

ἦττον εἰς συσκευὰς τῆς αὐτῆς ἐποχῆς κλεισιὰς, καίτοι δὲν ἀναγράφεται ἐπὶ τοῦ σχήματος ἢ λέξις κηροτακίς, σημειοῦται ὅμως πολλάκις ἐν τῷ σχεδιάσματι εἰς τὸ ἄνω μέρος τῆς φιάλης<sup>1</sup>. Ἐπὶ πλεόν εἰς νεωτέρας συσκευὰς, ὅπου τὸ ἄγγος ὀστράκινον ἀντικατέστησεν ἢ ὕαλος, ἢ ὑπαρξίς τῆς κηροτακίδος ἦτο περιττή.

Ἐκ τούτων καθίσταται, φρονοῦμεν, πρόδηλον, ὅτι ἡ κηροτακίς ἦτο ὄργανον χρησιμεῦον πρὸς κανονισμόν τῆς θερμοκρασίας ἐν τῷ ἐσωτερικῷ τῶν χημικῶν συσκευῶν, ἐνθα διενεργοῦνται χημικαὶ ἀντιδράσεις ἀτμῶν ἢ ἐξαχνωμάτων ἐπὶ στερεῶν οὐσιῶν, οἶονεὶ τὸ πρῶτον χονδροειδὲς θερμομέτρον, δι' οὗ καθορίζετο ἡ θερμοκρασία ἐκ τῆς ἀρχομένης μαλακύνσεως ἢ τήξεως ἢ βρασμοῦ ἢ ἐξαχνώσεως ὀρισμένων σωμάτων.

#### RÉSUMÉ

La Kérotakis était un appareil très répandu parmi les premiers alchimistes grecs d'Alexandrie.

D'après de courtes descriptions et quelques Kérotakis grossièrement dessinées, surtout dans le manuscrit de Saint Marc expliqué par Berthelot, il résulte que la κηροτακίς (littéralement: appareil de fusion de la cire) se composait d'abord d'une lame de fer avec un manche sur laquelle on faisait fondre des matières facilement fusibles.

Cet appareil fit plus tard partie d'appareils clos plus compliqués, auxquels elle a donné son nom, et où l'on traitait surtout des lames de métaux par des vapeurs de soufre, de mercure ou d'arsenic. Dans ce cas la Kérotakis prenait une forme parallélogramme dont les extrémités saillaient hors de l'appareil clos. C'est sur cette lame que l'on mettait ou que l'on suspendait le plus souvent les vases qui contenaient les substances à traiter; sur la partie dépassant l'appareil on mettait des substances par la fusion, l'évaporation ou la sublimation desquelles on déterminait ainsi la température régnant à l'intérieur. Cet appareil servait donc comme le premier thermomètre par lequel d'une façon approximative on déterminait la température de l'intérieur des appareils clos à digestion.

#### ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΕΙΣ ΜΗ ΜΕΛΩΝ

**ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ. Über die Entstehung der Dünen\*. Von H. J. Trikkalinos.**

Ἐνεκοινώθη ὑπὸ κ. Κ. Κτενᾶ.

An vielen Stellen der Erdoberfläche und zwar in den Wüstengebieten Afrikas und Asiens trifft man spezielle Sandablagerungen, die uns aus der

<sup>1</sup> Ἴδε τοιαύτας συσκευὰς εἰς τὸ σχῆμα 37 (σ. 131) καὶ 38 (σ. 163) τῆς Introd. τοῦ Berthelot ὡς καὶ εἰς τὰς δύο κλεισιὰς συσκευῶν τοῦ σχ. 44 (σ. 170) ἐν τῷ αὐτῷ ἔργῳ.

\* I. ΤΡΙΚΚΑΛΙΝΟΥ. — Περὶ τῆς γενέσεως τῶν θινῶν.

Literatur als Dünen bekannt sind. Die morphologische Eintönigkeit dieser Formen wird durch die wellenartige Anordnung der äusseren Sandschichten gemässigt. Diese kleinen Formen, die die Dünen umhüllen, nennt man Rippelmarken oder Sandkräuselungen. Die Entstehung der letzten auf den Dünen und die gewisse Ähnlichkeit mit diesen rief immer eine Verwirrung und Meinungsverschiedenheit unter den Forschern, die sich mit diesem Thema befasst haben, hervor, sodass eine ernste und rein objektive Entscheidung dieser Streitfrage auf viele Schwierigkeiten stiess und eine befriedigende Erklärung unmöglich machte.

Nach J. Walter (15 cit. bei Bertololy 2. S. 105) sind die kleinen Formen das embryonale Stadium der Dünen und man nennt sie Miniaturdünen. Bertololy (2. S. 28) findet keinen genetischen Unterschied zwischen beiden Sandablagerungen und nennt die kleinen Formen Kräuselungen, die grossen, Dünen. Nach Gessert (5 S. 23) gibt es keine Übergangsstufen zwischen Rippelmarken und Dünen. Cholnoky (3. S. 128) sagt, es sei nicht möglich, dass sich aus einer Rippelmarke durch allmähliche Entwicklung eine Düne bilde. Philippson (10. S. 273) erwähnt, dass die Entstehung der Rippelmarken aus den Dünen nicht erwiesen sei und vermutet, dass beide Bildungen ganz verschiedene Formen sind. Nach Exner (4. S. 930) sind zwischen Rippelmarken und Dünen Ähnlichkeiten vorhanden. Solger (12. S. 23) sagt, es könne sich nach der Helmholtz'schen Theorie eine Rippelmarke zu einer Düne weiterbilden. Hahmann (6) hält die Helmholtz'sche Theorie der Erklärung über die Entstehung der Dünen für nicht ausreichend. Nach ihm (S. 42) ist die Dünenbildung die Folge rippelartiger Bewegungen des Sandes. Maltezos (9) betrachtet die Sandbildungen als ein rein physikalisches Phänomen.

Die erwähnte unklare Unterscheidung zwischen Rippelmarken und Dünen und die scheinbare Ähnlichkeit der ersten mit ähnlichen Sandformen, welchen man auf sandigen Küsten begegnet, hat viel dazu beigetragen, dass man genetisch nicht unterscheiden konnte zwischen den Sandbildungen, die durch die Einwirkung des Windes entstehen und denen, die auf die Bewegung des Meerwassers, die sandigen Küsten entlang, zurückzuführen sind. Bei den verschiedenen Forschern war der Gedanke, dass alle diese Sandformen dieselbe Entstehungsursache haben, so tief eingewurzelt, dass man oft in der Literatur wichtige Merkmale übersah, die die Entstehung jeder Sandbildung charakterisieren. Diese Verwechslung ging

so weit, dass man unter dem Namen «Dünen» alle Sandbildungen verstand.

Meiner Ansicht nach, die ich auch bei meiner Arbeit (13a) «Über Windrippeln» eingehend behandelt habe, ist eine Trennung der verschiedenen Sandformen nötig, und es muss jede Sandform als ganz getrennt für sich behandelt werden. Da ich meine Ansicht deutlicher zum Ausdruck bringen und mich verständlicher machen möchte, dass zwischen den erwähnten Sandgruppen keine morphologische Verwandtschaft vorhanden ist, lege ich einige Profile von diesen Sandformen bei. Das vergleichende Studium derselben zeigt, dass man die Dünen (Fig. 2) nicht so leicht mit den Windrippeln (Fig. 1) oder Wasserrippeln (Fig. 3) verwechseln darf.



Fig. 1. Windrippeln

Eine Verwechslung kann nur zwischen Windrippeln und Wasserrippeln stattfinden. Die genaue Untersuchung dieser Formen aber zeigt uns, dass, abgesehen vom genetischen Unterschiede noch andere, morphologischer Natur vorhanden sind, die nicht so leicht übersehen werden dürfen. Die Windrippeln, die

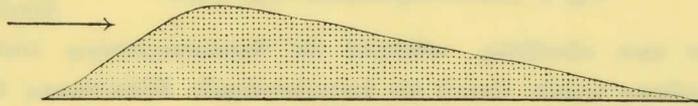


Fig. 2. Düne

durch die Einwirkung des Windes auf der Sandmasse entstanden sind, trifft man auf ebenem sowie auf geneigtem Boden. Der anderen Art von Sandbildungen, nämlich den Wasserrippeln begegnet man am Strande und

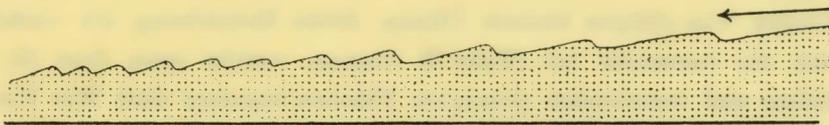


Fig. 3. Wasserrippeln

zwar immer auf geneigtem Strandboden. Ausserdem ist die Lage der flachen Seite bei beiden Sandgruppen nicht dieselbe. So liegt bei Windrippeln (Fig. 1) die grössere und flachere Seite auf der Seite der wirkenden Kraft, während bei Wasserrippeln das Umgekehrte der Fall ist (Fig. 3).

Auf der Insel Langeoog (Nordsee) während des Sommers 1922-23, wie in letzter Zeit auch hier in Südattika habe ich Gelegenheit gehabt,

die Entstehung der Dünen zu erforschen und die Ergebnisse meiner Beobachtungen möchte ich an dieser Stelle kurz erwähnen. Folgende Erläuterungen werden zur Erklärung des Bildungsvorganges der Dünen dienen.

Bei zufällig vorhandenen, oder absichtlich von mir gelegten Hindernissen fand die Dünenbildung folgender Weise statt. Anfangs beobachtete ich nur vor dem Hindernis eine kleine Sandanhäufung, während hinter ihm die Sandablagerung minimal war. Durch die andauernde Einwirkung des Windes auf den Sandboden bildete sich vor dem Hindernis ein Sandhügel, der von ihm durch eine kleine Vertiefung getrennt war (Fig. 4 a). Dieses dauerte so lange fort, bis die Höhe der Sandablagerung die des Hindernisses erreicht hatte, dann änderten sich die Ablagerungsbedingungen

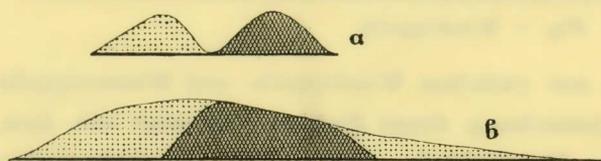


Fig. 4. Entstehungsstadien einer Düne

des Sandes vor und hinter dem Hindernis gründlich. Die kleine Vertiefung, welche die vordere Sandanhäufung von dem Hindernis trennte, füll-

te sich allmählig, während die Sandablagerung hinter dem Hindernis grösser wurde. Durch die fortschreitende Einwirkung des Windes auf die Sandfläche, mit dem Hindernis als Ziel, entstand eine Sandform (Fig. 2) die aus zwei ungleichen und verschieden geformten Flächen gebildet war, und zwar lag die kleinere und steilere Fläche auf der Seite der wirkenden Kraft, die grössere und flachere dagegen in entgegengesetzter Richtung. Die Sandanhäufung hinter dem Hindernis stand umgekehrt im Verhältnis zur Stärke des Windes. Von einigen kleinen Dünen, deren Entstehung ich verfolgte, lege ich die Ausmasse bei (Tafel I). Daraus ersieht man, dass sie von ungleichen und verschieden geneigten Flächen begrenzt sind. Wie Tafel II darstellt, trifft man dieselben morphologischen Merkmale bei noch grösseren Dünen. Ich komme nun auf die Erklärung der Entstehung der Dünen. Die Ablagerung des Sandes vor dem Hindernisse, sowie die Bildung der Vertiefung erkläre ich folgender Weise: Der Wind bewirkt durch seine treibende Kraft die Fortbewegung des Sandes. Der Sand wird so weit getrieben, bis er irgendwo ein Hindernis findet. Dieses dient, weil es den weiteren Weg des Sandes schliesst, gleichzeitig für die kommenden Sandkörner als Anprallfläche. Darauf stossen die durch die Windwirkung weiter

getriebenen Sandkörner und werden zurückgeworfen und davor angehäuft. Die Anhäufung dauert so lange, als das Hindernis noch Anprallfläche bietet. Nach Hagen (7, S. 122) ist die Anhäufung des Sandes vor dem Hindernis und die Bildung der Zwischenrinne auf eine Luftkompression zurückzuführen infolge des Anstosses des Windes auf das Hindernis. Dieser Erklärung kann ich nicht beistimmen, da die Erscheinung auch bei kleinen Hindernissen stattfindet, wo eine Luftkompression nicht so leicht anzunehmen ist. Die Hindernisse und Sandanhäufungen trennende Rinne kann, so lange noch Anprallfläche vorhanden ist, nicht gefüllt werden; da die auf das Hindernis stossenden und zurückgeworfenen Sandkörner nicht senkrecht von demselben, sondern im Bogen auf die Sandanhäufung niederfallen. Diese wirbelartige Bewegung der zurückgeworfenen Sandkörner trägt nicht nur zur Erhaltung, sondern auch zur Ausgrabung der Rinne bei. Es ist leicht verständlich, dass, so lange Sand vor dem Hindernis abgelagert wird, dies nach hinten hin nicht geschieht. Sobald aber der vor dem Hindernis abgelagerte Sand die Höhe desselben erreicht hat, so beginnt, weil jetzt keine Anprallfläche mehr vorhanden ist, die Füllung und zwar durch die gröberen Sandkörner. So wird die vor dem Hindernis liegende kleinere und steilere Fläche der Dünen gebildet. Der übrige Sand und zwar der leichtere wird über das Hindernis hinweggetrieben und hinter ihm, wo Windstille herrscht, abgelagert. Die Menge vor dem, sowie hinter dem Hindernis abgelagerten Sandes steht immer im Verhältnis zur Höhe und Breite des Hindernisses. So ist bei grossen und breiten Hindernissen die Sandanhäufung vor und hinter denselben grösser. Bei sehr kleinen Hindernissen findet vor ihnen keine nennenswerte Sandanhäufung statt. Weiter ist die Sandansammlung vor und hinter dem Hindernis eine Folge der Tätigkeit der Anprallfläche derselben. Liegt sie senkrecht und steil zur Windrichtung, so ist die Sandanhäufung am bedeutendsten. Jede Änderung der Lage und Neigung des Hindernisses wirkt analog auf diese Anhäufung. Die Entwicklung des Dünenschwanzes wechselt nach der jedesmaligen Beschaffenheit des Bodens, auf dem die Dünen entstehen. Falls das hinter dem Hindernis liegende Gelände niedriger ist haben wir eine vollkommeneren Entwicklung des Dünenschwanzes. Liegt aber das Hindernis tiefer als das Hinterland, so ist die Entwicklung unvollkommener. Bei den Dünen mit gut entwickeltem Schwanz verläuft der Rücken nicht geradlinig (Fig. 5), sondern zeigt eine gebrochene Linie.

Diese Erscheinung ist auf eine spätere erodierende Wirkung des Windes zurückzuführen und zwar aus folgenden Gründen: Nachdem die Düne so gewachsen ist, dass sie als ein grosses Hindernis der Windrichtung entgegensteht, wird der grösste Teil des Sandmaterials nicht mehr über den Rücken der Dünen weiter getrieben, sondern seitlich. Diese seitliche Weiterbewegung des Sandes trägt viel zur Bildung der gebrochenen Linie des

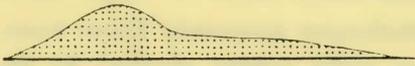


Fig. 5. Zeichnung nach Lichtbild.  
Nat. Grösse.

Dünenrückens bei. Bei einigen Dünen ist diese Schwanzveränderung so gross, dass dort oft ganz steile Flächen zu sehen sind. Die erwähnte Erscheinung war der Grund, dass man in der Literatur

(8 u. 14) oft für den Schwanz die steile Ausbildung als Regel annahm. Dass dem nicht so ist, zeigt Fig. (6). Das sind vereinzelte Fälle von Dünenbildungen. Ich muss nun noch einige Worte über die Entstehung der ziemlich hohen parallel angeordneten Dünenzüge, die in den Wüstengebieten auftreten, sagen. Die morphologische Ähnlichkeit dieser grossen Dünenform zu den Wogen hat viele Forscher zu der Annahme geführt, dass die Dünenbildung nach den Gesetzen der Helmholtz'schen Theorie erfolgt sei. Die Entstehung dieser grossen Dünenformen führe ich auf die oben

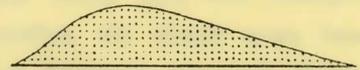


Fig. 6. Zeichnung nach Lichtbild.  
Nat. Grösse.

behandelte Ursache zurück. Auch hier sind es gewisse morphologische Hindernisse, welche die Hauptrolle gespielt haben. Die Bildung der grossen Dünenzüge setzt nun zwar das Vorhandensein grosser Hindernisse als notwendig nicht voraus, denn es genügt irgend eine morphologische



Fig. 7. Zeichnung nach Lichtbild. Nat. Grösse.

Bodenunebenheit, und falls diese nicht vorhanden, kann sie durch die erodierende Einwirkung des Windes entstehen (Fig. 7), um den Kern der grossen Dünenzüge zu bilden. In den Anfangsstufen der Entstehung der grossen Dünenzüge sehen wir wieder jene Merkmale, welche die Dünen charakterisieren müssen. Zur Entstehung von Dünen sind Hindernisse notwendig, hinter welchen Windstille herrscht, damit der Sand abgelagert werden kann. Die Formen bestehen aus zwei ungleichen und verschiedenen

geneigten Flächen, von denen die kleinere und steilere auf der Seite der wirkenden Kraft liegt.

Oft sind die parallelen Dünenzüge durch Quereinschnitte in Einzeldünen verwandelt.

Zusammenfassend habe ich Folgendes zu bemerken:

1) Es kann keine Verwandtschaft zwischen Dünen und Windrippeln geben, noch weniger kann eine Windrippe allmählig zu einer Düne anwachsen.

2) Die Entstehung der Dünen folgt nicht den Gesetzen der Helmholtz'schen Theorie, sondern sie ist die Folge der Ablagerung des Sandes hinter vorhandenen Hindernissen, oder durch die Einwirkung morphologischer Bodenunbenheiten entstanden.

#### DÜNENMESSUNGEN

TAFEL I

TAFEL II

Länge	Vordere Seite	Hintere Seite	Länge	Vordere Seite	Hintere Seite
0.27 m	30°	18°	2.60 m	28°	10°
0.84 »	30°	10°	2.00 »	30°	14°
0.50 »	20°	10°	2.20 »	25°	12°
0.40 »	20°	10°	1.00 »	32°	13°
0.50 »	15°	8°	2.50 »	35°	17°
0.65 »	25°	12°	1.50 »	35°	17°
0.60 »	30°	14°	1.50 »	25°	11°
			15.00 »	25°	20°
			10.00 »	45°	25°

#### LITERATUR

1. O. BASCHIN.—Die Entstehung wellenähnlicher Oberflächenformen. *Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdk.*, Berlin, **34**, 1899, S. 408.
2. F. BERTOLOGY.—Rippelmarken. Diss. Giessen, 1894.
3. E. CHOLNOKY.—Die Bewegungsgesetze des Flugsandes. *Földtany Közlöny*, **31**, 1903, S. 128.
4. F. E. EXNER.—Zur Physik der Dünen. *Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch, Wien, math. naturwiss. Kl. Abt. IIa*, **129**, S. 929.
5. F. GESSERT.—Sandwellen und Wanderdünen. *Naturwissensch. Wochenschr.* N. F., **5**, 1906, Nr. 33, S. 523.
6. P. HAHMANN.—Die Bildung von Sanddünen bei gleichmässiger Strömung. Diss. Leipzig, 1910.
7. G. HAGEN.—Handbuch d. Wasserbaukunst. 3. Teil, Bd. 2, 1883, S. 122.
8. E. KAYSER.—Abriss der Geologie. 1925.

9. K. MALTEZOS. — a) Sur les nodules de sable ou de poussière. *Compt. rend. des Sc. de l'Acad. de Sc, Paris*, 1901, P. 757. b) Les nodules de sable et les agglomérations de cailloux. *Journal de Physique*, 1903, p. 803.
10. A. PHILIPPSON. — Grundzüge der allgemeinen Geographie. II 2. Hälfte, Leipzig, 1924, S. 273.
11. N. A. SOKOLOV. — Die Dünen: Bildung, Entwicklung und innerer Bau, Berlin, 1894.
12. F. SOLGER. — Studien über norddeutsche Inlanddünen. *Forsch. z. Deutsch. Landes-u. Volks.*, 19, Stuttgart, 1910, S. 1.
13. J. TRIKKALINOS. — a) Über Windrippeln. *Petterm. Geograph. Mitteil.*, Heft 9-10, Gotha, 1928, S. 266. b) Περί τῶν ὑδατογενῶν κυματισμῶν τῆς ἄμμου, *Πρακτικά Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν*, 4, 1929, σ. 167.
14. H. WAGNER. — Lehrbuch der Geographie 1, 1923.
15. J. WALTHER. — Das Gesetz der Wüstenbildung, 2. Aufl., Berlin, 1912.

## ΠΕΡΙΛΗΨΙΣ

Διὰ τῆς ἀνωτέρω ἐρεύνης ἀποσκοπεῖται ἡ ἐπακριβῆς ἐξήγησις τοῦ σχηματισμοῦ τῶν θινῶν. Ἡ μελέτη ἐξετελέσθη ἐπὶ τῆς νήσου Langesog (Βόρειος θάλασσα), ἐσχάτως δὲ ἐπεξετάθη καὶ συνεπληρώθη διὰ νεωτέρων παρατηρήσεων ἐπὶ τῆς νοτίου Ἀττικῆς. Γῆς ἐργασίας ταύτης προηγεῖται σύντομος ἔκθεσις τῶν μέχρι τοῦδε δημοσιευθειῶν ἐργασιῶν, ἀκολουθεῖ δὲ ἡ συγκριτικὴ ἐξέτασις τοῦ σχηματισμοῦ τῶν διαφόρων ἄμμοδῶν μορφῶν. Οὐσιώδη γενετικὰ καὶ μορφολογικὰ αἰτία μᾶς ἐπιβάλλον τὸν χωρισμὸν τῶν ἄμμοδῶν τούτων σχηματισμῶν ἀπ' ἀλλήλων καὶ καθιστοῦν τὴν ἀνάγκην ἐπιτακτικὴν, ὅπως ἕκαστος σχηματισμὸς ἄμμου χαρακτηρίζεται δι' ἰδίου ὀνόματος ἀναλόγως τῆς φύσεως τῆς ἐπενεργούσης δυνάμεως. Ἡ ὑπὸ τὸν κοινὸν ὄρον «θίνες» ὀνομασία παντὸς σχηματισμοῦ ἄμμου ἐπέφερε μόνον τὴν σύγχυσιν καὶ ἀπεμάκρυνε τοὺς ἐρευνητὰς ἀπὸ τοῦ πραγματικοῦ γενετικοῦ αἰτίου.

Μετὰ τὴν διάκρισιν ταύτην ἀκολουθεῖ ἐκτενὴς περιγραφή περὶ τοῦ σχηματισμοῦ τῶν θινῶν, ἐκ τῆς ὁποίας καταδεικνύεται ὅτι αἱ θίνες δὲν ἐσχηματίσθησαν κατὰ τὴν θεωρίαν τοῦ Helmholtz, ἀλλ' εἶναι τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ἀποθέσεως τῆς ἄμμου ὅπῃ σθεν προὔπαρχόντων ἢ κατόπιν τῆς ἐπενεργείας τοῦ ἀνέμου δημιουργηθέντων ἐμποδίων.

### ΧΩΡΟΓΡΑΦΙΚΗ ΓΕΩΛΟΓΙΑ. — Παρατηρήσεις περὶ τῆς γεωλογικῆς συστάσεως τῆς Λήμνου\*, ὑπὸ κ. Π. Κοκκόρου. Ἐνεκοινώθη ὑπὸ κ. Κωνστ. Α. Κτενᾶ.

Ἡ προκειμένη ἀνακοίνωσις περιλαμβάνει παρατηρήσεις τινὰς περὶ τῆς γεωλογικῆς συστάσεως τῆς νήσου Λήμνου γενομένας κατὰ τὴν πρώτην ἐξέτασιν αὐτῆς, ἣτις ἐξετελέσθη τῇ ὑποδείξει καὶ κατὰ τὰς ὁδηγίας τοῦ καθηγητοῦ κ. Κ. Κτενᾶ

\* P. ΚΟΚΚΟΡΟΣ. — Contribution à l'étude de la constitution géologique de l'île de Lemnos.

Δημοσίευμα (ἀρ. 44) ἐκ τοῦ Ὄρυκτολογικοῦ καὶ Πετρολογικοῦ Ἐργαστηρίου τοῦ Πανεπιστημίου Ἀθηνῶν.

\* Ἀνεκοινώθη κατὰ τὴν συνεδρίαν τῆς 6 Φεβρουαρίου 1930.