

REVUE  
ÜBER DEN INHALT  
DES  
ÉRTESITÓ.

SITZUNGSBERICHTE DER MEDICINISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN  
SECTION DES SIEBENBÜRGISCHEN MUSEUMVEREINS.

II. NATURWISSENSCHAFTLICHE ABTHEILUNG.

XVI. Band.

1891.

III. Heft.

ALLGEMEINE THEORIE DES VOGELFLUGES.

(Dritte Mittheilung — deutscher Auszug.)

Von Dr. Ludwig Martin Universitäts Professor in Klausenburg.

1.

Letzthin reflektirte ich nur auf das Schweben und drückte die Schwebearbeit durch das Gewicht des Thieres und die Anzahl der Flügelschläge per Sekunde aus. Das Resultat war, dass diese Arbeit zum Gewicht in direkten, zu den Flügelschlägen in verkehrten Verhältniss steht.

Die Richtigkeit dieses überraschend einfachen Resultates kann zwar in Anbetracht der einwurfsfreien Ableitung nicht angezweifelt werden; indessen da theoretische Ableitungen erst dann Existenzberechtigung erlangen, wenn sie die Feuerprobe der Erfahrung überstanden haben, so musste auch unsere Formel in so lange für problematisch gehalten werden, bis nicht Daten der Erfahrung für ihre Richtigkeit eintreten.

Hiezu schien aber wenig Aussicht vorhanden zu sein; denn der freischwebende Vogel ist für uns unnahbar und Messungen an ihm vorzunehmen, während er schwebt, schien wohl unmöglich. Indessen menschlicher Geist überwindet Hindernisse.

Durch die gütige Vermittelung des H. Pr. Dr. Géza Entz in Budapest kam mir der 2-te Band des Jahrganges 1888. von der pariser „Revue Scientifique“ auf kurze Zeit zu Händen, allwo ich in Nr. 10 den Artikel „Le problème mécanique du vol“ von Marey fand.

In diesem beschreibt M. seine ersten seitdem vielfach wieder-

holten momentphotographischen Aufnahmen frei fliegender Vögel. Wir übergehen in diesem Auszuge die kurze Beschreibung dieses hinreichend bekannten Verfahrens, wodurch es M. gelang 50 Momentbilder in der Sekunde auf zu nehmen.

M. experimentirte erstlich mit einer Móve (goéland) und gibt im citirten Artikel (pag. 297) folgende Daten bekannt: das Thier wog 623 Gramm, machte per Sekde 5 Schläge, wobei Anhub und Niederschlag gleich schnell erfolgte, und der Schwerpunkt des Vogel vollzog bei jedem Flügelschlag eine vertikale Oscillation von 45 Millimeter.

Die publizirten Photographien zeigen, dass der Flug in horizontaler Richtung erfolgte, mithin das Thier sich schwebend erhielt, daher obige Formel auf den vorliegenden Fall anwendbar ist. Und da M. ausser  $G = 0.623$  Kilogr. und  $n = 5$ , noch die Oscillation  $h_0 = 0.045$  Meter gemessen, so lässt sich die Schwebearbeit noch auf eine zweite Art berechnen.

Man hat nämlich die Arbeit  $L = \frac{G \cdot h_0}{t}$  wo  $t$  die Zeit des Flügelniederganges bezeichnet. Es ist aber  $t = \frac{1}{2}n = \frac{1}{10}$  also:

$$L = \frac{0.623 \times 0.045}{0.1} = 0.2804 \text{ Meterkilogramm.}$$

Andererseits ist nach unserer Formel:  $A = \left(\frac{m+1}{m-1}\right)^2 \frac{Gg}{4n}$ , wobei aber  $m = \infty$  zu setzen ist, weil aus den Momentaufnahmen deutlich zu entnehmen ist, dass der Vogel durch geschickte Wendung des Flügels denselben beim Anhub dem Luftwiderstande zu entziehen im Stande war; also ist für diesen Fall:  $A = \frac{Gg}{4n} = \frac{0.623 \times 9.8}{4 \times 5} = 0.305$  Meterkilogramm. Der Vergleich zeigt eine Abweichung von nur  $8\frac{1}{2}$  Perzent, so dass man sagen kann, dass Theorie und Erfahrung hier ganz gut übereinstimmen.

Uebrigens findet diese geringe Abweichung zum Theil dadurch Erklärung, dass M. dem Bild des Vogels nur 18 m/m. Grösse geben durfte um sämtliche 50 Bilder (die in der Natur auf eine Wegstrecke von circa 8 Meter sich vertheilten) noch auf eine Platte zu bekommen; er nahm also seine Maassen von einem circa 14-mal verkleinerten Bilde, welcher Umstand die unvermeidlichen Vermessungsfehler vergrössert. Auch kommt noch zu beachten das M. nicht

den Weg des vom auf- und niederschwingenden Flügel streckenweise verdeckten Schwerpunktes, sondern den des Vogelauge gemessen. Nun mögen beide Wege in Folge der Gliederbewegung von einander abweichen. Und in der That zeigt sich auch, dass der Schwerpunkt zu Folge der Rechnung  $h = A/G = 0.049$  Oscillationshöhe beschreiben musste während M. für das Vogelauge nur 0.045 Oscillationshöhe fand.

Diess wollte ich constatiren. Und jetzt erst, nachdem sich eine Uebereinstimmung von Theorie und Experiment ergeben hat, sind wir berechtigt für die Richtigkeit der ersteren ein zu stehen.

Die Theorie des Fluges ist aber durch die Formel für die Schwebearbeit nicht erledigt. Das Problem des Vogelfluges ist so umfangreich und verwickelt, dass es sich auf einem Hieb nicht lösen lässt. Das Vorigemal haben wir den Fall behandelt, wenn das Thier nur so viel Kraft entwickelt, als erforderlich ist, um sich schwebend zu erhalten; behandeln wir nun den Fall, wenn es mehr Kraft entwickelt als zum Schweben erforderlich ist.

## 2.

Das Vorigemal setzten wir voraus, dass beide Flügel, wenn sie per Sekunde  $n$  Schwingungen auf und nieder vollführen, beim Niedergang den Druck  $P$ , beim Anhub den Druck  $Q$  entwickeln. Diese Kräfte ertheilen der Vogelmasse, vom Gewichte  $G$ , die durch (1) [Siehe den ungr. Original Text] dargestellten Acceleration  $p$  und  $q$ ; wobei sich zeigte, dass, wenn die Arbeit der Gravitation ein Minimum werden soll, für die Niederschlagszeit  $t$ , Gleichung (2) [Siehe d. ungr. Orig. Text] zu gelten hat und dassdann die Gleichung (3) [Siehe d. ungr. Text] die Schwebearbeit  $A$  ausdrückt unter der Voraussetzung, dass  $Q$  gegen  $P$  verschwindet.

Es sei nun  $n_1 > n$  und  $L$  die Arbeit beider Flügel bei  $n_1$  Flügelschwingungen, weiteres sein  $P_1$  und  $Q_1$  die vertikalen Drücke beider Flügeln bei  $n_1$  Schwengungen, dann ertheilen diese Drücke der Vogelmasse vom Gewichte  $G$  die durch (4) [S. d. u. T.] ausgedrückten Accelerationen  $p_1$  und  $q_1$ , welche die Vogelmasse bald vertical nach aufwärts bald nach abwärts treiben. Und zwar drücken, wenn  $T$  und  $T_1$  die Zeitdauer des Flügelnieder- beziehentlich Aufganges ist, die durch (5) [S. e. u. T.] dargestellten  $h$  und  $h_1$  die

respektiven Säulenhöhen aus, um welche der Schwerpunkt des Thieres sich hebt oder senkt. Haben also die Flügel einen Niedergang und Anhub vollendet, so befindet sich der Schwerpunkt in der durch (6) [S. d. u. T.] ausgedrückten Höhe:  $h-h_1$ .

In dieser Gleichung drückt das erste Glied rechterseits die Säulenhöhe der Kräfte  $P_1$  und  $Q_1$ ; das zweite negative Glied hingegen die Säulenhöhe der Gravitation aus. Die Säulenhöhe  $h-h_1$  linkerseits wird also um so grösser, je kleiner rechterseits das negative Glied wird, und erstere erreicht ihr Maximum, wenn letzteres ein Minimum wird. Dieses Minimum zu finden, beachte man, das  $(T+T_1)$  die Zeitdauer einer Flügelschwingung ist, diess führt auf (7) [S. d. u. T.] drückt man in dem Ausdruck:  $g/2 [T^2+T_1^2]$  die Zeit  $T_1$  durch  $T$  aus, so erhält man (8) [S. d. u. T.] aus der sich für das gesuchte Minimum die Bedingung  $T = T_1 = \frac{1}{2n_1}$  ergibt. Diese Bedingung wurde schon beim Schweben vorgefunden, sie ist also, da sie sich im Vorliegenden Fall wiederholt hat, nicht nur beim Schweben, sondern auch beim Nichtschweben gültig.

Lässt man nun  $T=T_1$  sein, so führt die Gleichung (6) [S. d. u. T.], mit  $G$  und  $n_1$  multiplicirt, auf (9) [S. d. u. T.] die, wenn  $n(h-h_1)=H$  gesetzt wird, sofort in (10) [S. d. u. T.] übergeht.

Alles hängt nun von einer richtigen Deutung dieser Gleichung ab. Ihre linke Seite drückt unlängbar eine Arbeit aus, also drückt auch die rechte Seite eine Arbeit aus; und zwar ist das erste Glied die Arbeit die die Kräfte  $P_1$  und  $Q_1$  d. h. die der Flügel verrichtet, man bezeichne sie mit  $L$ ; das negative Glied hingegen drückt die durch die Gravitation verrichtete Arbeit aus, wir wollen sie mit  $A_1$  bezeichnen. Setzt man endlich  $Q=0$ , so erhält man in (11) [S. d. u. T.] die Arbeiten  $L$  und  $A_1$  wodurch (10) [S. d. u. T.] sich in (12) [S. d. u. T.] verwandelt. Diese durch  $G$  dividirt führt auf (13) die sich noch einfach auf die zweite Form von (13) bringen lässt.

Aber nun war, für  $m=\infty$ ,  $A=Gg/4n$ , dieses und Gleichungen (11) in (13) eingeführt, gelangt man zur Gleichung (14) [S. d. u. T.]; schreibt man  $P$  statt  $2G$ , so hat man endlich (15).

Um diese Gleichung zu transformiren beachte man, dass  $P$  und  $P_1$  die Drücke sind die ein und derselbe Flügel einmal bei,  $n$  das anderemal bei  $n_1$  Schlägen auszuhalten hat. Diese Drücke wachsen

wie die Quadrate der Geschwindigkeiten, und diese wieder (bei gleichem Schwingungswinkel) wie die Anzahl der Flügelschläge, also besteht die Proportion:  $P_1 : P = n_1^2 : n^2$ ; dem zu Folge hat man statt (15) nunmehr (16) [S. d. u. T.], in welchen der Faktor  $A/G$  den Weg  $h_0$  ausdrückt den die Last  $G$  unter der Wirkung der Arbeit  $A$  zurücklegt, wodurch man endlich zur Gleichung (17) geführt wird.

## 3.

Bevor wir weiter fortschreiten müssen wir gewisse Nebenumstände untersuchen, die bei der Weiterentwicklung unserer Theorie zu beachten sein werden.

Es treten in den Formeln mehrere Quantitäten auf, die sich bald auf den Schwebefall bald auf den Nichtschwebefall beziehen. Es bestehen unter ihnen gewisse Beziehungen die wir kennen lernen müssen. So sahen wir vorhin, dass für einen Flügel, der bei  $n$  Schlägen den Druck  $P_1$  bei  $n_1$  Schlägenden Druck  $P$  erleidet, die Proportion:  $P_1 : P = n_1^2 : n^2$  besteht aus dem sofort die Gleichung (18) sich ergibt. Sie setzt aber voraus dass der Flügel jedesmal einen gleichgrossen Schwingungswinkel beschreibt. Trifft diese Bedingung nicht zu, schwingt sich der Flügel ziehentlich um die Winkel  $\varphi$  und  $\varphi_1$  so wird, weil  $P : P_1 = v^2 : v_1^2$  und  $v : v_1 = \varphi n : \varphi_1 n_1$ , an die Stelle von (18) die Gleichung (19) treten. Oben hatten wir der (11) zufolge  $L = P_1 g / s n_1$ ;  $A_1 = G g / 4 n_1$  schreibt man  $P/2$  statt  $G$ , so kommt man zu den drei Gleichungen sub (20). Von denen die zwei letzten auf (21), die erste und zweite auf (22), die erste und dritte auf (23) führt; eliminirt man aus dieser und der (19)  $P$  und  $P_1$ , so stösst man auf (24), lässt man in dieser  $\varphi = \varphi_1$  sein, so geht sie in (25) über. Eliminirt man aus (24) und (19)  $n$  und  $n_1$  so gibt das die (26) die für  $\varphi = \varphi_1$  in (27) übergeht. Eliminirt man  $P$  und  $P_1$  aus (22) und (26), so erhält man (28), die für  $\varphi = \varphi_1$  in (29) sich verwandelt.

Um diese überaus einfachen Relationen richtig zu verstehen, hat man auf die richtige Bedeutung der auftretenden Grössen zu achten. Folgende Quantitäten:  $A$   $P$   $G$   $n$  und  $\varphi$  welche der Reihe die Flügelerarbeit, den Flügeldruck, das Vogelgewicht, die Schwingungszahl per Sekunde und den Schwingungswinkel bezeichnen, beziehen sich auf den Fall des Schwebens; — hingegen  $L$   $A_1$   $P_1$   $G$   $n_1$  und  $\varphi_1$ ,

welche die totale Flügelarbeit, die Flügelarbeit zur Erhaltung des Schwebens, den Flügeldruck, das Vogelgewicht, die Schwingungszahl und den Schwingungswinkel bezeichnen, beziehen sich auf den Fall wenn die totale Flügelarbeit den Schwerpunkt des Vogels per Sekunde um die Höhe  $H$  höher stellt. Man hat hier also zwei verschiedene Schwebearbeiten, die eine  $A$  beim Schweben-, die andere  $A_1$  beim Nichtschwebenfall.

Da  $n$  und  $\varphi$  von einander unabhängig sind, so mussten beide beim Schweben und Nichtschwebenfall in die Formeln eintreten, um den Einfluss von  $\varphi$  zu wahren. Es ist in dessen nicht selten der Fall (ja sogar dieser ist der gewöhnlichere) dass  $\varphi = \varphi_1$  wird; dies ist die Bedingung eines gleichen Schwingungswinkels, auf diese wird jederzeit geachtet, so oft man  $\varphi$  aus dem Formeln weglässt. Diese sind aber auch die wichtigsten Fälle. So zeigt z. B. die (25) dass die Arbeiten  $L$  und  $A$  bei gleichen Schwingungswinkeln den Schwingungszahlen  $n$  und  $n_1$  proportional sind. Besondere Beachtung verdient die (29) in der nur  $L$ ,  $A$  und  $A_1$  auftreten und das merkwürdige Gesetz ausspricht, demzufolge  $A$  die mittlere geometrische Proportionale von  $A_1$  und  $L$  ist.

Dies führt wieder auf eine merkwürdige Transformation der (17). Da nämlich der (25) zufolge die totalen Flügelarbeiten  $L$  und  $A$  den Schwingungen  $n_1$  und  $n$  proportional sind, so geht die (17) schrittweise in (30) über.

#### 4.

Um unsere Theorie weiter zu entwickeln, kehren wir auf (12) zurück. Man gewinnt ihr zufolge, sobald  $L > A_1$  ist, die Arbeit  $GH$ . Sie ist disponibel, da die Anforderung des Schwebens durch  $A_1$  gedeckt sind. Der Vogel kann sie beliebig verwerthen; er kann sie auch zum Theil oder vollständig in horizontale Bewegung umsetzen.

Unsere Flugtheorie geht von der Voraussetzung aus, dass die Luft gewisse Drücke  $P$  und  $Q$  auf den auf und nieder geschwungenen Flügel ausübt, die vertikal gedacht wurden. Das erreichen wir, wenn wir den Schwingungsachsen eine fixe Lage ertheilen, die jedesmal von der Form des Flügels abhängt. Geben wir letzterem eine solche Form, dass die Schwingungsachse eine horizontale Lage

zu erhalten hat, wenn der Druck  $N$  auf den Flügel sich vertikal stellt.

So lange die Schwingungsachse horizontal bleibt, behält der Druck  $N$  die vertikale Lage bei; und ist  $N = 2G$ , so wird das Thier schweben, ist aber  $N > 2G$ , so wird es mit jeder Sekunde um die Höhe  $H$  sich höher heben. - Gibt man aber der Schwingungsachse unter Beibehaltung der früheren Schwingung, so dass  $N$  unverändert und  $> 2G$  bleibt, eine geneigte Lage, so verlässt auch  $N$  seine verticale Lage und weicht um den nämlichen Winkel  $\alpha$  von der verticalen ab um welchen Winkel  $\alpha$  die Achse von der horizontalen Lage abweicht. In Folge dessen zerlegt sich die Kraft  $N$  in die durch (31) ausgedrückten Componenten  $P$  und  $R$ . Zur Erhaltung des Schwehens muss die vertikale Componente  $P = 2G$  sein, dies führt auf (32) aus der sich der Winkel  $\alpha$  bestimmt. Nun ist  $N$  identisch mit der Kraft  $P_1$  dadurch geht (32) in (33) über, in der sich  $P$  und  $P_1$  noch durch  $n$  und  $n_1$  ausdrücken lässt.

Die andere horizontale Componente  $R$  versetzt die Masse des Vogels in horizontale Bewegung. Ist  $u$  die horizontale Geschwindigkeit  $\zeta$  und  $\gamma$  Widerstandscoëff. und Dichte der Luft, endlich  $F$ , der auf die horiz. Bewegung senkrechte Querschnitt des Vogels, so drückt (34) die Grösse dieses Widerstandes aus, der sich mit der Comp.  $R$  in's Gleichgewicht setzt, was schliesslich auf (35) führt.

Nun ist  $n$  durch  $G$  ausgedrückt; um diese Geschwindigkeit durch die Fallgeschwindigkeit aus zu drücken, beachte man dass die Fallgeschwindigkeit  $v$  der ausgebreiteten Flügelflächen  $f$  an die Grenze:  $2g P = \zeta \gamma f v^2$  gebunden und beim Schweben  $P = 2G$  ist, so führt diess (35) in (36) oder beziehentlich in (37) über, was endlich bei Benützung von (33) in (38) sich verwandelt.

Aber nun muss die Fallgeschwindigkeit gleich jener Geschwindigkeit sein, mit welcher die Druckpunkte beider Flügel vertical nach abwärts schlagen. Diese Druckpunkte bewegen sich um die Schwingungsachsen, ihre Bewegungsrichtung weicht also um den Winkel  $\alpha$  von der verticalen ab. Ist  $v_1$  ihre Geschwindigkeit, so hat man  $\text{Cos. } \alpha = (n/n_1)^2 = (v/v_1)^2$ . Drückt man also in (38)  $v$  durch  $v_1$  aus, so gelangt man zur Gleichung (39).

Der weitere Theil dieses Abschnittes zeigt wie sich die horizontal Bewegung zur drehenden Bewegung verwenden lässt. Gibt

man nämlich der einen Flügelachse die Neigung  $(+\alpha)$ , der anderen  $(-\alpha)$ , so bekommt R in (31) für den erstern einen positiven, für den letzteren einen negativen Werth; das auf solche Weise entstehende Kräftepaar trachtet, sodann den Körper des Vogels und die Verticale des Schwerpunktes in Umdrehung zu versetzen. Der Vogel führt also die Steuerung einfach dadurch aus, dass er die Schwingungsachsen entgegengesetzt einstellt.

## 5.

Nach der kleinen Digression bezüglich der Lenkbarkeit des Vogelkörpers, kehrt die Abhandlung wieder zur horizontal Bewegung zurück, indem Vor- und Nachtheile der vorhin erörterten Flugtheorie kurz besprochen werden. Sie beruht auf dem Grundsatz Anhub- und Niederschlagszeiten der Flügelschwingung gleich gross zu machen. Diese Methode hat zwar den Vortheil die für die horiz. Bewegung verloren gehende Gravitations-Arbeit zu einem Minimum zu machen, sie gibt aber nebenbei den Nachtheil in Kauf, der in so ferne von Belang ist als durch ihn die Sicherheit der Lebensexistenz leicht gefährdet werden kann.

Die Formeln sind alle von der Natur, dass dem Wachsen des Werthes der Grössen  $n$ ,  $L$  und  $P$ , keine Grenzen gesteckt werden; nun nimmt  $L$  nach den ersten,  $P$  hingegen nach den zweiten Potenzen von  $n$ , zu. Bei dem viel rascheren Ansteigen des die Festigkeit des Flügels in Anspruch nehmenden  $P$ , kann es leicht geschehen dass eine momentan angestrebte Vermehrung der Arbeit  $L$  eine solche Zunahme des vom Flügel zu tragenden Druckes  $P$  zur Folge hat, die die Tragfähigkeit des Flügels übersteigt. Offenbar muss die Natur beim Vogel irgend ein Expediens gefunden haben, wodurch die Gefahr eines Flügelbruches behoben wird. Dieses Expediens besteht in der Kürzung der Anhubszeit, das der Vogel immer dann anwendet, wenn die Tragfähigkeit des Flügels eine weitere Steigerung von  $P$ , mithin eine weitere Kürzung der Nierschlagszeit  $t$  nicht mehr verträgt.

Die Theorie des Fluges bei unbegrenzt steigerbarem  $P_1$  und  $L$  ruht auf der Formel (40); in der der Flügeldruck  $P_1$  zu Folge (18) nach dem Quadrate von  $n = \frac{1}{2}t$  (wobei  $t =$  Niederschlagszeit) zu-

nimmt. Um die Gefahr, die hieraus erwächst, zu vermeiden, stellen wir das Princip auf, dass  $P$  constant bleibe. Dann wird die Säule  $h-h_1$  in (40) nur noch so variabel sein können wenn  $t_1$  bei constantem  $t$  variabel ist. Es besteht aber zwischen den Grössen  $n_1$   $t$  und  $t_1$  die Gleichung (41) der zu Folge also  $n_1$  noch immer variabel bleibt wenn auch  $t$  constant betrachtet wird. Führt man an die Stelle des  $t_1$  unter Voraussetzung der Gleichung (42) die neue Variable  $\theta$  ein, so geht (41) in (43) und dem Zufolge die (40) nach Multiplikation mit:  $Gn_1$  in (44) über, worin  $L$  und  $A_1$  die in  $\theta$  ausgedrückte Arbeiten des Flügels und des Schwebens bezeichnen.

Vor Allem hat man nun hinsichtlich der Variablen  $\theta$  ins Reine zu kommen. Ein Blick auf (42) zeigt dass dieselbe nur positiver Werthe fähig ist; also sind 0 und  $\infty$  ihr kleinster und grösster Werth. Es fällt nun auf dass  $A$ , sowohl für  $\theta = 0$  als auch für  $\theta = \infty$  den nämlichen Werth erhält also muss  $A$ , für ein zwischen 0 und  $\infty$  liegendes  $\theta$  ein Maximum oder Minimum besitzen. Offenbar hängt diess nur von dem Faktor mit  $\theta$  ab; setzt man ihn  $= U$ , so zeigen die Gleichungen in (46) in der That für  $\theta = 1$  ein Minimum an. Nun kommen noch (45) zu beachten die sich für  $\theta = 0$  aus (44) ergeben. Lässt man noch in (44)  $\theta = 1$  sein, so erhält man in (47) die vom Schwebefall bereits bekannten Formeln (11) und (12). Diese bilden also den Ausgangspunkt der gegenwärtigen Rechnung.

Vergleicht man jetzt dieses Alles unter einander, so ergibt sich aus (44) und (45) die (48), wo  $L_0$   $A_0$  hypothetische Werthe von  $L$ , und  $A$ , sind, die diese erst für  $\theta = 0$  erreichen. Bestimmt man  $\theta$  aus der letzten Gleichung von (48) so führt das auf (49), wo  $\alpha$  und  $\vartheta$  als neue Hilfsgrössen an die Stelle von  $A$  und  $L$  treten. Setzt man endlich in der letzten Gleichung von (49)  $\theta = 1$ , so gibt das (50); das hieraus sich ergebende Resultat in (47) substituirt führt auf (51), wo  $A_0$   $L_0$  schliesslich mit Rücksicht auf (45) durch  $G$  und  $P$  ersetzt werden. Nun hängt es von uns ab welche Deutung wir der (51) geben wollen; sie gilt für  $\theta = 1$ , wo  $A_1$   $L_1$  in die durch (47) Bestimmten  $A$   $L$  übergehen, diese gelten beim absoluten Schweben wo  $H = 0$  wird. Nimmt man diese Bedingung an, so führt (51) auf (52) und diese auf (53) wodurch die Hypothese, dass  $T$  constant sei erfüllt wird. Kehrt man nochmals auf (44) zurück indem man  $2G$  statt  $P$  setzt, so gibt das die (54) woraus nach erfolgter Reduction sich

schliesslich  $H$ , ergibt. Zum Abschluss dieses Abschnittes wird endlich (55) und beziehentlich (56) die zwischen  $n$ ,  $n$ , und  $\theta$  bestehende Relation mit Hinzuziehung der Hilfsgrösse  $\gamma = Gg/L_1$  bestimmt.

## 6.

In diesem Schlussabschnitte wird der Flug bei gleicher Flügelanhubs und Niederschlagszeit mit dem Flug bei verkürzter Anhubszeit verglichen. Der Vergleich fällt zu Folge (59) und (60) zu Gunsten der ersteren aus. Es ist also hinsichtlich des Aufstieges  $H$  der Flug bei gleicher Anhubszeit und Niederschlagszeit gegen jenen mit verkürzter Anhubszeit im entschiedenen Vorthail.

---

# UEBER DAS MAGNETISCHE VERHALTEN DES MORAVICZAER MAGNETITS IM VERGLEICH ZU STAHL.

(Mit 3 Tafeln.)

*Von Dr. Anton Abt Univers. Professor.*

## 1.

Bekanntlich gibt es magnetische Stoffe, die grösseren permanenten Magnetismus zeigen als der Stahl; so übertrifft jener des Nikkels in Stabform den des Stahls bei geringen Intensitäten der magnetisirenden Kräfte etwa fünfmahl. Nach meinen Messungen <sup>1)</sup>, welche ich mit 10 cm. langen, 0.9 cm. breiten und 0.1 cm. dicken Lamellen aus Nikkel, glashartem und gelb angelassenen Stahl bei verschiedenen von 0.415 bis 8.665 Ampère allmählig aufsteigenden magnetisirenden Stromintensitäten ausführte, war der permanente Magnetismus des Nikkels bei der Stromintensität von 0.654 Amp. 4.8-mal grösser, als jener des glasharten Stahls, während letzterer bei 8.665 Amp. den des Nikkels 3.8-mal überwiegte.

Auch das unter dem Namen Magnetstein oder Magnetit bekannte Mineral nimmt, wie bekannt, bedeutenden permanenten Magnetismus an, welcher nach A. L. Holz's Untersuchungen <sup>2)</sup> selbst bei stärkeren magnetisirenden Kräften jenen des glasharten Stahls nahe  $1\frac{1}{2}$ -mal überragt. Auch hier ändert sich dieses Verhältniss bei aufsteigender Intensität des magnetisirenden Stromes, doch nicht so bedeutend, wie bei Nikkel. Nach meinen auf den Magnetit aus Moravicza bezüglichen Messungen erreichte diese Verhältnisszahl zwischen

---

<sup>1)</sup> Berichte der naturwissenschaftlichen Section des Siebenbürger Museum-Vereins. 1890. II. Heft, pag. 181.

<sup>2)</sup> Annal. der Phys. u. Chemie. Neue Folge. Bd. V. pag. 169. 1878.

den permanenten Magnetismen des Magnetits und des glasharten Stahls den Werth von 1·82, ja bei einem Exemplar sogar 2·21.

Ein seltenes Exemplar eines natürlichen Magnets von abgerundeter aus dem Magnetitlager zu Moravicza, welches bei einem Gewicht von 1·08 Kgr. in seiner jetzigen Armatur vor dem letzten Abreissen des Ankers eine Tragkraft von nahezu 3 Kgr. hatte, veranlasste mich zu einer eingehenden Untersuchung des magnetischen Verhaltens dieser Magnetsteine. Aus Gefälligkeit der Verwaltungsdirection des grossartigen Eisenwerks zu Resicza in Ungarn erhielt ich 10 verschiedene Exemplare aus dem reichhaltigen Magnetitlager zu Moravicza im Krassó-Szörényer Comitát, welche frei von Rissen und Sprüngen zu magnetischen Messungen ganz besonders geeignet waren.

Behufs Vergleichung des magnetischen Verhaltens dieser Magnetite mit jenem des Stahls liess ich aus zwei Exemplaren von verschiedener Zusammensetzung und Struktur je zwei parallelpipedische Stücke  $I_1$ ,  $I_2$  und  $II_1$ ,  $II_2$  schleifen und ganz gleich geformte Stücke aus glashartem und aus blau angelassenem Stahl anfertigen. Das Exemplar, aus welchem die Stücke I geschliffen sind, ist nach der Untersuchung des Herrn Prof. Anton Koch ein reiner, von fremden Einschlüssen freier, feinkörniger, etwas poröser Magnetit, an welchem der in Folge der Einwirkung von O entstandene Hämatit in den Poren deutlich wahrzunehmen ist. Sein spezifisches Gewicht beträgt 4·537 und es enthält nach der Analyse des Prof. Franz Koch 3·1455% unlösbare Stoffe — gróstentheils Kieselsäure — und 17·527% Eisen. Die mit II bezeichneten Stücke sind aus einem dichten, feinkörnigen von gelben Adern durchzogenen Magnetit geformt, an welchem eingesprengte Chalkopyrit Körnchen wahrnehmbar sind, die gróstentheils in Malachit umgewandelt wurden; auch eine Limonit-schichte war zu erkennen. Die Adern bestehen aus durch Eisenrost gefärbten feinkörnigem Quarz. Das spezifische Gewicht dieses Magnetits ist 4·656, seine chemische Zusammensetzung 14·0489% in Salzsäure unlösliche Theile und 61·4206% Eisen. Das Exemplar II enthält also bedeutend mehr Eisen, als das mit I bezeichnete.

Sämmtliche Magnetetprisen sind frei von Rissen, Sprüngen und Brüchen, und ihre Dimensionen folgende:

	Länge.	Breite.	Dicke.	Volum.
I.	9·17 cm.	2·5 cm.	1·67 cm.	31·4135 cm. <sup>3</sup>
II.	8·46 "	2·4 "	1·91 "	38·7806 "

Die zur Magnetisirung verwendete Spirale bestand aus 2 mm. starken, mit Seide umspunnenen Kupferdraht, hatte eine Länge von 20 cm., mehrere Lagen und 441 Windungen. Die Grösse des Magnetismus wurde mittels eines empfindlichen Spiegelgalvanometers, Skala und Fernrohr gemessen. Die Spirale befand sich in der I. Hauptlage nach Gauss, die Entfernung ihres Mittelpunktes vom Magnet des Galvanometer's betrug 116·42 cm., jene des Magnetspiegels von der Skala 209·95 cm. Die Einführung der Magnetit- und Stahlprismen geschah mittels einer eigenen Vorrichtung, welche es möglich machte, dieselben in die Mitte der Spirale zu legen. Die Intensität des magnetisirenden Stromes wurde durch den Skalenausschlag gemessen, welcher bei leerer Spirale beobachtet wurde. Das relative Maass des Magnetismus wurde ebenfalls in Skalentheilen ausgedrückt. Zur leichteren Erreichung des Maximums des Magnetismus bei jeweiliger Stromstärke wurde der Strom öfters, etwa einmahl in der Sekunde unterbrochen. Zur Erreichung dieses Maximums waren 2 Minuten hinreichend, während dieser Zeit fanden mehr als 100 Unterbrechungen des Stromes statt.

Die Resultate der Messungen, welche ich bei steigender Stromintensität von 2 bis 14 Bunsen Elementen erhielt, sind in den folgenden vier Tabellen ( $I_1, I_2, II_1, II_2$ ) enthalten, in welchen  $J$  die Stromintensität,  $S_m$  den Totalmagnetismus des Magnetits und der Spirale,  $P_m$  den permanenten und  $T_m$  den verschwindenden Magnetismus bedeutet.  $S_{a_1}, P_{a_1}$  und  $T_{a_1}$  bezeichnen dieselben Grössen für den blau angelassenen,  $S_{a_2}, P_{a_2}$  und  $T_{a_2}$  jene für den glasharten Stahl. Zuerst wurde der Strom durch die leere Spirale geleitet und die Intensität  $J$  gemessen, dann wurde der Magnetit oder der Stahl in die Spirale geschoben und  $S_m$  respektive  $S_a$ , und schliesslich nach Oeffnung des Stromes  $P_m$  oder  $P_a$  beobachtet. Der Magnetismus, den diese Körper vor der Einwirkung des Stromes besaßen, ist in der ersten Zeile der Tabellen angegeben. Die Messungen wurden am 16., 17., 19., 20., 21., 22. und 24. Januar, am 8., 11., 17. und 22. Februar und am 2., 7. März 1891 ausgeführt.

$I_1$ .

Feinkörniger, poröser Magnetit von schwarzer Farbe. S. G. 4:537.

J	Sm	Pm	Tm	Sa <sub>1</sub>	Pa <sub>1</sub>	Ta <sub>1</sub>	Sa <sub>2</sub>	Pa <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub>
—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
37·5	48·0	1·5	9·0	83·0	0·8	44·7	80·0	1·8	40·7
51·2	64·3	2·8	10·3	111·0	1·0	58·0	109·0	2·3	55·5
64·0	78·0	4·0	10·0	136·0	1·3	70·7	133·3	2·6	66·7
71·5	87·3	4·5	11·3	152·5	1·7	79·3	150·0	3·0	75·5
79·0	93·5	5·0	9·5	162·5	1·6	81·9	161·0	3·2	78·8
95·5	120·0	7·0	17·5	200·0	1·8	102·7	198·0	4·0	98·5
99·5	Pm+Tm 27·75	7·3	20·45	Pa <sub>1</sub> +Ta <sub>1</sub> 122·5	1·9	120·6	Pa <sub>2</sub> +Ta <sub>2</sub> 118·5	4·0	114·5
—	—	7·0	—	—	2·65	—	—	5·0	—

 $I_2$ .Magnetit von derselben Beschaffenheit und denselben Dimensionen wie  $I_1$ , der aber schon am 17. Okt. 1889 mit einem Strome von 2 und dann von 4 Bunsen-Elementen magnetisirt wurde.

J	Sm	Pm	Tm	Sa <sub>1</sub>	Pa <sub>1</sub>	Ta <sub>1</sub>	Sa <sub>2</sub>	Pa <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub>
—	—	3·3	—	—	1·3	—	—	4·0	—
32·5	42·2	3·2	6·5	72·0	1·3	38·2	60·5	4·0	24·0
56·0	69·5	3·2	10·3	122·0	2·0	64·0	114·0	5·6	52·4
63·0	74·5	3·8	7·7	131·5	2·2	66·3	123·0	6·0	54·0
71·2	82·7	4·0	7·5	147·0	2·4	73·1	137·5	6·5	59·5
79·0	86·2	4·4	2·8	153·0	2·7	71·3	143·0	7·0	57·0
95·5	118·0	6·5	16·0	200·0	3·25	101·25	190·0	9·5	85·0
99·0	Pm+Tm 26·5	6·8	19·7	Pa <sub>1</sub> +Ta <sub>1</sub> 119·5	3·6	115·9	Pa <sub>2</sub> +Ta <sub>2</sub> 105·5	9·8	95·7
—	—	6·6	—	—	4·8	—	—	10·0	—

II<sub>1</sub>.

Dichter Magnetit mit gelben Adern. Spec. Gew. 4·656.

J	Sm	Pm	Tm	Sa <sub>1</sub>	Pa <sub>1</sub>	Ta <sub>1</sub>	Sa <sub>2</sub>	Pa <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub>
—	—	0	—	—	0	—	—	0	—
38·5	54·0	3·0	12·5	81·0	0·6	41·9	80·5	1·5	40·5
50·5	73·5	4·7	18·3	117·0	1·0	65·5	109·5	1·8	57·2
65·8	92·5	6·0	20·7	142·0	1·4	74·8	141·5	2·2	73·5
72·2	102·0	6·9	22·9	157·0	1·6	83·2	150·0	2·6	75·2
82·0	109·8	7·2	20·6	173·0	1·7	89·3	172·0	2·8	87·2
94·0	135·75	8·2	33·55	206·0	2·0	110·0	204·0	3·65	106·35
98·5	Pm+Tm 36·0	8·5	27·5	Pa <sub>1</sub> +Ta <sub>1</sub> 118·0	2·0	116·0	Pa <sub>2</sub> +Ta <sub>2</sub> 116·5	3·8	112·7
—	—	8·5	—	—	3·0	—	—	4·5	—

II<sub>2</sub>.Magnetit von derselben Beschaffenheit und denselben Dimensionen, wie der vorige (II<sub>1</sub>).

J	Sm	Pm	Tm	Sa <sub>1</sub>	Pa <sub>1</sub>	Ta <sub>1</sub>	Sa <sub>2</sub>	Pa <sub>2</sub>	Ta <sub>2</sub>
—	—	5·0	—	—	0	—	—	0	—
32·5	50·0	5·0	12·5	71·0	0·3	38·2	70·5	1·8	36·2
56·3	81·5	5·8	19·4	122·5	0·8	65·4	121·0	2·2	62·5
65·0	91·0	6·4	19·6	138·5	1·0	72·5	137·0	2·7	69·3
71·8	101·0	7·0	22·2	154·5	1·3	81·4	151·5	2·9	76·8
80·0	109·5	7·6	21·9	167·3	1·4	85·9	165·0	3·0	82·0
95·5	139·0	9·8	33·7	203·0	2·0	105·5	200·0	3·7	100·8
99·0	Pm+Tm 40·0	10·0	30·0	Pa <sub>1</sub> +Ta <sub>1</sub> 115·5	2·1	113·4	Pa <sub>2</sub> +Ta <sub>2</sub> 112·0	4·0	108·0
—	—	9·3	—	—	2·1	—	—	4·5	—

Die in der vorletzten Zeile dieser Tabellen angeführten Stromstärken waren so bedeutend, dass *Sm* und *Sa* nicht gemessen wer-

den konnten. Statt dessen wurde  $P_m + T_m$  und  $P_a + T_a$  gemessen, nachdem früher der Strom  $J$  bei leerer Spirale durch den einer zweiten auf der entgegengesetzten Seite des Galvanometers aufgestellten Spirale compensirt wurde. Die in der letzten Zeile der Tabellen angegebenen Resultate wurden nach Berührung der Magnetite und der Stahle mit einem starken Elektromagnet beobachtet.

Aus diesen Resultaten folgt, 1) dass der Magnetismus des Magnetits mit der Intensität des magnetisirenden Stromes zunimmt, wie bei Stahl, und dass der permanente Magnetismus desselben namentlich der von II jenen des Stahls bei jeder Stromintensität übertrifft. Ich habe für I<sub>1</sub> und II<sub>1</sub> die Verhältnisse der permanenten Magnetismen bei jeder Stromintensität berechnet und in den folgenden mit I<sub>1</sub> und II<sub>1</sub> bezeichneten Tabellen zusammengestellt.

2) Der grössere permanente Magnetismus des Magnetits im Vergleiche zu Stahl wird noch augenscheinlicher, wenn man die bei gleichem Volumen erhaltenen Magnetismen mit dem specifischen Gewichte der Körper dividirt. Die so bestimmten specifischen Magnetismen sind bei dem Magnetit I 1.609, und bei dem zugehörigen Stahl, dessen spec. Gew. zu 7.8 gerechnet, 0.512; das Verhältniss von beiden 3.14. Bei dem mit II. bezeichneten Magnetit ist der specifische Magnetismus 1.825, jener des Stahls 0.487 und das Verhältniss von beiden 3.74. Es ist also der specifische Magnetismus des Magnetits I 3.14-mal, der von II 3.74-mal grösser, als der des Stahls. Die Ueberwiegung von II gegen I verursacht hauptsächlich der bedeutende Eisengehalt desselben.

3) Die auf die Volumeinheit (1 cm<sup>3</sup>) umgerechneten permanenten Magnetismen dieser zwei Magnetitexemplare sind bei I 0.232, bei II 0.219; daher die auf die Volumeinheit bezogenen specifischen Magnetismen bei I 0.051, bei II 0.048, deren Verhältniss 1.06.

I<sub>1</sub>.

J	$\frac{P_m}{Pa_1}$	$\frac{P_m}{Pa_2}$	$\frac{T_m}{Ta_1}$	$\frac{T_m}{Ta_2}$
37.5	1.88	0.84	0.20	0.22
51.2	1.55	1.22	0.17	0.18
64.0	3.07	1.54	0.14	0.15
71.5	2.65	1.50	0.14	0.15
79.0	3.12	1.56	0.11	0.12
95.5	3.88	1.75	0.17	0.18
99.5	3.88	1.82	0.17	0.18

II<sub>1</sub>.

I	$\frac{P_m}{Pa_1}$	$\frac{P_m}{Pa_2}$	$\frac{T_m}{Ta_1}$	$\frac{T_m}{Ta_2}$
38.5	5.00	2.00	0.30	0.31
50.5	4.70	2.61	0.28	0.32
65.8	4.29	2.73	0.27	0.28
72.2	4.31	2.65	0.27	0.30
82.0	4.24	2.57	0.23	0.23
94.0	4.10	2.24	0.31	0.31
98.5	4.25	2.21	0.24	0.24

Daraus ergibt sich: 1) Dass der permanente Magnetismus des Exemplars I<sub>1</sub> von der zwischen 37.5 und 51.2 liegenden Stromintensität, nach den magnetischen Curven (Fig. I.) von 43.2, angefangen selbst jenen des glasharten Stahls überwiegt, und dass das Verhältniss beider mit der Stromintensität bis 1.82 wächst. Im Vergleich zu dem blau angelassenen Stahl beträgt dieses Verhältniss 3.88, also beinahe 4.

2) Bei dem Magnetit  $II_1$  und den entsprechenden Stahlexemplaren sind die Verhältnisszahlen noch grösser und bei dem glasharten Stahl Anfangs zunehmend, dann abnehmend, im Mittel 2·43. Es ist also bei diesen Stromintensitäten der permanente Magnetismus dieses Magnetitexemplars nahe 2·5-mal grösser, als der des glasharten Stahls, im Vergleich zu dem des blau angelauten Stahls im Mittel 4·41-mal grösser. Die entsprechenden magnetischen Curven (Fig. II.) haben über die Stromintensität 38·5 hinaus keinen Schnittpunkt; möglicherweise existirt ein solcher für kleinere Stromintensitäten.

3. Der verschwindende (temporäre) Magnetismus des Magnetits ist bedeutend kleiner, als der des Stahls. Bei  $I_1$  ist das Verhältniss bei steigender Stromintensität Anfangs abnehmend, dann zunehmend, und bei der Stromintensität 79 für den blauen Stahl 0·11, für den weissen 0·12; es ist daher der verschwindende Magnetismus des blauen Stahls 9·1-mal, der des weissen 8·3-mal grösser als der des Magnetits  $I_1$ . Der Mittelwerth des Verhältnisses beträgt für den blauen Stahl 0·16, für den weissen 0·19. Auch der verschwindende Magnetismus von  $II_1$  überwiegt den von  $I_1$ ; der mittlere Werth des Verhältnisses ist für den blauen Stahl 0·29, für den weissen 0·28, also für beide Stahlsorten der verschwindende Magnetismus nahe  $3\frac{1}{2}$ -mal grösser als der des Magnetits  $II_1$ .

4) Das Verhältniss des verschwindenden zum permanenten Magnetismus ist bei dem Magnetit  $I_1$  im Durchschnitt 2·5, bei dem glasharten Stahl 25, bei dem Magnetit  $II_1$  3·6 und bei dem entsprechenden Stahl 30.

5) Durch die Berührung mit dem Elektromagnet wurde der permanente Magnetismus des Magnetits nicht gesteigert, wohl aber der des Stahls, wie dies aus den letzten Zeilen der vier ersten Tabellen ersichtlich ist. Der Magnetit hatte also im magnetischen Felde der Spirale den Sättigungspunkt erreicht, oder war demselben sehr nahe, während bei dem Stahl dies nicht der Fall war. In Folge dessen nahm das Verhältniss  $P_m : P_a$  ab, und zwar bei  $I_1$  von 1·82 bis 1·40, bei  $II_1$  von 2·43 bis 1·88, und würde wahrscheinlich bei Anwendung stärkerer Elektromagnete, die mir nicht zur Verfügung standen, noch mehr abgenommen haben, wie dies bei den Versuchen von Holz der Fall war, wo das Verhältniss der permanenten Magnetismen des Magnetits und Stahls bei Anwendung starker Elektromagnete sich der Einheit näherte.

6) Dass der Magnetit den permanenten Magnetismus dauernd behält, beweist nachstehende Tabelle, in welcher jene Magnetismen zusammengestellt sind, welche nach unterbrochenen Messungen vor der Fortsetzung derselben beobachtet wurden.

		I <sub>1</sub>			II <sub>1</sub>		
		Pm	Pa <sub>2</sub>	Pa <sub>1</sub>	Pm	Pa <sub>2</sub>	Pa <sub>1</sub>
Jan.	16.	0	0	0	0	0	0
"	"	1·5	1·8	0·8	3	1·5	0·6
"	17.	1·5	1·7	0·7	3	1·3	0·6
"	"	2·8	2·3	1·0	4·7	1·8	1·0
"	21.	2·8	2·3	1·0	4·8	1·7	1·0
"	"	4·0	2·6	1·3	6·0	2·2	1·4
"	22.	4·0	2·6	1·3	6·1	2·3	1·4
"	"	4·5	3·0	1·7	6·9	2·6	1·6
"	24.	4·6	3·0	1·5	6·7	2·5	1·6
"	"	5·0	3·2	1·6	7·2	2·8	1·7
Febr.	11.	5·0	3·2	1·5	7·4	2·6	1·6
"	17.	5·0	3·2	1·5	7·5	2·6	1·6
März.	2.	5·2	3·1	1·5	7·3	2·6	1·5
"	"	7·3	4·0	1·9	8·5	3·8	2·0
"	7.	7·0	4·0	1·9	8·5	3·2	1·8

2.

Zu den magnetischen Eigenschaften eines Körpers gehört auch das Verhalten bei seiner Entmagnetisirung und dem Wechsel seiner Polarität. Ich habe die Magnetite aus Moravicza und die entsprechenden Stahlkörper auch in dieser Richtung untersucht. Diese Messungen wurden in derselben Weise und mit denselben Instrumenten ausgeführt, wie die bei der Magnetisirung dieser Körper mit dem Unterschiede, dass die Steigerung der Intensität des entmagnetisirenden Stromes allmähig um 5 Skalentheile stattfand, was den Vorzug hat, dass die Aenderungen des Magnetismus gleichförmiger und übersichtlicher sind, als bei schnellem Anwachsen des Stromes. Die erhaltenen Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, in welcher I und II wieder die beiden Magnetitexemplare,  $Pm$ ,  $Pa_2$  und  $Pa_1$ , den permanenten Magnetismus des Magnetits, respective des glasharten und des blau angelassenen Stahls bedeuten und die

Zahlen der ersten Zeile jenen Magnetismus darstellen, welchen diese Körper vor der Entmagnetisirung besaßen.

- J	I			II		
	Pm	Pa <sub>2</sub>	Pa <sub>1</sub>	Pm	Pa <sub>2</sub>	Pa <sub>1</sub>
0	6.4	9.8	4.3	9.2	4.5	1.8
5	6.2	9.4	4.0	8.2	4.0	1.5
10	6.0	8.0	3.0	7.2	3.4	1.2
15	5.0	6.8	2.5	5.5	2.2	0.8
20	4.3	5.7	2.1	4.1	1.6	0.5
25	3.5	4.3	1.6	3.0	1.0	0.2
30	2.2	3.4	1.3	2.0	0.5	0.15
36	0.25	0.0	0.7	— 1.4	0.0	0.0
40	0.0	— 1.0	0.3	— 2.0	— 0.5	— 0.2
50	— 1.5	— 1.8	0.0	— 3.5	— 1.0	— 0.34
60.5	— 3.2	— 3.0	—	— 4.6	— 1.5	— 0.5
72	— 5.0	— 4.2	—	— 6.4	— 2.4	— 0.8
78	— 5.25	— 4.8	—	— 6.9	— 2.6	— 0.95

Aus diesen Resultaten, namentlich aus denen, die sich auf den Magnetit II beziehen, bei dem  $Pm$ ,  $Pa_2$ ,  $Pa_1$  vor der Magnetisirung Null waren, ergibt sich: 1) dass das magnetische Verhalten des Magnetits im magnetischen Felde der Spirale ein ganz anderes ist, als das des Eisens und des Stahls, indem Magnetit von dem durch positiven Strom erhaltenen Magnetismus mehr behält, als Stahl, während bei Umkehrung des Stromes also beim Entmagnetisiren der Magnetismus des Magnetits schneller abnimmt und seine Polarität früher wechselt, als bei Stahl. Es sind daher die zur Erklärung der magnetischen Eigenschaften des Eisens und Stahls aufgestellten Hypothesen von der Coercitivkraft oder von der Drehung der Molekularmagnete auf den Magnetit nicht anwendbar, wie dies schon Holz durch seine oben erwähnten Versuche dargethan hat.

2) Die Polarität des Magnetits wechselte bei einer zwischen 30 und 36 liegenden Stromintensität, bei welcher die Abnahme des Magnetismus am größten war. Sein ganzer bei einer Stromintensität von 95.5 angenommener Magnetismus wurde bei einer Intensität von nur 34 des negativen Stromes vernichtet. Bei dem Stahl fand

der Polwechsel bei der Stromintensität von 36 statt, und die Abnahme seines Magnetismus war auch hier eine gleichmässige. Das Verhältniss der permanenten Magnetismen des Magnetits II und des glasharten Stahls bei den verschiedenen Stromintensitäten habe ich in folgender kleinen Tabelle zusammengestellt.

J	0	5	10	15	20	25	30
$\frac{P_m}{P_{a_2}}$	2.04	2.05	2.12	2.50	2.56	3.00	4.00
J	36	40	50	60.5	72	78	—
$\frac{P_m}{P_{a_2}}$	—	4.00	3.50	3.06	2.66	2.65	—

Mit abnehmendem Magnetismus wächst also das Verhältniss und erreicht seinen grössten Werth in der Nähe des Polwechsels, von hier an wird dasselbe bei ansteigendem Magnetismus immer kleiner.

3.) Die Abnahme des Magnetismus beim Ansteigen des entmagnetisirenden Stromes zeigen die aus den Beobachtungsergebnissen construirten magnetischen Curven (Fig. III). Die Curve des Magnetits zeigt bei der Stromintensität von 30 ein plötzliches Sinken, durchschneidet die des glasharten Stahls bei der Intensität von 34.1, wo beiden Körpern der Magnetismus 0.15 zukommt. Die Curven des Magnetits und des blau angelassenen Stahls durchschneiden sich bei der Intensität von 34.15, wo beide Körper den Magnetismus 0.07 haben. Der Schnittpunkt der Curve des Magnetits mit der Abscissenachse entspricht der Intensität 34.1, hier wechseln die Pole des Magnetits.

Aus allen diesen Beobachtungsergebnissen, welche mit den Holz'schen im wesentlichen übereinstimmen und von diesen nur quantitativ verschieden sind, folgt:

1. Dass der permanente Magnetismus des Magnetits den des glasharten Stahls überragt.

2. Dass Magnetit den grössten specifischen Magnetismus hat unter allen bekannten magnetischen Körpern und dass der specifische Magnetismus des Moraviczauer Magnetits grösser ist, als der, welchen Holz bei dem von ihm untersuchten Magnetit fand.

3. Der permanente Magnetismus des Magnetits nimmt bei An-

wendung gleicher entmagnetisirender Kräfte in grösserem Maasse ab, als der des Stahls.

4. Der nach Aufhebung der magnetisirenden Kraft verschwindende Magnetismus ist im Magnetit kleiner als im Stahl.

## 3.

Ausser diesen prismatisch geformten Magnetitexemplaren von verschiedener chemischer Zusammensetzung und Struktur habe ich noch acht Magnetitexemplare aus Moravicza von verschiedener Zusammensetzung und Struktur, ein Haematit- und ein Trachytextemplar auf ihr magnetisches Verhalten untersucht. Sämmtliche hatten eine viereckige Form, wie solche bei geognostischen Sammlungsstücken gebräuchlich ist. Gewichte und Dimensionen derselben, erstere in Grammen (*G*), letztere in Centimetern (*C*) ausgedrückt, sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen bezeichnen die einzelnen Magnetitstücke; aus den fehlenden 5 und 7 wurden die früher beschriebenen Prismen geschliffen.

	1	2	3	4	6	8	9	10	Häma- tit	Trachyt
Gewicht in G.	1153·5	1006	738	805·5	1047·5	1130	1012	1082·5	434·5	341
Länge in C.	10·5	10	9·7	10	9·5	9·7	10·3	9·5	8·8	9
Breite in C.	8·4	7	7·3	7	7·5	7	6·6	6·5	5·0	5
Höhe in C.	2·7	4	2·2	2·8	3·5	4·5	3·3	3·8	2·7	3·2

Die zur Magnetisirung dieser Körper verwendete Spirale bestand aus 2·5 mm dickem Kupferdraht und 144 Windungen; die Länge derselben betrug 12·7 cm, der Durchmesser 10 cm. Zur Messung der Stromstärke und des Magnetismus wurde wieder dasselbe Spiegelgalvanometer benützt, nur wurde die Stromstärke *J* aus einer grösseren, hingegen der permanente Magnetismus *M* aus einer kleineren — 52·42 cm. — Entfernung gemessen, als bei den oben erwähnten Beobachtungen. Die Resultate dieser Messungen sind in folgender Tabelle enthalten.

J	Zeit	M.									
		1	2	3	4	6	8	9	10	Häma- tit.	Trachyt.
0	Febr. 9.	1.6	0.7	1.7	0.5	0.2	0.6	0.5	0.5	0.5	0.7
5.1	" 10.	7.5	2.8	12.0	4.5	22.5	22.7	19.9	37.6	2.5	—
—	" 15.	6.9	2.5	11.9	4.0	21.0	21.5	19.0	36.8	2.5	—
—	" 22.	6.9	2.6	11.6	4.0	20.2	21.5	19.0	35.2	2.5	—
7.0	" 22.	30.6	6.7	16.0	7.8	37.5	35.0	32.5	48.0	4.0	1.0
—	Márc. 2.	30.0	6.5	15.0	7.0	36.2	33.5	30.0	47.5	3.5	1.0
8.0	" 2.	55.0	11.5	40.5	15.0	60.0	55.0	67.0	101.0	14.0	1.0
—	" 7.	53.3	11.5	37.0	15.0	56.5	53.5	65.5	98.0	13.5	1.0

Auch aus diesen Resultaten ist ersichtlich, dass Magnetit bedeutenden permanenten Magnetismus annimmt, der jedoch selbst bei Exemplaren gleichen Gewichtes und von demselben Fundorte je nach seiner Zusammensetzung und Struktur sehr verschieden gross ist. Der Haematit ist aus Dognacska (Ungarn), der Trachyt aus Tusnád.

Ausser diesen untersuchte ich noch drei Exemplare von Limonit aus Tamásfalva, M.-Hermány und Taucz (Arader Comitát), einen Haematit aus Gyala, einen Sphaerosiderit aus Bibarczfalva, einen Chromit aus dem Krivaja-Thale in Bosnien, und einen Chalybit aus Macskamezö, die jedoch im magnetischen Felde der Spirale keinen messbaren Magnetismus annahmen.

BEITRÄGE ZUR ORTHOPTERENFAUNA DES SZILÁGYER COMITATES.

Von *Julius Pungur*.

(Originaltext auf S. 255).

Das jetzige Szilágyer Comitát bildet ein gut arrondirtes, natürliches Gebiet, welches gegen Osten durch die Comitáte Szathmár und Szolnok-Doboka, gegen Süden durch das Kolozser, gegen Westen zu durch das Biharer und gegen Norden zu durch das Szathmárer Comitát begrenzt wird. Dieses dem östlichen Theile unseres Vaterlandes angehörende Gebiet bildet die nördliche Fortsetzung, respective den

Abschluss der Királyhágó-Gebirgsgegend. Es ist somit natürlich, dass es sich, sowohl seine orographischen Verhältnisse, als auch seine Flora und Fauna betreffend, an jenes Gebiet anschliesst; am nördlichen Rande jedoch, wo die Oberfläche in Flachland übergeht und mit der grossen ungarischen Tiefebene zusammenfliesst, theilt es die faunistische und floristische Charakterzüge mit dem Alfölde. In Bezug der Fauna zeigt sich mehr ein südöstlicher Charakter, ohne jedoch entweder an Arten, als auch an Individuen sehr reich zu sein.

Mit der Forschung der Fauna dieses Gebietes beschäftige ich mich bereits seit 2 Jahrzehnten. Es gereicht mir zur Freude, dass ich schliesslich in der Lage bin, meine im Gebiete dieses Comitates gesammelten Daten mittheilen zu können. Auf die Orthopterenfauna des Szilágyer Comitates bezügliche Daten finden wir bis 1886 keine, als im IV. Bande des „M. tud. Akad. Értesítője“ eine Mittheilung über *Poecilimon Schmidtii* Fieb. von mir erschien.

Die Zahl der in Rede stehendem Gebiete bisher gefundenen Orthopteren beläuft sich rund auf 70, unter welchen 4 Arten für das Siebenbürger Hochland neu sind, u. zwar: *Poecilimon Schmidtii* FIEB., *Isophya brevipennis* BRUNN, *Meconema varium* FAB. und *Nemobius Heydenii* FISCH. Die zwei ersten Arten werden auch durch Joh. Frievaldszky in seiner „Monographie der Orthopteren von Ungarn, mit VII. Taf. Pest 1867 —“ nicht angeführt.

Im übrigen verweise ich auf die S. 261--266 abgedruckte Enumeration der von mir nachgewiesenen Arten.

## DIE WACHSTUMSSCHICHT IN EINER KUGELSCHALE.

Studie aus dem Gebiete der theoretischen Organik.

Von K. Fuchs.

Die Kenntniss der Lebewesen ist heute so weit vorgeschritten, dass eine mathematisch-physikalische Behandlung des Materiales, d. h. die Begründung einer theoretischen Organik heute eben so notwendig geworden ist, wie die theoretische Physik schon seit Galileis Zeiten die notwendige Ergänzung der Experimentalphysik ist. Auf dem Gebiete der theoretischen Organik bewegt sich meine in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften im laufenden Jahre erschienene Studie „Ueber die Entstehung organischer Cylindergebilde“. Dort ist unter Anderem folgendes Problem behandelt: Es ist eine unendliche ebene Platte von dem Materiale M. und der Dicke H. Links von ihr befindet sich ein Medium  $N_1$  von der constanten Dichte  $P_1$ , rechts ein Medium  $N_2$  von der constanten Dichte  $P_2$ , und beide Stoffe deffundiren in die Platte mit verschiedener Geschwindigkeit, entsprechend den Deffusionsconstanten  $w_1$  und  $w_2$ . In der Ebene, wo die beiden Stoffe einander begegnen, sollen sie sich sofort zu Substanz M chemisch vereinen, u. zw. im Massenverhältnis  $n_1 : n_2$ , wobei  $n_1 + n_2 = 1$  ist. Es sind dort die Entfernungen  $h_1$  und  $h_2$  bestimmt in denen diese Wachstumsschicht von den beiden Oberflächen der Platte liegt, wobei natürlich  $h_1 + h_2 = H$  ist.

Wir wollen nun dasselbe Problem für eine Hohlkugel vom Innenradius  $R_1$  und Aussenradius  $R_2$  behandeln; wir suchen den Radius  $R_0$  der Wachstumsschicht. Die ganze Untersuchung gilt, wie man leicht erkennt, der Lage des Meristeme unter krummen Oberflächen.

Die Rechnung gestaltet sich folgendermassen:

1) Wenn Kerne-Stauung stattfinden soll, dann muss per Sekunde durch jede Kugelfläche von einem Radius  $r_1$  zwischen  $R_1$  und

$R_0$  die gleiche Menge  $M_1$  von  $N_1$  in centrifugaler Richtung diffundieren. Wenn  $\omega_1$  die Diffusionsconstante von  $N_1$  ist dann ist

$$M_1 = 4 \pi \cdot r_1^2 \omega_1 \frac{\partial \rho_1}{\partial r_1}$$

Wenn an die Wachstumsschicht per Zeit- und Flächeneinheit die  $N_1$  — Masse  $m_1$  einströmen soll, dann muss gelten

$$4 \pi R_0^2 m_1 = M_1$$

Durch Elimination von  $M_1$  finden wir

$$r_1^2 \omega_1 \frac{\partial \rho_1}{\partial r_1} = R_0^2 m_1$$

Nun muss offenbar für ein positives  $\partial r_1$  das  $\partial \rho_1$  negativ sein, d. h. die Curve muss ein Gefälle in centrifugaler Richtung haben, weswegen wir schreiben

$$\partial \rho_1 = - \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1} \frac{\partial r_1}{r_1^2}$$

Durch Integration finden wir die Formel der Dichtigkeitscurve von  $N_1$  als

$$\rho_1 = \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1 r_1} + c_1$$

Die Constante  $c_1$  bestimmen wir durch die Bedingung, dass für  $r_1 = R_0$  auch  $\rho_1 = 0$  werden muss. Das gibt

$$0 = \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1 R_0} + c \quad \text{oder} \quad c = - \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1 R_0}$$

Dies eingeführt erhalten wir

$$\rho_1 = \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_0} \right)$$

Für  $r_1 = R_1$  muss  $\rho = P_1$  werden, also gelten

$$P_1 = \frac{R_0^2 m_1}{\omega_1} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_0} \right) = \frac{m_1 R_0}{\omega_1 R_1} (R_0 - R_1)$$

und auf analoge Weise finden wir für  $N_2$

$$P_2 = \frac{R_0^2 m_2}{\omega_2} \left( \frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_2} \right) = \frac{m_2 R_0}{\omega_2 R_2} (R_2 - R_0)$$

Diese beiden Formeln liefern uns die Entfernungen  $h_1$  und  $h_2$  der Wachstumsschicht von den beiden Oberflächen der Hohlkugel, denn es ist  $h_1 = R_0 - R_1$  und  $h_2 = R_2 - R_0$ , so dass die beiden Formeln nun lauten

$$P_1 = \frac{m_1 h_1}{\omega_1} \frac{R_0}{R_1} \quad P_2 = \frac{m_2 h_2}{\omega_2} \frac{R_0}{R_2}$$

wobei  $R_0$  verschwunden ist. Nun soll jedesmal, wenn von  $N_1$  und  $N_2$  zusammengenommen die Masseneinheit verbraucht wird, hiebei von  $N_1$  die Masse  $n_1$ , von  $N_2$  aber die Masse  $n_2$  verbraucht werden, so dass wir die zwei Gleichungen erhalten

$$n_1 + n_2 = 1 \quad m_1 : m_2 = n_1 : n_2$$

Die letztere Gleichung oben eingeführt ergibt

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\omega_1 n_2}{\omega_2 n_1} \frac{P_1 R_1}{P_2 R_2}$$

Wir vollen die Brüche

$$\frac{\omega_1 P_1}{n_1} = a \quad \frac{\omega_2 P_2}{n_2} = b$$

welche in der Folge oft auftauchen werden, in der abgekürzten Form einführen und somit schreiben

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{a}{b} \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

Diese bequeme Formel liefert nun ohne Mühe den Radius  $R_0$  der Wachstumsschicht, und wenn wir  $h_1 + h_2 = H = R_2 - R_1$  setzen, auch  $h_1$  und  $h_2$ . Wir können nämlich zunächst schreiben

$$\frac{R_0 - R_1}{R_2 - R_0} = \frac{a R_1}{b R_2}$$

woraus sich ergibt

$$R_0 = \frac{R_1 R_2 (a + b)}{a R_1 + b R_2}$$

Einfacher wird die Formel, wenn wir einführen

$$\alpha = \frac{a}{a + b} \quad \beta = \frac{b}{a + b} \quad \text{also} \quad \alpha + \beta = 1$$

denn dann erhalten wir

$$R_0 = \frac{R_1 R_2}{\alpha R_1 + \beta R_2} \quad \text{oder} \quad \frac{1}{R_0} = \frac{\beta}{R_1} + \frac{\alpha}{R_2}$$

Endlich können wir unsere Grundformel auf die Formen bringen

$$\frac{h_1 + h_2}{h_2} = \frac{a R_1 + b R_2}{b R_2} \quad \frac{h_1}{h_1 + h_2} = \frac{a R_1}{a R_1 + b R_2}$$

Wenn wir hier einführen  $h_1 + h_2 = H$ , dann erhalten wir

$$\begin{aligned}
 h_1 &= H \frac{a R_1}{a R_1 + b R_2} & h_2 &= H \frac{b R_2}{a R_1 + b R_2} \\
 &= H \frac{\alpha R_1}{\alpha R_1 + \beta R_2} & &= H \frac{\beta R_2}{\alpha R_1 + \beta R_2}
 \end{aligned}$$

2) Wir wollen nun die Masse  $m_0$  berechnen, welche per Zeit- und Flächeneinheit aus  $N_1$  und  $N_2$  gebildet wird. Wir haben die Bedingung  $m_0 = m_1 + m_2$ . Nun haben wir oben zwei Ausdrücke für  $P_1$  und  $P_2$  gefunden, welche sich auf die Form bringen lassen

$$m_1 = \frac{\omega_1 P_1 R_1}{h_1 R_0} = \frac{a n_1 R_1}{h_1 R_0} \quad m_2 = \frac{\omega_2 P_2 R_2}{h_2 R_0} = \frac{b n_2 R_2}{h_2 R_0}$$

Die Nenner  $h_1 R_0$  und  $h_2 R_0$  können wir aus früheren Formeln bestimmen an

$$h_1 R_0 = \frac{\alpha H R_1^2 R_2}{(\alpha R_1 + \beta R_2)^2} \quad h_2 R_0 = \frac{\beta H R_1 R_2^2}{(\alpha R_1 + \beta R_2)^2}$$

Wenn wir diese Nenner einsetzen, dann finden wir

$$\begin{aligned}
 m_0 &= m_1 + m_2 \\
 &= \frac{a + b}{H} \frac{(\alpha R_1 + \beta R_2)^2}{R_1 R_2} (n_1 + n_2) \\
 &= \frac{(a R_1 + b R_2)^2}{H R_1 R_2 (a + b)}
 \end{aligned}$$

Diese Formel nimmt auf folgende Weise eine handlichere Form an. Für eine ebene Platte ist  $R_1 = R_2 = \infty$  und  $m_0$  soll dann mit  $\mu_0$  bezeichnet werden. Wir finden leicht

$$\mu_0 = \frac{a + b}{H}$$

Nun ist es leicht den Verlust  $-\delta$  an Production zu berechnen, den wir herbeiführen, wenn wir eine Ebene Platte krümmen. Dieser Verlust ist nämlich, wie wir leicht finden

$$-\delta = \mu_0 - m_0 = \frac{1}{a + b} \left( \frac{a^2}{R_2} - \frac{b^2}{R_1} \right)$$

Noch durchsichtiger wird die Formel, wenn wir einsetzen

$$R_1 = D - h \quad R_2 = D + h \quad D = \frac{R_1 + R_2}{2}$$

Dies eingesetzt finden wir für den Productionsgewinn  $+\delta$ , der aus der Krümmung der Platte resultirt, den Wert

$$\begin{aligned}
 \delta &= m_0 - \mu_0 \\
 &= \frac{1}{a + b} \cdot \frac{h(a^2 + b^2) - D(a^2 - b^2)}{D^2 - h^2}
 \end{aligned}$$

Die Platte nehmen wir zunächst eben an, d. h. es sei  $D = \infty$ .

Es sei  $a > b$ , also  $a^2 - b^2$  positiv. Wir wissen aus der Formel  $h_1 : h_2 = a : b$ , welche für ebene Platten gilt, dann bei obiger Bedingung die Wachstumsschicht näher  $N_2$  liegt (d. h. rechts von der Mittelfläche) als in  $N_1$ , d. h. dass  $h_1 > h_2$  ist. Für  $D = \infty$  ist natürlich  $\delta = 0$ .

Nun geben wir dem  $D$  einen positiven Wert, d. h. wir krümmen die Platte so, dass die linke Seite, wo  $N_1$  liegt, concav wird, die rechte Seite aber convex. Wenn dieses positive  $D$  immer kleiner, die Krümmung der Platte also immer grösser wird, dann wird  $\delta$  nothwendig negativ (da  $D$  gegen  $h$  sehr gross ist) d. h. die Production per Flächeneinheit der Wachstumsschicht wird nothwendig so lange verzögert, bis der Zähler gleiche Null wird, also

$$D = h \left( \frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \right)$$

Wenn wir aber diesen Wert von  $D$  einsetzen in unsere Grundgleichung für krumme Schalen

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{a}{b} \cdot \frac{R_1}{R_2} = \frac{a}{b} \cdot \frac{D-h}{D+h}$$

dann erhalten wir den Wert

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{b}{a}$$

Das heisst aber, dass die Lager der Wachstumsschicht symmetrisch geworden ist zu ihrer Lage in der ebenen Platte. Wenn dann  $D$  noch kleiner wird, dann wird  $\delta$  wieder nothwendig positiv.

Hätten wir  $D$  negativ genommen, d. h. diejenige Oberfläche concav gemacht, zu welcher die Wachstumsschicht näher lägt, dann wäre  $\delta$  für alle  $D$  positiv ausgefallen, d. h. es resultirt nothwendig eine Steigerung der Production per Flächeneinheit der Wachstumsschicht. Wir haben also das Resultat:

Wenn wir diejenige Seite der Platte concav machen, zu welcher die Wachstumsschicht näher liegt, dann wird durch die Krümmung der Platte das Wachstum per Flächeneinheit der Wachstumsschicht unbedingt befördert. Wenn wir aber die entgegengesetzte Seite concav machen, dann wird das Wachstum in der

Wachstumsschicht so lange verzögert, bis die Schicht sich nach der concaven Seite somit verschoben hat, dass sie zu ihrer Anfangslage in der ebenen Platte symmetrisch liegt. Bei noch weiter gehender Krümmung wird das Wachstum stärker sein, als bei einer ebenen Platte.

3. Wir haben jetzt untersucht, wie sich durch Krümmung das Wachstum per Einheit der Wachstumsschicht ändert. Wir wollen nun untersuchen, wie es sich durch Krümmung per Einheit der Oberfläche ändert. Per Einheit der Wachstums-Fläche ist der Stoffverbrauch, wie wir gefunden haben

$$m_0 = \frac{(a R_1 + b R_2)^2}{H R_1 R_2 (a + b)}$$

Nun entspricht der Flächeneinheit der Wachstumsschicht vom Radius  $R_0$  die Fläche  $f$  in der Oberfläche vom Radius  $R_2$ , für welche gilt

$$f = \frac{R_2^2}{R_0^2}$$

Der Stoffverbrauch per Einheit der Oberfläche ist offenbar  $m_0 : f$ . Nun ist nach frühere Werten

$$\frac{1}{f} = \frac{R_0^2}{R_2^2} = \frac{R_1^2 R_2^2 (a + b)^2}{R_2^2 (a R_1 + b R_2)^2}$$

und hieraus ergibt sich für den Stoffverbrauch  $m$  per Einheit der Oberfläche der Wert

$$m = \frac{m_0}{f} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{a + b}{H} = \frac{R_2}{R_2} \mu_0$$

Der Wachstum per Einheit der Oberfläche wird also verkleinert, wenn die Oberfläche convex gemacht, also  $R_1 < R_2$  wird; eine concave Oberfläche hingegen liefert ein stärkeres Wachstum per Einheit der Oberfläche, als eine ebene Oberfläche.

## CHEMISCHE ANALYSEN DER KRONSTAEDTER TRINK- WASSERLEITUNG.

*Von Dr. Karl Jahn, Prof. a. d. Staats-Oberrealschule.*

Die Stadt Kronstadt hat schon lange her eine Trinkwasser-Leitung, die die längste Zeit hindurch allen Anforderungen entsprach; aber neuerer Zeit mehren sich Klagen gegen sie trotz mehrseitiger Reparaturen und Ergänzungen, so dass sich die Stadt-Vertretung gezwungen sieht, eine neue Leitung herstellen zu lassen. Die ausser der Stadt in nicht zu grosser Entfernung gelegenen Quellen der neuen Leitung hat Prof. K. Jüngling untersucht, und für durchwegs gut befunden.<sup>1)</sup> Die gewonnenen Resultate sind in der ersten Tabelle des entsprechenden ung. Textes angeführt.

Da die Quellen der alten Leitung zwar in unmittelbarer Nähe der Stadt, aber doch nur theilweise aus bewohnten Grund und im übrigen aus denselben Gestein-Schichten entspringen; so war die Annahme nahe gelegen, dass der Grund der Verschlechterung des Wassers in der Leitung selbst liege. Dieses zu entscheiden untersuchte ich Proben aus verschiedenen Zweigen der Stadt-Leitung, deren Röhrenleitung aus verschiedenen Material (Holz und Thonröhren) besteht. Die Untersuchung erstreckte sich auf alle zur Beurtheilung nothwendigen Bestandtheile und wurde grössten Theils nach den Anleitungen des Werkes „Tiemann u. Gärtner: Untersuchung des Wassers. III. Aufl. 1889.“ durchgeführt.

### **I. Entnahme der Wasserproben.**

Den 23. April 1891. wurden die Proben genommen. Der vorhergegangene Winter war kalt, andauernd aber nicht zu streng. An-

<sup>1)</sup> Jahrb. des siebenb. Karpathen-Vereins. VII. 1887. p. 12.

fang März war warmes Frühjahr-Wetter, während welchem aller Schnee in der nähern Umgebung schmolz; 5 Wochen lang vor der Wasser-Entnahme aber sehr regenreiches, kaltes Wetter. Reine Flaschen wurden wie beim täglichen Gebrauch vollständig gefüllt und verstopft an einem kühlen Orte aufbewahrt. Lufttemperatur  $6^{\circ}$ — $6.5^{\circ}$  C.

1. Aus dem Reservoir im Waisenhausgässer Thor. Temperatur  $6.8^{\circ}$  C. Reicher Ausfluss.

2. Aus dem Brunnen in der Burg-Gasse vis-à-vis dem Hause Nr. 128. Temperatur  $5.3^{\circ}$  C. Reicher Ausfluss.

3. Aus dem Brunnen in der Schwarz-Gasse vis-à-vis dem Hause Nr. 53. Temperatur  $6.7^{\circ}$ . Mittelreicher Ausfluss.

4. Aus dem Brunnen in der Purzen-Gasse vis-à-vis dem Hause Nr. 70. Temperatur  $6.2^{\circ}$  C. Wasserarmer Ausfluss.

5. Aus dem Brunnen in der Kloster-Gasse vis-à-vis dem Hause Nr. 13. Temperatur  $6.7^{\circ}$  C. Mittelreicher Ausfluss.

## II. Qualitative Untersuchung.

Farbe u. Trübung. Beim ersten Anblick sind sie krystallrein, aber bei genauerer Besichtigung entdekt man darin einen feinen weissen Staub und eine schwammige braune Trübung; beide setzen sich beim Stehen ab. Die Untersuchung unter dem Mikroskop ergab, dass dass erste Sand d. i. Quarz-Partikelchen sind; das zweite zufällig hineingerathene Pflanzen-Abfälle, mit Eisenrost.

Geruch haben die Wässer keinen, weder beim Stehen noch bei schwachem Erwärmen.

Geschmack ist gut und erfrischend, wird aber bald fad.

Die Qualitative Analyse ergab:

viel Calcium u. Kohlensäure,

wenig Chlor und Salpetersäure,

Spuren von Magnesia u. Schwefelsäure,

keine Spur von Salpetrigersäure und Ammoniak.

In der wässerigen Lösung des Abdampfückstandes konnten aufgefunden werden:

Natrium, Magnesium, (Kalium), Chlor, Salpetersäure und Schwefelsäure; unter dem Mikroskop: Chlornatrium, Bittersalz, Salpeter.

In der salzsäuren Lösung:

Calcium, Aluminium, Kohlensäure, Phosphorsäure.

In dem in Säuren unlöslichen Rückstand Kieselsäure und Calcium.

### III. Quantitative Analyse.

Die Bestimmungen wurden in nachstehender Reihenfolge, nach bekannten Methoden, durchgeführt. Die ausführlichen Daten sind im ung. Texte an entsprechender Stelle enthalten.

Oxygen nach L. W. Winkler (Berl. Berichte. XXI. h. 2843.)

Gesamnte Kohlensäure nach Fresenius (Tiemann p. 213.)

Freie u. halbgebundene Kohlensäure nach Pettenkofer (Tiemann 219.)

Organische Bestandtheile nach Kubel (Tiemann 239.)

Chlor nach Mohr (Tiemann 129.)

Salpetersäure nach Schulze-Tiemann (Tiemann p. 170.)

Abdampfrückstand nach (Tiemann 52.)

Gesammt-Härte n. Clark. (Tiemann 69.)

Bleibende Härte n. Clark.

Trübung durch Absetzenlassen u. Filtration, dann einfaches Trocknen an der Luft und Glühen im Platin-Tiegel.

Die Endresultate sind in der letzten Tabelle zusammengefasst, welche hier vollinhaltlich mitgetheilt wird.

Die Bedeutung der Überschriften und Köpfe der übrigen, blos im ungarischen Texte enthaltenen Tabellen ist für den Chemiker leicht zu verstehen. Ich theile z. B. jene der ersten Tabelle auf S. 286 mit:

#### Freies Oxygen.

Nummer	Name des Brunnens	Temperatur	Genom- mene Quantität des Wassers Gr.	Zu dem genommenen Wasserquantum		In 100,000 Gr. ent- halten		Oxygen Quotient (Sättigung = 1) 101
				war noth- wendig...	dem ent- sprechend		Mittel- werth.	
			Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>2</sub> Kem.					

*Chemische Zusammensetzung des Wassers der Kronstädter Trinkwasser-Leitung.*

Am 3. Apr. 1891. — In 100,000 Gewichtstheilen enthalten:

Name des Brunnens	Temperatur C°	Trübung		Abdampf- rückstand	Kalk CaO	Magnesia u. Aluminium	Härte-Grade		Schwefelsäure und Phosphorsäure	Chlor	Salpetersäure N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Salpetrigsäure	Ammoniak	Organische Bestand- theile (5 K Mn O <sub>2</sub> )	Kohlen- säure CO <sub>2</sub>		Freies Oxygen O
		An den Luft getrocknet	geglüht				gesamt	bleibende							gesamt	freie u. halb gebundene	
Reservoir	6·8	0·45	0·301	32·66	10·33	S p u r e n	10·73	0·89	S p u r e n	1·136	1·003	—	—	1·530	18·79	12·17	0·3792
Burg-Gasse	5·3	0·10	0·072	29·85	10·36		10·76	0·97		0·994	0·791	—	—	1·785	22·54	12·49	0·2484
Schwarz-Gasse	6·6	0·12	0·077	29·64	10·65		10·59	1·01		1·107	0·681	—	—	1·580	21·60	11·78	0·2974
Thor-Gasse	6·2	0·22	0·112	29·00	10·45		10·50	1·01		1·136	0·837	—	—	1·400	19·43	11·88	0·3012
Kloster-Gasse	6·7	0·35	0·231	30·00	10·90		10·68	0·99		0·207	0·941	—	—	1·335	22·31	11·89	0·3830
Grenzwerte				50 10—50			18—80 18			8—10 0·2—6·3	2—3 0·2—0·8	0·5—1·5 0—4		Spur	4 1—5		

#### IV. Beurtheilung des Wassers.

Zur vollständigen Beurtheilung des Wassers sind die Daten der chemischen Analyse noch keineswegs hinreichend. Die grosse Übereinstimmung der Zusammensetzung der einzelnen Wässer zeigt, dass die Leitungen keinen nachweisbaren Einfluss ausgeübt haben. Verglichen mit der Analyse der Quellen ergibt sich, dass das Kronstädter Trinkwasser eine nahezu constante Zusammensetzung hat. Wenn wir noch den Vergleich mit den Grenzzahlen hinzuziehen, kann das Wasser als rein bezeichnet werden, da es keine der höheren Grenzzahlen übersteigt. Aber im Vergleich zu den Quellen ist es doch verunreinigt, wie der Mehrgehalt an Chlor, Salpetersäure und organischer Substanz beweisen. Die Verunreinigung kann von den auf bewohnten Gründen entspringenden Quellen herrühren und müssten diese nach vorhergegangener Untersuchung ausgeschlossen werden; dann gehört dies Wasser zu den guten, mittelharten Trinkwässern.

Das in der Stadt verbreitete Urtheil, über die verschiedene Güte der einzelnen Brunnen, kann hauptsächlich auf den Temperatur-Unterschieden beruhen, aber kann auch in pathologisch wirkenden Bestandtheilen seinen Grund haben. Es wäre demnach erwünscht die Wasser auch einer ausführlichen bacterologischen Untersuchung zu unterwerfen, um so mehr, da es bekanntlich bei Fremden, die es noch nicht gewohnt, Verdauungsstörungen zu verursachen pflegt.

Kronstadt d. 28-ten Mai 1891.

## PROTOKOLLAUSZÜGE

### ÜBER DIE IM L. J. ABGEHALTENEN FACHSITZUNGEN.

III. In der am 29. Mai unter Vorsitz des Prof. Jul. Farkas im physikalischen Institute abgehaltenen Sitzung kamen folgende Gegenstände zum Vortrage:

1. Prof. Rudolf Fabinyi bespricht ganz kurz eine chemische Arbeit des Kronstädter Realschullehrers Dr. Karl Jahn, welche derselbe durchgeführt hat, um zu erfahren, ob die Eisen- und Holzröhren der Kronstädter Wasserleitung wohl einen Einfluss auf die chemischen Bestandtheile des Wasserleitungs-Wassers ausüben? Er überzeugte sich aus zahlreichen Analysen, dass selbe keinen merklichen Einfluss auf die Qualität des Wassers haben (S. in diesem Hefte auf S. 359).

2. Octav Hangai, Professor der Handelsakademie, bespricht, indem er das Material vorzeigt, mehrere Guano-Sorten und Phosphate, welche der Sammlung der hiesigen Handelsakademie angehören. Es finden sich darunter: Guano's der Inseln Lobos und Huanillos, die Phosphate der Jarois und Baker Inseln, Apatite von Canada und Norvegien, ferner die im Handelsbetrieb sehr geschätzten Phosphorite von Florida und Süd-Carolina, endlich Coprolithe aus Südrussland. Diese kleine Sammlung ist ein Geschenk der Firma Ollendorf in Hamburg an die Handelsschule.

3. Prof. Julius Farkas legt die Arbeit des Pressburger Lehrers Karl Fuchs „Die Wachsthumsschicht in einer Kugelschale“, ferner die des Berliner Privatdocenten, Dr. Ludwig Schlesinger „Über die geodaetische Krümmung“ vor, indem er beide zur Publication im „Értesítő“ empfiehlt. (Erstere siehe auf S. 353 dieses Heftes; die zweite folgt in einem nächsten Hefte).

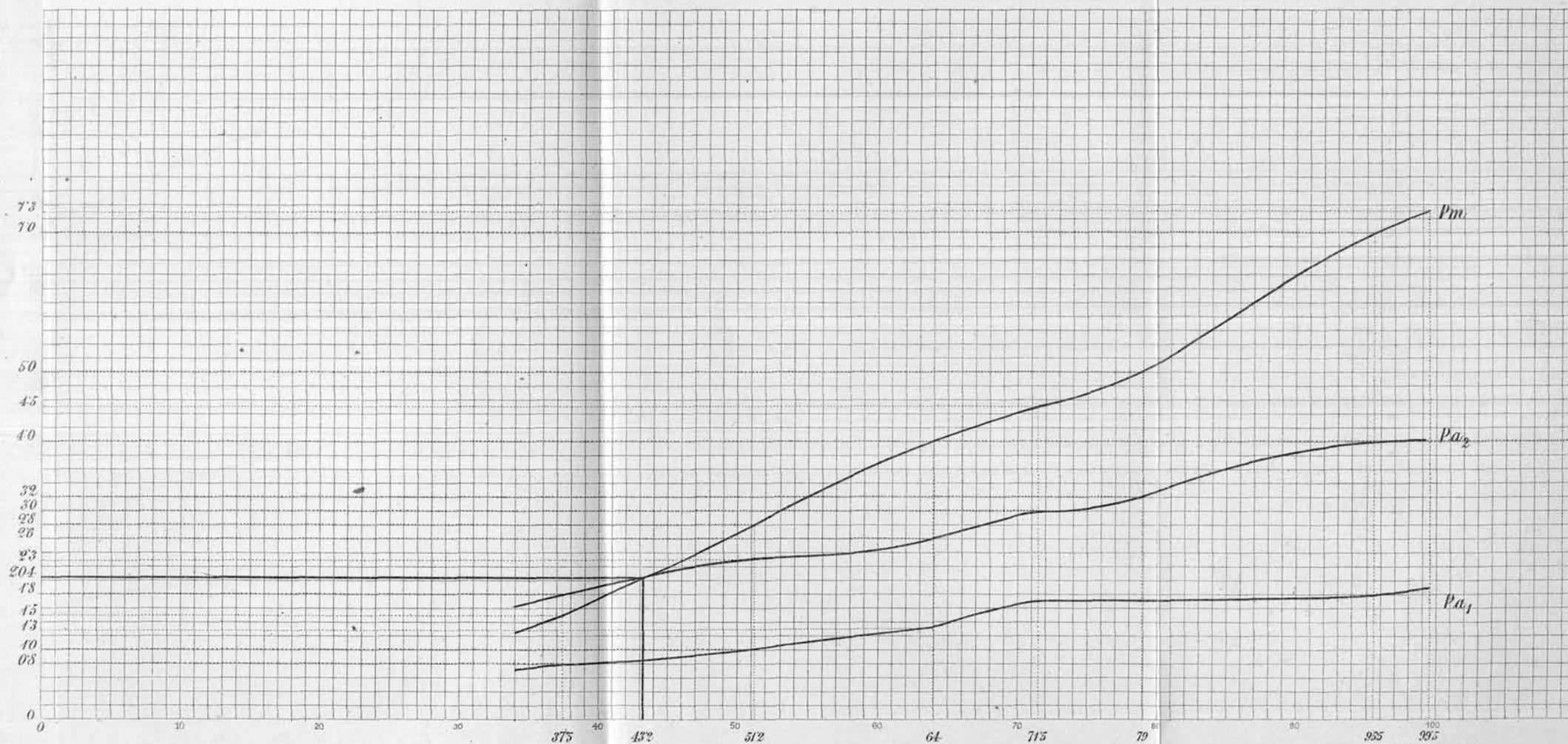
4. Dr. Alex. Bálint legt vor und bespricht: a) das Werkchen „A rovargyűjtő (Der Insectensammler)“ des Kaschauer Gymnasial-Professors Fr. Edm. Szekeres, das sich zur Aufgabe gestellt hat, den

Schülern praktische Anleitung zum Sammeln der Insecten zu geben, und empfiehlt dieses gut geschriebene, brauchbare Werkchen einem jeden Insectensammler. Das 172 Seiten starke, 53 Abbildungen enthaltende Heft erschien in Kaschau, im Verlage von Koczányi und Vitéz. Preis 80 Kr. b) Derselbe bespricht die eingesendete Abhandlung „Beiträge zur Orthopterenfauna des Szilágyer Comitates“ des Zilaher Lehrers Julius Pungur, dessen Auszug auf S. 351 dieses Heftes zu finden ist.

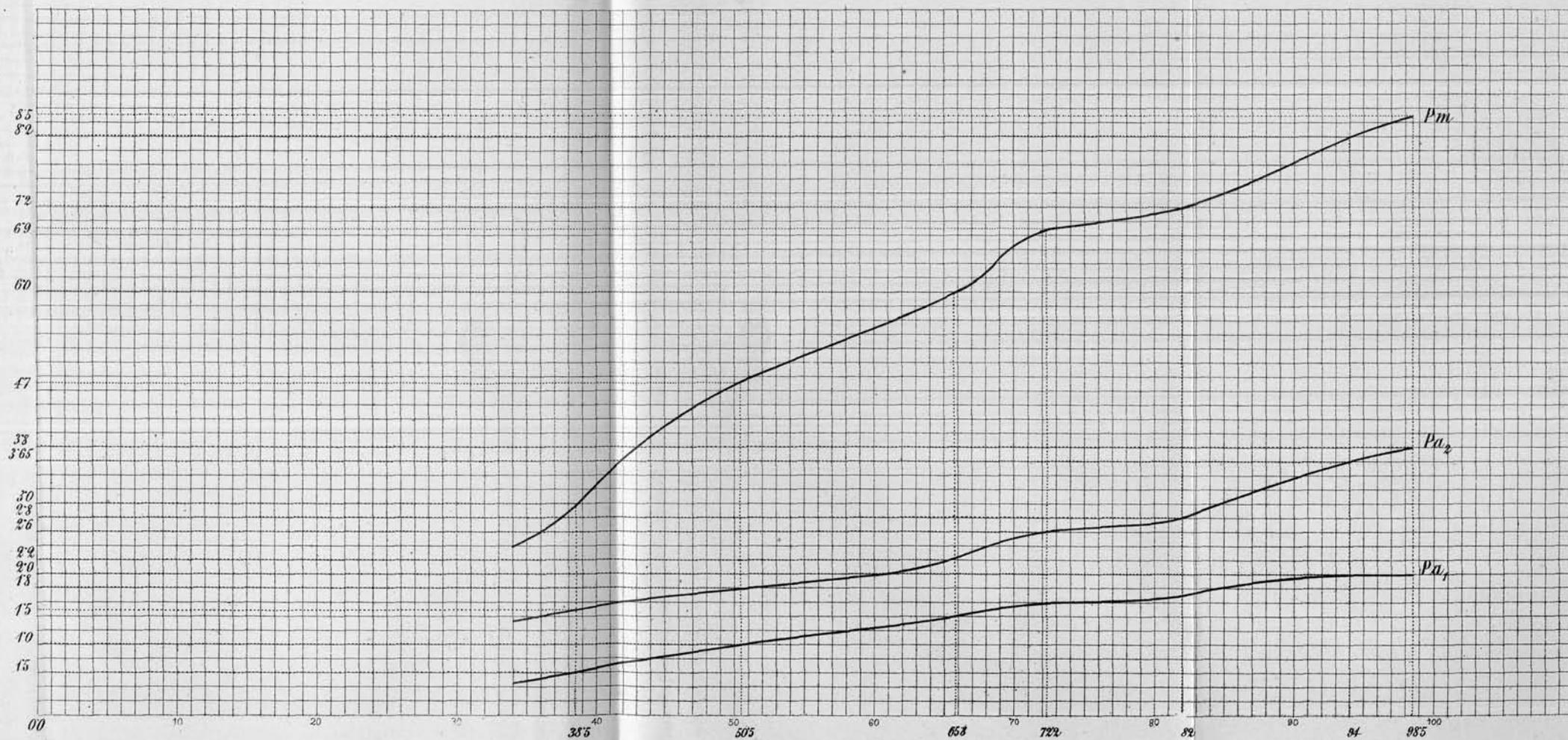
# I. Idom

Fekete színű finom szemcsés és likacsos Magnetit. Fajsúlyja 4537.

Intenzitás egység = 1 hossz egység. Mágnesség egység = 5 hossz egység.



II. Idom  
 Tömör Magnetit sárgás erekkel. Fajsúlya 4656.  
 Intenzitás egység = 1 hosszegység. Mágnesség egység = 5 hosszegység.



III. Idom  
 A mágneses polárosság megfordítása.  
 Intenzitás egység - 1 hosszegység. Mágnesség egység - 5 hosszegység.

