

Sedimentationsformen tortoner Sande im mittleren Teil des inneralpinen Wiener Beckens

Von L. Kölbl, Wien

Mit 7 Textabbildungen

Inhalt

	Seite
I. Einleitung.....	115
II. Allgemeine Züge der Schichtfolge	117
III. Die Form der sedimentierten Sandkörper	118
a) Sandkörper des 13. Tortonhorizontes	118
b) Sandkörper des 11. Tortonhorizontes	120
c) Sandkörper des 8. und 9. Tortonhorizontes	123
d) Sandkörper des 6. Torton- und 8. Sarmathorizontes.....	127
IV. Ergebnisse und Folgerungen	131
V. Literaturhinweise	135

I. Einleitung

Die ausgedehnten ozeanographischen Untersuchungen, die vor und besonders auch während des Krieges von allen großen Staaten durchgeführt wurden, haben viele neue Erkenntnisse gebracht, über die erst nach und nach in verstreuten Veröffentlichungen berichtet wird. Regional ausgedehnte Arbeiten in Flachmeeren wurden durch experimentelle und theoretische Studien in den großen Wasserbaulaboratorien ergänzt und haben vereint dazu beigetragen, manche ältere Vorstellung über die Beschaffenheit des Meeresbodens und die Art und Weise der marinen Sedimentation zu wandeln. Viele ältere Vorstellungen stammen ja aus einer Zeit, in der die Auffüllung eines Meeresbeckens durch Sedimente im wesentlichen statisch betrachtet wurde; alle neueren Untersuchungen jedoch erhärten die Eigendynamik der marinen Sedimentbildung.

Sinkstoffe, die in den Bereich des Meeres gelangt sind, werden früher oder später von verschiedenartigen Strömungen erfaßt. Die Entstehungsweise dieser Strömungen kann hier zunächst außer acht gelassen werden; wichtig ist aber für die Problemstellung der folgenden Arbeit die Feststellung, daß diese Strömungen turbulent fließende Wassermassen sind, deren Verhalten, trotz aller mariner Besonderheiten, den Grundprinzipien der Strömungslehre entspricht.

Bei allen derartigen Strömungen kommt aber der Beschaffenheit der Fläche, über welche die Strömung hinzieht, große Bedeutung zu. Kleine, an sich ganz geringfügige Unebenheiten genügen, um die Entstehung der Wirbel zu bewirken; die Unebenheiten der Bodenfläche beeinflussen den Strömungsverlauf ebenso wie die weitere Verteilung der Turbulenzen. Die große geologische Bedeutung dieser Umstände ergibt sich daraus, daß durch das Zusammenspiel dieser Faktoren im wesentlichen bestimmt wird, wo

und in welcher Menge die Sinkstoffe abgelagert werden, wo bereits abgesetzte Sedimente neuerlich erfaßt und umgelagert werden und wo schließlich zeitweilig überhaupt keine Sedimentation stattfindet. Dementsprechend finden wir am Boden der heutigen Meere Bereiche, in denen, wenn auch vielleicht nur vorübergehend, viel Sedimentmaterial abgelagert wird unmittelbar neben solchen, in denen wenig oder nicht sedimentiert wird. Einen Meeresboden, auf dem gleichzeitig überall und womöglich noch in gleicher Mächtigkeit grobes und feines Material sedimentiert wird, dürfte es nach den heutigen Erfahrungen wohl kaum geben.

Wenn auch das Sedimentmaterial am Boden des Meeres häufig neuerlich bewegt, verfrachtet und wieder abgesetzt wird, so kann es doch auch wieder durch längere Zeit festgelegt werden. Die in diesem Falle entstehenden Sedimentkörper sind „Ruheformen“, die unter ganz bestimmten Strömungs- und Sedimentationsverhältnissen gebildet wurden und die ihre Form auch nur so lange bewahren können, solange keine wesentlichen Änderungen dieser Verhältnisse eintreten. Ändern sich jedoch diese Verhältnisse, dann wird auch die Ruheform wieder abgebaut, sie wird umgelagert, umgeformt und wird zu einer labilen Bewegungsform oder kurz zu einer „Arbeitsform“.

Geologisch bedeutungsvoll sind besonders jene Vorgänge, durch welche die jeweils bestehenden Ruhe- und Arbeitsformen so rasch von jüngeren Sedimenten bedeckt werden, daß sie der weiteren Einwirkung von Strömungen entzogen werden. Sie bleiben uns dann als „fossile“ Ruhe- bzw. Arbeitsformen erhalten. Im ebenen Schnitt der üblichen Profile aber treten uns diese fossil gewordenen Formen nur als körperlose „Schichten“ entgegen und verraten nichts von dem wechselvollen Spiel der Kräfte, durch welches sie geschaffen wurden.

Wenn man, von diesen Gesichtspunkten ausgehend, die vertikale Schichtfolge in einem fossilen Meeresbecken betrachtet, so besteht diese aus einer vertikalen Folge von Sedimentkörpern, die sich in verschiedenartiger Weise überlagern können, die aber im wesentlichen nichts anderes sind als die sukzessiv fossil gewordenen Ruhe- und Arbeitsformen.

Ob und bis zu welchem Grade diese Sedimentkörper bei der Analyse einer Beckenfüllung zu berücksichtigen sind, ist abhängig von der Art der Analyse und von dem Maßstabe, in dem sie durchgeführt wird. Begnügt man sich beispielsweise mit der Gliederung einer Schichtfolge nach chronologischen Kategorien, dann wird die Art der Sedimentkörper überhaupt nicht in Erscheinung treten. Führt man jedoch eine lithologische Analyse der Schichtfolge in einem Maßstabe durch, der es verlangt, Größenänderungen im Meterbereich zu berücksichtigen, dann erlangen die Sedimentkörper, aus denen die „Schichten“ in Wirklichkeit bestehen, nicht nur allgemein geologische, sondern in manchen Fällen auch praktische Bedeutung.

Allerdings verlangen diese Untersuchungen ein dichtes Netz von Beobachtungen, mit deren Hilfe es möglich ist, die Körperform der Ablagerungen zu erschließen. Es ist naheliegend, daß besonders Gebiete, in welchen die Ablagerungen von zahlreichen Bohrungen durchteuft wurden, diesen Anforderungen am besten entsprechen werden.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden, ursprünglich von praktischen Fragestellungen ausgehend, in dem großen österreichischen Erdölfeld Matzen—Bockfließ durchgeführt. Dieses Feld liegt in dem nördlich der Donau gelegenen Teil des inneralpinen Wiener Beckens, zirka 30 km nord-

östlich von Wien. Die große Zahl von Tiefbohrungen, die seit der Erschließung des Feldes im Jahre 1949 abgeteuft wurden, geben durch die elektrischen Bohrlochdiagramme in Verbindung mit den gezogenen Kernen die Möglichkeit, die Sedimentationsverhältnisse eingehend zu studieren.

Für die vorliegende Arbeit wurde ein Gebiet von etwa 25 km² Ausdehnung in den Bereich der Untersuchung einbezogen. Die Dichte der Bohrpunkte (Entfernung 250—270 m) und die Größe des Gebietes bieten eine Gewähr dafür, daß die Ergebnisse durch ein so dichtes Netz von Beobachtungspunkten belegt sind, daß die Form der Sedimentkörper auch tatsächlich in den wesentlichen Zügen richtig erkannt werden konnte.

Der Direktion der Österreichischen Mineralölverwaltung, im besonderen Herrn Direktor Dr. h. c. Dr. Karl Friedl danke ich für die Erlaubnis der Veröffentlichung dieser Arbeit; Herrn Direktor Friedl bin ich außerdem für den ständigen und anregenden Gedankenaustausch sehr zu Dank verpflichtet.

II. Allgemeine Züge der Schichtfolge

In dem Gebiet von Matzen—Bockfließ folgen über dem Flysch des Beckenuntergrundes Schichten, die, nach bisherigem Übereinkommen, dem Helvet zugerechnet werden, obwohl ein paläontologischer Beweis für diese Altersstellung noch nicht erbracht werden konnte. Diese Schichten sind aber jünger als die dem Helvet zugeteilten Schichten des Alpenvorlandes. Die Beckenfüllung besteht weiters aus Ablagerungen des Torton, des Sarmats und des Pannons.

Lithologisch bestehen die Ablagerungen dieser Alter im wesentlichen aus einer wechselnden Folge von Tonmergeln und mehr oder weniger stark verfestigten Sanden von verschiedener Korngröße. In den gröber körnigen Schichtgliedern werden Einlagerungen von Kiesen und Schottern beobachtet. In der lokalen stratigraphischen Einteilung werden die sandigen Schichtglieder jeder Stufe vom Hangenden zum Liegenden mit fortlaufenden Nummern bezeichnet. So unterscheidet man beispielsweise im Torton dieses Gebietes 16 solche „Horizonte“, im Sarmat 10 usw. und spricht kurz vom 16. Tortonhorizont, vom 8. Sarmathorizont usw.

Vergleicht man in dem nur wenig gestörten Gebiet mit Hilfe der Schlumbergerdiagramme die vertikale Aufeinanderfolge von Mergel und Sand, so ist in dem Auftreten der Sandhorizonte ein gewisser Rhythmus unverkennbar.

Im unteren Teil dieser rhythmischen Sedimentfolge herrschen Mergel vor. Sandhorizonte treten nur untergeordnet und in größeren Abständen voneinander auf. Ihre horizontale Verbreitung ist in dem untersuchten Gebiete lokal begrenzt, im Schnitt der Profile erscheinen sie als „Sandlinsen“.

Gegen das Hangende wird die Zufuhr von sandigem Material stärker. Die einzelnen Horizonte werden mächtiger und gleichzeitig bedecken sie in zunehmendem Maße größere Gebiete. Sie sind aber immer noch gut individualisiert und durch breitere Mergellagen klar voneinander geschieden.

Der allgemeine Trend der sich rhythmisch verstärkenden Sandzufuhr hält jedoch auch weiterhin an. Dies hat zur Folge, daß die einzelnen Horizonte immer enger aneinanderrücken und schließlich miteinander zu Horizontgruppen verschmelzen. Den Höhepunkt der Sandzufuhr und gleich-

zeitig auch den Abschluß der rhythmischen Sedimentfolge bildet jeweils ein mächtiger Komplex sandiger Horizonte, der durch das starke Zurücktreten trennender Mergellagen besonders kompakt erscheint. Die stark gesteigerte Zufuhr sandigen Materiales prägt sich in diesem geschlossenen Komplex auch in der Vergrößerung des Kornes und in der Einschaltung von Kies- und Schotterlagen aus.

Dieser Rhythmus in der vertikalen Sedimentfolge wiederholt sich dreimal in dem Gebiet von Matzen. Die nachfolgenden Studien beschäftigen sich mit den Horizonten, die dem mittleren Rhythmus zugehören. Dieser Rhythmus beginnt mit den Mergeln im Hangenden des 16. Tortonhorizontes und wird durch einen Schlußkomplex abgeschlossen, der aus dem 8. bis 10. Sarmathorizont und dem 1.—3. Tortonhorizont besteht. Die chronologische Grenze Sarmat—Torton liegt in dem Schlußkomplex.

Wenn auch auf eine eingehende Erörterung dieser rhythmischen Sedimentfolge im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden muß, so ist es dennoch notwendig auf ihr Bestehen hinzuweisen. Dieser Rhythmus bildet in dem Gebiet von Matzen einen besonders charakteristischen Zug der lithologischen Sukzession, durch den auch die Form der gebildeten Sedimentkörper wesentlich beeinflußt wird.

III. Die Form der sedimentierten Sandkörper

a) Sandkörper des 13. Tortonhorizontes

Als Beispiel für die Form der Sandkörper, die im unteren Abschnitt einer rhythmischen Sedimentfolge in diesem Gebiet gebildet wurden, soll nun der 13. Tortonhorizont dienen.

Im Einklang mit der relativ geringen Sandzufuhr während dieses Zeitraumes treffen wir diesen Horizont nur in örtlich begrenzten Teilen des untersuchten Gebietes an. Dort wo er fehlt, scheint die Mergelfazies ununterbrochen fortgedauert zu haben. Im Schnitt der üblichen Profile wird dieser Horizont daher meist als eine schmale Sandlinse gezeichnet; allerdings darf hiebei nicht übersehen werden, daß diese Linsen in den verschiedenen Profilen nicht strenge niveaubeständig sein müssen.

Um nun die Umweltsbedingungen, unter denen der 13. Tortonhorizont abgelagert wurde, genauer erfassen zu können, wurde eine Karte der Sandmächtigkeiten dieses Horizontes von dem ganzen Gebiete im Maßstab 1:10.000 gezeichnet. Fig. 1 zeigt einen charakteristischen Ausschnitt aus dieser Karte. Die Linien verbinden die Punkte gleicher Sandmächtigkeit, die Zahlen geben die Sandmächtigkeit in Metern an. Die schraffierten Flächen entsprechen jenen Gebieten, in welchen der Horizont nicht entwickelt ist.

Eine Betrachtung dieser Karte läßt zunächst erkennen, daß die Sandkörper zwischen benachbarten Mergelgebieten liegen und im allgemeinen längliche oder rundliche Gestalt besitzen. In der Längsrichtung ändern sich die Mächtigkeiten sehr langsam, in der Querrichtung bedeutend rascher; die größten Mächtigkeiten besitzen die zentral gelegenen Teile der Sandkörper.

Die Isopachenkarten zeigen wohl die Verteilung der Sandmächtigkeiten, sie geben aber, für sich allein betrachtet, keine Auskunft darüber, in welcher Beziehung diese Mächtigkeiten zur Auflagerungsfläche des Sandkörpers stehen.

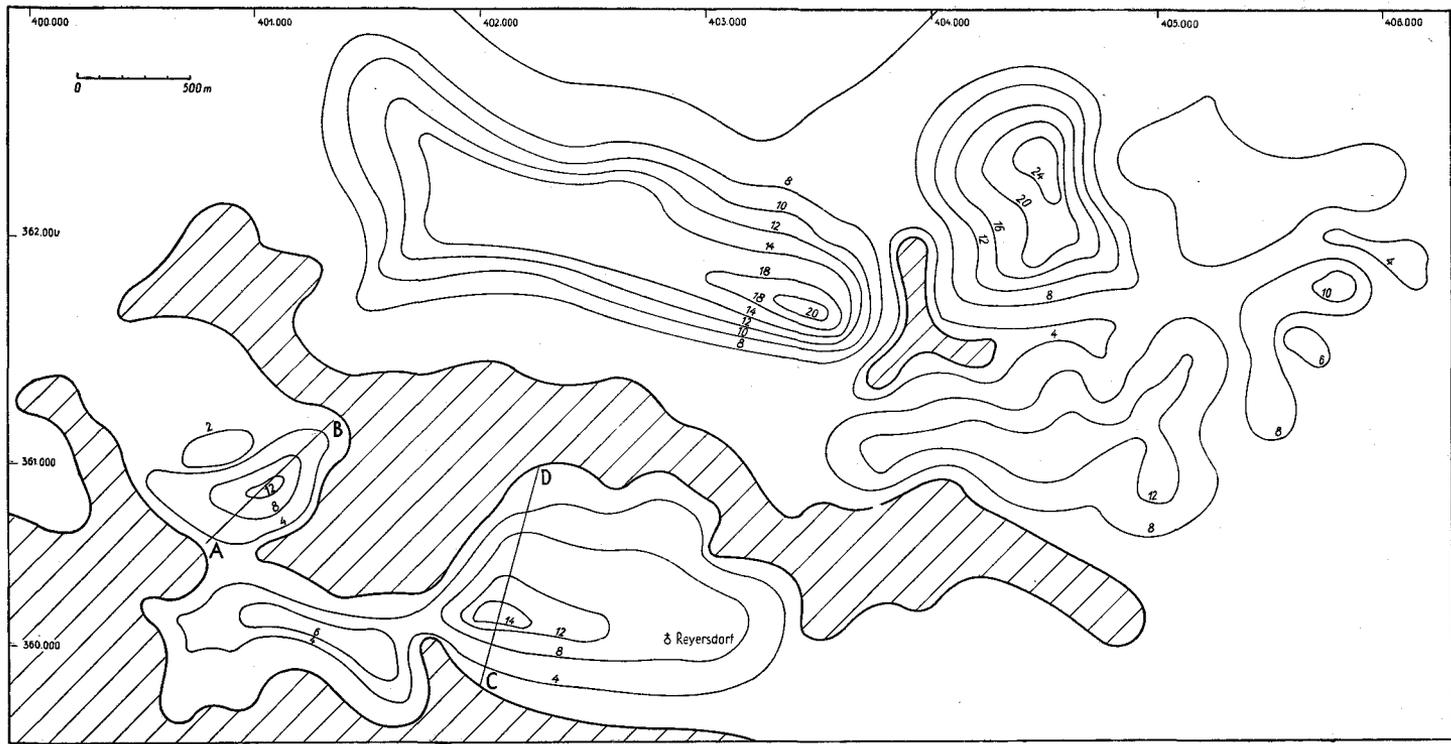


Abb. 1: Verteilung der Sandmächtigkeit im 13. Tortonhorizont.
 Schraffiert: Mergel. Ausfüllung von Rinnen.
 (Kartenausschnitt.)

Untersuchungen an rezenten Sandkörpern haben gezeigt, daß die Art der Auflagerungsfläche erkennen läßt, ob die Ablagerung als wallartige Aufschüttung oder als Ausfüllung einer Rinne oder einer Mulde entstanden ist. Eine wallartige Aufschüttung ist durch eine ebene Basisfläche und eine nach oben gewölbte Oberfläche charakterisiert, während die Ausfüllung einer Rinne sich durch eine nach unten gewölbte Basisfläche und eine ebene oder schwach gekrümmte Oberfläche zu erkennen gibt.

Querschnitte durch die Sandkörper des 13. Tortonhorizontes geben übereinstimmende Bilder. So zeigt beispielsweise der kleine, zwischen den größeren Mergelgebieten liegende Sandkörper am westlichen Rand der Skizze längs AB Seehöhenwerte für seine Auflagerungsfläche von —1310 m, —1322 m und —1311 m; seine Oberfläche ist sogar noch etwas nach unten gekrümmt mit den Werten —1306 m, —1309 m und —1305 m (Abb. 7 a). Der weiter östlich gelegene Sandkörper zeigt längs CD einen ähnlichen aber etwas asymmetrischen Querschnitt (Abb. 7 b). Im Prinzip das gleiche Bild liefern auch die anderen Sandkörper.

Die angeführten Beispiele, die sich noch erweitern ließen, zeigen, daß die Sandkörper eine relativ flache Oberfläche und eine wesentlich stärker nach unten gekrümmte Unterseite besitzen, wobei die tiefste Stelle in bezug auf den Querschnitt ziemlich zentral gelegen ist.

Diese charakteristischen Querschnittsformen lassen somit einwandfrei erkennen, daß die „Sandlinsen“ des 13. Tortonhorizontes Ausfüllungen von Rinnen oder sonstigen flachen Hohlformen des Untergrundes sind.

Versucht man aus den Querschnitten einerseits und der maximalen Breite der Rinnen andererseits die größte Tiefe derselben zu schätzen, so erhält man durchwegs Werte, die größer sind als die größten beobachteten Sandmächtigkeiten. Hieraus läßt sich schließen, daß die Menge des zugeführten und sedimentierten sandigen Materiales zu gering war, um die flachen Hohlformen des Untergrundes ganz auszufüllen. Daher bleiben auch die zwischen den Sandkörpern liegenden Mergelgebiete ohne Sandbedeckung und aus dem gleichen Grunde treffen wir Oberflächen der Sandkörper, die flach nach unten gewölbt sind.

Überblickt man all die angeführten Beobachtungen, dann besteht wohl kaum ein Zweifel darüber, daß die Rinnen bzw. flachen Mulden bereits vorhanden gewesen sein müssen, als die Zufuhr und der Absatz des Sandes begann. Die Mergelgebiete, die die einzelnen Sandkörper voneinander trennen, sind demnach folgerichtig als die flachen Rücken zu betrachten, durch welche die einzelnen Rinnen und Mulden, in die später Sand eingelagert wurde, voneinander geschieden wurden.

Da auf diesen trennenden Mergelrücken aber kein Sand abgelagert wurde, während in den Rinnen die Sandsedimentation im Gange war, sind diese Rücken durch eine zeitliche Unterbrechung der Sedimentation gekennzeichnet. Die Mergeloberfläche entspricht einer Omissionsfläche.

b) Sandkörper des 11. Tortonhorizontes

Wir wenden uns nun einem stratigraphisch etwas höher gelegenen Niveau der tortonen Sedimentfolge zu.

Dem allgemeinen Rhythmus der Sedimentation entsprechend hat die Zufuhr von sandigem Material beträchtlich zugenommen. In Überein-

Abb 7a

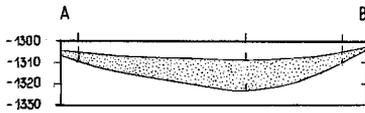


Abb 7b

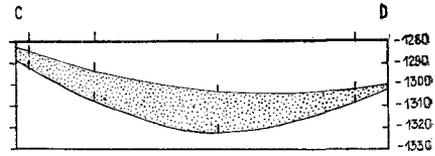


Abb. 7c

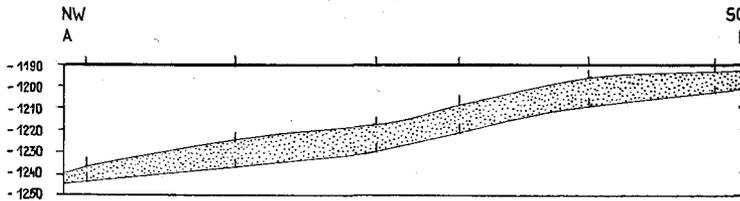


Abb. 7d.

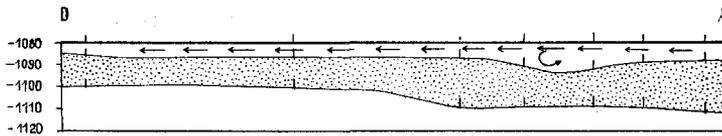
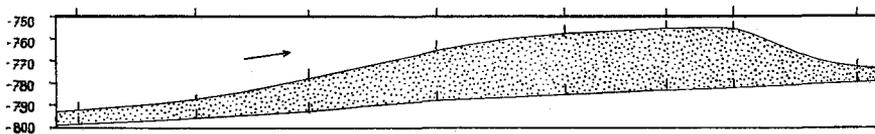


Abb. 7e



600 m
(5 fach überhöht)

Abb. 7: Querschnitte durch Sandkörper.

Abb. 7 a und 7 b: Querschnitte durch die Rinnenfüllung des 13. Tortonhorizontes.

Abb. 7 c: Querschnitt durch die Hangverkleidung des 11. Tortonhorizontes.

Abb. 7 d: Querschnitt durch ein Stück des Sandstromes im 8. Tortonhorizont.

Abb. 7 e: Querschnitt durch eine Wanderform des Sandes im 8. Sarmathorizont.

(Alle Abbildungen fünffach überhöht.)

stimmung damit sind die Sandlagen des 11. Tortonhorizontes in dem Untersuchungsgebiet weiter verbreitet als jene des 13. Tortonhorizontes. Die Gesamtmenge des zugeführten Sandes war aber nicht ausreichend, um die vorher gebildete Mergelfläche vollkommen mit einer Sanddecke zu überziehen. Dementsprechend finden wir auch hier, wenn auch stark zurücktretend, Gebiete, in welchen die Sandlagen des 11. Tortonhorizontes fehlen.

Eine Vorstellung, in welcher Art die Sedimentation des Sandes erfolgt, wenn von dem Relief des Untergrundes nur mehr einzelne Mergelrücken übrig geblieben sind, soll Abb. 2 vermitteln. Auch diese Karte ist, ebenso wie alle folgenden, ein Ausschnitt aus der Isopachenkarte des ganzen Gebietes, die im Maßstab 1 : 10.000 gezeichnet wurde.

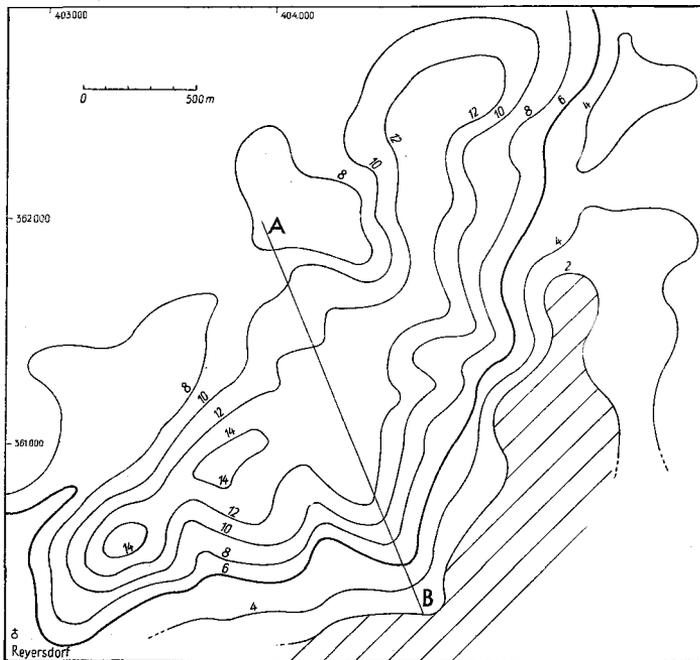


Abb. 2: Verteilung der Sandmächtigkeit im 11. Tortonhorizont.
Schraffiert: Mergel. Hangverkleidung.
(Kartenausschnitt.)

Im südöstlichen Teil der Abb. 2 sind die Reste eines Mergelrückens (schraffiert) zu sehen, die noch ohne Sandbedeckung geblieben sind. Der Mergelrücken taucht in dem uns hier interessierenden Teil nach Norden und Nordwesten unter die Sande. Im Norden kann trotz der Sandbedeckung seine noch geringe Tiefenlage an der dort vorhandenen geringen Sandmächtigkeit leicht erkannt werden.

Der Sandkörper, der im Kartenausschnitt der Abb. 2 durch seine Isopachen dargestellt ist, schmiegt sich an den nach Norden umbiegenden Mergelrücken in einer Länge von zirka $3\frac{1}{2}$ km an. Die Art seiner Sedimentation wird aber erst ersichtlich, wenn man die Verteilung der Mächtigkeit zur Lage der Basisfläche berücksichtigt. Der Querschnitt in Abb. 7 c zeigt diese Verhältnisse.

Die Auflagerungsfläche, d. h. die Flanke des Mergelrückens, senkt sich zunächst nach Nordwesten (Seehöhen —1203 m, —1209 m), dann nimmt die Neigung zu (—1221 m, —1230 m) und schließlich tritt gegen den Hangfuß wieder eine Verflachung ein (—1236 m, 1243 m). An diesen Mergelhang ist der Sandkörper in charakteristischer Weise angelagert. Seine Mächtigkeit nimmt zunächst rasch zu, so daß trotz der Neigung der Auflagerungsfläche die Sandoberfläche fast eben verläuft, dann zeigt die Sandschüttung eine Neigung von 2—3°, die gegen den Fuß der Aufschüttung allmählich kleiner wird. Ein Böschungswinkel von 2—3° wurde wiederholt bei Sandschüttungen am Boden des Meeres gemessen.

Der Sandkörper läßt in seinen wesentlichen Eigenschaften das charakteristische Bild eines Sedimentes erkennen, welches im Strömungsschatten eines Hanges oder einer Bodenwelle zum Absatz gelangte und das Streben zeigt, die ursprünglich vorhandene Hangböschung zu verkleiden und dadurch eine neue Oberfläche zu formen, die den bestehenden Strömungsverhältnissen am besten angepaßt ist.

Aus diesen geschilderten Verhältnissen läßt sich abermals erkennen, daß der Reliefunterschied, d. h. der Mergelrücken und seine Böschung nach Nordwesten, bereits vor der beginnenden Sandsedimentation vorhanden gewesen sein muß, da sich sonst der Sandkörper in seiner charakteristischen Form nicht hätte bilden können. Ferner ergibt sich auch hier der Schluß, daß jener Teil des Mergelrückens, der von den Sanden des 11. Tortonhorizontes nicht bedeckt wurde, während der Sedimentation des Sandes ein Gebiet fehlender Sedimentation war.

c) Sandkörper des 8. und 9. Tortonhorizontes

Eine weitere Verstärkung der Zufuhr sandigen Materiales kennzeichnet jenen Zeitabschnitt, in dessen Verlaufe im Gebiet von Matzen die Ablagerungen des 8. und 9. Tortonhorizontes gebildet wurden. Trotzdem sind beide Horizonte noch gut individualisiert und auch deutlich voneinander getrennt.

Die stärkere Sandzufuhr, die während der Bildung beider Horizonte herrschend war, äußert sich einmal in einer allgemeinen Zunahme der durchschnittlichen Horizontmächtigkeit, dann aber auch dadurch, daß zur Zeit der Horizontbildung das ganze Gebiet geschlossen von sandigen Sedimenten bedeckt wurde.

Unter diesen Umständen ist es verständlich, daß auch in jenen Profilen, die in größeren Maßstäben entworfen werden, beide Horizonte als durchstreichende „Sandschichten“ gezeichnet werden, die bestenfalls nur in ihrer Mächtigkeit etwas schwanken. Es wäre aber verfehlt aus diesen Bildern zu schließen, daß diese „Sandschichten“ das Ergebnis eines gleichmäßig verlaufenden schichtförmigen Absatzes von Sand wären, der kontinuierlich oder mit kurzen Unterbrechungen in dem ganzen Gebiet vor sich ging. Der innere Aufbau und die Zusammensetzung dieser „Sandschichten“ und damit ein Einblick in ihre Entstehungsweise und ihre Eigenschaften läßt sich aus vereinzelt Profilschnitten eben nicht erkennen.

Untersucht man nun die Gestalt der einzelnen Sandkörper, aus denen beide Horizonte bestehen, so geben sich typische Sandströme von zum Teil beachtlicher Länge zu erkennen, die den Raum von Matzen—Bockfließ in diesem Zeitabschnitt beherrschen.

Die wesentlichen Eigenschaften derartiger Sandströme sollen an mehreren Beispielen aus dem 8. Tortonhorizont näher erläutert werden. Sie treten aber in ähnlicher Entwicklung auch im 9. Tortonhorizont auf.

Abb. 3 zeigt zunächst einen Ausschnitt aus dem großen Sandstrom, der als 8. Tortonhorizont den östlichen und mittleren Teil des Matzener Feldes bedeckt. Er kommt aus Nordosten und läßt sich zirka 9 km lang bis an das südwestliche Ende des Feldes verfolgen. An seinem zungenförmigen Ende und an seinen Flanken nimmt die Mächtigkeit rasch ab und gleichzeitig der Gehalt an feinen Korngrößen zu.

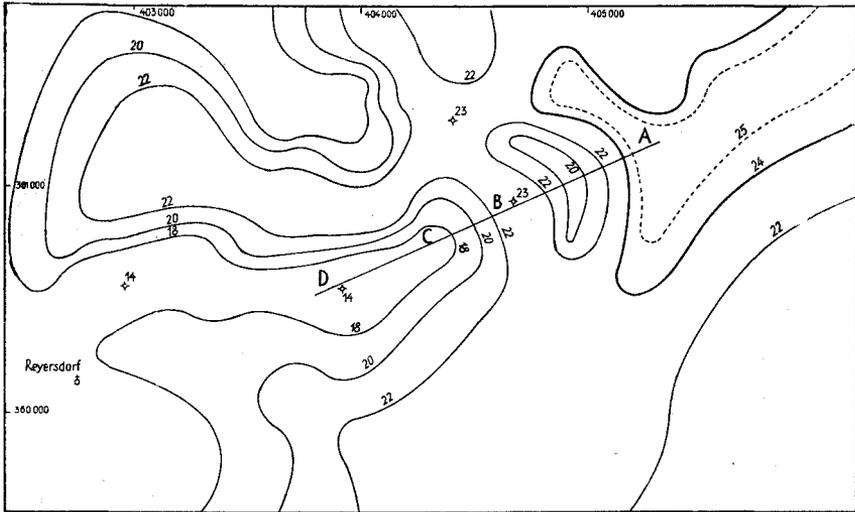


Abb. 3: Verteilung der Sandmächtigkeit im 8. Tortonhorizont.
Sandstrom von Nordost nach Südwest; Teilung in Zungen.
(Kartenausschnitt.)

Der in Abb. 3 dargestellte Ausschnitt soll die Verhältnisse zeigen, die sich bei allen zungenförmigen auseinanderfließenden Sandströmen immer wieder beobachten lassen. Der große Einfluß der Bodenfläche auf die Art der Sedimentation wird hierbei klar ersichtlich.

Die Auflagerungsfläche des Sandes zeigt kein besonderes Relief. Sie hat im allgemeinen eine nur schwach gekrümmte schildförmige Gestalt. Zwischen A und B der Abb. 3 verschwindet auch diese leichte Krümmung und die Basisfläche erscheint vollkommen eben. Südöstlich von B hebt sich nun aus dieser flachen schildförmigen Basisfläche ein relativ schmaler Rücken heraus. Der etwas steilere Anstieg zu C beträgt allerdings nur 7 m; an anderen Stellen kann die Neigung des Rückens etwas steiler sein, sie beträgt aber im Durchschnitt nur 1—2°. Der Rücken selbst verläuft dann nach Überwindung des Anstieges auf eine größere Erstreckung ganz flach nach Südwesten.

So gering auch das Herausheben dieses Rückens aus der Basisfläche zunächst erscheinen mag, so bedeutsam ist jedoch sein Vorhandensein für den Verlauf der Strömungen und damit auch für die Art der Sedimentation. Zur Ergänzung sei in diesem Zusammenhange auch darauf hingewiesen, daß Untersuchungen auf heutigen Meeresböden gezeigt haben,

daß noch unscheinbarere flache Erhebungen, die oft kaum 1 m Höhe erreichen, den Verlauf der Strömungen und damit auch den Transport und die Ablagerung der mitgeführten Sinkstoffe wesentlich beeinflussen.

Die Wirkung eines derartigen flachen Hindernisses, welches sich dem Verlauf einer Strömung entgegenstellt, läßt sich nun nach dem heutigen Stand unserer Kenntnisse in folgender Weise charakterisieren. Vor dem Hindernis wird die Strömung gezwungen, sich zu teilen. Während nur ein Teil der Strömung an dem flachen Hang emporstreicht und über den Rücken weiterzieht, teilt sich die Strömung vor dem Hindernis und fließt an den beiden Flanken weiter. Die speziellen Verhältnisse geben Anlaß zur Entstehung verschiedener Wirbel, die ihrerseits wieder für Transport und Absatz der mitgeführten Sinkstoffe wichtig sind. Als Ergebnis des komplizierten Wechselspieles ist schließlich festzustellen, daß die Hauptmasse des transportierten Sandes einerseits vor, andererseits an den beiden Flanken des Rückens abgesetzt wird. In dem Raume unmittelbar vor dem Anstieg zu dem Hindernis entstehen Leewirbel, die an dieser Stelle in ganz charakteristischer Weise den Absatz des Sedimentes vermindern. Auf dem Rücken selbst wird durch den darüber hinstreichenden Strom ebenfalls weniger Material zum Absatz gebracht.

Die Isopachenkarte Abb. 3 läßt aus der Art der Mächtigkeitsverteilung des Sandes die geschilderten Verhältnisse klar erkennen. Man sieht, wie der aus Nordosten kommende Strom sich in zwei Arme teilt, die den flachen Rücken des Untergrundes im Norden und Süden umfließen. Dort, wo die beiden Zungen sich trennen, (A), läßt sich die Wirkung der Leewirbel an der Verminderung der Sandmächtigkeit klar erkennen und schließlich verrät sich der unter der Sandbedeckung begrabene Rücken durch die nahezu gleichbleibende, aber stark reduzierte Mächtigkeit des abgelagerten Sandes (C—D u. w.).

Naturgemäß zeigen die verschiedenen Sandströme mannigfache Modifikationen. Die allgemeine Form des Hindernisses, seine Symmetrie oder Asymmetrie, seine relative Höhe, ferner der Winkel, unter welchem die Strömung auf die Form des Hindernisses auftrifft und manche andere schwer zu fassende Einzelheit beeinflussen die Gestalt der Sandablagerung im einzelnen. Besonders die oft asymmetrische Verteilung der abgelagerten Sande an den beiden Flanken der Rücken ist durch diese wechselnden Umstände zu erklären.

Ein zweiter, ähnlicher Sandstrom ist im Westteil des Feldes von Matzen—Bockfließ zu erkennen. Abb. 4 zeigt den entsprechenden Ausschnitt aus der Isopachenkarte. Beachtenswert ist es bei diesem Sandstrom, daß er durch eine Strömung geschaffen wurde, die einwandfrei aus Nordwesten kam.

Die fingerförmig auseinanderstrebenden Zungen dieses Sandstromes erstrecken sich bei gleichzeitiger Mächtigkeitsabnahme nach Südosten und Osten. Die Stellen, an denen auch hier Leewirbel, bedingt durch entsprechende Unregelmäßigkeiten des Untergrundes, eine Verminderung des Sandabsatzes bewirkten, sind in Abb. 4 klar ersichtlich.

Wie die angeführten Beispiele zeigen, läßt eine Analyse des 8. Tortonhorizontes von Matzen—Bockfließ erkennen, daß dieses sandige Schichtglied eine bedeutend kompliziertere innere Struktur besitzt, als einzelne Diagramme, Profile oder selbst die Strukturkarte seiner Oberkante vermuten lassen.

Dieser Horizont besteht aus Sandströmen, welche sich mehrfach zungenartig teilen und die im Raume des Erdölfeldes aus zwei verschiedenen Richtungen kommen. Der größere dieser beiden Ströme kommt aus Nordosten und erstreckt sich, besonders mit seiner südlichen Zunge, weit nach Südwesten. Der kleinere Sandstrom, gleichfalls mehrmals gelappt, kommt von Nordwesten und sendet seine Zungen nach Osten und Südosten. In einem Streifen,

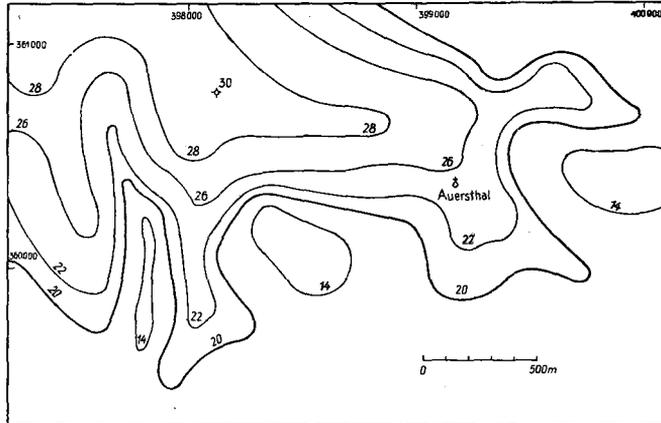


Abb. 4: Verteilung der Sandmächtigkeit im 8. Tortonhorizont.
Sandstrom aus Nordwest. Teilung in Zungen.
(Kartenausschnitt.)

der von Nordosten nach Südwesten zieht und der ungefähr 1 km östlich Auersthal vorbeistreicht, grenzen beide Systeme aneinander. In diesem Streifen ist der innere Aufbau dieses Schichtgliedes naturgemäß besonders komplex und örtlich wechselnd.

Wenn auch die räumliche Anordnung, die Form und die Mächtigkeit der einzelnen Sandkörper, aus denen der 8. Tortonhorizont letzten Endes zusammengesetzt wurde, so stark wechselnde Züge aufweisen, so wird durch das Gesamtergebnis der Sedimentation dieses Schichtgliedes dennoch ein Grundgesetz des Materialabsatzes aus einem strömenden Medium möglichst verwirklicht. Wir finden nämlich die einzelnen Sandkörper im Raume so nach Form und Mächtigkeit verteilt, daß sie in ihrer Gesamtheit der Hauptströmung den möglichst geringsten Widerstand entgegensetzen. Die im einzelnen recht verschieden gestalteten Oberflächen der Sandkörper fügen sich derart zu einer gemeinsamen Endfläche zusammen, daß diese einer Stromlinienform ziemlich nahe kommt.

Diese Verhältnisse werden besonders deutlich, wenn man eine Isohypsenkarte der Oberkante des 8. Tortonhorizontes entwirft. Obgleich dieser Horizont aus so verschiedenen Elementen zusammengesetzt ist, wurde letzten Endes eine gemeinsame Oberfläche geformt, welche die Gestalt eines ovalen, ganz flach gewölbten Schildes besitzt, dessen Längsachse mit der Längsachse der dominierenden Sandströmung, von Nordost nach Südwest, zusammen fällt. Die Neigungen dieser schildförmigen Fläche sind sehr gering; im Scheitel betragen sie höchstens $\frac{1}{2}$ — 1° , an den Flanken können sie etwas zunehmen.

Würde man den 8. Tortonhorizont nur nach der Form seiner Gesamtoberfläche beurteilen, so erhielte man den Eindruck einer einfachen, ganz schwach gewölbten Antiklinale; man würde aber keinen Einblick in die wesentlichen Züge seiner inneren Gestaltung erhalten. Und doch hat erst dieser Einblick die Möglichkeit geboten, gewisse Eigenheiten der Erdölführung, der Wasser- und Gaskontakte und der Förderung richtig zu verstehen.

d) Sandkörper des 6. Torton- und 8. Sarmathorizontes

Die rhythmisch sich verstärkende Zufuhr von sandigem Sedimentmaterial erreicht im Raume von Matzen—Bockfließ im höheren Torton und an der Wende Torton—Sarmat einen Höhepunkt und damit endet gleichzeitig der mittlere Rhythmus der Sedimentfolge.

Der Höhepunkt der Materialzufuhr äußert sich, wie bereits allgemein erwähnt wurde, auch hier in einer Vergröberung des Kornes der sandigen Sedimente, im Auftreten von Kies- und Schotterlagen und im Verschmelzen einzelner Horizonte zu Horizontkomplexen. Der ganze Meeresboden war in dieser Zeit von gröberem sandigen Sedimenten bedeckt.

Die Form der Sedimentkörper, die sich unter solchen Umständen bilden müssen, soll an Beispielen aus dem 6. Torton- und 8. Sarmathorizont näher erläutert werden. Zunächst betrachten wir die Form der Sedimentkörper des 6. Tortonhorizontes, die uns ein Ausschnitt aus der Isopachenkarte in Abb. 5 zeigt.

Die allgemeinen und für den Verlauf der weiteren Sedimentation wichtigen Umweltsbedingungen, die vor Beginn der Ablagerung des 6. Tortonhorizontes bestanden, lassen sich aus der Beschaffenheit der Auflagerungsfläche dieses Schichtgliedes erkennen. Da alle etwa früher vorhanden gewesenen Unregelmäßigkeiten des Untergrundes bereits weitgehend ausgeglichen waren, besitzt die Auflagerungsfläche des 6. Tortonhorizontes eine ganz flache, wenig gewölbte, schildförmige Gestalt, die in ihrer Form bereits weitgehend einer Stromlinienform entspricht.

Wenn nun in einem solchen Falle immer wieder neues Sedimentmaterial zugeführt wird, so kann sich dieses wohl vorübergehend absetzen, es kann sich aber keine beständige Ruheform bilden. Dem pulsierenden Charakter der Strömung entsprechend erfolgt der vorübergehende Absatz zunächst in kleinen, unregelmäßigen Sandflecken. Diese Absätze wachsen rasch an, erreichen aber bald jene Grenze, bei der sie auf der vorhandenen Unterlage und bei den bestehenden Strömungsverhältnissen nicht mehr haltbar sind.

Wenn dieses Stadium einmal erreicht ist, dann beginnen zunächst Strömungswirbel im Lee, die zeitweilig festgelegten Sande wieder abzutragen. Diese Wirbel schaffen zunächst den „Innenhof“ des neu entstehenden Sandkörpers. Gleichzeitig wird neu herbeigeführtes Material an den beiden Flanken abgelagert und auf diese Weise schieben sich die beiden Seitenarme der sichelförmigen „Wanderformen“ immer weiter nach vorne. Der zwischen den beiden Armen gelegene zentrale Teil des halbmondförmigen Sandkörpers steigt zunächst flach an, erreicht einen Höhepunkt und erst ein Stück hinter dieser Kulmination erfolgt der steilere Abfall zum Innenhof. Da auf diesem Weg nur wenig Sedimentmaterial in den Innenhof gelangt, wird dieser nicht aufgefüllt und ist ein Gebiet verminderter Sedimentmächtigkeit. Der Neigungswinkel des Abfalles zum Innenhof entspricht im wesentlichen

dem Böschungswinkel des transportierten Materiales in dem strömenden Medium.

Im weiteren Verlaufe des Umlagerungsprozesses kommt es an der rückwärtigen Seite des Sandkörpers zu Abschnürungen, die schließlich zu einer vollkommenen Loslösung des Sedimentkörpers von seiner Wurzel führen. Die sichelförmige Wanderform löst sich als eigene Form los und wandert nunmehr selbständig in der Strömungsrichtung weiter.

Auch diese Wanderformen sind Stromlinienformen. Sie entsprechen den komplizierten Verhältnissen, die dann entstehen, wenn durch Strömungen immer neues Material herbeigeführt wird und dieses auf einer Auflagerungsfläche, die selbst einer Stromlinienfläche nahe kommt, vorübergehend abgesetzt wird. Hat nämlich eine Auflagerungsfläche einmal das Stadium einer Stromlinienfläche erreicht, so kann von ihr weder Material fortgeführt werden, noch kann neu herbeigeführtes Material auf ihr dauernd sedimentiert werden, vorausgesetzt, daß sich die Strömungsverhältnisse nicht geändert haben. Allerdings ist es wohl klar, daß diese idealen Verhältnisse in der Natur kaum einmal vollkommen verwirklicht werden.

Nun rufen aber die Vorgänge, die zur Ausbildung der Wanderformen führen, eine Unzahl von Wirbeln (Leewirbel, Reflexwirbel usw.) hervor, die ihrerseits wieder bestimmte Wirkungen verursachen. Es muß zwangsläufig zur Zerstörung älterer Wanderformen kommen. Das Weiterwandern der selbständig gewordenen Formen erfolgt mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, einzelne Wanderformen können aufeinander aufgeschoben werden und miteinander verschmelzen und ähnliche Komplikationen mehr. Die ganze Sedimentdecke befindet sich während ihrer Entstehung in ständiger Bewegung und Umgestaltung, die aber immer in Abhängigkeit von den wechselnden Oberflächenformen, den Änderungen der Strömungsstärke und Strömungsrichtung erfolgt.

Das Zusammenwirken all der geschilderten Faktoren, besonders aber die pulsierenden Änderungen von Stärke und Richtung der turbulenten Strömungen, bedingen außerdem noch einen ganz speziellen inneren Aufbau derartiger Ablagerungen. Die besonderen Ablagerungsverhältnisse finden ihren strukturellen und textuellen Ausdruck in der Bildung von linsenförmigen Lagen unterschiedlicher Größe, in einem sprunghaften Wechsel der Korngrößen vom Größten bis zum Feinsten, in rasch wechselnden Neigungsrichtungen und Neigungswinkeln verschiedener Lagen, die von den entsprechenden Neigungen der Oberfläche wesentlich abweichen können usw. Da aber gerade diese Eigenschaften maßgebend sind für Porosität und Permeabilität des Horizontes, so wird die Beachtung dieser speziellen Ablagerungsverhältnisse von praktischer Bedeutung für manche erdölgeologische und besonders fördertechnische Fragen.

Abb. 5 zeigt nun die Formen der Sandkörper des 6. Tortonhorizontes, die in der oben beschriebenen Weise entstanden sind. Am Ostrand und im Nordwesten des Kartenausschnittes sieht man sehr schön ausgebildete sichelförmige Wanderformen. Zwischen ihnen, nördlich von Reyersdorf, liegen die Reste einer bereits teilweise zerstörten und in Umbildung befindlichen Form. Dieser Ausschnitt aus der Isopachenkarte zeigt sehr klar, wie kompliziert im einzelnen die inneren strukturellen Verhältnisse dieses Horizontes sind.

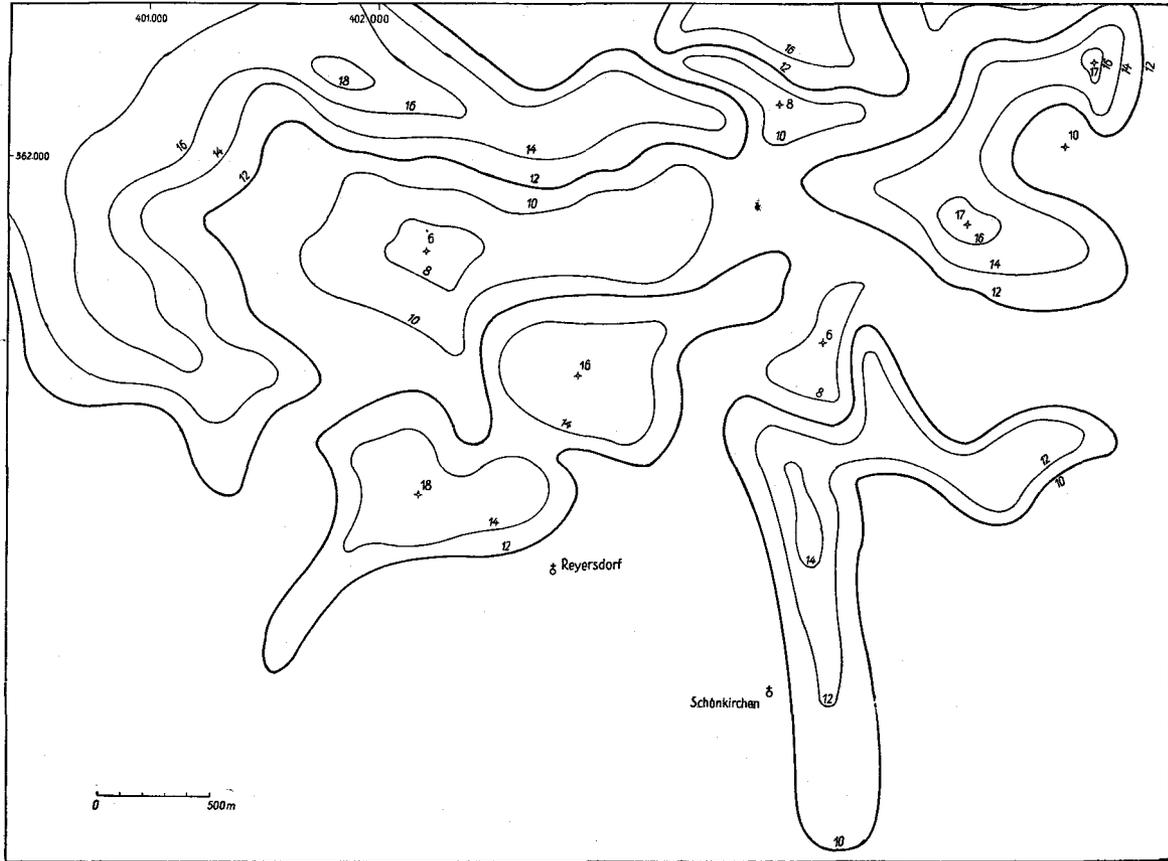


Abb. 5: Verteilung der Sandmächtigkeit im 6. Tortonhorizont. Wanderformen des Sandes. (Kartenausschnitt.)

Aus der allgemeinen Anordnung der sichelförmigen Wanderformen ist ersichtlich, daß die Strömungen, durch welche sie geschaffen wurden, im ganzen Gebiet von Nordwest nach Südost gerichtet waren. Irgendwelche Hinweise auf eine Strömung aus Nordosten, wie sie noch im 8. Tortonhorizont herrschend war, sind nicht mehr vorhanden.

Besonderes allgemein geologisches Interesse verdienen die Größenverhältnisse der einzelnen Wanderformen.

Die allgemeine Neigung der Auflagerungsfläche ist gering; sie beträgt im Durchschnitt 10—20'. Die Sandmächtigkeiten des zentralen Teiles der sichelförmigen Rücken erreichen Werte von 16—20 m. Im konkaven Innenhof sinkt die Sandmächtigkeit etwa auf ein Drittel, sie beträgt 6—7 m. Die Länge der vorgeschobenen Sichelarme wurde im Durchschnitt mit 1000—2000 m gemessen. Die Breite der Formen schwankt zwischen 800 m bis 1500 m. Der flache Anstieg zu dem Rücken kann bei ungestörter Entwicklung der Form mit etwa 20' angegeben werden, der Abfall in den Innenhof erfolgt steiler, mit Winkeln bis zu 2°. Die oberflächliche Neigung der vorgeschobenen Arme ist sehr gering; sie kann im Durchschnitt mit 10—15' angegeben werden.

Die im wesentlichen gleichen Ablagerungsbedingungen treffen wir bis in den 8. Sarmathorizont an, mit dem gleichzeitig die starke Sandzufuhr des mittleren Sedimentationsrhythmus beendet wird. Abb. 6 zeigt eine schön entwickelte Wanderform des Sandes aus diesem Horizont.

Man erkennt den gekrümmten Hauptkörper der Wanderform, der einen durch seine geringmächtige Sandablagerung gekennzeichneten konkaven Innenhof umfaßt. Die Form scheint den Höhepunkt ihrer Entwicklung noch nicht erreicht zu haben.

Auch hier sind wieder die Größenverhältnisse der Beachtung wert. Die Länge des Hauptkörpers beträgt zirka 2000 m. Die Arme sind 1500 m bzw. 1000 m weit vorgeschoben. Damit erreicht die Wanderform eine Gesamtlänge von 4500 m. Im Vergleich zu dieser Länge erscheint die Mächtigkeit verhältnismäßig gering. Sie bleibt zwar in der ganzen Länge des Hauptkörpers nahezu gleich, beträgt aber nur 15—17 m. Im konkaven Innenhof dieser Form ist die Mächtigkeit des Sandes auf 6 m reduziert. Die Neigungswinkel der Oberfläche sind relativ flach, entsprechen aber durchaus jenen, die bei allen übrigen Wanderformen beobachtet werden. Der Anstieg aus dem ebenen Innenhof erfolgt unvermittelt mit Winkeln von 1—2°. Der Rücken selbst verflacht dann deutlich und zeigt Neigungen von 10—15'; der Abfall der konvexen Seite ist wieder etwas steiler, die Winkel bleiben aber unter 1°. Die Hangneigung der Arme ist in der Längsrichtung ganz gering, sie erfolgt zuerst ganz allmählich, dann etwas steiler; im Mittel 10—15'.

Wie die angeführten Beispiele zeigen, sind die durch marine Bodenströmungen gebildeten Wanderformen durch zwei Merkmale besonders charakterisiert: einmal durch ihre beachtliche horizontale Ausdehnung und dann durch die geringen Neigungswinkel ihrer Oberflächen. In beiden Merkmalen spiegeln sich die besonderen Eigenschaften des strömenden Mediums wieder. Die große Breite einer marinen Bodenströmung führt naturgemäß auch zum Absatz von Sedimentkörpern, die in einheitlicher Gestaltung größere Flächen bedecken, während die sanften Neigungen

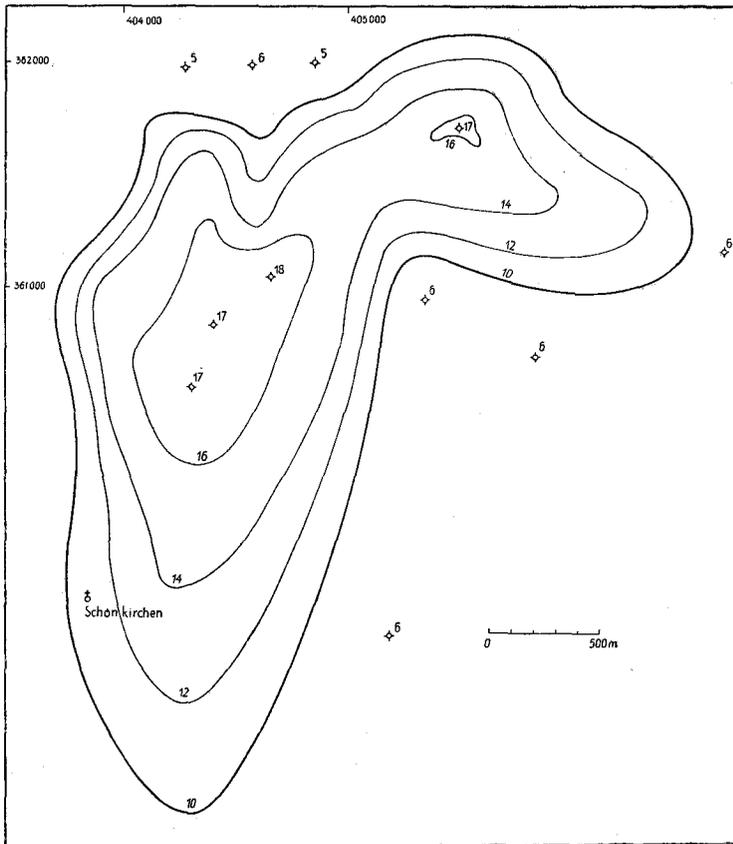


Abb. 6: Verteilung der Sandmächtigkeit im 8. Sarmathorizont.
Große Wanderform des Sandes.
(Kartenausschnitt.)

den Böschungsverhältnissen unter der gegebenen Meeresbedeckung entsprechen.

Ohne Schwierigkeit können die geschilderten Sedimentationsformen mit solchen verglichen werden, wie sie z. B. durch Windströmungen geschaffen wurden. Die Grundprinzipien der Bildung sind die gleichen; in den Unterschieden (Größe, Böschungswinkel) kommt die besondere Eigenart des strömenden Mediums zum Ausdruck.

IV. Ergebnisse und Folgerungen

Die Untersuchung verschiedener Horizonte im Torton und Sarmat des Erdölfeldes von Matzen—Bockfließ in bezug auf die Verteilung der Sandmächtigkeiten führte zu allgemeinen Ergebnissen, die nunmehr kurz zusammengefaßt werden sollen.

Zunächst zeigte sich, daß die einzelnen Horizonte keine mehr oder minder gleichmächtigen, schichtenförmigen Lagen sind, wie dies aus Einzel-

profilen geschlossen werden könnte. Jeder Horizont wurde vielmehr aus verschieden geformten Sandkörpern zusammengefügt, die das Resultat eines Absatzes aus turbulent fließenden Bodenströmungen darstellen. Vom Standpunkt der Dynamik des Sedimentationsprozesses aus betrachtet, sind diese Sandkörper dauernd oder zeitweilig festgelegte Ruheformen, die im Zeitpunkt ihrer Bedeckung durch jüngere Sedimente noch vollständig erhalten waren oder die sich in diesem Zeitpunkt bereits wieder im Zustand der Zerstörung und neuerlichen Umlagerung befanden. Große Teile der Sedimentdecke, die durch diese Sandkörper gebildet wird, befinden sich während ihrer Entstehung in ständiger Bewegung und Gebiete starker, schwacher oder auch ganz fehlender Sedimentation können unmittelbar benachbart sein.

Für die Form der Sedimentkörper, die im Einzelfall gebildet werden, ist im wesentlichen das Zusammenwirken von zwei Faktoren bestimmend. Diese sind einerseits die Beschaffenheit und das Relief der Auflagerungsfläche des Horizontes und andererseits die Stärke und Dauer der Materialzufuhr. Da im Raume von Matzen—Bockfließ die Sandzufuhr im unteren Torton gering war, sich dann rhythmisch steigerte und schließlich im oberen Torton und unterstem Sarmat einen Höhepunkt erreichte, konnte der Einfluß dieses Faktors besonders gut verfolgt werden.

Um nun den lithologischen Aufbau eines Horizontes und seine für die Lagerstättenbildung wichtigen Eigenschaften richtig beurteilen zu können, ist es notwendig, drei Elemente miteinander zu vergleichen:

1. Die Basis oder Auflagerungsfläche des Horizontes,
2. die Form und die räumliche Verteilung der Sedimentkörper, die auf dieser Fläche abgelagert wurden und schließlich
3. die daraus resultierende Gesamtoberfläche des Horizontes.

Ein vergleichendes Studium dieser drei Elemente in den einzelnen Horizonten offenbart die immer wiederkehrende Tendenz, ein Grundgesetz der Sedimentation möglichst weitgehend zu verwirklichen:

Jedes turbulent strömende Medium, welches mit Sinkstoffen beladen ist und diese sedimentiert, ist bestrebt, diese Sinkstoffe auf seiner Unterlage räumlich und körperlich so zu verteilen, daß die sich daraus ergebende neue Oberfläche der Strömung den geringsten Widerstand entgegengesetzt.

Es herrscht also ganz allgemein die Tendenz, auf einer gegebenen Fläche mit Hilfe der abgelagerten Sedimente einen Stromlinienkörper zu formen.

Die Verwirklichung dieses Prinzipes führte in den verschiedenen Horizonten zur Bildung von ganz verschiedenen Sandkörpern. Es konnten folgende Typen festgestellt werden:

- a) Ausfüllungen von Rinnen oder Mulden der Basisfläche.
- b) Verkleidungen von Hängen im Strömungsschatten vorhandener Rücken.
- c) Sandströme, die sich vor Hindernissen teilen und lappenförmige Zungen bilden.
- d) Sichelförmige Wanderformen des Sandes.

Die angeführte Reihenfolge der unterschiedenen Formen entspricht gleichzeitig der sich rhythmisch verstärkenden Sandzufuhr in dem Gebiete von Matzen.

Die geringe Sandzufuhr, die zur Bildung der untertortonen Horizonte im Hangenden des 16. Tortonhorizontes zur Verfügung stand, reichte nicht aus, die Reliefunterschiede der Basisfläche vollständig auszugleichen. Zwischen den linsen- oder spindelförmigen Sandkörpern, die in die Submarinen Rinnen oder Mulden eingelagert wurden, bleiben demnach noch weite Teile der Auflagerungsfläche erhalten, die keine Sandbedeckung besitzen. Diese Flächen sind während der Zeit des Sandabsatzes Gebiete, in denen keine Sedimentation stattfand.

Hier sei auf die, allerdings nur scheinbar, paradoxe Erscheinung hingewiesen, daß der feine Sand, welcher zur Auffüllung der Rinnen verwendet wurde, von den Strömungen über einen bedeutend feineren Schlammgrund transportiert werden mußte, ohne daß dieser selbst gestört worden wäre. Das tatsächliche Bestehen dieses Vorganges wurde aber sowohl durch ozeanographische Beobachtungen als auch durch experimentelle Untersuchungen bestätigt. Sandkörnchen verursachen als kleinste Hindernisse die Entstehung kleiner Wirbel und konzentrieren hiedurch Kräfte auf sich, die sonst über ein größeres Gebiet der Basisfläche gleichmäßig verteilt wären; bei Überschreiten eines kritischen Wertes werden sie dann in Bewegung versetzt. Um aber eine Bodenfläche, welche aus feinem Material besteht, in einen Bewegungszustand zu versetzen, sind in zunehmendem Maße starke Kräfte notwendig, weil einerseits die Konzentration der Kräfte an den Einzelkörnchen fehlt und weil andererseits die Kohäsion rasch zunimmt.

Bei weiterem Ansteigen der Sandzufuhr werden die Reliefunterschiede der Auflagerungsfläche immer mehr ausgeglichen und die nicht von Sand bedeckten Teile verschwinden immer mehr. Durch Ablagerungen im Strömungsschatten von Hängen und durch einzelne Sandströme wird das sedimentäre Endziel, einen Stromlinienkörper zu formen, immer besser erreicht. Hat schließlich die Auflagerungsfläche bereits Stromlinienform angenommen und wird weiterhin Sand zugeführt, dann müssen sich eigene Stromlinienkörper, die sichelförmigen Wanderformen, bilden, die gezwungen sind, über die Fläche weiter zu wandern und die den komplizierten Strömungsverhältnissen am besten entsprechen.

Aus diesen allgemeinen Erkenntnissen der lithogenetischen Analyse ergeben sich nun verschiedene Schlußfolgerungen und Hinweise.

Zunächst ist es wohl klar, daß das Relief der Auflagerungsfläche bereits vorhanden war, ehe der Sand auf ihr abgelagert wurde. Damit und mit der Bildung und Umbildung der einzelnen Sandkörper ist das Bestehen kürzerer oder auch längerer Sedimentationsunterbrechungen notwendigerweise verbunden. Sehr wahrscheinlich sind sie aber in dem Gebiet noch viel häufiger vorhanden. Allerdings ist der durch sie in der Schichtfolge eingetretene Verlust, sowohl zeitlich als auch materiell, nicht besonders groß; er bewegt sich in Bruchteilen eines Alters bzw. einer Stufe.

Für derartige Unterbrechungen einer kontinuierlichen Schichtfolge, die auch mit sedimentär bedingten Neigungsänderungen im Liegenden und Hangenden verknüpft sein können, sollte die Bezeichnung „Diskordanz“ nicht verwendet werden, da sich bei einer echten Diskordanz der zeitliche

und materielle Verlust (lost of records) in einer ganz anderen Größenordnung bewegt. Auch die von H. Cloos als „kurze“ Diskordanzen oder als „Diskordanzen ohne Spielraum“ bezeichneten Unterbrechungen charakterisieren durchwegs Fälle, die den echten Diskordanzen (in der Verwendung von H. Stille) zugerechnet werden müssen.

Besonders in Ländern, in denen man dem Studium der Sedimentation mehr Aufmerksamkeit widmet als bei uns, erkannte man schon frühzeitig die Notwendigkeit, die oben charakterisierten Unterbrechungen der Schichtfolgen besonders zu bezeichnen und von den tektonischen Diskordanzen zu trennen. Bereits im Jahre 1917 hat daher J. Barrell, in einer klassisch gewordenen Arbeit, den Namen „diastem“ für einen derartigen Hiatus eingeführt. (Der Name gehört der musikalischen Begriffswelt an und bezeichnet ein Intervall.)

Da in der deutschsprachigen Literatur das Hauptaugenmerk bisher den tektonischen Diskordanzen galt, bestand wenig Veranlassung, den Begriff Diastem zu verwenden. Wenn aber nunmehr, bedingt durch die zunehmende Bohrtätigkeit in Erdölgebieten, die Möglichkeit zunimmt, mächtige Schichtfolgen mit verfeinerten Methoden und auch in größeren Maßstäben zu studieren, dann wird es zweckmäßig werden, die beiden genetisch verschiedenen Begriffe „Diastem“ und „Diskordanz“ auseinanderzuhalten; ständige Irrtümer und Mißverständnisse wären sonst die unvermeidliche Folge.

Die lithogenetische Analyse liefert uns aber auch Hinweise in bezug auf das innere Gefüge der einzelnen Horizonte.

Die Entstehung der einzelnen Horizonte durch das Zusammenwachsen verschieden geformter Sandkörper zeigt, daß sie nicht so behandelt werden können, als wären sie einfache, lagenförmig abgesetzte Schichten. Ihre komplexe Entstehung hat ein kompliziertes inneres Gefüge zur Folge, welches von dem Gefüge regelmäßig abgelagerter Sandschichten wesentlich abweichen kann. Dieser Umstand ist besonders bei allen jenen Fragen zu beachten, die von den Gefügeeigenschaften der Gesteine bestimmt werden, also in erster Linie alle Fragen, die mit der Permeabilität des ganzen Gesteinskörpers und nicht nur des einzelnen Probestückes zusammenhängen. Die Wegsamkeit des Gesteinskörpers für Gase und Flüssigkeiten wird mannigfache Abweichungen zeigen von der Wegsamkeit eines Gesteinskörpers gleicher Mächtigkeit, der aus regelmäßigen, lagenförmigen Schichten besteht. Da diese Fragen für die Bildung und Gewinnbarkeit einer Erdöllagerstätte von Bedeutung sind, ergibt sich die Brücke zu verschiedenen Fragen der Erdölgeologie, die aber in dieser Arbeit nicht weiter erörtert werden sollen.

Zum Schlusse sei noch auf einige Folgerungen hingewiesen, die sich aus den Resultaten der lithogenetischen Analyse der Horizonte für die tektonische Deutung des Gebietes ergeben.

Vergleicht man die Schichtlinienkarten der Oberflächen einzelner Horizonte miteinander, so zeigen sie trotz mancher Unterschiede im Detail doch einen gemeinsamen Zug. Die Oberflächen der Horizonte haben im wesentlichen alle eine längliche, nur wenig gewölbte, schildförmige Gestalt. Die Ähnlichkeit wird umso auffallender, je höher die Horizonte in der Schichtfolge liegen.

Würden diese Horizonte aus gleich mächtigen, von ebenen Flächen begrenzten Schichten bestehen, dann wäre die Deutung nicht schwierig:

die schildförmigen Aufwölbungen wären als flache Antiklinalen zu betrachten, die ganze Schichtfolge wäre leicht gefaltet worden. Diese Meinung wird auch heute vielfach vertreten.

Demgegenüber läßt aber die Analyse der einzelnen Horizonte kaum daran zweifeln, daß ihre Oberflächen die mehr oder weniger gut ausgebildeten Oberflächen von Stromlinienkörpern sind, die durch das Zusammenwachsen verschieden geformter und räumlich entsprechend verteilter Sedimentkörper entstanden sind. Die flachen, schildförmigen Aufwölbungen sind nicht das Ergebnis einer jüngeren Faltung, die Strukturen sind in ihren wesentlichen Zügen stratigraphisch bzw. paläogeographisch-lithologisch bedingt.

Andererseits darf aber nicht übersehen werden, daß das Gebiet von Matzen—Bockfließ als Ganzes einer Hochzone angehört, die diesen Teil des Wiener Beckens in südwestlich-nordöstlicher Richtung durchzieht. Durch Tiefbohrungen konnte einwandfrei nachgewiesen werden, daß diese Hochzone durch keinen begrabenen Bergrücken bedingt wird. Da sich diese Hochlage während des ganzen Torton in der Lithologie immer wieder bemerkbar macht, so ist es naheliegend, in ihr das Ergebnis einer lang andauernden, weitspannigen Verbiegung zu erblicken, die als das Abbild von entsprechenden Verbiegungen des tieferen Untergrundes betrachtet werden kann.

Da es sich hiebei nicht um orogenetische, sondern um epirogenetische Vorgänge handelt, sollte nach der heute gebräuchlichen tektonischen Nomenklatur für derartige Verbiegungen die Bezeichnung „Faltung“ nicht verwendet werden.

V. Literaturhinweise

- Barrell, J.: Rhythmus and measurements of geologic time. Bull. Geol. Soc. Americ., 28, p. 745—904. 1917.
 Krumbein, W. C. and Sloss, L. L.: Stratigraphy and Sedimentation. San Francisco, 1951.
 Kuennen, P. H.: Marine Geology. New York, 1950.
 Shepard, Francis P.: Submarine Geology. New York, 1948.
 Shrock, Robert, R.: Sequence in Layered Rocks. New York. 1948.