download unter www.biologiezentrum.at

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien)

Automatische Photographie von Meeresböden für ökologisch faunistische Zwecke

Von

Rupert Riedl

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen im Juni 1955)

Einleitung

Die Photographie unter Wasser hat, seit Boutan's (1893) grundlegenden Versuchen eine Entwicklung in zwei verschiedenen Richtungen erlebt: 1. die Photographie von Hand aus, durch den Taucher, 2. die automatische Photographie mittels selbsttätiger Kamera. Von letzterer wird hier berichtet. Die Geschichte dieser Methode umfaßt kaum zehn Jahre. Trotzdem bietet sich schon jetzt das abgerundete Bild eines einheitlichen Arsenales und übereinstimmender Aufgaben. Erst in jüngster Zeit hat die Methode ein neues Verfahren mariner Forschung induziert, das Unterwasser-Fernsehen (Barnes 1953).

Die Aufgabe dieses Berichtes soll es sein: 1. das Prinzip der Methode zu erläutern, 2. die erzielten Ergebnisse nach den Bedürfnissen der marinen Ökologie und Faunistik zu prüfen, 3. die Beschreibung eines vereinfachten Gerätes zu geben und 4. die neuen Möglichkeiten der Methode für den genannten Zweck zusammenzustellen.

Der Bau des neuen Gerätes, sowie die mit ihm durchgeführten Untersuchungen wurden unterstützt vom „Theodor Körner-Stiftungsfond zur Förderung von Wissenschaft und Kunst". Mein Dank gilt ferner Herrn Universitätsprofessor Dr. W. Marinelli, Herrn Universitätsprofessor Dr. M. Zei (Rovinj), sowie der Firma Robot (Düsseldorf), die meine Arbeiten sehr unterstützten.

download unter www.biologiezentrum.at

Die Absicht dieser Darstellung von bewährtem Prinzip, möglicher Vereinfachung und der Art der neuen Leistungen ist es, die Einführung der Methode im biologischen Sektor und auf breiterem Felde, als das bislang möglich war, zu unterstützen.

Das Prinzip des Verfahrens

Die erste (anonyme) Angabe über die Verwendung einer automatischen Unterwasser-Kamera findet sich 1917 in der Literatur. 1939 berichtet Harvey über die Leistungen einer mit Scheinwerfern in 500 bis 1320 m Wassertiefe frei aufgehangenen Kamera. 120 Meter exponierten Schmalfilmes bildeten 19 undeterminierbare Kleinlebewesen ab.

Die Photographie des Meeresbodens selbst wurde erst im letzten Dezennium, vor allem mit geologisch-ozeanographischen Absichten in Nordamerika entwickelt und erprobt (Ewing, Vine und Worzel 1946; Ewing, Woollard, Vine und Worzel 1946; Shepard und Emery 1946; Harvey und Baylor 1948; Shepard 1948; Hahn 1950; Gast und Burt 1954) und ist auch in mediterranen (Owen 1950) und südatlantischen Gewässern (Bonde, Marchand und Gibbons 1951) eingesetzt worden.

Das Gerät besteht aus einer ca. 4 m langen, senkrecht gegen den Grund laufenden Stange, die etwa in der Mitte die Kamera, im unteren Teile Lichtquelle und Relais in wasser- und druckdichten Gehäusen trägt. Berührt der Taster am unteren Ende der Stange den Boden, so wird durch das Relais gleichzeitig der Verschluß der Kamera geöffnet und die Blitzlichtlampe abgebrannt. Geht das Gerät an einer Trosse in die Tiefe, so wird der möglichen Rotation um die Hauptachse durch eine Spindel zwischen Gerät und Trosse, sowie durch ein kurzes, senkrechtes Stabilisierungssegel am Gerät selbst entgegengewirkt. Geht das Gerät selbständig in die Tiefe, so sorgt das Relais zudem für den Abwurf des Ballast-Gewichtes, ein Schwimmer (mit leichter Flüssigkeit gefüllt) für Auftrieb und ein kleiner Sender für leichteres Auffinden des Gerätes an der Oberfläche. Die Anbringung eines Stazrohres (zur gleichzeitigen Einbringung von Sedimentproben), einer Stereo-Einrichtung oder von Meßgeräten, im Blickfeld des Objektives, haben die Aufgaben jeweils erweitert. Man fotografierte, steil nach unten, Flächen von ½ bis 9 qm, in Tiefen von 10 bis 5600 m. Die tiefste Aufnahme ist von Owen (1951, Fig. 8) aus ca. 5630 m Meerestiefe veröffentlicht. Bei dem von Vevers (1951 und 1952) entwickelten Gerät ist die

download unter www.biologiezentrum.at

Blitzlichtanlage des geschilderten Typus durch eine Batterie Fotolampen ersetzt, die von Bord aus gespeist werden.

Die übrige Literatur (Rolle 1950; Schumway, Dill und Kierstead 1954; Schumway 1954) behandelt spezielle technische Fragen, die beim Vordringen in große Tiefen auftreten (das Literaturverzeichnis bringt nur die letzte Arbeit, die anderen sind in dieser zitiert).

Die Ergebnisse

Gegenüber der technisch beachtlichen Leistungsfähigkeit, namentlich der amerikanischen Geräte, erscheint das Ergebnis für den Biologen vergleichsweise gering.

Allerdings wurden die meisten Untersuchungen nicht mit biologischen Absichten durchgeführt. Gewinnt man — beim Durchsehen der publizierten Aufnahmen — dennoch den Eindruck einer Vielfalt interessanter Details, so ist doch in den wenigsten Fällen der Aufwand, die große Zahl von Bildern abzuschätzen, die hiefür nötig waren.

Bonde, Marchand und Gibbons (1951) haben z. B. von 48 Aufnahmen 3 wiedergegeben und es sind 4 Organismen-Typen auszunehmen, die von den Autoren als *Spatangus capensis, Parapagurus ? dimorphus, Dictenophiura* sp. und als „Spongien" schlechthin bezeichnet werden. Bei der Betrachtung der Bilder allein wäre es unmöglich, eine nur annähernd so genaue Bezeichnung der Objekte vorzunehmen. Von dem Irregularier ist kaum mehr als das Gekröse seiner Grabstelle zu sehen. Die Forscher müssen also den Bestand im Areal ihrer Tests durch Fänge gut gekannt haben. Das ist ein für die Beurteilung der Methode sehr wesentlicher Punkt, auf den wir noch zurückkommen. Die übrigen Berichte bringen noch weniger determiniertes Material, die abgebildeten Objekte nur mit weiten Ordnungsbegriffen klassifiziert, wenn man sich nicht überhaupt mit Angaben wie: „Schwämme oder Manganknollen", „röhrenförmige Organismen" oder „Wohnlöcher unbekannter Formen" bescheiden muß. Ein Pantopode wurde in schöner Weise abgebildet (Hahn 1950; Owen 1951, Fig. 7).

Vevers konzentrierte seine Untersuchungen auf Tiefen von 50 und 70 m, auf Aufnahmen von einem bis ¼ qm und wir verdanken ihm die ersten systematischen, quantitativ ökologischen Ergebnisse, die mit Hilfe der Methode gewonnen wurden. Seine erste Studie (1951) erbringt mit 480 ausgewerteten Aufnahmen 16 wohldefinierte Arten; Echinodermen, Mollusken und Dekapoden der makroskopischen Epifauna, sowie eine Eunicide und *Lepralia,*

download unter www.biologiezentrum.at

ebenso die zur Endofauna führenden makroskopischen Poren in bestimmbaren Zahlen zur Bodenfläche. Eine spätere Studie (1952) wird der Häufigkeit von *Ophiothrix fragilis* und *Ophiocomina nigra* gewidmet. Damit ist die Eignung der Methode für die quantitative Bestandaufnahme der makroskopischen Epifauna belegt.

Man wird einwenden, daß diese Aufgabe schon durch den Bodengreifer gelöst wurde, dessen Flächenkapazität schon nahe an die kleinen Aufnahmeareale von Vevers herankommt. Vergleicht man jedoch die Einzelleistungen der beiden Geräte, so ergeben sich durchaus verschiedene Aufgaben. Der Bodengreifer liefert die resistenten Elemente der gesamten Makrofauna und je nach Arbeitsweise, Ausschnitte aus der Mikrofauna und sein Inhalt zeigt die Lagebeziehung der Formen zum Substrat zerstört oder doch unverläßlich, die Lagebeziehung der Formen zueinander verändert. Das Bodenfoto hingegen liefert alle makroskopischen Elemente der Epifauna und, je nach Kenntnis der Grablöcher, Ausschnitte aus der makroskopischen Endofauna; die Lagebeziehungen der Formen zum Substrat und zueinander zeigt es in einwandfreier Weise. Man wird aus dieser Gegenüberstellung eine Reihe neuer Aufgaben ableiten. An dieser Stelle soll jedoch besonders die Möglichkeit einer einwandfreien Gliederung in obligatorische und fakultative Epi- und Endofauna hervorgehoben sein, denn hier zeigt sich die Notwendigkeit, beide Methoden zu verschränken, noch zwingender, als das weiter oben zum bloßen Zwecke der Determination schon festgestellt wurde.

Kommen wir auf die Leistungen der nordamerikanischen Geräte zurück, so ist zu erkennen, daß wir aus großen Tiefen mehr einwandfrei quantitativ verwertbare Bilddokumente als Bodengreiferresultate besitzen. Daraus kann aber nicht abgeleitet werden, daß die tiefen Böden die Domäne der Kameras würden. Richtig ist vielmehr, daß die Kameras für den Gebrauch auf tiefen Böden bereits bedeutend besser gerüstet sind als unsere Sammelgeräte, und daß z. B. ein freischwimmender, mit Relais, Abwurfgewichten, Schwimmtank und Kleinsender ausgerüsteter Stechgreifer in jeder Tiefe so gut arbeiten würde wie in der Flachsee.

Konsequente Betrachtung der gegebenen Möglichkeiten und notwendigen Voraussetzungen führt zu einem unerwarteten Schluß. Die reichsten Aussage-Inhalte von Boden-Fotos sind in jenem dicht besiedelten Areale zu erwarten, dessen Fauna uns durch die Sam-

download unter www.biologiezentrum.at

melgeräte bereits gut bekannt ist, oder mit guter Sicherheit aufgeschlossen werden kann. Das sind vorläufig die küstennahen, seichten Meeresböden. Eine vorläufige Beschränkung auf dieses Arbeitsgebiet bringt die Möglichkeit wesentlicher Vereinfachungen für den Bau und Arbeits-Erleichterung für die Praxis.

Es darf natürlich der große dokumentarische Wert von Aufnahmen aus bedeutenden Tiefen nicht übersehen werden und die Hinweise, die der Biologe gelegentlich aus ihnen erfährt (siehe z. B. Owen 1951, Fig. 7 und 8). Doch muß dieser Wert noch wesentlich zunehmen, wenn wir erfahren, was die Photos abbilden.

Ein automatisches Handgerät

Die geschilderten Geräte verlangen in Herstellung und Gebrauch einen vergleichsweise großen Aufwand. Die Einzelfertigungen setzen eine hinreichend eingerichtete Werkstätte, ihr großes Gewicht oder ihre Versorgung mit Strom setzen ein Schiff mit Winde, Baum oder Aggregat voraus. All das steht nicht immer zur Verfügung. Meine Absicht war es, ein leichtes Gerät zu bauen, das auch von kleinen Booten und mit leichten Leinen vom Untersucher jederzeit selbst bedient werden kann, in einer Bauart, die nur die Fertigung einfachster, mechanischer Elemente verlangt [1]).

Für die Verwendung in Tiefen bis zu 80 m können folgende Vereinfachungen vorgenommen werden: an Stelle eines Spezialgehäuses für die Kamera tritt das handelsübliche Gehäuse zur Robotkamera, die Blitzlichtlampe bedarf keines Schutzes, sondern wird im Wasser abgebrannt, der Taster arbeitet rein mechanisch ohne Relais und die Synchronisation (Verschluß-Lampe) wird der Kamera überlassen.

Der zerlegbare Träger (Abb. 1, *T*) besteht aus einem ca. 2,5 m langem Stahlrohr. Er trägt an seinem oberen Ende die Öse für die Leine, in der Mitte die Kupplung (*K*) für das Kamera-Gehäuse (*G*), am unteren Ende den Taster (*S*) in Form eines Tellers, der sich innerhalb des Trägers mittels einer leichten Stange bis zur Höhe der Kamera verlängert. Wird der Taster durch Aufstoßen auf Grund gehoben (siehe auch Abb. 2 und 3), so löst er einen unter Federdruck stehenden Bolzen (*B*) aus, der auf den Auslöser (*A*) der Kamera schlägt. Damit wird der Verschluß der Kamera geöffnet und die Lampe mit Vorzündung abgebrannt. Die Lampe befindet sich an einem 50 cm langen Ausleger (*L*) in einer Fassung, die

[1]) Die Konstruktion des Gerätes erfolgte in Unkenntnis der schon früher gebauten Instrumente. Ich bin, ebenso wie Vevers, zu denselben konstruktiven Elementen gelangt wie Ewing vor über zehn Jahren.

download unter www.biologiezentrum.at

gegen die in einem Schlauch zum Gehäuse geführte Leitung (*C*) druckdicht verschlossen ist. Zudem verwende man einen flachen Reflektor (*R*) und eventuell eine Abschirmkappe (*P*), um das Wasser zwischen Objekt und Objektiv nicht anzustrahlen.

An Fertigteilen wurden verwendet der Robot II a mit hohem Turm, Schneiderobjektive mit 40 und 30 mm Brennweite (Fa. Robot, Düsseldorf) und das Seriengehäuse Nr. II mit einer Druckprüfung bis 80 m Wassertiefe vom Werke. An Lampen wurde verwendet der Kolbenblitz PF 25 N (Fa. Philips). Die Druckfestigkeit der Lampen habe ich bis 60 m erprobt. Aller Voraussicht nach vertragen sie jedoch weit größere Tiefen.

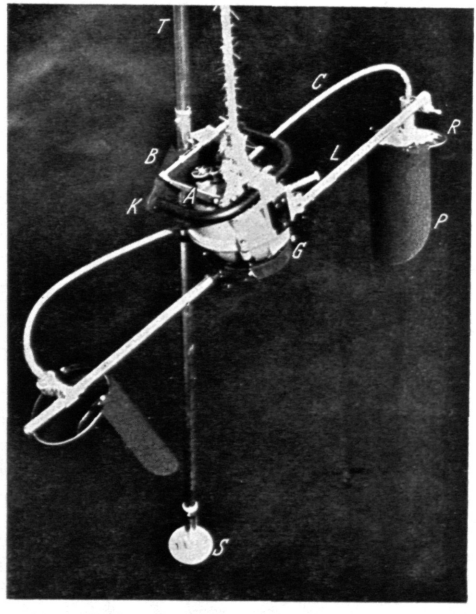

Abb. 1. Das Blitzlicht-Handgerät nach dem Einholen, ausgerüstet mit zwei Reflektoren (die Leine ist bis zum Gehäuse geführt, um es bei ev. Bruch des Gestänges nicht zu verlieren), die Buchstaben siehe im Text

Mit dieser Bauart hat das Gerät oberwasser ein Gewicht von ca. 7 kg, unterwasser von 4 kg und kann leicht, von Hand aus, selbst im Schlauchboot eingeholt werden. Durch die Gewichtsverteilung hängt das Gestänge soweit vornüber, daß das Objektiv senkrecht zu Boden sieht und die Testflächen unverzerrt aufgenommen werden. Für ökologisch faunistische Arbeiten bewährten sich Aufnahmeflächen von ¼, ½, 1 und 2 qm. Dazu die folgenden Einstellungen:

Werttabelle, bezogen auf Kodachrome-Farbfilm (ca. 12/10 Din), Verschlußzeit $^1/_{50}$ Sek. und nur einer (!) Blitzlichtlampe PF 25 N.

¼	½	1	2 m²	Aufnahmefläche
40	30	30	30 mm	Objektivbrennweite
1,2	1,2	1,7	2,3 m	Realentfernung der Kamera und der Lampe
0,9	0,9	1,3	1,7 m	Entfernungseinstellung
8	8	5,6	4	Blenden-Einstellung

Für die meist empfindlicheren Schwarz-Weiß-Filme ist die Blende, oder zudem, die Verschlußzeit um den jeweils konstanten Wert zu verringern.

Die für die praktische Arbeit zu empfehlenden Vorsichtsmaßregeln entsprechen zum Teil den schon früher gemachten Erfahrun-

download unter www.biologiezentrum.at

gen. 1. Die Gefahr der Rotation des Gerätes um die Längsachse (durch 50 bis 100 kg schwere Geräte und den Drall der Trosse gegeben) ist bei der leichten Bauart und der Verwendung von Leinen kaum gegeben. Treten dennoch verdrehte Bilder auf, stabilisiert man mit dem erwähnten Dreiecksegel. 2. Das Beschlagen von Fenster und Optik ist hingegen in höherem Maße möglich, da das Gehäuse einen relativ großen Luftraum umschließt. Abhilfe wird durch kühles Lagern des Gerätes vor dem Ausfieren oder zusätzlich durch Einsetzen einer Calciumchlorid-Packung ins Gehäuse geschaffen. 3. Zudem ist es empfohlen, das Gerät langsam aufzusetzen

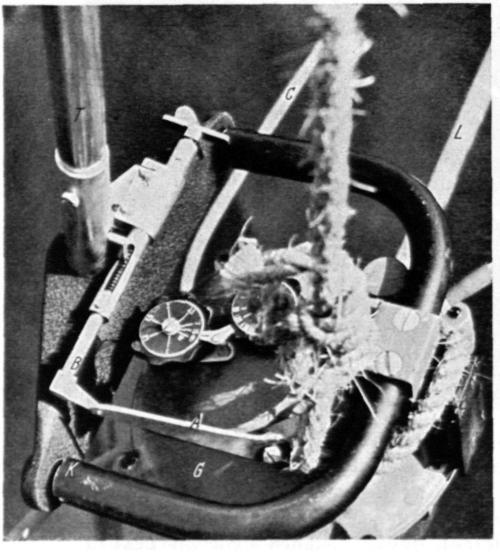

Abb. 2. Das Gehäuse mit gespanntem Auslöser (Elemente A und B)

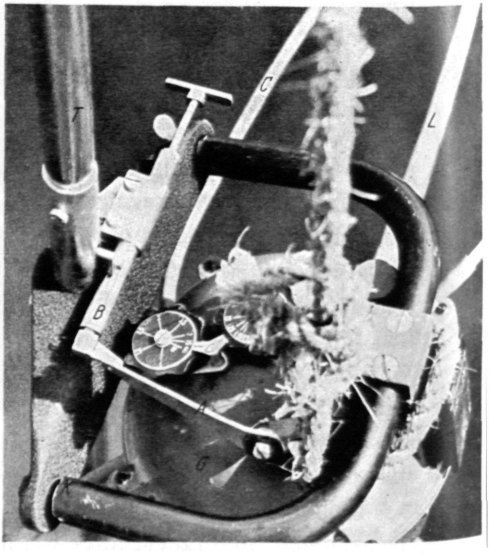

Abb. 3. Das Gehäuse nach der Aufnahme (vorgeschnellter Federbolzen B)

und rasch abzufangen, was bei Arbeit in bekannten Gewässern und mäßigen Tiefen leicht zu machen ist.

Unter den Aufnahme-Materialien verdient der Farbfilm den Vorzug, weil er die Möglichkeiten der Auswertung der Bilder bereichert.

Ich habe die Erfahrung gemacht, daß es auch bei guter Kenntnis der Lokalfauna nur mit Hilfe der Farbwiedergabe möglich ist, die habituell und in der Helligkeit sehr ähnlichen Ascidien-Arten zu differenzieren, sogar Synascidien von Poriferen zu unterscheiden. Auch wird man durch die Farbe bedeutend besser über die Zusammensetzung der obersten Sedimentschichten unterrichtet.

download unter www.biologiezentrum.at

Unterwasser-Farbaufnahmen (seit Longley und Martin 1927) sind deshalb schwieriger, weil die Extinktion in den einzelnen Spektralbereichen sehr verschieden groß ist. Für Arbeiten mit künstlicher Lichtquelle läßt sich in unserem Falle die Wirkung des Tageslichtes vernachlässigen und eine einfache Darstellung der Verhältnisse geben.

Um farbunverfälschte Bilder zu erreichen, empfehle ich, Extinktionsstrecke, Trübung und den schmalen Helligkeitsbereich, den der Farbfilm verträgt, zu berücksichtigen. 1. Die Extinktionsstrecke (reale Beleuchtungs- und Aufnahmeentfernung zusammen genommen) soll 4 m nicht übersteigen. Auch in planktonarmen Gewässern wird die Extinktion im Rot*) schon ab 2 m fühlbar. Für große Aufnahme-Flächen verwende man darum extreme Weitwinkel-Objektive oder bringe zudem die Lichtquelle näher ans Objekt. 2. Die Trübung des Mediums zwischen Objekt und Objektiv wird fühlbarer, je mehr es beleuchtet wird. Es bewährt sich darum, die Lichtquelle vom Strahlengang des Objektives fernzuhalten (Ausleger) und den Reflektor abzuschirmen (Abschirmkappe). 3. Die handelsüblichen Farbfilme geben die Farben nur im Helligkeitsbereich eines Blendenintervalles richtig wieder. Farbrichtige Wiedergabe ist darum nur in einem bestimmten Bereiche um die Lampe zu erwarten, der absolut schmäler wird, je näher sich die Lichtquelle am Objekt befindet. Die Annäherung der Lampe an den Boden ist darum bei Farbaufnahmen nicht in demselben Maße vorteilhaft, wie es sich bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen (vgl. Ewing, Vine und Worzel 1946, Fig. 2; Owen 1951, Fig. 3; Veevers 1951, Fig. 2) schon längst bewährt hat.

Die Möglichkeiten des Verfahrens

Die Methode erschließt neue Möglichkeiten in einem Bereiche, in welchem weder die Sammelgeräte, noch die Beobachtungen im Aquarium Aufschluß geben und ist selbst ein Verfahren quantitativer Beschreibung. Dazu einige charakteristische Beispiele:

1. Die saubere Gliederung der vagilen Bestände in die verschiedenen Grade der fakultativen gegenüber der obligatorischen In- und Epifauna erhellt aus dem Vergleich mit den Bodengreiferresultaten und dem Verhalten im Becken. 2. Das Studium der Epifauna erlaubt die Kontrolle der Greifer-Resultate, die Quantitierung der Dredgen-Fänge und, selbständig, die Bearbeitung bekannter For-

*) Auf die Sensibilität von handelsüblichem Farbfilm bezogen.

download unter www.biologiezentrum.at

men und Erscheinungen. Ferner zeigt sich die natürliche Lagebeziehung der Faunen-Elemente zueinander und oft das Verhalten in besonderer Deutlichkeit. Das gilt besonders für den Aufbau der sekundären Hartböden und die Beziehung der vagilen Formen zu ihnen (Abb. 4). 3. Von der Infauna lernen wir die natürliche Anordnung und die Aktivität der Formen kennen, sobald wir in den

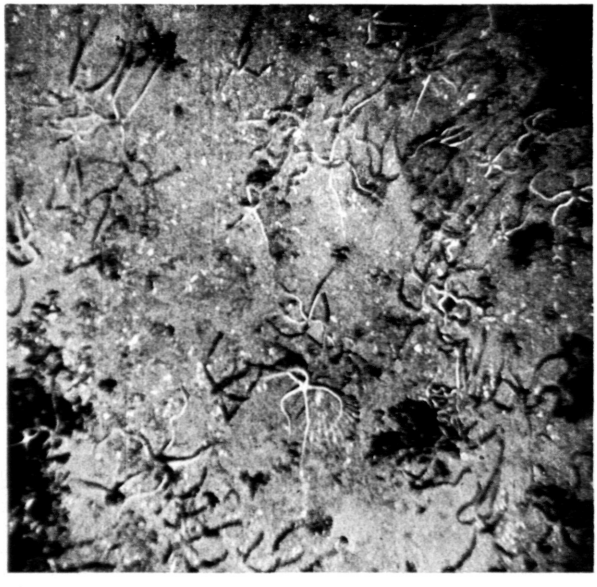

Abb. 4. *Ophiothrix fragilis*-Assoziation. 1 m² in 32 m Tiefe, schlammiger Sandboden vor Rovinj (nördl. Adria). Einige Tiere sind im Augenblick des Umdrehens festgehalten, einige weitere befinden sich in Rückenlage. Die Corallinaceen-Druse (links unten) ist von drei Tieren erklettert. Schwarz-Weiß-Abzug einer Aufnahme auf Kodachrome-Farbfilm

Zeichen der Poren und Spuren zu lesen gelernt haben. 4. Über die Zusammensetzung und die Oberflächengestalt der obersten Sedimentschichte geben allein die Bilder durch Farbe, Homogenitätsgrad, Konsistenz (Spuren und Grob-Bestandteile) und Strömungsspuren den so notwendigen Aufschluß.

In fast allen Fällen werden die fotografischen Arbeiten bei faunistisch-ökologischen Untersuchungen mit Aufsammlungen parallel gehen oder auf die aus ihnen gewonnenen Erfahrungen aufbauen müssen. Wo sie es nicht tun, werden wir nicht mehr als wertvolle Anregungen erwarten dürfen.

download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

Vollständigkeit wurde angestrebt bei der die automatischen Geräte behandelnden Literatur. Aus der Fülle der Arbeiten, die sich mit Unterwasser-Aufnahmen im allgemeinen auseinandersetzen, sind nur die für das vorliegende Thema wichtigen zitiert.

Anonymer Autor, 1917. Electric camera for deep sea photography. Sci. Am. 116. — Barnes, H., 1953. Underwater television and marine research. Discovery 1 (6). — Biebl, R., 1954. Photographische Erforschung des Meeresgrundes. Naturwiss. Rundschau 7. — Bonde, C. v., J. M. Marchand and S. G. Gibbons, 1951. Preliminary experiments in sea-floor photography in South African waters. Trans. Roy. Soc. S. Africa 33 (1). — Boutan, L., 1893. Memoire sur la photographie sous-marine. Arch. Zool. exper. gen., 3. Ser. Tom 1. — Ewing, M., A. Vine and J. L. Worzel, 1946. Photography of the Ocean Bottom. J. Opt. Soc. Amer., 36. — Ewing, M., G. P. Woollard, A. Vine and J. L. Worzel, 1946. Recent results in submarine geophysics. Bull. Geol. Soc. America, 57. — Gast, J. A. and W. V. Burt, 1954. Submarine Photography in Puget Sound. Science Vol. 120. — Hahn, J., 1950. Some Aspects of Deep Sea Underwater Photography. Photographic Soc. Amer., Section B, June 1950. — Harvey, E. N., 1939. Deep sea photography. Science 90. — Harvey, E. N. and R. Baylor, 1948. Deep sea photography. Jour. Marine Res. 7 (1). — Longley, W. H. and C. Martin, 1927. The first autochroms from the ocean bottom. Nat. Geogr. Mag. 51. — Owen, D. M., 1951. Deep Sea Underwater Photography and some Recent Stereoscopic Applications. Photogrammetical Engineering. March 1951. — Shepard, F. P., 1948. Submarine Geology. Harper and Bros., New York. — Shepard, F. P. and K. O. Emery, 1946. Submarine Photography of the California Coast. Jour. Geol., Vol. 54. — Shumway, G., 1954. High pressure electrical lead-through plugs and gravity switches for deep-sea cameras. Deep-Sea Research 1 (3). — Veevers, H. G., 1951. Photography of the sea floor. Journ. Mar. Biol. Assoc., Vol. 30. — Ders., 1952. A photographic survey of certain areas of sea floor near Plymouth. Ebenda Vol. 31. — Williamson, J. E., 1913, in: Photographing under water. Sci. Am. 109 (6).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Zoologische Zeitschrift

Jahr/Year: 1956

Band/Volume: 06

Autor(en)/Author(s): Riedl Rupert

Artikel/Article: Automatische Photographie von Meeresböden für ökologisch faunistische Zwecke. 532-541