt die auch im ganzen Westabschnitt herrschende Trilogie: *Untere Süßwassermolasse* (an der Basis noch mit geringmächtigen brackischen *Unteren Cyrenen Schichten*), *Obere Meeresmolasse* als marines Zwischenglied und *Obere Süßwassermolasse*. Diese fazielle Großgliederung drückt sich deutlich auch in den Elektrischen Bohrloch-Diagrammen (Fig. 2) aus.

Inwieweit sich gegenüber Mönchsrot Besonderheiten bei den über dem Westabschnitt verteilten übrigen Bohrungen ergeben, was in der paläogeographischen Lage begründet liegt (Fig. 1), wurde in der vorausgehenden Zusammenstellung der Bohraufschlüsse schon kurz angedeutet. Diese Angaben können in einigem noch ergänzt werden.

a) Bausteinschichten

Die Bausteinschichten als potentieller Ölspeicher sind in ölgeologischer Sicht das wichtigste Glied der Schichtfolge.

Unter der Bezeichnung «Bausteinschichten» wird im Raum Mönchsrot bis jetzt, trotz ihrer nicht durchgehend einheitlichen Fazies, jene tiefste Schichtgruppe grauer, sandiger Molasse-Sedimente zusammengefaßt, die durch das Fehlen jeglicher bunter Gesteinstypen gekennzeichnet ist.

Die Mächtigkeit der Bausteinschichten bewegt sich innerhalb des Ölfeldes Mönchsrot zwischen 36 und 27 m. Die Reduktion vollzieht sich nicht regelmäßig, ist aber im ganzen doch deutlich auf ihre in Fig. 1 gezeichnete, nordwestlich liegende Auskeillinie hin orientiert. Nach dem Isopachen-Verlauf im Ölfeldbereich hat es den Anschein, daß die tiefsten Partien der Bausteinschichten zunächst einmal ein Relief in Form leichter, quer zum Streichen verlaufender Senken auszugleichen versuchen; ihre Dachfläche muß aber, wie die Strukturkarte (Fig. 6) zeigt, ursprünglich eine regelmäßige Ebene gewesen sein.

In ihrer lithologischen Ausbildung lassen die Bausteinschichten eine (auch hinsichtlich der Ölführung) deutliche Scheidung in zwei verschiedene Typen erkennen.

— *tieferer, feingeschichteter Teil*: Ein auf Kosten der hangenden Partie wechselnd mächtiger Abschnitt von dunkelgrauen, eben- und feingeschichteten, seltener flaserigen, z.T. äußerst feinkörnigen Sandsteinen, die durch zahllose dünne Lamellen von tonigen Zwischenmitteln oder tonigen Schichtbelägen unterteilt werden. Besonders charakteristisch ist das reichliche Auftreten von kohligem Pflanzenresten, kohligem Mulf und Pigment, die zusammen mit einer oft dichten Glimmerstreuung die Schichtflächen und Schichtlamellen bedecken und eine bald sehr enge, bald lockerer verteilte Hell-Dunkel-Streifung des Gesteins und vollkommene Zerteilbarkeit nach ebenen Schichtflächen bewirkt. Auch dichte Kalksandsteinlagen kommen vor. Die Schichtung pendelt meist um eine mäßige Schräglage. Diese feingeschichtete tiefere Partie der Bausteinschichten zeigt keine Verölung.

Es ist schwer zu sagen, ob die in ihrer Mächtigkeit zwischen 10 und 0 m schwankenden, feingeschichteten tieferen Teile des Profils in jedem Falle stratigraphisch etwas Älteres sind, als die zwischen 20 und 30 m schwankende kompakte Folge der eigentlichen ölführenden Bausteinschichten; oder ob und in welchem Umfang seitliche Verzahnung und damit starke fazielle Wechsel auf engem Raum vorliegen, was sich in unterschiedlicher Produktivität der einzelnen Sonden auswirken kann (s. auch Fig. 3).

Ausbildung der Bausteinschichten im Micro-Log in Mönchsrot-Bohrungen u. in Bohrung Egelsee 2

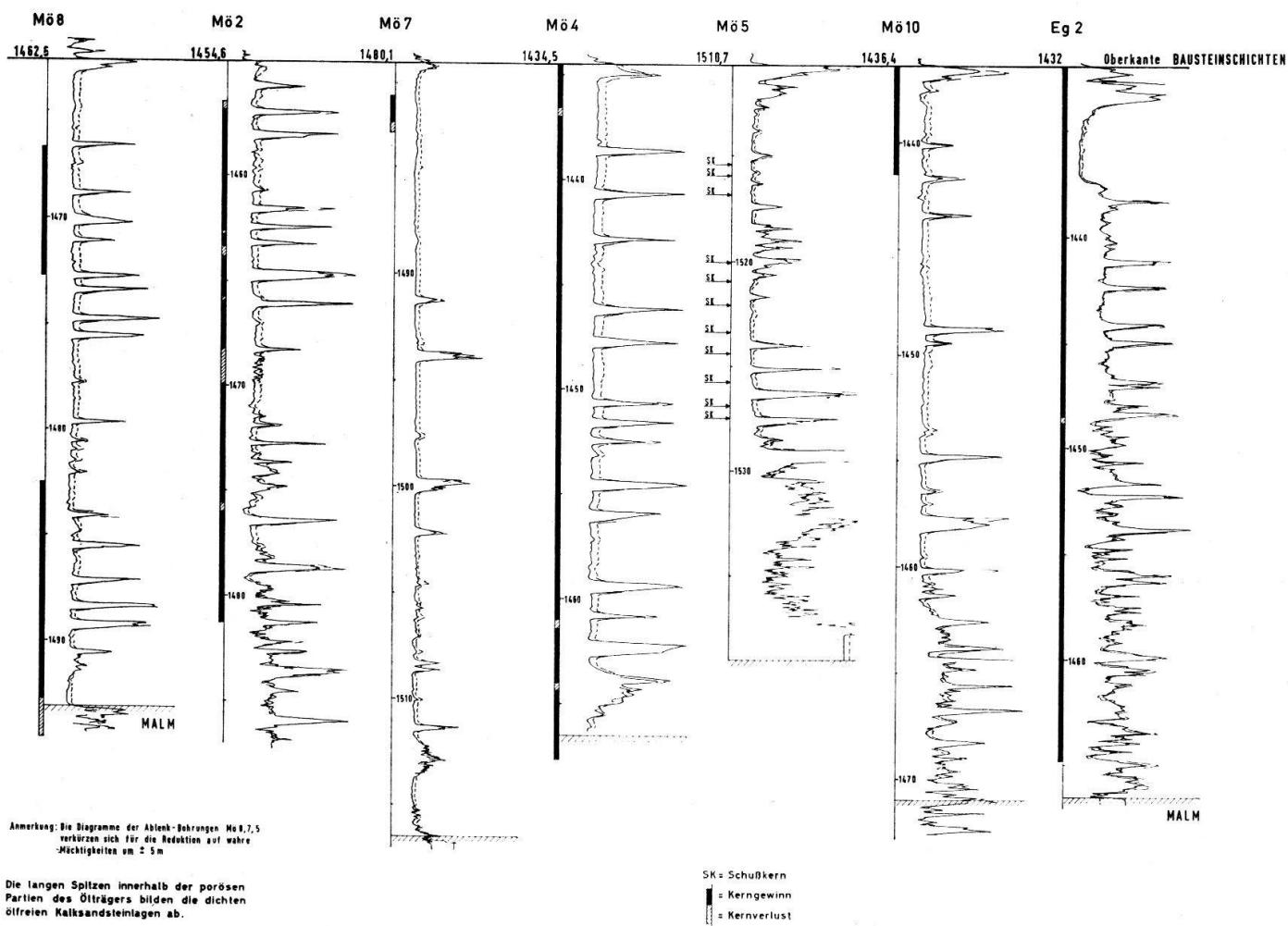


Fig. 3

Die graphische Darstellung der Verhältnisse könnte darauf hindeuten, daß diese tiefere, feingeschichtete Partie nordwestwärts auskeilt, wobei ihre wohl zerlappt-gebuchtet verlaufende Auskeillinie bereits mit der Bohrung Mönchsrot 8 überschritten wäre. Dort liegt die ölführende, kompakte Sandsteinfolge der Bausteinschichten direkt dem Malm auf (s. Fig. 3).

— *Bausteinschichten s. str.:* Die Bausteinschichten im eigentlichen Sinne ihrer Benennung sind eine dickgebankte, im Bohrkern oft massig erscheinende Folge von festen, fein- bis mittelkörnigen, einheitlich struierten grauen Sandsteinen, die aber immer wieder auch deutliche Schrägschichtung mit Winkeln bis 20° zeigen. Sie sind

es, welche den Ölträger ausmachen. Im Korn und in der Dichtigkeit bestehen gewisse Schwankungen. Die tieferen Partien sind nicht selten sehr feinkörnig (sog. Staubsandstein). Die oberen und obersten Partien sind mürber und auch von größerer Körnung. Das Bindemittel ist in jedem Falle kalkig. Pyrit ist als Aggregate oder Kornverkittung stellenweise nicht selten; sicherer Glaukonit wurde nicht gefunden. Ein besonderes Kennzeichen der öltragenden Bausteinschichten in Mönchsrot ist ihre Unterbrechung durch dichte, ölfreie, scharf gegen die porösen Partien abgegrenzte Lagen von feinkörnigen, hellen Kalk-Sandsteinen (Fig. 3). Diese Kalksandstein-Lagen, deren Dicke sich meist unter 0,5 m hält, sind in gar keiner Weise niveaubeständig und miteinander korrelierbar, so daß man sie für Schwärme von lang ausgezogenen, linsenförmigen Gesteinskörpern halten muß. Im Profil und damit auch volumenmäßig treten sie innerhalb der Hauptmasse des ölführenden Sandsteins zurück. Ihr Anteil daran schwankt, hält sich jedoch fast durchwegs im Bereich von etwa 20—25 %. Erhebliche Abweichungen mit nur ca. 10 % in Mönchsrot 7 und über 30 % in Mönchsrot 5 bleiben Einzelerscheinungen. (Siehe auch unter: Gesteinsphysikalische Eigenschaften des Ölträgers S. 71.)

1. Fazies und Alter der Bausteinschichten

Die Bausteinschichten haben außer dem Einzelabdruck eines kleinen *Cardiums* in Mönchsrot keine Makrofossilien geliefert. Auch die gewonnenen spärlichen Foraminiferen sind kaum als autochthone Fauna zu werten. In Analogie mit anderen Vorkommen ist daher für unsere gesamten Bausteinschichten eine brackische Fazies und als Alter wahrscheinlich bereits ein tieferes Chattien anzunehmen (VOLZ 1956, ZEIL 1954).

Es besteht die Möglichkeit, daß die wenigen Meter der liegenden, dünnsschichtigen und feinkörnigen Sedimente trotz des Fehlens eigentlicher grauer Tonmergel noch in den Grenzbereich der Bausteinschichten zu den Tonmergelschichten zu stellen sind. R. WAGNER (1957) hat anhand des interessanten Profils der Bohrung Legau 1, welche eine 190 m mächtige, differenzierte Schichtfolge der Unteren Meeressmolasse erschlossen hat, die Frage ebenfalls aufgegriffen. Dabei mußte WAGNER allerdings offenlassen, ob einerseits das Liegende der eigentlichen kompakten Sandsteine der Bausteinschichten (Horwerplatten der Schweizer Geologen) bereits mit den bayrischen Tonmergelschichten (Grisiger Mergel in der Schweiz) altersmäßig gleichzusetzen ist und ob andererseits die Grenze Rupélien—Chattien eventuell an die Basis der kompakten Bausteinschichten oder wesentlich tiefer zu legen wäre. In der Schweiz werden hingegen die Äquivalente der Bausteinschichten allgemein noch dem Rupélien zugewiesen, sogar z.T. dem mittleren Rupélien (BUXTORF 1941). Daß ein so gleichartig ausgebildeter Horizont wie die Bausteinschichten bei so weitem Verbreitungsgebiet (entlang dem Alpenrand auf ca. 500 km) an stets der gleichen Stelle des Profils erscheint, macht immerhin auch sein gleiches Alter sehr wahrscheinlich. Eine Revision der altersmäßigen Einstufung und eine stratigraphisch-regionale Koordinierung läßt sich vielleicht bei weiter fortgeschrittener Exploration durch beckentiefe Bohrungen ermöglichen.

2. Paläogeographisches über die Bausteinschichten

Der Befund, daß die aus der subalpinen Molasse seit langem bekannten Bausteinschichten in weit sich vom Alpenrand entfernende Beckenräume der Vorlandmolasse

hinausgreifen, war zunächst überraschend. Die in der subalpinen Zone in verschiedenen tektonischen Schuppen oder Muldenzügen an deren Basis auftretenden Bausteinschichten, bzw. Horwerplatten, schienen beckenauwärts rasch auszukeilen. Denn in den Molasse-Schuppen ist von der Mittelschweiz bis zum Vorarlberg ihre primäre Mächtigkeit gering, z.T. schon auf wenige Meter reduziert (HAUS 1937; HABICHT 1945; HOLLIGER 1955). Erst vom Bodensee ab erweitert sich der Sedimentationsraum der Unteren Meeresmolasse so beträchtlich, daß die Auskeillinie der Bausteinschichten vom Alpenrand weg steil nach NE ins Becken hinaus verläuft (Fig. 1). Dabei scheint sich aber überall in unserem Westabschnitt bis in die subalpine Zone, die Mächtigkeit der Bausteinschichten nicht wesentlich über 50 m hinaus zu erhöhen. Auf flachem Schelfsaum greifen demnach die Bausteinschichten unseres Abschnittes noch über die tieferen, vollmarinen Glieder der Unteren Meeresmolasse hinweg auf die Juraplatte vor.

Diese Tatsache ist für das Auftreten und die Bildung von Öllagerstätten an stratigraphischen Fallen in unserem Abschnitt von ausschlaggebender Bedeutung.

Über die Paläogeographie der Tonmergelschichten des Rupélien oder dessen Äquivalente geben in unserem Abschnitt bis jetzt nur die Bohrungen Legau 1 und Lautrach 1 begrenzte Auskunft (WAGNER 1957). Soviel läßt sich aber daraus erschließen, daß auch diese tiefere Meeresmolasse vom Bodensee ab gegen Osten ihren Sedimentationsraum zunehmend weiter ins Vorland vorgeschoben hat (s. LEMCKE 1957).

(Über Materials-Herkunft und Schüttung der Bausteinschichten siehe S. 64)

b) Untere Cyrenen Schichten

Nach unten mit einem sehr raschen Übergang zu den Bausteinschichten, nach oben mit undeutlich fließender Grenze, schaltet sich in Mönchsrot eine mit 10—15 m zu bemessende Schichtgruppe ein, die sich als letzter westlicher Ausläufer der Unteren Cyrenen Schichten erweist. Nur in den untersten Metern treten in unregelmäßigem Wechsel als typische Gesteine graue bis dunkelgraue, glatte Mergelsteine, schichtige, milde, schwärzlichgraue oder grünlichgraue, feinglimmerstaubige Schiefertone oder Tonmergelschiefer auf. Dazwischen graue Staubsandsteine und besonders Siltmergelleibänke mit einer charakteristischen, äußerst feinen, wirren, kleinbogigen Schrägschichtung. Ein Merkmal ist Pyrit, der namentlich im untersten Teil als Kriställchen und Aggregate einzelne Mergelsteinpartien förmlich durchspickt. Schon bald über der Basis zeigen in Mönchsrot die Tonmergellesteine mehr und mehr eine olivbraune Fleckung, mit der sich unter Verlust der rein grauen Töne eine Dunkelrotfleckung mischt. Damit vollzieht sich eine Überleitung in die bunte Untere Süßwassermolasse.

Die Cyrenen Schichten enthalten im Mönchsroten Gebiet selbst keine Gesteine, die als Ölspeicher Bedeutung erlangen könnten.

1. Fazies und Alter

Zufolge der in einigen Mönchsrot-Bohrungen gefundenen Fossilien läßt sich noch deutlich das brackische Milieu dieser Schichten erkennen. Herr Dr. H. ZÖBELEIN konnte aus den untersten Partien bestimmen: *Polymesoda convexa* in zahlreichen Exemplaren, *Cardien*, *Congeria* und *Radix*. Aus dem Zwergwuchs der Individuen und dem Vorkommen von *Congeria* und *Radix* neben rein brackischen Mollusken läßt sich auf schwach brackische Absatzbedingungen schließen. Es ist eben unsere

Fazies lange nicht mehr so typisch wie in Heimertingen (VOLZ 1956), wo die Unterer Cyrenen Schichten schon mehr als die doppelte Mächtigkeit wie in Mönchsrot haben und durch bituminöse Kalkbänke gegliedert sind. Auch in der Bohrung Wurzach 1 ist die Mächtigkeit bereits auf über das Doppelte angewachsen.

Die Unterer Cyrenen Schichten werden allgemein in das Chattien gestellt.

2. Paläogeographisches der Unterer Cyrenen Schichten

Schon seit langem ist bekannt, daß die Unterer Cyrenen Schichten, die in Bayern eine große stratigraphische Bedeutung besitzen, am Alpenrand westwärts sich bereits in der Gegend des Lech verlieren und dort weiterhin nicht mehr nachzuweisen sind. Im Hinblick darauf war es interessant, die letzten Ausläufer der Unterer Cyrenen Schichten in den beckeninneren Bohrungen unseres Westabschnittes festzustellen. Damit erfährt das paläogeographische Bild über das westwärtige Schicksal des brackischen Meeresraumes seine Abrundung: In Form einer, im mittleren Beckenteil fast bis an den Bodensee ausholenden brackischen Meeresbucht schließt sich, wie Fig. 1 zeigt, in unserer Gegend mit den Unterer Cyrenen Schichten für lange Zeit die Meeresverbindung nach Westen, die bis zu Ende der Bausteinschichten bestanden hat. Im Süden hatte mit der nun einsetzenden gewaltigen Lieferung von Molasseschutt aus den Alpen die Verlandung bereits unmittelbar über den Bausteinschichten Platz gegriffen, während weiter im Osten brackische und vollmarine Verhältnisse Bestand hatten.

c) Untere Süßwassermolasse (USM)

Dieser große Zeitabschnitt hat in der Beckengegend von Mönchsrot über 800 m fluviatil-terrestrische Sedimente hinterlassen. Limnische Bildungen (sofern sie überhaupt vorhanden sind) konnten im Beckeninnern nirgends mit Sicherheit ausgeschieden werden, deshalb auch, weil aus der USM fast immer nur Spülproben gewonnen wurden.

Doch gibt die Auswertung dieser Spülproben zu einem lithographischen Profil in Nebeneinanderstellung mit Bohrlochdiagrammen (Fig. 2) eine vereinfachte Übersicht über die vielfachen lithologischen Oszillationen, die höchstens eine globale Gliederung nach mehr oder weniger Sand- oder Tonmergel-überwiegender Gruppen zulassen. Aber auch hierin variiert im Detail das Bild auf engem Raum von Bohrung zu Bohrung. E. VOLZ (1956; 1957) hat versucht, solche Schichtgruppen in verschiedenen Bohrungen (? mit ungestörtem Profil) auszugliedern und zu parallelisieren. Auch hat VOLZ den Versuch gemacht, die in unserer USM enthaltenen Stufen des Chattien und Aquitan einzuordnen.

Stratigraphische Leithorizonte lassen sich infolge der Fossilarmut in der USM unseres Gebietes nicht ermitteln. Nur zwei Glieder, die über Mönchsrot hinaus größere regionale Bedeutung erlangen dürften, heben sich mit ziemlicher Deutlichkeit aus dem Bild der Sedimentabfolge heraus:

1. Die basale Anhydrit-führende Mergelserie

Die über den Unterer Cyrenen Schichten folgende, in Mönchsrot um 140 m mächtige Schicht-Gruppe der USM setzt sich ganz überwiegend aus Tonmergeln zusammen, die eine intensive, düstere Buntfärbung, besonders auch durch dunkelrötlich-violette Farbtöne zeigen. Ein weiteres Merkmal sind seltene Lagen von blaßgrauem oder weißlichgrauem Kalkmergel, ganz vereinzelt etwas grauer Süßwasserkalk. Vor

allem kennzeichnend für diese Mergelserie ist ihre Gipsführung. Kurz über den Unteren Cyrenen Schichten beginnend, setzt sich diese Gipsführung 60—80 m nach oben fort, wobei sie nach Erreichen eines Maximums langsam ausklingt. Nach einem Kernbefund sind es etwa bis erdnußgroße, mit den Mergeln verwachsene, nicht gerade häufige konkretionäre Ausscheidungen oder Ansammlungen von vergipstem Anhydrit bzw. Gips. Sicherlich ist diese Gipsbildung nicht das Produkt eines eindampfenden Restmeeres, sondern terrestrischer Entstehung. Vielleicht sind aber durch Verfolgen dieser ganz spezifischen Fazies doch gewisse Rückschlüsse auf die Ablagerungsbedingungen möglich. Der detritische Anteil an der basalen Mergelserie (von Bohrung zu Bohrung wechselnd) ist z.T. nur auf wenige Feinsand- und Staubsandlagen begrenzt.

Auffällig ist die nicht auf Mönchsrot beschränkte übereinstimmende Tendenz des Kurvenverlaufes im Diagramm-Bild (Electric Log) dieser Mergelserie: Die Widerstandslinie in ihrer Gesamtheit zeigt nach oben ein gleichmäßiges Hinausrücken, was wie ein allmähliches Vorbereiten auf die nun einsetzende verstärkte detritische Beckenschüttung anmutet (vgl. Fig. 2).

VOLZ (1957) hat gezeigt, daß diese basale Mergelserie, die auch in den beckeninneren Bodensee-Bohrungen sich erkennen läßt, beckenaußwärts mit der sog. kalkigen Randfazies mit ihrer charakteristischen Serie von Süßwasserkalken parallelisiert werden kann.

Die *kalkige Randfazies der USM*: Auf Fig. 1 ist versucht, die Linie der südlichen Reichweite dieser Randfazies, die besonders einläßlich von VOLZ (1957) behandelt wird und deren Fossilinhalt sie als chattisch ausweist, zu veranschaulichen. Dabei ist bemerkenswert, daß diese Kalkfazies, die in unserem Abschnitt durch das Auftreten von Restölimprägnationen sich auszeichnet (vgl. Bohrungen Ethingen, Pfullendorf, Saulgau, Fronhofen usw.), am Beckenrand mehr und mehr abnehmend, westwärts nur bis in die Gegend von Schaffhausen reicht. Erst 60 km weiter in der Gegend von Aarau setzt dieselbe Fazies erneut ein. Auf diesem Zwischenstück ist bis jetzt in beckenrandlichen Teilen das Chattien nicht nachgewiesen. Es ist möglich, daß hier nach der Ansicht verschiedener Autoren (s. bei SCHUPPLI 1952; v. BRAUN 1953) erst das Aquitan unter südlichem Zurückbleiben des Chattien über die Malmplatte hinweggreift. Vielleicht läßt sich hieraus auf lokale positive Randgebiete schließen, die erst später in die allgemeine Beckenabsenkung einbezogen wurden.

2. Der Hauptsand im tieferen Teil der USM

Als eine Art Leithorizont, der beim Diagramm-Vergleich recht sicher durchverfolgt werden kann, ist die von uns als «Hauptsand» bezeichnete, 25—30 m mächtige Sandschüttung zu werten. Es ist die erste und vielleicht, was ihre regionale Durchläufigkeit betrifft, größte fluviatil-klastische, flächenhafte Überschüttung des westlichen Beckenabschnittes, deren Einsetzen einen scharfen Faziesschnitt über der basalen Mergelserie verursacht.

Der Hauptsand, ein hellgrauer bis weißlichgrauer und bräunlicher, kalkiger Sand bis Sandstein ist in Mönchsrot und anderwärts gekennzeichnet durch Führung grober Kornanteile (häufig bis 1 mm). In Mönchsrot und Egelsee scheint er mäßig «granatisch» durch Führung roter Feldspate. Feine, kohlige Flasern und kohlinger, pyritstaufiger Malm und auch Pyritaggregate sind verbreitet. VOLZ (1957) stellte für die Bohrungen Fronhofen dieselbe Sandschüttung an gleicher Stelle des Profils fest und in den Bodensee-Bohrungen Ettenkirch (VOLZ 1937), Baitenhausen und Oberuhldingen mögen Äquivalente vorliegen.

Über dem Hauptsand liegen im Profil wohl noch eine Anzahl ähnlicher Sande, die ebenfalls gröbere Kornanteile führen. Im übrigen ist jedoch alles, was über den Haupt-

sand nach oben folgt, ein vielfacher, unregelmäßiger Wechsel von Sand- und Mergelgesteinen, der höchstens mit subtilen sedimentpetrographischen Methoden zu untergliedern ist. Doch lassen sich mit Hilfe der Bohrloch-Diagramme einzelne Horizonte, meist Sandlagen, über einen engeren Bereich zur Korrelation und Horizontverknüpfung verwerten.

3. Ölgeologisches über die USM

Der Hauptsand verdient Beachtung, weil in zwei Mönchsrot-Bohrungen in ihm Ölanzeichen festgestellt wurden. Seine guten Speichereigenschaften lassen ihn auch für eine eventuelle Gasführung geeignet erscheinen. Egelsee 2 (siehe S. 55) hat gezeigt, daß auch die über den Unteren Cyrenen Schichten liegenden Sandsteineinschaltungen im Auge zu behalten sind.

Daß die höherliegenden Sande der USM-Schichtfolge nicht ohne Interesse sind, zeigt vor allem das Auftreten jenes mit Bitumen erfüllten Sandes in der Bohrung Oberuhldingen, 160 m über der Molasse-Basis (s. S. 54).

Bei dieser Art von Ölanzeichen in der USM muß allerdings in Erwägung gezogen werden, ob ihre Herkunft und ihr Auftreten nicht mit einer tieferliegenden Öllagerstätte in Beziehung zu bringen ist. Falls durch eine, die tiefere Lagerstätte absperrende Störung nicht perfekte Versiegelung erzielt wird, könnten durch eintretende, fortgesetzte Ölabbgabe aus der Lagerstätte und Migration entlang der Störungsfläche nach oben die erwähnten Ölindikationen in der USM eine Erklärung finden.

4. Sedimentherkunft und Schüttung

H. FÜCHTBAUER hat seine über eine Reihe von Jahren und über ein weites Molassegebiet sich erstreckenden sedimentpetrographischen Untersuchungen in mehreren Arbeiten, zuletzt und zusammenfassend 1959 in Eclogae geol. Helv. Vol. 51, Nr. 3 (1958) veröffentlicht. FÜCHTBAUER ist zu einer weitgehenden Auflösung dieser verwickelten Fragen gelangt, nicht nur für die USM, sondern auch für die Bausteinschichten.

F. HOFMANN ist ebenfalls dem Schüttungsmechanismus der Beckenfüllung mit sedimentmineralogischen Methoden nachgegangen. Er hat in einer Anzahl von Publikationen seine z.T. überraschenden Befunde über OSM, OMM und auch USM dargelegt.

Ohne auf diese interessanten Fragen einzugehen, möchten wir doch bezüglich des besprochenen Gebietes auf die Arbeiten dieser beiden Forscher verweisen.

d) Die Obere Meeresmolasse (OMM)

Die Transgression der miozänen marinen Molasse, die letztmalig eine westöstliche Meeresverbindung schafft, erfolgte — im Gegensatz zur subalpinen Zone der Mittelschweiz und des Allgäu (hier terrestrisches Burdigalien: VOLLMAYR 1958) — im ganzen Vorland nach einer Sedimentationsunterbrechung, deren Dauer nicht bekannt, möglicherweise aber sehr verschieden ist. Über die Unterteilung und Ausbildung der im ganzen 250 m mächtigen marinen Bildungen in den Mönchsroter-Bohrungen unterrichtet Fig. 2.

Die Mächtigkeiten im Mönchsroter Raum schwanken für die beiden Glieder des I. Zyklus, die zusammen fünf Sechstel der marinen Serie ausmachen, in Grenzen von etwa 10—20 m derart, daß eine Abnahme der unteren sandigen Abteilung durch eine Zunahme der oberen schiefermergeligen Abteilung wieder etwas ausgeglichen wird. Dabei übertrifft aber die basale sandige Abteilung die hangende schiefermerge-

lige an Mächtigkeit, während dieses Verhältnis im Raum von Heimertingen (VOLZ 1956) umgedreht erscheint.

Die vorläufige mikropaläontologische Bearbeitung der OMM in den Mönchsrot-Bohrungen durch Herrn Dr. F. DOEBL (Wintershall AG) hat ergeben, daß die marine Fazies faunenmäßig am ausgeprägtesten im unteren Teil der schiefermergeligen Abteilung des I. Zyklus zur Geltung kommt.

Der trotz seiner wesentlich geringeren Mächtigkeit mit bemerkenswerter regionaler Beständigkeit über dem ganzen Westabschnitt bis zum Beckenrand verbreitete, wahrscheinlich überall transgressiv abgelagerte II. Zyklus der OMM, die Baltringer Schichten, glauben wir bis jetzt einem eher mittleren Helvétien einordnen zu können (HAUS 1950).

1. Vergleichende Stratigraphie der Oberen Meeresmolasse im Westabschnitt

In den letzten Jahren ist das Bemühen vorhanden, die verschiedenen Gliederungen der Meeresmolasse einerseits im Hinblick auf die OMM-Abfolge im bayrischen Beckenraum östlich der Iller, andererseits unter Berücksichtigung der OMM-Vorkommen auf Schweizer Seite zu koordinieren. Dies ist jedoch wegen des Mangels aussagegültiger Makro- und Mikrofaunen bis jetzt nicht eindeutig möglich gewesen. Von der subalpinen Zone und der äußeren Randzone abgesehen, läßt sich vom Bodensee bis zur Iller in Bohrungen eigentlich immer nur die gleiche Zweigliederung des I. Zyklus in eine basale sandige und eine hangende schiefermergelige Abteilung erkennen. Dabei scheinen die Linien gleicher Fazies weitgehend dem allgemeinen Streichen zu folgen. So zeigt z. B. die Abfolge des I. Zyklus beim Diagramm-Vergleich in der Bohrung Oberuhldingen 1 eine weit größere Übereinstimmung mit der Bohrung Wurzach 1, als jene mit Nachbarbohrungen nördlich des Bodensees und diese mit solchen an der Iller, z. B. Biberach 1001 (LEMCKE, v. ENGELHARDT, FÜCHTBauer 1953).

Es stellt sich die Frage nach dem Vorhandensein des in der subalpinen Molasse bei Bregenz neuerdings noch bis zu 600 m Mächtigkeit ausgeschiedenen Burdigalien (dazu weitere ?400—500 m Helvétien, meist in Nagelfluhfazies — s. PLÖCHINGER, OBERHAUSER, WOLETZ 1958; ferner HAUS 1952; VOLLMAYR 1958). Im Bodenseegebiet liegen innerhalb des I. Zyklus, z. B. in der Bohrung Baitenhausen, Muschelkalk-Horizonte (bis 10 m mächtig), die sowohl ihrer Ausbildung, als auch ihrem Schichtverband nach gut in das von Büchi für das Burdigalien des Aargaus gegebene Schema hineinpassen könnten (BÜCHI 1957). Dagegen scheint in der äußeren Zone der Aargauer und zürcherischen Vorlandmolasse der in unserem Westabschnitt und im Bodenseegebiet noch vollmarine II. Zyklus, die Baltringer Schichten, überhaupt zu fehlen. Entweder wurde er gar nicht abgelagert oder er wurde in der offenbar weitausgreifenden, flächenhaften Abräumung vor Ablagerung der Helvétien-Basisnagelfluh des genannten Büchi'schen Schemas wieder entfernt (HAUS 1952).

Dem Gesagten steht entgegen, daß beim Verfolgen der stratigraphischen Verhältnisse, namentlich durch Verknüpfung der Bohrloch-Diagramme von Osten her gegen unseren Westabschnitt die Ansicht mehr und mehr Raum gewonnen hat (LEMCKE 1953 und 1957; VOLZ 1956; BÜCHI 1957), daß in zentralen Beckenteilen das marine Burdigalien vielleicht bis auf wenige Reste überhaupt fehlt und die OMM größtenteils, wenn nicht ganz, dem Helvétien zuzuordnen ist.

Es muß einer besonderen Studie überlassen bleiben, diese Überschneidungen zu beseitigen, was durch eine stratigraphische Revision dieser faziesverschiedenen OMM-Bildungen im erweiterten Bodenseeraum geschehen könnte.

e) Die Obere Süßwassermolasse (OSM)

Für die Obere Süßwassermolasse besitzen wir in den Untersuchungen von LEMCKE, v. ENGELHARDT, FÜCHTBAUER (1953), die noch bis in den Mönchsroter Raum reichen und neuerdings in den Untersuchungen von F. HOFMANN (1955; 1956; 1957), die ins Bodenseegebiet herübergreifen, so eingehende Darstellungen, daß außer dem Hinweis auf Fig. 1 von einer Behandlung dieser jüngsten und auch ögeologisch kaum ins Gewicht fallenden Schichtabteilung unseres Westabschnittes im Rahmen dieser Ausführungen abgesehen werden kann.

IV. Mönchsrot als Öllagerstätte

a) Erkundung der Struktur Mönchsrot durch Reflexionsseismik

Infolge der starken, zum Teil über 35 m betragenden Bedeckung durch Quartärbildungen, blieb die geologische Erkundung der Struktur Mönchsrot ganz der Geophysik vorbehalten.

Das acht Monate dauernde Meßprogramm der Reflexionsseismik des Jahres 1954 war hauptsächlich darauf abgestellt, auf dem als regional erkannten Störungstreifen im Westen von Heimertingen ögeologisch interessante Strukturmerkmale zu lokali-

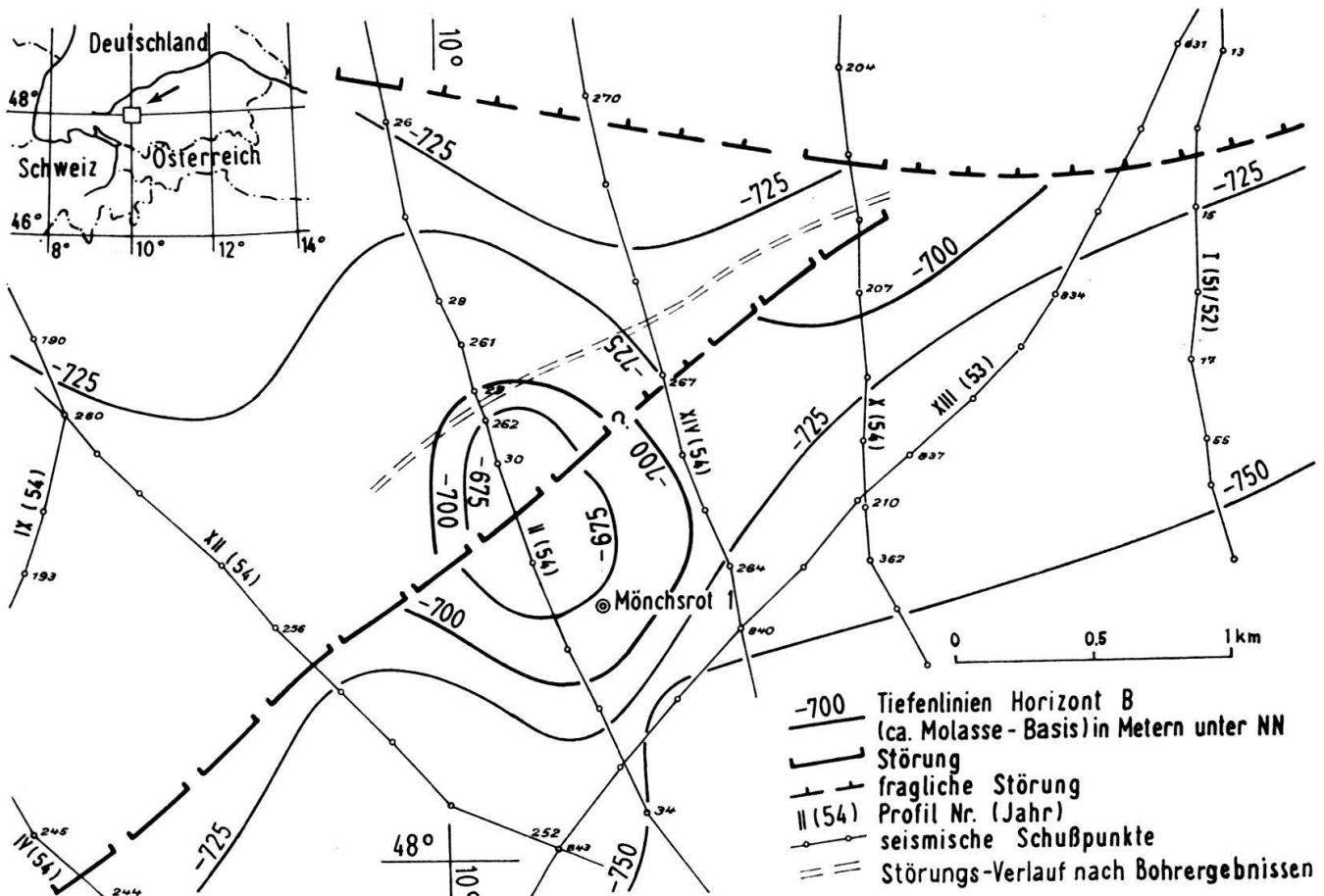


Fig. 4. Strukturplan nach reflexionsseismischen Messungen. Auswertung 1954.

sieren. Denn die Bohrungen Heimertingen 1 und 3 der Nachbarkonzession Memmingen lieferten damals bereits geringe Mengen Öl. Daher stellte sich von selbst die Frage, ob zwischen dem Störungssystem bei Heimertingen und den Störungsanzeichen im Raum Mönchsrot strukturell und ökologisch ein Zusammenhang bestünde. Ein unmittelbarer Zusammenhang konnte zwar nicht gefunden werden, jedoch ergab die Überdeckung des fraglichen Gebietes mit zahlreichen N—S-Profilen bei Mönchsrot auf der Südscholle eines antithetischen Sprunges eine strukturelle Hochlage.

Fig. 4 stellt als Ausschnitt aus dem reflexionsseismischen Tiefenlinienplan auf Basis Molasse den Raum von Mönchsrot nach Messungen aus dem Jahre 1954 dar. Der Plan zeigt eine schwache «domartige» Aufwölbung, die durch eine streichende antithetische Störung mit mäßigem Versetzungsbetrag zerschnitten wird. Diese Struktur-Deutung gab 1955 Veranlassung zu der Bohrung Mönchsrot 1, obwohl die eigentliche Erschließung des Ölfeldes Heimertingen durch die Fundbohrung Heimertingen 4 zu diesem Zeitpunkt noch nicht erfolgt war.

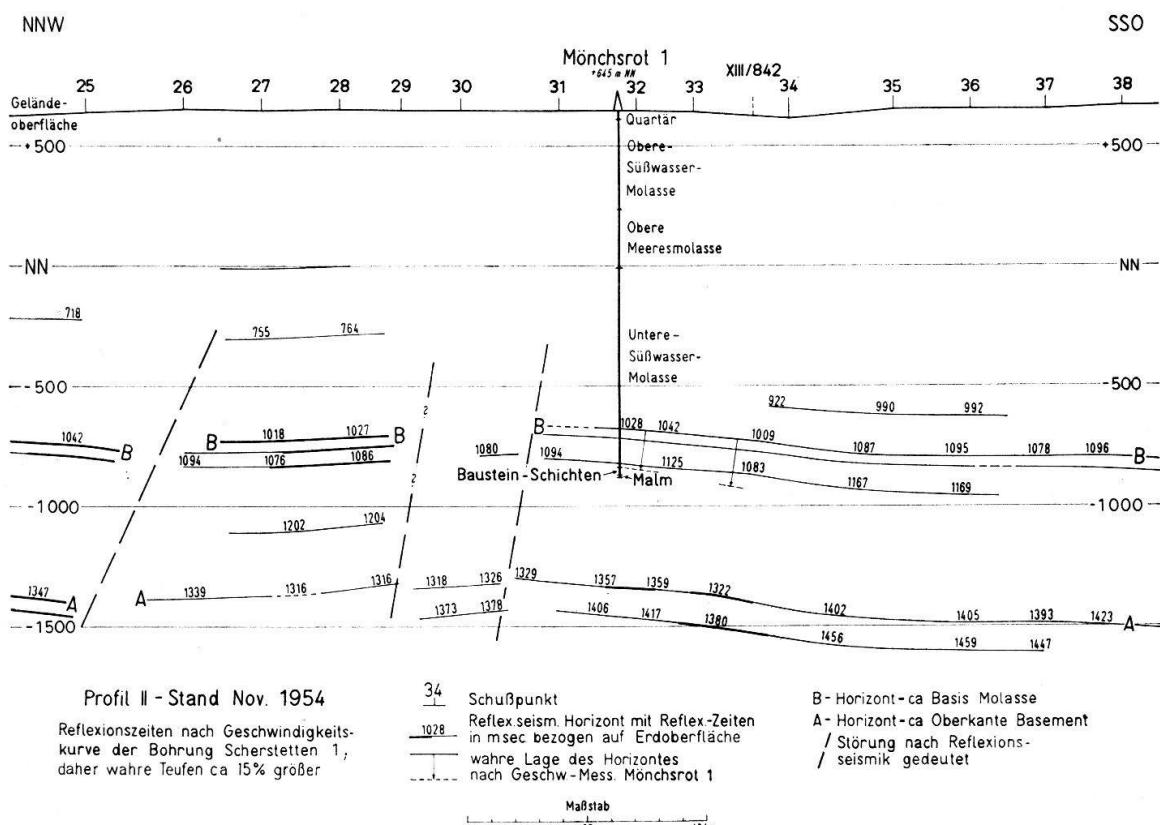


Fig. 5

Fig. 5 gibt einen Abschnitt des seismischen Profils II der Fig. 4, in welchen das Bohrprofil der Mönchsrot 1 hineinprojiziert ist. Die Auswertung für die beiden Figuren besorgte Herr Dr. A. CUSTODIS (Wintershall AG) nach Messungen der PRAKLA, Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung, Hannover.

Um eine einheitliche kartographische Darstellung der seismischen Meßergebnisse im Westabschnitt zu erzielen, wurden sämtliche Messungen zunächst mit dem Geschwindigkeitsprofil der Bohrung Scherstetten 1 (bei Augsburg) gezeichnet. Über die Veränderlichkeit der seismischen Geschwindigkeiten und über den Geschwindigkeitszuwachs der Molasseschichten, d. h. die Zunahme ihrer lithologischen Schallhärte von Bayern gegen den Bodensee hat H. JOHN interessante Ableitungen erarbeitet (s. JOHN 1957).

Seit der Bohrtätigkeit in Mönchsrot wurden dort in zwei Bohrungen die Schichtgeschwindigkeiten durch Geophonversenkung und Acoustic-Log bzw. Sonic-Log bestimmt.

Wie unten dargestellt (Fig. 6 und Fig. 7), haben die Bohrergebnisse dann, was den Störungsverlauf und den Verwerfungsbetrag betrifft, ein etwas anderes Bild der Struktur auf der Hochscholle vorgefunden. Die Existenz einer «anderen Hälfte» der Struktur auf der nördlichen Tiefscholle ist noch nicht untersucht, bleibt aber bis jetzt sehr fraglich.

Inzwischen haben neuere reflexionsseismische Ergänzungsmessungen, deren Auswertung jedoch noch nicht abgeschlossen ist, unter Verwertung der Bohrergebnisse das Strukturbild wiederum gegenüber den älteren Deutungen in einigem modifiziert.

b) Erschließung des Ölfeldes

1. Ergebnis der Bohrung Mönchsrot 1

Die im Sommer des Jahres 1955 gebohrte Mönchsrot 1 traf kurz unter dem bei 1483 m liegenden Dach der Bausteinschichten auf Ölimprägnationen. Diese meist schwachen und mäßigen, zum Teil auch guten Ölanzeichen setzten sich mit Unterbrechungen (in ihrem gesamten Umfang aber wegen des sehr hohen Kernverlustes nicht reproduzierbar) noch über ca. 27 m Profilstrecke bis ca. 1510 m fort. Ein open hole test auf die oberen 10 m der ölimprägnierten Sandsteinserie ergab keinen Zufluss. Nach Einbau der Verrohrung wurden auf eine untere, eine mittlere und eine obere perforierte Strecke innerhalb der ölimprägnierten Partie getrennte Teste durch Halliburton vorgenommen. Die Teststrecken betragen zwischen 5 und 7 m. Die untere und die obere Teststrecke waren trocken. Die mittlere Strecke lieferte schwach salziges Wasser.

2. Die Fund-Bohrung Mönchsrot 2

Erst drei Jahre später, nachdem die Überarbeitung des Reflexions-Materials im Strukturbild der Fig. 4 einige, jedoch keine grundsätzlichen Änderungen der Linienführung ergeben hatte, wurde 400 m strukturaufwärts von Mönchsrot 1 die Mönchsrot 2 angesetzt.

Die Bausteinschichten wurden hier in 23 m höherer struktureller Lage angetroffen als in Mönchsrot 1 und erbrachten eine Kernserie, die, beginnend an der Oberkante der Bausteinschichten, auf 27 m Profilstrecke Ölsandsteine nachwies, die ziemlich durchgehende, nach unten schwächer werdende Imprägnationen zeigten. Die Bohrung wurde am 7. Februar 1958 produktiv.

3. Folgebohrungen

Nach dem Fündigwerden der Bohrung Mönchsrot 2 wurden in fortgesetzter Bohrfolge bis zum Ende des Jahres 1959 noch weitere 9 Bohrsonden, davon 5 als Ablenkbohrungen *) abgeteuft. Außer der Mönchsrot 5, welche unserer tektonischen Deutung nach (s. Fig. 7) auf einer tieferen, der absperrenden Störung vorgelagerten Zwi-

*) Ablenkbohrungen, d. h. vom Ansatzpunkt auf einen vorausbestimmten Zielpunkt gerichtet niedergebrachte Bohrsonden, kamen in Mönchsrot teils mit der Absicht, einen rationelleren Ablauf des Bohrprogramms zu erreichen (verkürzte Umbauzeit; Wegfall des Bohrgeräte-Transportes auf die neue Lokation), teils aus forstwirtschaftlichen Gründen (Hochwald-Bestand) zur Anwendung.

schenstaffel der Tiefscholle landete, keine Imprägnationen nachweisen ließ und beim Test Wasser lieferte, wurden alle bisherigen Bohrungen produktiv.

In Mönchsrot ist bis jetzt auf eine Erstreckung von ca. 1,7 km im Streichen und ca. 0,8 km im Fallen der Struktur durch 11 Bohrungen eine Fläche von ca. 1 km² ölgeologisch erschlossen. Der Bohrabstand liegt zwischen 250 und 350 m. Da bisher keine der Bohrungen, abgesehen von Mönchsrot 1, das Randwasser angetroffen hat, kann über den Verlauf der Randwasserlinie bisher nur ausgesagt werden, daß sie wohl zwischen Mönchsrot 1 und Mönchsrot 2 durchziehen wird. Die Gesamt-Ausdehnung der ölführenden Fläche ist demnach noch unbekannt.

c) Die Struktur nach Bohrergebnissen und die Tektonik des Ölfeldes Mönchsrot

Die bisherigen Bohrergebnisse lieferten für die produzierende Hochscholle das in Fig. 6 als Strukturplan gegebene Bild.



Fig. 6

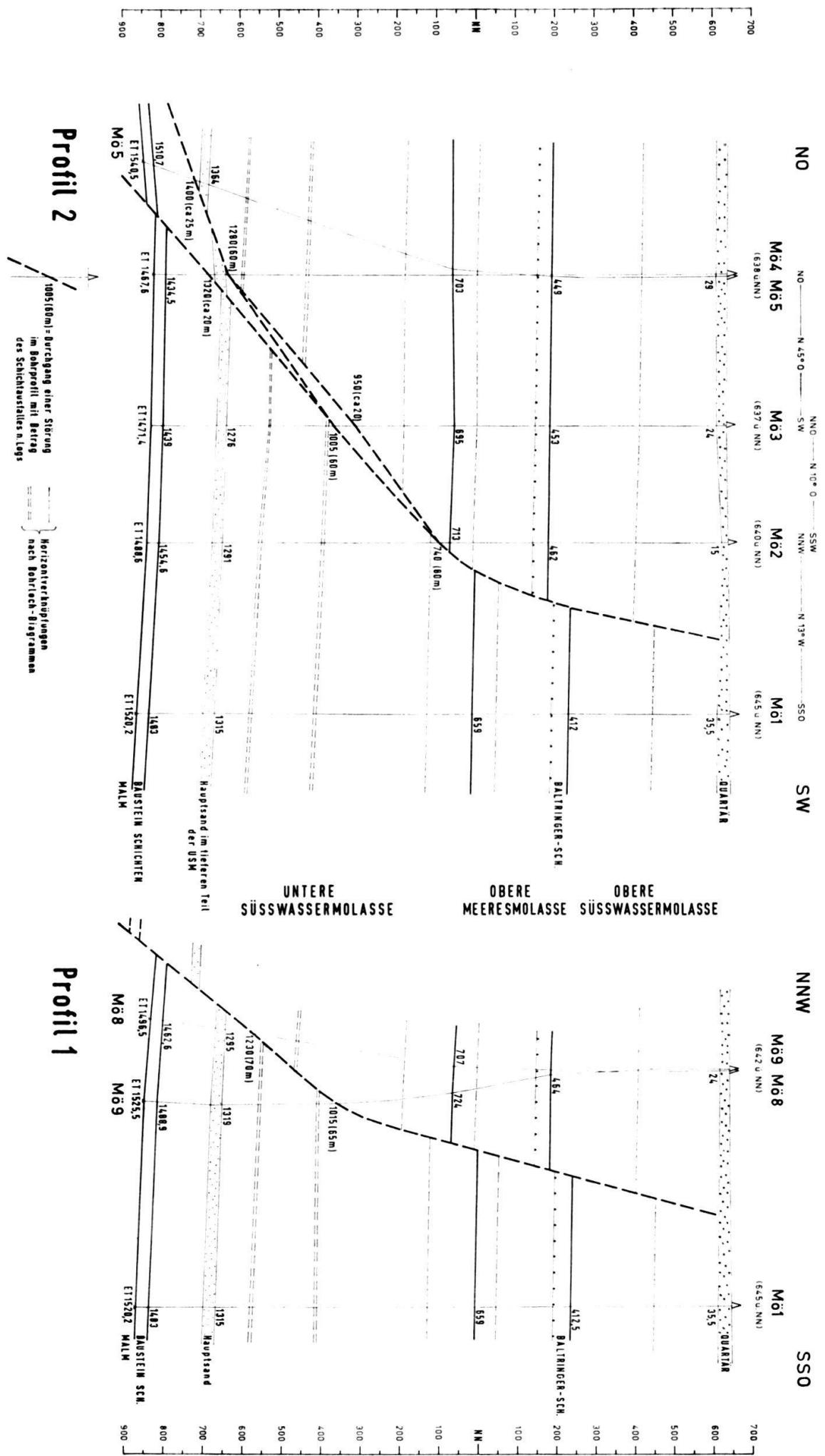


Fig. 7

Profil 1

Bereits Mönchsrot 2 hatte aufgrund der tieferen Lage der OMM und der höheren Lage der Bausteinschichten gegenüber Mönchsrot 1 eine Störung und damit die Existenz einer Hochscholle und einer Tiefscholle nachgewiesen. Das Profil der Mönchsrot 1 ist allem nach als einziges ungestört. Alle anderen Profile weisen demgegenüber Verkürzungen durch Schichtausfälle auf.

Ein sehr erschwerender Umstand für die Erkennung der Tektonik des Ölfeldes, das heißt den Durchgang von Störungen im Bohrprofil und damit für die Feststellung des Verlaufs der nördlichen Begrenzung der Hochscholle, also der ölführenden Fläche, liegt darin, daß wir die Schichtausfälle bis jetzt alle in der USM zu suchen haben. Dabei sind wir bei dem Mangel sonstiger Leithorizonte in der USM allein auf den visuellen Vergleich des Kurvenverlaufes der Bohrloch-Diagramme angewiesen. Daß dieser Methode Unsicherheiten anhaften, muß besonders betont werden. Das außerordentlich differenzierte und von Bohrung zu Bohrung sich im Detail verändernde Diagramm-Bild der USM, das in den Sedimentationsverhältnissen dieser Schichtabteilung begründet liegt, läßt nur eine auf Wahrscheinlichkeit und — leider — zum Teil auf den subjektiven Eindruck des Bearbeiters gestützte Horizont-Verknüpfung zu. Obwohl versucht wurde, die dafür am geeignetsten erscheinenden Horizonte herauszufinden, muß eingeräumt werden, daß außer der in Fig. 7 gegebenen Profildarstellung auch davon mehr oder weniger abweichende tektonische Deutungen möglich sind.

Während im Westteil der Struktur (s. Fig. 7, Profil 1) nur eine Hauptstörung vorhanden zu sein scheint, glauben wir in östlicher gelegenen Profilen eine Aufspaltung der Bruchfläche zu erkennen, die eine tektonische Zwischenstaffel oder Vorstaffel erzeugt (s. Fig. 7, Profil 2).

Das Alter der Störungen: Es kann als sicher erwiesen gelten, daß die Hauptstörung im Ölfeld Mönchsrot pliozänes bis nachmolassisches Alter besitzt. Während im Ostteil des Molassebeckens die Ölexploration zur Erkennung einer Bruchbildung von *prae-Helvétien*-Alter geführt hat (HEERMANN 1954), ist bis jetzt Mönchsrot das einzige Beispiel, welches die Existenz junger, die gesamte Molasseserie durchsetzender Störungen auch im Beckeninnern durch Bohrergebnisse belegt. Damit ergeben sich Beziehungen zu der im Bodenseegebiet seit längerem schon durch Oberflächenkartierung gewonnenen Altersdatierung einer jungen Molassetektonik.

Dem wäre noch beizufügen, daß zahlreiche durch die Reflexionsseismik erhaltene Profile die Ansicht zu stützen scheinen, daß auch in unserem Westabschnitt mit einer *prae-Burdigalien*- oder *prae-Helvétien*-Tektonik, eventuell sogar vormolassischen Tektonik zu rechnen ist. Doch gestattet die häufig vorhandene Lückenhaftigkeit der Reflexionshorizonte, die ihr Durchverfolgen in den höheren Schichten in Frage stellt, keine sicheren Aussagen.

d) Gesteinsphysikalische Eigenschaften des Ölträgers der Bausteinschichten

In mehreren Bohrungen, bei denen eine zusammenhängende Kernfolge vorlag, wurden in enger Probenfolge die gesteinsphysikalischen Daten der Bausteinschichten des Ölspeichers untersucht.

Die *Korngrößen* liegen mit ganz geringen Überschreitungen unter 0,4 mm. Im höheren Teil der Bausteinschichten, wo auch die Verölung im allgemeinen am stärksten ist, sind die größeren Kornfraktionen von 0,15 mm aufwärts noch mit über 50 Gewichtsprozenten beteiligt. Dieses Verhältnis verschiebt sich nach unten teils stetig, teils etwas sprunghaft und mit oszillierenden Rückläufigkeiten — je nach Bohrung — durch das Anwachsen der feineren, unter 0,1 mm liegenden Fraktion so zu deren

Gunsten, daß die größeren Fraktionen fast ganz zurücktreten. Die harten Kalksandsteinlagen sind fast durchwegs feinkörniger als ihr umgebendes Gestein.

Die *Nutzporosität* liegt bei gut ausgebildeten Ölträgern im höheren Teil um 18 Volumenprozent, erreicht selten 20 und geht dann nach unten zu auf 15 und weniger zurück.

Die *Durchlässigkeit* (Permeabilität) beträgt in den guten Trägerpartien zwischen 50 und 100 Milli-Darcy, nur vereinzelt darüber und geht auch hier nach unten zurück bis unter 10.

Die harten, immer ölfreien Kalksandsteinlagen treten ganz aus dem Rahmen und zeigen mit einer um 5 % liegenden Nutzporosität, die allerdings im unteren Teil einen stetigen geringen Zuwachs erhält, praktisch keine Durchlässigkeit.

Der *Kalkgehalt* ist im gesamten einheitlich hoch und überschreitet in den gut ölführenden Sandsteinen knapp noch die 30 Gewichtsprozent, um nach unten etwas zurückzugehen.

Der *Tongehalt* liegt im Trägergestein gewöhnlich zwischen 5 und 10 Gewichtsprozent und kann bis gegen 20 % anwachsen.

In harten Kalksandstein-Einschaltungen steigt der Kalkgehalt auf über 50 % unter entsprechendem Zurückgehen des Tongehaltes.

e) Förderung und Förderverhalten

Für die Inproduktionssetzung werden gewöhnlich die im Mikrolog als durchlässig erkennbaren Partien des Ölträgers in Übereinstimmung mit der in Bohrkern oder Spülproben festgestellten Imprägnation in 2—3 Gruppen perforiert. Die Imprägnationen reichen in den verschiedenen Bohrungen verschieden tief: Bei Mönchsrot 8 bis unmittelbar auf den Malm, in anderen Bohrungen entsprechend der faziellen Ausbildung des Trägers 20 bis 25 m unter den Kopf der Bausteinschichten. Der Malm wird, sofern er angebohrt ist, durch Bodenzementation abgesperrt. Zwischen den Perforationsstrecken werden im Hinblick auf eine eventuelle spätere selektive Förderung kürzere Blindstrecken in den wenig durchlässigen Partien (Häufung der dichten Kalksandsteinlagen) ausgelassen. Die für die Produktion geöffnete Gesamt-Strecke beträgt bei den einzelnen Förder-Sonden zwischen 17 und 26 m. Die Teilstrecken werden vorerst gemeinsam in Produktion genommen.

Die Ablenkbohrungen Mönchsrot 7 und 11 werden zusammen mit den Sonden Mönchsrot 4 bzw. Mönchsrot 10 von einer Plattform aus gefördert; ebenso produzieren die Ablenkbohrungen Mö 8 und Mö 9 vom gleichen Sammel-Bohrplatz aus, mit einem Abstand von 10 m.

Bis gegen Ende des Jahres 1959 erbrachten alle produktiven Sonden eine wasserfreie Förderung. In den letzten Monaten zeigte die randwassernächste Bohrung, Mönchsrot 2, geringen Wasseranteil (zwischen 0,8 und 1,8 % schwankend) mit einer relativ geringen Salzkonzentration, die zwischen 1 und 2 % liegen dürfte.

Da der Lagerstättendruck unter dem hydrostratischen Druck liegt, müssen alle Sonden mit Tiefpumpe gefördert werden. Die Lagerstätte ist gas-undersättigt. Das Gas-Ölverhältnis liegt zwischen 8 und 10. Aus dem Druckverhalten läßt sich schließen, daß als Energiefaktoren außer Gasexpansion ein geringer Randwassertrieb wirksam ist, von dem angenommen werden kann, daß er für eine optimale Entölung der Lagerstätte nicht ausreichend ist. Auch scheinen die Druckmessungen in Übereinstimmung mit der tektonischen Deutung die Annahme zu bestätigen, daß es sich bei der Struktur Mönchsrot um ein ölgeologisch geschlossenes und ungestörtes System handelt. Dies zusammen mit den physikalischen Eigenschaften des Öles machen die Struktur

Mönchsrot zu einem geeigneten Objekt für spätere Sekundärmethoden, insbesondere für Wasser-Einpressung.

f) Physikalische Eigenschaften des Öles

Das spezifische Gewicht des Öles bei 20° C beträgt 0,83. Die Viskosität liegt bei 20° C um 6 cP, der Stockpunkt um 0—3° C. Der Entlösungsdruck hat den extrem niedrigen Wert von 12 atü. Diese Eigenschaften beeinflussen die Förderung im günstigen Sinne. Einzig die Paraffinabscheidung bei einem Paraffingehalt von etwa 7 % erweist sich fördertechnisch als hinderlich.

g) Produktion aus Ölfeld Mönchsrot

Die bisherigen Sonden ergaben eine durchschnittliche Anfangsproduktion zwischen 18 und 22 cbm/Tag. Die Monatsförderung kam am Ende des Jahres 1959 an 4000 t heran. Bis zum gleichen Zeitpunkt belief sich die kumulative Förderung aus neun produzierenden Sonden auf 40 664 Tonnen.

V. Weitere Entwicklungsmöglichkeiten für Mönchsrot und ihre Bedeutung in Beziehung auf den Westabschnitt des Molassebeckens

Der bisherige Stand der Erschließung des Ölfeldes Mönchsrot zeigt, daß dessen ölführende Fläche, besonders nach nordöstlicher und nach südwestlicher Richtung, noch nicht als abgegrenzt gelten kann.

Die Reflexionsseismik gibt begründete Hoffnung, daß weitere ähnliche Strukturen wie Mönchsrot im Westabschnitt der Vorlandmolasse vorhanden sind. Vor allem im Hinblick auf die paläogeographische Verbreitung der Bausteinschichten und den Verlauf ihrer Auskeillinie, längs welcher man eine Art «shore line»-Fazies erwarten darf, gewinnt der voraus besprochene Westabschnitt für seine weitere ölgeologische Erschließung erhebliche Bedeutung.

Daß auch die tiefere USM außerhalb des Verbreitungsgebietes der Bausteinschichten weitere Aufschlußarbeiten rechtfertigt, machen die in Bohrungen angetroffenen Ölanzeichen deutlich. Doch ist hier die Frage der Speichergesteine an der Basis der USM noch wenig geklärt. Die randlichen Beckenzenen scheinen dabei aber erst in zweiter Linie in Betracht zu kommen, weil die, wenn auch eindrucksvollen und diffus verteilten Restölimprägnationen der kalkigen Randfazies (siehe Ehingen, S. 53) doch auch die Annahme einer primären Ölentstehung in diesen Schichten vertreten lassen.

Als ein noch wenig bekanntes, umfangreiches Explorationsobjekt, dem aber im Westabschnitt bereits jetzt schon erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet wird, bleibt das Mesozoikum im Untergrund der Molasse. Über diese prae-molassische Beckenunterlage sind in nächster Zeit neue ölgeologische Erkenntnisse durch Bohrungen auch im schwäbischen Westabschnitt zu erwarten.

Der Autor dankt den Geschäftsleitungen seiner Gesellschaft und der in Mönchsrot konsortierten Gewerkschaft Elwerath, außerdem den an der Exploration des Westabschnittes beteiligten Erdölgesellschaften Gewerkschaft Elwerath, Gewerkschaft Brigitta, Deutsche Erdöl AG und Deutsche Schachtbau- und Tiefbohr-GmbH für ihr Einverständnis zur Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit.

Literatur-Angaben

- von Braun, E.* (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Hochrhein-gebiet zwischen Zurzach und Eglisau. *Eclogae geol. Helv.* 46, Nr. 2.
- Büchi, U. P.* (1957): Zur Gliederung des Burdigalien im Kt. Aargau. *Bull. VSP* 23/65.
- (1957): Zur Gliederung der Oberen Süßwassermolasse (OSM) zwischen Bodensee und Reuss. *Bull. VSP* 24/66.
- Buxtorf, A.* (1941) in *Buxtorf, J. Kopp* und *L. Bendel*: Stratigraphie und Tektonik der aufgescho-benen subalpinen Molasse zwischen Horw und Eigenthal bei Luzern. *Eclogae geol. Helv.*, 34, Nr. 1.
- Elberskirch, W. und Lemcke, K.* (1955): Zur Tektonik der nordalpinen Molassesenke. *Zeitschr. Deutsche Geol. Ges.*, Jahrg. 1953, Bd. 105.
- Füchtbauer, H.* (1955): Die Sedimentation der westlichen Alpenvorlandsmolasse. *Zeitschr. Deutsche Geol. Ges.*, Jahrg. 1953, Bd. 105, 3. Teil.
- Habicht, K.* (1945): Geologische Untersuchungen im südlichen sanktgallisch-appenzellischen Molasse-gebiet. *Beiträge z. Geol. Karte d. Schweiz*, Neue Folge, 83. Lief.
- Haus, H. A.* (1937): Geologie der Gegend von Schangnau im oberen Emmental. *Beiträge z. Geol. Karte d. Schweiz*, Neue Folge, 75. Lief.
- (1950): Zur paläogeographischen Entwicklung des Molassetroges im Bodenseegebiet während des Mittleren Miozän. *Mitt. Bad. Geol. Landesanstalt f.* 1950.
- (1952): Das Molassebecken im südwestdeutschen Gebiet. *Bull. VSP* 19/57.
- Heermann, H.* (1954): Erdölgeologische Grundlagen der Aufschlußarbeiten im ostbayerischen Mo-lassebecken. *Bull. VSP* 21/60.
- Hofmann, F.* (1955): Neue geologische Untersuchungen in der Molasse der Nordostschweiz. *Eclogae geol. Helv.* 48, Nr. 1.
- (1956): Die obere Süßwassermolasse in der Ostschweiz und im Hegau. *Bull. VSP* 23/64.
- (1957): Untersuchungen in der subalpinen und mittelländischen Molasse der Ostschweiz. *Eclogae geol. Helv.* 50, Nr. 2.
- Holliger, A.* (1955): Geologische Untersuchungen der subalpinen Molasse und des Alpenrandes in der Gegend von Flühli (Entlebuch, Kt. Luzern). *Eclogae geol. Helv.* 48, Nr. 1.
- John, H.* (1957): Die Gliederung der deutschen Alpenvorlandsmolasse mit Hilfe reflexionsseismischer Geschwindigkeiten. *Erdöl und Kohle*, Heft 8, 9 und 10.
- Lemcke, K. E. v. Engelhardt* und *H. Füchtbauer* (1953): Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im Westteil der ungefalteten Molasse des süddeutschen Alpenvorlandes. *Beihefte z. geol. Jahrb. d. Geol. Landesanstalt d. Bundesrepublik Deutschland*, Heft 11.
- Lemcke, K.* (1958): Geologische Ergebnisse der Erdölexploration im westlichen deutschen Molasse-becken. *Zeitschr. Deutsche Geol. Ges.*, Jahrg. 1957, Bd. 109, 2. Teil.
- Plöchinger, B., m. Beitr. v. R. Oberhauser* und *G. Woletz* (1958): Das Molasseprofil längs der Bre-genzer Ach und des Wirtatobels. *Jahrb. Geol. Bundesanstalt, Wien*, 101. Bd., Heft 2.
- Schuppel, H. M.* (1952): Erdölgeologische Untersuchungen in der Schweiz; IV. Teil. *Beiträge z. Geol. Karte d. Schweiz*, Geotechn. Serie, Lieferung 26, Teil 4.
- (1958): Zur Geologie und den Erdölmöglichkeiten des Schweizer Molassebeckens. *Zeitschr. Deutsche Geol. Ges.* Jahrg. 1957, Bd. 109, 2. Teil.
- Vollmayr, Th.* (1958): Erläuterungen zur Geol. Karte von Bayern, Blatt Nr. 8426, Oberstaufen. Herausgeg. v. Bayer. Geol. Landesamt München.
- Volz, E.* (1956): Die Molassestrukturen Heimertingen und Lauben. *Erdöl-Zeitschrift*, Heft 3.
- (1957): Geologische Ergebnisse neuer Erdölbohrungen in Oberschwaben. *Arbeiten aus d. geol. paläontol. Inst. d. Techn. Hochschule Stuttgart*, Neue Folge Nr. 9.
- (1959): Geologische Ergebnisse einiger Erdölbohrungen im westlichen Molassebecken. *Erdöl und Kohle*, Heft 4.
- Wagner, R.* (1957): Die Untere Meeresmolasse aus Bohrungen längs der Iller. *Erdöl und Kohle*, Heft 10.
- Zeil, W.* (1954): Geologie der Alpenrandzone bei Murnau in Oberbayern. *Geologica Bavarica*, Nr. 20.