

# SUCHE NACH METANGAS IM SCHWARZEN MEER

İhsan KARABABA

*Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*

## EINLEITUNG

Die Meere hatten, obwohl sie seit Jahrhunderten eine unerschöpfliche Quelle zum Nutzen der Menschheit darstellen, niemals das Interesse dermassen auf sich gezogen wie im jetzigen Jahrhundert. Die Probleme unsers Zeitalters zwangen aber die Wissenschaftler, den Meeren grösseres Augenmerk zu schenken und so entstand ein Wissenschaftszweig: Die Ozeanographie.

Die Prospektion nach Metangas im Schwarzen Meer stellt eine Zusammenarbeit des M.T.A. Institutes und der Firma UCB dar. Zu den Arbeiten unter Leitung des Fachmanns der UCB, Herrn Andre Godfrine wurde ich als Assistent beigegeben.

Die Arbeiten wurden mit dem Scaleppdampfer «Yıldız» der Kohlenminengesellschaft (E.K.İ) durchgeführt (Foto 1), wobei die Besatzung unter schwierigen Arbeitsbedingungen aufopfernd sich eingesetzt und auf diese Weise die Bewunderung des Herrn Godfrine mit folgenden Worten gefunden hat: «Dermassen ausgezeichnete Leute kann man unter Seeleuten sogar in kultivierten Ländern Europas selten finden. Es sind diese Leute, die mir dazu verhalfen, die Türken von ihrer wahren Seite kennenzulernen». Für die den Türken eigene Gastfreundschaft spreche ich hier meinen Mitarbeitern aufrichtigen Dank aus.

Die Suche nach Metangas im Schwarzen Meer stellt ein charakteristisches Beispiel der in unserem Lande noch in den Anfängen befindlichen ozeanographischen Arbeiten dar, sodass ich es für nützlich erachte, die durchgeführten Arbeiten in allen einzelnen Phasen ausführlich zu wiedergeben.

## EIGENHEITEN DES SCHWARZEN MEERS

### 1. Geographische Lage

Das Schwarze Meer befindet sich in den Breitengraden 41-47° und den Längengraden 28-42° im Südosten mit Europa, Kaukasien und Kleinasien umgeben; es hat eine Fläche von 411 540 km<sup>2</sup> und ein Volumen von 492 564 km<sup>3</sup> (Asowsche Meer ausgenommen). Das Schwarze Meer ist ein Binnenmeer. Im Norden wird es durch die Halbinsel Krim vom Asowschen Meer getrennt, im Süden durch den Bosphorus mit dem Marmarameer und durch die Dardanellen mit dem Mittelländischen Meer verbunden.

Die östlichen und nordöstlichen Ufer sind mit hohen Bergen umsäumt, während die Nordufer eben sind. Die höchste Tiefe des Meers beträgt 2200-2300 m, wobei die Nordabschnitte und die Umgebung des Bosphorus seichter und die anatolischen Abschnitte

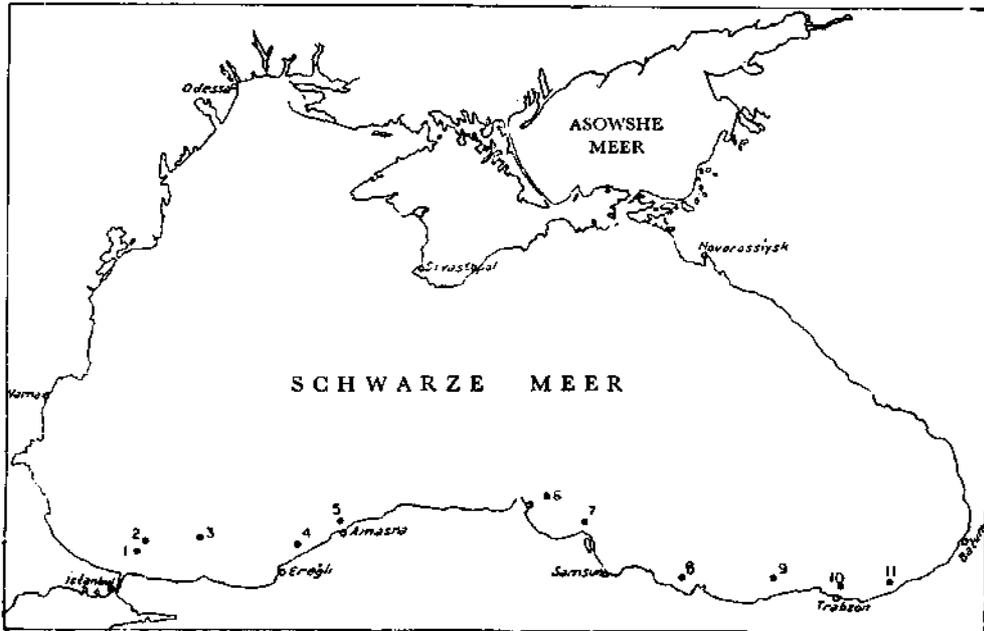


Fig. 1 - Metangas - Prospektionsstellen im Schwarzen Meer.

tiefer sind. Die Gegend von Amasra-İnebolu erreicht eine Tiefe von ca 1500 m. Das Schwarze Meer wird gespeist durch die grossen Flüsse Kızılırmak, Sakarya, Don, Dnjepr, Donau und ist hinsichtlich Planktonen (kleine Organismen) sehr reich. Durch den Einfluss der Planktonen auf die Sonnenstrahlen erscheint das Wasser grün bzw. dunkelgrün.

## 2. Strömungen

Zwischen dem Schwarzen Meer, dem Asowschen Meer und dem Marmarameer zirkulieren aus höherem Salzgehalt herrührende Strömungen. Ferner sind Oberflächenströmungen vorhanden, die von den kaukasischen Bergen in Richtung anolischer Ufer einen geschlossenen Zyklus bilden und bis zu Tiefen von 100-200 m fühlbar sind. Die Windeinflüsse können nicht mehr als 40 m Tiefe beeinflussen. Tiefwässer, die ausserhalb dieser Einwirkungen sind, sind bewegungslos und erhalten ihre Eigenheiten immer aufrecht.

## 3. Temperaturen

### Temperaturschwankungen in der Tiefe

Tiefe (m)	Temperatur (°C)	Tiefe (m)	Temperatur (°C)
5	22,80	200	8,78
25	10,99	300	8,85
50	7,44	500	8,94
75	6,44	600	9,02
100	7,01	850	9,05
150	8,42	1000	9,10

(Station Nr. 7, offenes Meer bei Ünye, September 1964)

Die Oberflächenwasser des Schwarzen Meers weisen je nach der Jahreszeit veränderliche Temperaturen auf ( $-2^{\circ}$  bis  $+30^{\circ}\text{C}$ ). In Tiefen von 60-80 m sinkt die Temperatur auf ein Minimum, um dann gegen den Wassergrund zu einen Wert von  $9-10^{\circ}\text{C}$  zu erreichen, Unter dem Minimumwert bleibt die Temperaturkurve konstant.

#### 4. Salinität

Die im Oberflächenwasser sich um  $18\text{‰}$  bewegende Salinität steigt in den Tiefen bis auf  $22,20\text{‰} - 22,40\text{‰}$ . Die unseren Arbeiten zugrunde gelegten Werte der Station Nr. 2 sind :

<i>Tiefe (m)</i>	<i>Salinität (‰)</i>
0	18,20
400	21,70
1000	22,30

#### 5. Alkalität (pH)

Die Alkalität des Schwarzen Meers beträgt 2-3 mal soviel als die der offenen Meere. An der Oberfläche beträgt die pH 8,45 und in der Tiefe 7,90.

#### 6. Sauerstoff, Schwefelwasserstoff

Der Sauerstoffgehalt von  $5-6\text{ cm}^3/1$  an der Oberfläche erreicht sein Maximum in einer Tiefe von 20-30 m und wird bei 125-150 m praktisch Null. Nach diesen Tiefen fängt das Wasser an Schwefelwasserstoffhaltig zu werden. Schwefelwasserstoff, der durch organische Veränderung von Sulfobakterien entsteht, steigt in die Tiefe zu regelmässig und erreicht am Grund sein Maximum. Die Ruhe im Tiefenwasser hindert das Aufsteigen von  $\text{H}_2\text{O}$  auf die Oberfläche. Der durch natürliche Diffusion hochkommende Schwefelwasserstoff wird durch Sauerstoff sulfatisiert und zerstört.

Die folgende Tabelle zeigt die  $\text{O}_2$ - und  $\text{H}_2\text{S}$ -Verhältnisse :

<i>Tiefe (m)</i>	<i><math>\text{O}_2</math> (<math>\text{cm}^3/1</math>)</i>	<i><math>\text{H}_2\text{S}</math> (<math>\text{cm}^3/1</math>)</i>
0	4,57 - 7,62	—
25	2,51 - 8,64	—
50	1,05 - 7,76	—
100	0,00 - 3,16	—
150	0,00 - 2,71	0,088
200	0,00 - 1,88	0,470
300	0,00 - 1,93	1,480
500	—	3,779
1000	—	5,637
2000	—	5,796

(nach Zenkevich, 1947)

#### 7. Sonstige Substanzen

Die Gehalte an sonstigen Substanzen des Schwarzen Meers sind aus der folgenden Aufstellung ersichtlich:

Tiefe (m)	CO <sub>2</sub> - (g/l)	SO <sub>4</sub> - (g/l)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	NO <sub>3</sub> - (mg/l)	NH <sub>3</sub> (mg/l)
0	—	—	62	0,071	0,069
25	—	—	78	—	—
50	—	—	88	0,099	0,053
100	—	—	143	0,084	0,078
150	—	—	—	0,105	—
200	0,1040	1,477	360	0,086	0,225
300	0,1050	1,486	—	0,008	0,336
500	0,1155	1,518	483	0,003	0,722
1000	0,1259	1,515	560	0,000	1,079
2000	0,1304	1,506	635	—	1,262

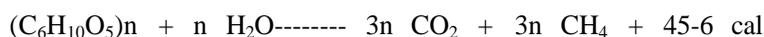
(nach Danilchenko und Chigirin, 1929)

#### PROSPEKTIONSARBEITEN IM SCHWARZEN MEER

Die Detailprospektionen im Schwarzen Meer wurden seitens der Sowjetunion, Rumänien und Bulgarien durchgeführt. Das Hydrobiologische Institut sowie die verkehrshydrographische Abteilung der Kriegsmarine der Türkei haben in den letzten Jahren begonnen, Prospektionen im Schwarzen Meer durchzuführen. Metangas-Prospektionen bei uns wie bei den Nachbarstaaten konnten nicht festgestellt werden. Ansichten über das eventuelle Vorhandensein von Metangas im Schwarzen Meer sind jedoch vorhanden. Die von unserem Institut (M.T.A.) vorgenommenen Arbeiten haben daher eine besondere Bedeutung, da sie die Beantwortung dieser Frage herbeiführen.

#### METANBILDUNG IN DEN WASSERN

Das im Volksmund als «Sumpfgas» bezeichnete Metangas entsteht durch Fermentation der verschiedenen Unterwasser-Organismen, d.h. durch Oxydierung und Reduktion von im Wasser vorhandenen Hydrokarbonen und zwar nach der allgemein bekannten Formel:



Die aktiven Elemente dieser Reaktionen sind verschiedenartige aureolische Bakterien. Der sich bildende CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> lösen sich nach dem Gesetz von Henri unter hydrostatischem Druck gleichmässig auf. Wenn angenommen die Metanfermentation bei einer Tiefe von 300 m erfolgt, muss der Druck in dieser Tiefe ca 30 Atm. betragen. Die Löslichkeit des Gases unter diesem Druck beträgt das 30 fache des genannten Verhältnisses. Die Saturation bei 300 m Tiefe beträgt bei einer Durchschnittstemperatur (20°C) pro Liter Wasser 0,9 l Metan und 1,2 l Kohlendioxyd.

Das Metangas von Kiwu-See (Kongo), wo zur Zeit Gas in grossen Mengen gewonnen wird, wurde zuerst von Prof. Damas entdeckt, eine Analyse aber konnte angesichts grosser Schwierigkeiten nicht durchgeführt werden. 1947 stellte es sich heraus, dass im Wasser des Kiwu-Sees bedeutende Mengen von Metan in den Gasen vorhanden sind. Die von Godfrine<sup>1</sup> und L'Eeckhaut im Jahre 1954 durchgeführten Untersuchungen und Analysen ergaben für 1 Liter Seewasser 1,62 Liter Gas, welches in seiner

<sup>1</sup> Metangasspezialist bei den Arbeiten im Schwarzen Meer.

Zusammensetzung eine Mischung von 73,4 % CO<sub>2</sub>, 24,8 % CH<sub>4</sub> und 1,8 % sonstige Gase erwies. Um über die Verteilung der Gase im Wasser ein besseres Bild zu geben, wurde über die im Kiwu-See bei verschiedenen Tiefen durchgeführten Arbeiten folgende Tabelle<sup>1</sup> zusammengestellt :

Tiefe (m)	Gasbestimmung (%)			Gutachten (lt/lt)		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Sonstiges	Gas/Wasser	CH <sub>4</sub> /Wasser	CO <sub>2</sub> /Wasser
275	71,7	26,2	2,1	1,2	0,316	0,860
300	73,4	24,8	1,8	1,64	0,412	1,190
325	74,0	24,1	1,9	1,86	0,448	1,375
350	75,0	22,9	2,1	2,06	0,471	1,545
375	75,8	22,4	1,8	2,12	0,475	1,610
400	77,3	21,7	1,0	2,22	0,480	1,720
425	78,1	20,7	1,2	2,32	0,480	1,810

Insgesamt sind 57 km<sup>3</sup> Metan im Kiwu-See vorhanden, was einen Heizwert von 40 Millionen Tonnen Treibstoff (Dieselöl) entspricht.

#### ZWECK DER METAN-PROSPEKTION IM SCHWARZEN MEER

Wegen seines Reichtums an Planktonen und Sauerstoff-Freiheit ab einen bestimmten Tiefe, bildet das Schwarze Meer für die Entstehung Von Metangas ein günstiges Milieu. Da hierin eine Aehnlichkeit mit dem Kiwu-See vorhanden ist, hat die UCB, die das reiche Metangas des Kiwu-Sees gewinnt unter Annahme, dass auch im Schwarzen Meer Metan vorkommt eine Untersuchung vorgeschlagen.

#### METANPROSPEKTION IM SCHWARZEN MEER

##### 1. Arbeitsprinzip

Die in Meeren bzw. Seen sich bildenden Gase können den Wasserdruck, dem sie ausgesetzt sind nicht überwinden um an die Oberfläche zu gelangen; sie stauen sich daher in den Tiefen. Da das Tiefenwasser bewegungslos ist, erfolgt die Diffusion zur Oberfläche, gegenüber dem vorhandenen Gasstock äusserst langsam.

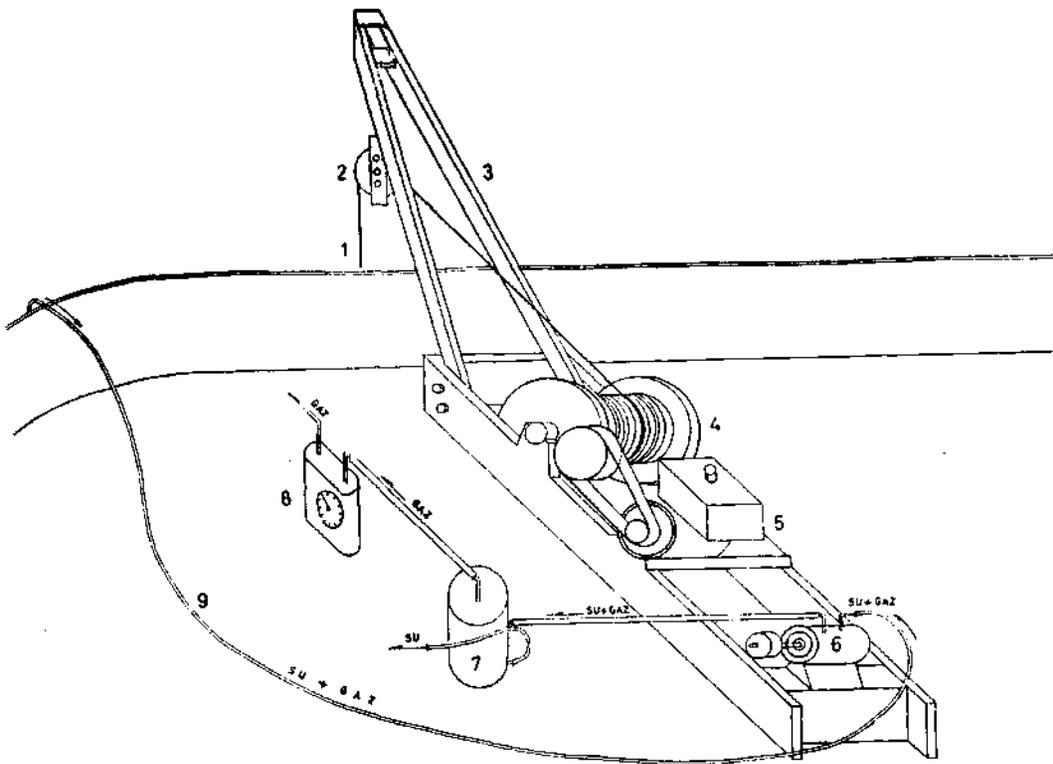
Wenn das im gelösten Gas vorhandene Wasser durch irgendwelche Anregungen zum normalen Druckverhältnis gebracht wird, wird das gelöste Gas frei. Unsere Arbeiten bauten sich eben auf diesen Prinzip auf und das Tiefenwasser wurde in seinem vorhandenen Verhalten zur Oberfläche gefördert und hinsichtlich seines Gasinhalts untersucht.

Die Gasprospektion im Schwarzen Meer wurde auf zwei verschiedene Methoden durchgeführt:

- a) Wasserentnahme mittels Kunststoffschläuchen
- b) Wasserentnahme mittels Nansen-Flaschen

Zur Durchführung von Untersuchungsarbeiten wurden folgende Geräte verwendet: Heckwinde des Schiffes, Benzinmotor und Wasserpumpe. Diese Geräte waren während der Dauer der Arbeiten festmontiert (Fig. 2).

<sup>1</sup> Die Ziffern wurden den Berichten der UCB entnommen.



**Fig. 2 - Gesamtschema.**

- 1 - Kranseil; 2 - Windenrolle; 3 - Ausleger; 4 - Windentrommel; 5 - Benzinmotor;  
6 - Wasserpumpe; 7 - Gasseparator; 8 - Gasometer; 9 - Kunststoffschlauch.

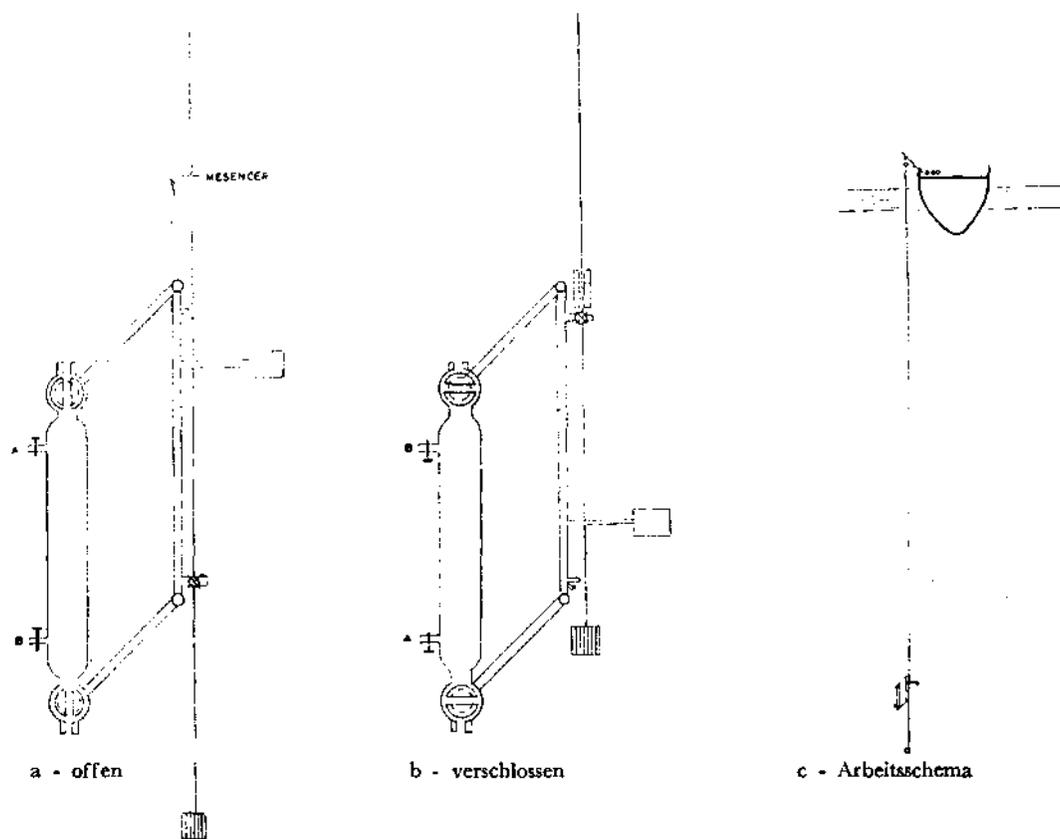
Die Winde (Foto 2) diente dazu, die Kunststoffleitung mit der Nansen-Flasche je nach Wunsch abzuteufen. Die Winde hatte ein Drahtseil von 1000 m Länge, wobei der Seilkloben einen Zeiger zur Messung des durchlaufenden Seils enthielt. Das Seil wurde durch ein am Seilende befestigtes Gewicht herabgelassen. Das Seil wird mit dem vom Benzinmotor angetriebenen Schwungrad aufgerollt.

Der Benzinmotor (Foto 3) wird für die Aufrollung des Kranseils und zum Betrieb der Wasserpumpe verwendet und hat eine Leistung von 2 PS.

Die Wasserpumpe (Foto 3) saugt aus der herabgelassenen Kunststoffleitung Wasser und stellt eine mittels Benzinmotor angetriebene Zentrifugalpumpe dar.

Nichtfeste Geräte :

Die Nansen-Flasche (Fig. 3; Foto 4) ist eine aus beliebiger Meerestiefe Wasserproben nehmende Spezialflasche. Sie ist aus nichtrostendem Stahl hergestellt und mit Kunststoff ausgekleidet. Die Flasche ist mit zwei Hähnen versehen, die für Wasser- und Gasfüllung dienen. Die Flasche wird mit der Bodenseite an das Kranseil befestigt und an der Halsseite mit der durch einen Zapfen offen gehaltenen Öffnung (Fig. 3a) herabgelassen. Beim Erreichen der gewünschten Tiefe befreit auf dem Schiff das Drahtseil den Zapfen, die Flasche wendet sich und wird verschlossen (Fig. 3b). Hierdurch verbleibt das aufgenommene Wasser in der Flasche.



**Fig. 3 - Arbeitsprinzip der Nansen-Flasche.**

Die Kunststoffleitung hat einen Durchmesser von 3/4" und eine Länge von 500 m.

Der Gasseparator (Foto 5) ist ebenfalls aus Kunststoff hergestellt und mit Wassereintritt- Austritt- und Gasaustrittsröhren versehen. Das durch die Pumpe angesaugte Wasser geht durch die obere Öffnung des Separators, trennt sich hier vom Gas, wobei das vom Druck befreite Gas durch die obere Gasleitung zum Gasometer gelangt, während das Wasser durch die untere Wasserleitung abgelassen wird.

Das Gasometer (Foto 5) wird nur bei der Arbeit mit dem Kunststoffschlauch verwendet und dient zur Messung des aus dem Separator entnommenen Gases.

Die Gaspipette (Foto 4) dient zur Messung des in dem mittels der Nansenflasche gewonnenen Wasser enthaltenen Gases. Die Pipette besteht aus einem Glasrohr mit Einteilung und beiderseits angebrachten Hähnen.

Die Thermometer dienen zur Messung von Temperaturen des Tiefenwassers und bestehen aus zwei Typen :

- a) Mit Schutzgehäuse zur direkten Messung der Temperatur.
- b) Ohne Schutzgehäuse zur Messung der Temperatur unter Druck.

Die Thermometer werden auf die Nansen-Flasche befestigt. Wenn die Flasche in der Tiefe sich wendet, trennt sich das Quecksilber des Thermometers vom Behälter.

Beim Heraufziehen der Nansen-Flasche ist die Temperatur der betreffenden Tiefe damit gemessen.

Ausser diesen Geräten sind weitere verschiedene Apparate für die Gasanalyse vorhanden.

## 2. Arbeitsweise

*Die Methode mit dem Kunststoffschlauch* (Fig. 2).— Ein Ende des Schlauches wird an die Wasserpumpe, das andere Ende an das am Kranseil befindliche Gewicht mittels eines 5 m langen Hanfseils angekoppelt und der Schlauch ins Meer herabgelassen (Fig. 4). Sobald das Ende des Schlauches die gewünschte Tiefe erreicht hat, wird die Pumpe angelassen und das Tiefenwasser hochgefördert, wobei das geförderte Wasser vom Ausgangsstutzen der Pumpe zum Gasseparator geleitet wird. Das getrennte Gas wird durch das Gasometer geleitet und registriert (Foto 5).

Errechnung der Gasmenge : Die stündliche Fördermenge der Pumpe und die stündliche Gasregistrierung des Gasometers werden mittels Gleichung errechnet und die Menge pro Liter Gas entsprechend pro Liter Wasser gefunden.

Diese Methode gibt bei stillen Wassern gute Ergebnisse, weil sie sozusagen die Aufgabe einer Führerstation erfüllt. Der Sollwert wird dabei als direkter Anwendungswert gezeigt. Bei unseren Arbeiten im Schwarzen Meer waren wegen schlechten Wetters keine Gasmengen festzustellen, die in der Lage wären, eine derartige Arbeit im Wasser zu rechtfertigen; sodass Schlauchversuche nur im geringen Ausmass durchgeführt werden konnten. Bei stürmischem Wetter wird die Arbeit mit dem Schlauch sehr erschwert, da ein Herablassen des Schlauchs in eine verlangte Tiefe Wellen- und Windhindernissen ausgesetzt ist. Durch den gezwungenen Ortswechsel des Schiffes bei Wellengang kann der Schlauch nämlich nicht lotrecht sinken, das Seilgewicht schleppt und der Senkwinkel des Seils erweitert sich (Foto 6; Fig. 5).

Die vom Schlauch bei Seegang erreichten Maximaltiefen wurden in zwei Richtungen errechnet :

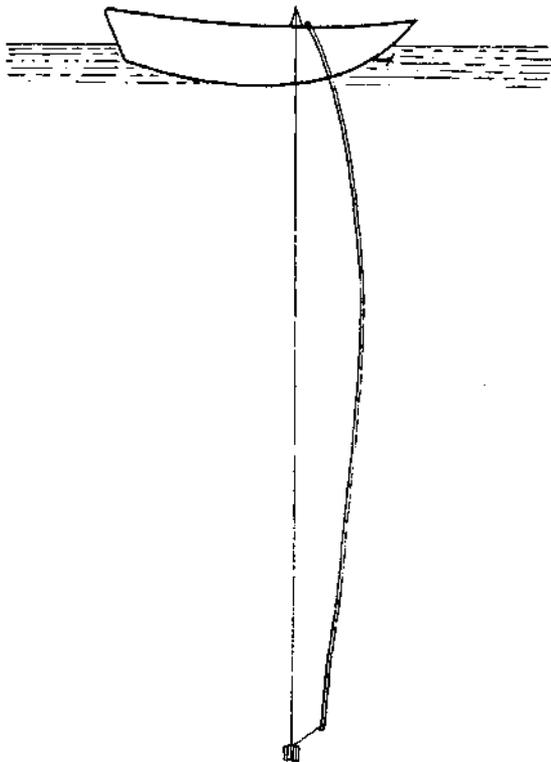
- a) Errechnung des vom Seil normal gebildeten Winkels,
- b) Errechnung mittels ungeschützten Thermometers.

Hierbei wurden an das den Schlauch herabziehende Seil Thermometer mit und ohne Schutzgehäuse befestigt und diese zusammen mit dem Schlauch abgeteuft. Das Thermometer und das Seilende fielen zusammen, dann ergab die Tiefenerrechnung die genaue Arbeitstiefe (auf der Station Nr. 1 wurde die Tiefe auf diese Weise gemessen). Das Ab- und Aufrollen des Schlauchs erfolgte durch Menschenkraft, was an sich nachteilig ist (Foto 7).

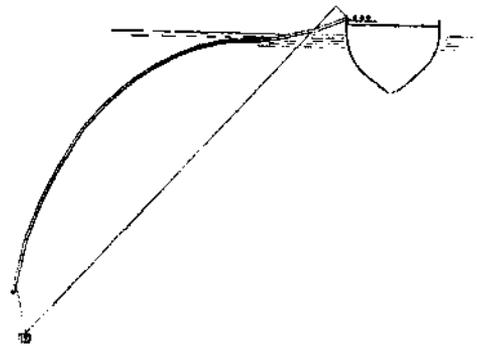
*Arbeit mittels Nansen-Flaschen*— Bei unseren Arbeiten wurden zwei Typen von Nansen-Flaschen verwendet, zwischen welchen an sich keine Differenz in der Arbeitsweise, jedoch in der Ausführung besteht.

- a) Normale Nansen-Flaschen
- b) Nansen-Flaschen für Gasprospektion

Bei normalen Nansen-Flaschen ist eine Vorrichtung zum Anbringen von Thermometern vorhanden. Die bei unseren Arbeiten verwendeten normalen Nansen-Flaschen wurden für Probeentnahme zwecks chemischen Analysen, zur Messung der Temperaturen und Tiefen eingesetzt (Foto 8).



**Fig. 4 - Arbeit mit dem Schlauch.**



**Fig. 5 - Arbeit mit dem Schlauch bei Seegang.**

Gasprospektion (Foto 8, 9; Fig. 3c) : Die Nansen-Flasche wird nach Anschluss an das Drahtseil ins Meer gesenkt (Fig. 3a). Beim Erreichen der für die Probenahme günstigen Tiefe wird die Flasche verschlossen und hochgezogen. Hier wird an den oberen Hahn ein Gummischlauch befestigt und das andere Ende des Schlauchs mit dem Becher bzw. Erlenmeyer in das im Glasbehälter befindliche Wasser getaucht und der Hahn geöffnet. Die im Wasser hochsteigenden Gasblasen bzw. deren Menge kann mit freiem Auge gesehen werden. Wenn die steigende Gasmenge befriedigend erscheint, d.h. wenn Gas vorhanden ist, wird bei der nächsten Behandlung das Gas aus der Nansen-Flasche in die Gaspipette überleitet und das Volumen gemessen (Foto 6). Da das Volumen der Nansen-Flasche bekannt ist, wird das steigende Gas mit dem Wasservolumen der Flasche verglichen und so das Verhältnis von Gas/l zu Wasser/l gefunden. Eine Analyse der in die Pipette geleiteten Gasprobe, die Art und die Mischungskomponenten werden durchgeführt. Da wir bei unseren Arbeiten auf kein Gas stießen, wurden keine Analysen gemacht.

### 3. Ablauf der Arbeiten

Prospektions-Stationen :

Die Metangas-Prospektionen im Schwarzen Meer haben vom 19.8.1964 bis zum 12.9.1964 gedauert. Während dieser Zeit wurden an folgenden Stationen und in den daneben angegebenen Tiefen gearbeitet :

Bei der Auswahl der Stationen wurden die Ufernähen und Tiefen von 500 - 1000 m berücksichtigt :

### Westliches Schwarzes Meer

Nr.	Ort	Stelle der Stationen	Tiefe (m)	Entfernung zum Ufer (Meilen)	Arbeitsdatum	Untersuchungstiefe (m)
1	Bosporus	Br. 41°27' 45" Lg. 20°21' 15"	1000	20	21.8.1964	200;400
2	Bosporus	Br. 41°31' 30" Lg. 29°25' 00"	1000-1500	22	19.8.1964	200;400
3	Kefken	Br. 41°38' 00" Lg. 30°15' 00"	1000	23	12.9.1964	600;800
4	Zonguldak	Br. 41°33' 30" Lg. 31°37' 00"	1000	5	9.9.1964	660;560
5	Amasra	Br. 40°53' 00" Lg. 32°21' 00"	1000	5	9.9.1964	450;500;800

### Östliches Schwarzes Meer

6	Sinop	Br. 42°03' 00" Lg. 35°29' 00"	1200	11	1.9.1964	200;300;350;400
7	Bafra	Br. 41°55' 30" Lg. 36°02' 00"	1200	13	1.9.1964	400;600
8	Ünye	Br. 41°14' 30" Lg. 37°28' 00"	1000	12	2.9.1964	5-980 m (14 Prob.)
9	Tirebolu	Br. 41°05' 00" Lg. 38°49' 30"	800	5	3.9.1964	300;600;800 Grund
10	Trabzon	Br. 41°07' 00" Lg. 39°45' 00"	650	6	3.9.1964	600;640 Grund
11	Rize	Br. 41°10' 00" Lg. 40°34' 00"	800-1000	4	7.9.1964	600-800

Wetter- und Seelage an den Arbeitstagen :

Während der Arbeitsdauer von insgesamt 25 Tagen wurden ca 1250 Meilen zurückgelegt. Von dieser Zeit entfielen 6 Tage auf Fahrten und 6 Tage auf Ruhe wegen schlechten Wetters (25-31.8.64). Drei Tage (19-21.8.64) wurden bei Seegang und sechs Tage bei normalem Wetter gearbeitet. Während der Durchführung der Arbeiten auf den Stationen spielten die Wetterverhältnisse die wichtigste Rolle.

Einfluss des schlechten Wetters auf die Arbeit :

Schiffszustand : Die Geräte für die Probenahme waren auf der Backbordseite am Heck aufgestellt; diese Seite musste während der Arbeit dem Wind zugekehrt sein, da andernfalls

- 1) das Drahtseil und der Schlauch unter Bug rutschen und schleifen würde
- 2) das Schiff die am Drahtseil befestigten Nansen-Flaschen schleifen und abwerfen könnten,

- 3) das Drahtseil die Planken ritzen und beschädigen würden,
- 4) das Seil sich auf den Propeller verwickeln könnte.

Witterung :

1) Das Schiff machte bei starkem Seegang und Sturm, einen Neigungswinkel von durchschnittlich 30°. Die Arbeitsstelle und die festmontierten Geräte werden bei Wellengang dauernd geleckt, sodass ein Arbeiten unmöglich wird.

2) Bei leichtem Wellenschlag kann, wie bereits erwähnt, der herabgelassene Schlauch nicht sinken.

3) Auch die Nansen-Flasche macht bei leichtem Seegang dadurch, dass das Drahtseil mit den Bewegungen des Schiffes von der Wurfstelle sich nicht entfernen kann, normalerweise einen grossen Winkel und kann daher die Tiefe nicht einwandfrei messen, wobei die Flasche selbst die gewünschte Tiefe nicht erreichen kann.

4) Strömung. Trotz normaler Wetterlage ändern die Strömungen in gewissen Fällen die Schiffslage gefährlich, sodass das Schiff auf das Drahtseil oder das Drahtseil unter den Propeller kommen.

#### 4. Arbeitsergebnisse

Bei den gemeinsamen mit Herrn Godfrine durchgeführten Arbeiten im östlichen und westlichen Schwarzen Meer wurden an elf Stationen und bei Tiefen zwischen 200-980 m Proben entnommen und Gas gesucht. Die meisten dieser Proben ergaben bei 750 cm<sup>3</sup> Wasser eine oder zwei Blasen Gas (ca 0,2 cm<sup>3</sup>). Dieses Gas besteht aus Schwefelwasserstoff, der in den 150 m tiefen Wassern des Schwarzen Meers unter normalen Druck sich bildet.

An manchen Arbeitsstationen konnten Proben von Grundwasser entnommen werden; bei Tirebolu und Trabzon z.B. erreichte das an das Seil gebundene Gewicht den Grund, gab jedoch nur klaren Wasser (Abstand Gewicht-Flasche 1 m).

1) Bei den Prospektionen im Schwarzen Meer konnte kein Metangas gefunden werden.

2) 4 Meilen von Çayeli/Rize befindet sich eine durch die Bevölkerung «Napft» genannte Zone, wo die Wasserfläche ein öliges Aussehen hat. Da unsere Arbeiten sich mit dieser Untersuchungsrichtung nicht befassten und auch das Wetter nicht günstig war, wurde in dieser Richtung keine Untersuchung vorgenommen. Untersuchungen bei Tiefen von 600 und 800 m in dieser Gegend ergaben kein Gas.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Die Ansicht, dass im Schwarzen Meer Metangas vorkommen könnte stützt sich mehr, wie bereits erwähnt, auf günstige Anzeichen des Meers. Eine andere entgegengesetzte Ansicht geht dahin, dass im Schwarzen Meer wegen unzulässig hoher Salinität kein Metangas sich bilden kann. Die Bakterien, die durch Aufarbeitung der organischen Substanzen im Schwarzen Meer zur Bildung von Metan und Kohlendioxyd beitragen können, können wegen der hohen Salinität des Meerwassers nicht auf organische Substanzen einwirken, sondern beeinflussen den Schwefelwasserstoff und setzen ihn in Sulfate um.

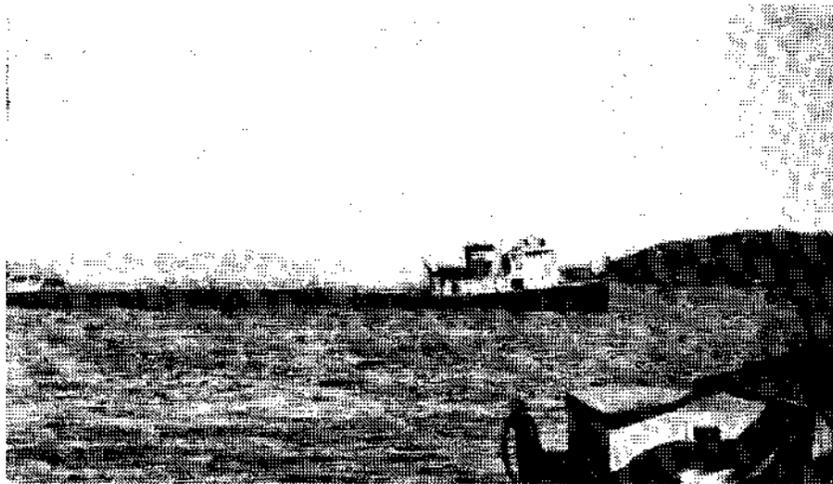


Foto 1

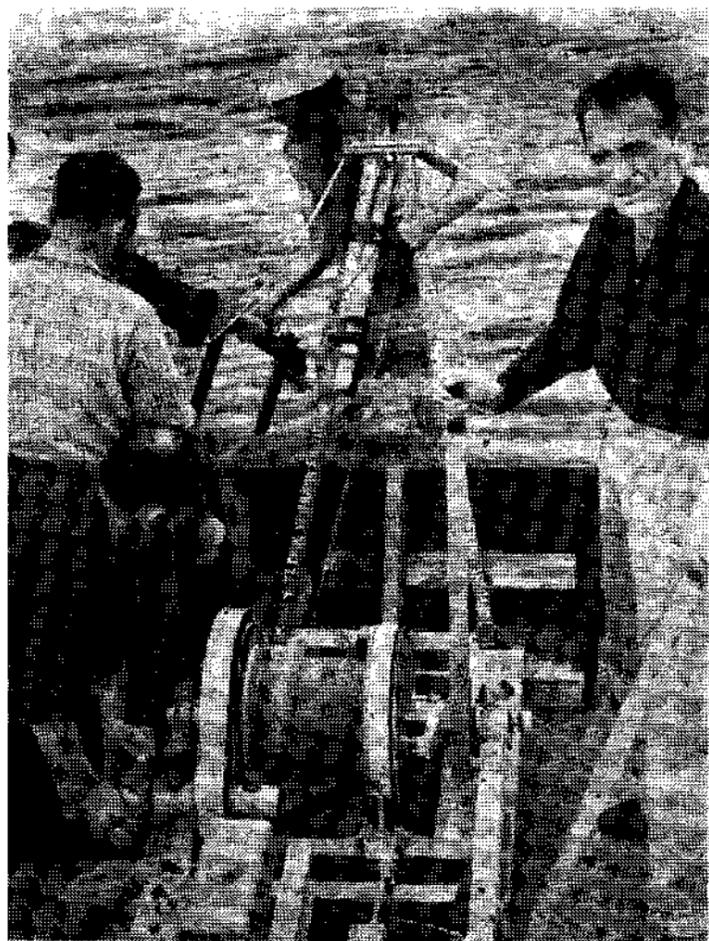


Foto 2

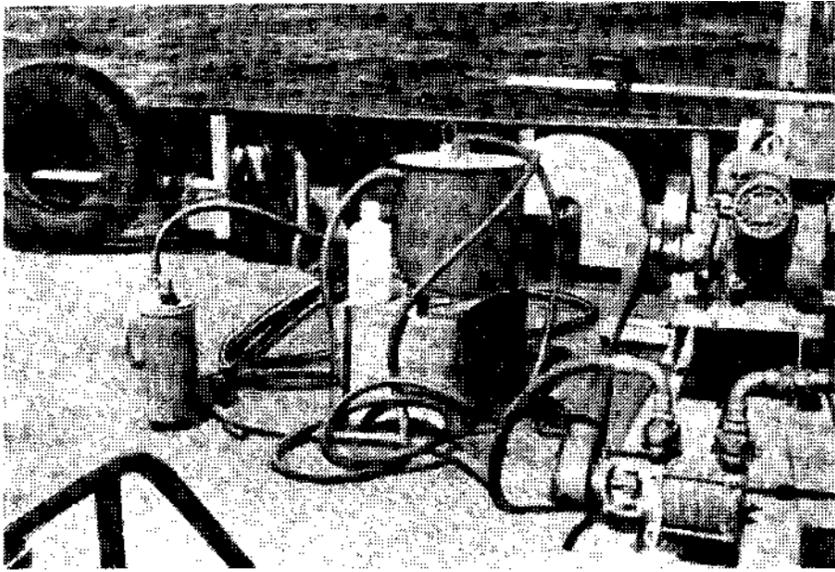


Foto 3

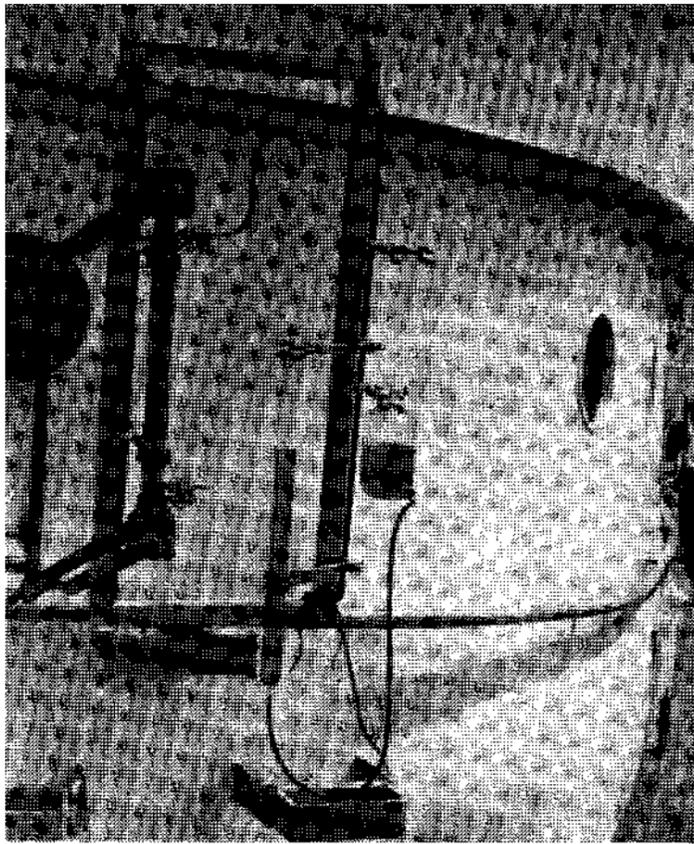


Foto 4

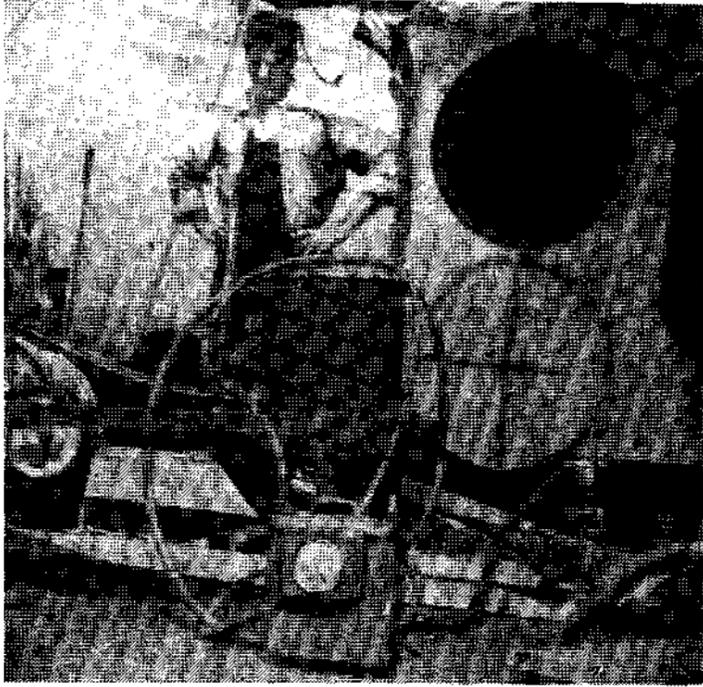


Foto 5

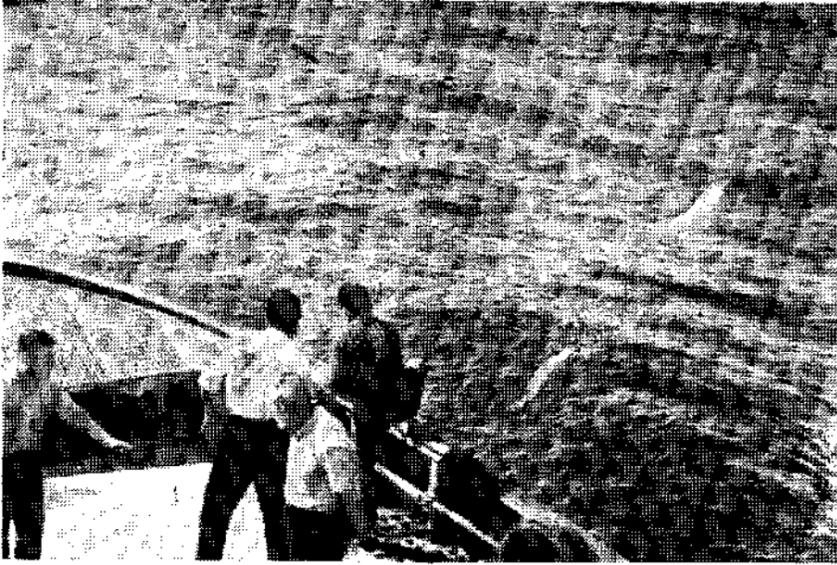


Foto 6



Foto 7

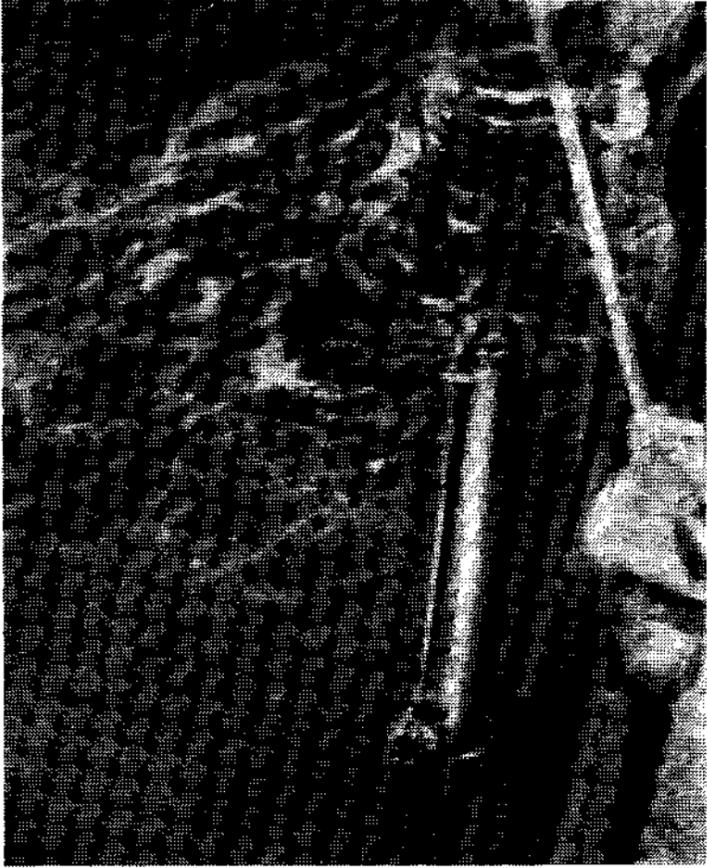


Foto 8

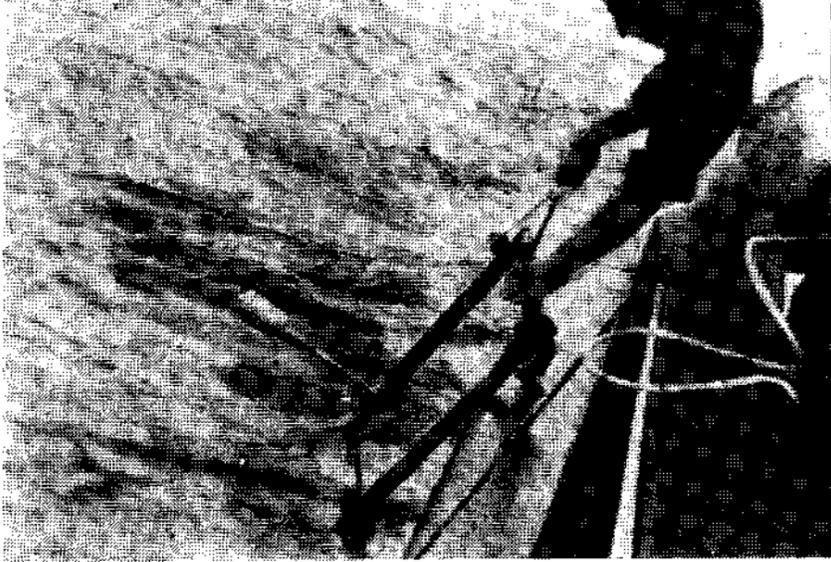


Foto 9

Bei unseren Arbeiten kamen wir zu dem Schluss, dass diese zweite Ansicht richtiger ist. Da andererseits das Wasser des Kiwu-See, welches ununterbrochen Metan bildet hinsichtlich Schwefelwasserstoff und Planktonen dem Wasser vom Schwarzen Meer ähnelt und eine fast süsse Salinität aufweist, kann diese Ansicht noch mehr bekräftigen.

*Manuscript received October 3, 1964*

#### L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- HEDGEPEETH, J. (1957) : Treatise on marine ecology and paleoecology. *Geological Society of America*, vol. I.
- LADD, H. S. (1957) : Treatise on marine ecology and paleoecology. *Geological Society of America*, vol. II.
- WILEY, J. & LONDON, S. (1962) : The sea. Vol. II, p. 45, London.
- ERENTÖZ, L. (1956) : La Sedimentation actuelle dans la Mer Noire. *M.T.A. Publ.*, ser. B, no. 19, Ankara.