Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

SITZUNG VOM 19. FEBRUAR 1857.

Vorträge.

Ist die krystallinische Textur des Eisens von Einfluss auf sein Vermögen magnetisch zu werden?

Von dem w. M. **Prof. A. Schrötter.**

(Mit 1 Tafel.)

Herr Karl Kohn, Civil-Ingenieur bei Herrn Baron J. Sina, hat schon vor längerer Zeit eine Reihe von höchst interessanten Versuchen über die Veränderungen angestellt, welche weiches, sehniges Stabeisen in seiner Structur erleidet, wenn es lange genug fortwährenden Torsionen und Erschütterungen ausgesetzt wird.

Diese Versuche, obwohl unter allen bisher hierüber angestellten die bei weitem wichtigsten und lehrreichsten, sind doch noch so wenig beachtet worden, dass selbst in Abhandlungen, welche diesem Gegenstande speciell gewidmet sind, ihrer keine Erwähnung geschieht.

Ich will daher das Wichtigste aus den hierüber erstatteten Berichten [1]) und den mündlichen Mittheilungen des Herrn Kohn hier kurz zusammenstellen.

Herr Kohn bediente sich zu seinen Versuchen runder Stangen von bestem Stabeisen von Neuberg in Steiermark, deren Länge 1051 ^{mm} und deren Durchmesser 70 ^{mm} betrug. Die Stangen wurden rechtwinkelig so abgebogen, wie die Fig. 1 zeigt.

---

[1]) Berichtet über diese Versuche haben der Herr techn. Rath Engerth in der Zeitschrift des öst. Ingenieur-Vereines, 3. Jahrg. 1851, S. 35 und Herr Regierungsrath Ritter von Burg, in den Sitzungsberichten der k. Akad. d. W. B. VI, S. 149. Dem zuerst angeführten Berichte ist die Beschreibung der Versuche des Herrn Kohn entnommen.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Beim Versuche wurden dieselben bei *A* unveränderlich fest angeschraubt, und bei *B* mittelst einer Klemme so weit festgehalten, dass sie sich leicht drehen konnten. Die Länge des vertical stehenden Theiles betrug 79^{mm}; der horizontale 474^{mm} lange Arm war flach ausgeschmiedet und ruhte auf einem Dreischlag *E*, der an der eisernen, den Mühlstein tragenden Welle einer Dampfmühle (Mühlspindel) angebracht worden war. Die Entfernung *de* betrug 119^{mm}, die Distanz *ef* war gleich 79^{mm}. Die Stange war also bei der Anordnung des Ganzen mindestens einer Torsion von 14 Graden ausgesetzt, die bei der Drehung der Welle mit einer Torsion von 24 Graden wechselte, so dass also bei jeder Umdrehung des Dreischlages drei Torsionen von 10 Graden, mit drei heftigen Erschütterungen dazwischen, wechselten. Die Grenze der vollkommenen Elasticität war hierbei nicht überschritten, da die Stangen nach beendigtem Versuche ihre ursprüngliche Gestalt wieder vollständig annahmen. Ein mit der Spindel in Verbindung stehendes Zählerwerk gab die Anzahl ihrer Umdrehungen an.

Auf diese Weise wurden sieben Stangen untersucht und folgende Resultate erhalten:

1. Nach 32 400 Torsionen die in einer Stunde erfolgten, war noch an den Stangen, die an verschiedenen Stellen mittelst einer hydraulischen Presse abgebrochen wurden, keine Veränderung wahrnehmbar. Ebensowenig an dem Arme *CD*.
2. Nach 129 600 Torsionen konnte man zwar mit freiem Auge keine Veränderung wahrnehmen, allein mit der Loupe erschien die sehnige Beschaffenheit bereits sehr unterbrochen und als ein Aggregat von feinen Nadeln.
3. Nach 388 800 Torsionen zeigte sich bereits dem freien Auge eine Veränderung des Bruches, der jetzt grobkörnig war.
4. Nach 3 888 000 Torsionen zeigte sich die Stange an ihrem ganzen verticalen Theile im Bruche verändert. In der Mitte bei *m*, also an der Stelle der grössten Torsion, war die Veränderung am grössten.
5. Nach 23 328 000 war die Veränderung in der angeführten Weise vorgeschritten, die Bruchfläche zeigte aber noch keine Blättchen, sie war nur sehr grobkörnig.

In allen angeführten Fällen hatte der horizontale Arm *CD*, der keinen Torsionen, sondern nur Erschütterungen ausgesetzt war, keine Veränderung im Bruche erlitten.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

6. Nachdem eine Stange 78 732 000 Torsionen erlitten hatte, war dieselbe so auffallend verändert, dass insbesondere in der Mitte die Bruchfläche der des gegossenen Zinkes glich; so sehr waren die Absonderungsflächen der einzelnen Krystall-Individuen des Eisens hervorgetreten. Jetzt begann auch der horizontale Arm verändert zu werden.
7. Nach 128 309 000 Torsionen, welche in 13 Monaten stattgefunden hatten, zeigte sich in der Mitte die Veränderung der Structur nicht mehr weiter fortgeschritten, nur war auch an den von der Mitte entfernten Stellen die Bruchfläche grossblättriger geworden. Auch sah man deutlich, dass der horizontale Arm *CD* immer mehr in seiner Veränderung vorschritt.

Bei einem Versuche wurde der Dreischlag durch eine excentrische Scheibe ersetzt, so dass die Stange nur Torsionen aber keinen Erschütterungen ausgesetzt war. Das Resultat blieb im Wesentlichen sich gleich, nur war in diesem Falle eine grössere Anzahl von Torsionen nothwendig, um dasselbe Resultat wie zugleich mit Erschütterungen zu erlangen.

Aus den angeführten Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

a) Durch eine gewisse Anzahl von Torsionen wird sehniges Stabeisen in körniges und endlich in blättriges umgewandelt, wobei die Festigkeit desselben beträchtlich abnimmt.

b) Die Anzahl der Torsionen, welche nothwendig ist, um die ersten bemerklichen Veränderungen im Bruche eintreten zu lassen, ist jedenfalls abhängig von der Grösse dieser Torsionen, denn die Veränderung zeigt sich wo die Torsionen am stärksten sind zuerst und erreicht auch da ihr Maximum, nämlich in der Mitte der Stange.

c) Erschütterungen können für sich ohne Torsionen eine der angegebenen gleiche Veränderung des Eisens hervorbringen, die Anzahl derselben muss aber eine viel grössere sein als die der Torsionen allein. Dies geht insbesondere aus dem Verhalten des Armes *CD* hervor, so wie aus den abgeänderten Versuchen mit der excentrischen Scheibe.

d) Mechanische Einwirkungen, ohne alle Änderungen der Temperatur, sind im Stande die genannte Veränderung des Eisens zu bewirken. Es wird zwar kaum in Abrede gestellt

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

werden können, dass bei der angeführten Behandlung der Stangen, Temperaturänderungen in denselben vor sich gehen, diese sind aber jedenfalls so gering, dass ihnen keine merkbare Wirkung zugeschrieben werden kann. Es ist diese Folgerung nicht ohne Wichtigkeit, da so viele Thatsachen vorliegen, die beweisen, dass auch die Wärme allein ganz dieselben Wirkungen hervorzubringen vermag; daher auch von Manchen diese beiden Ursachen der Structurveränderung des Eisens verwechselt und untereinander geworfen worden.

Nach allen diesen und den vielen anderen zufällig beobachteten Thatsachen, welche hier zusammenzustellen nicht meine Absicht ist, kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Axenbrüche an Locomotiven, Waggons und an anderen Maschinen, grossentheils, wenn auch nicht ausschliesslich, durch die hier besprochenen Structurveränderungen des Eisens herbeigeführt werden. Es ist in der That gar nicht einzusehen warum eine Eisenbarre, die durch einige Wochen den auf sie wirkenden Kräften widersteht, dies nicht auch durch alle folgenden Zeiten thun sollte; bricht sie endlich, ohne dass sich in den Verhältnissen, unter denen sie sich befindet, etwas ändert, so ist dies nur möglich, wenn sie selbst eine Änderung erfahren hat. Worin besteht aber diese Änderung? — Der unmittelbar wahrnehmbaren Erscheinung gemäss offenbar darin, dass der Bruch von dem sehnigen durch den körnigen in den blättrigen übergeht und die Festigkeit des Eisens dabei abnimmt. Diese Umänderung ist ohne Bewegung der Theilchen des Eisens unmöglich. Diese Bewegungen erfolgen aber nach Richtungen, welche durch Kräfte bedingt werden, deren eine Componente die Kraft ist, von der die Bildung und Form der Krystalle des Eisens abhängt. Diese ist aber im Eisen bereits gegeben, denn alles cohärente Eisen ist krystallinisch, wie schon Berzelius bemerkte.

Legt man weichen Eisendrath in Salzsäure, die so verdünnt ist, dass sie ihn kaum merklich angreift, so findet man denselben nach einigen Tagen mit hervorragenden Rippen der Länge nach bedeckt, die aus aneinandergereihten kleinen Krystallen bestehen. Diese durch die mechanische Behandlung des Eisens bedingte Anordnung der wenn ich so sagen darf, Elementarkrystalle ist es, welche durch die Torsionen und Erschütterungen in der Art verändert wird, dass sie sich in parallele Stellung begeben und zu grösseren Individuen,

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vereinigen, deren Zusammensetzungsflächen es eben sind, nicht aber deren Krystallflächen, die am blättrigen Bruche hervortreten. Es ist bemerkenswerth, dass durch eine länger andauernde Einwirkung der Wärme allein in dem weichen Eisen dieselbe Veränderung wie durch mechanische Mittel hervorgebracht wird, wie durch so viele Versuche, auf welche hier weiter einzugehen ich nicht beabsichtige, genügend bewiesen ist. Ein solcher Zusammenhang zwischen mechanischer Wirkung und Wärme darf aber auch nicht unerwartet erscheinen, da ja die Wärme zuletzt selbst nur eine Bewegung der kleinsten Körpertheile ist.

Die Frage, welche sich mir nach derartigen Betrachtungen darbot, war nun, ob nicht auch andere Eigenschaften des Eisens geändert werden, wenn seine Structur aus der sehnigen in die blättrige übergeht? Das Vorhandensein eines solchen Zusammenhanges der Anordnung der Molecule des Eisens mit dem anderweitigen Verhalten des letzteren wäre von grosser praktischer Wichtigkeit, denn es läge hierin ein Mittel zu erkennen, wie weit die hier besprochene, für die Festigkeit des Eisens so nachtheilige Veränderung desselben, z. B. an den Axen an Locomotiven, nach einer gewissen Zeit vorgeschritten ist, wofür man bis jetzt nur sehr unvollkommene Mittel besitzt. Der Gedanke lag nun nahe, das so eigenthümliche Verhalten des Eisens gegen den Magnetismus in Betrachtung zu ziehen. Da die Theorie hierüber keine Anhaltspunkte bietet, so war es nothwendig, die Frage auf experimentellem Wege zu entscheiden. Die Versuche, die ich selbst anzustellen vermochte, gewährten nicht die nöthige Sicherheit, ich wendete mich daher schriftlich an das hohe k. k. Handelsministerium, welches damals unter der Leitung unseres Herrn Präsidenten, Freiherrn von Baumgartner stand, mit der Bitte (am 19. August 1853) die Anordnung zur Durchführung dieser Versuche treffen zu wollen, und erlaubte mir auf Herrn Dr. Militzer, gegenwärtig k. k. Telegraphen-Inspector für Österreich und Steiermark, hinzuweisen, der vollkommen in der Lage war, diese Aufgabe mit entsprechender Genauigkeit zu lösen. Herr Dr. Militzer, durch vielfache Berufsgeschäfte in Anspruch genommen, und zeitweise genöthigt entfernt von Wien zu leben, fand erst in letzter Zeit Gelegenheit sich mit diesem Gegenstande zu befassen, und ich erhielt vor Kurzem von demselben die unten folgende Mittheilung über die von ihm angestellten Versuche.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Es ergibt sich aus denselben das Resultat, dass die auf die angezeigte Art veränderten Eisenstangen mit blättrigem Bruche ganz ebenso magnetisch werden wie die mit sehnigem, dass somit wenigstens von dieser Seite für die praktische Anwendung aus den obigen Betrachtungen kein Nutzen zu erwarten ist. Damit ist jedoch nicht gesagt, dass es nicht dennoch leicht erkennbare Veränderungen in anderen Eigenschaften geben könne, die mit den gedachten im Zusammenhange stehen; ja es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass eine solche Beziehung wirklich stattfindet. Jedenfalls wäre es sehr wünschenswerth und gewiss eine würdige Aufgabe für Vereine mit technischer Tendenz, die Versuche des Herrn Kohn nach einem erweiterten Plane wieder aufzunehmen, insbesondere aber numerische Bestimmungen über die Abnahme der relativen und absoluten Festigkeit des Eisens und des Stahles vorzunehmen und noch andere Metalle in den Bereich dieser Untersuchung zu ziehen. An Mitteln hiezu würde es sicher nicht fehlen.

Es liessen sich hiedurch ohne Zweifel Anhaltspunkte zur richtigen Beurtheilung der in dieses Gebiet gehörenden Erscheinungen gewinnen, über deren Wichtigkeit und gegenseitige Beziehungen man jetzt noch gar nicht urtheilen kann.

Ich lasse hier die Versuche, welche Herr Dr. Militzer durchführte, mit den mir gütigst von ihm mitgetheilten Erläuterungen wörtlich folgen, und bemerke nur noch hiezu, dass das mit 0 bezeichnete Stück von einer gewöhnlichen Eisenstange herrührt, die keinen Torsionen ausgesetzt war:

das Stück	1	hatte in	120	Stunden	3 888 000
„	2	„ „	720	„	23 328 000
„	3	„ „	920	„	29 360 000
„	4	„ „	2430	„	78 732 000

Torsionen erlitten.

Beschreibung der Versuche zur Ausmittelung des magnetischen Verhaltens der durch Torsionen und Erschütterungen veränderten Eisenstangen.

Die zu dem genannten Zwecke gebrauchte Vorrichtung bestand der Hauptsache nach im Folgenden:

Längs einer horizontalen, senkrecht auf den magnetischen Meridian gestellten, getheilten Scale AB konnte ein hölzerner Schlitten verschoben werden, der als Träger einer Magnetisirungsspirale M

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

diente, in welche die vorher durch mechanische Abarbeitung möglichst nahe auf gleiches Gewicht gebrachten, mit ebenen und auf ihre Längenaxen senkrechten Endflächen versehenen Eisenstücke eingeschoben wurden. Die Eisencylinder und die Spirale hatten solche Dimensionen, dass der hohle Raum der letzteren von dem Eisenstücke gerade ausgefüllt wurde. Der Multiplicator selbst bestand aus zwei mit Seide umsponnenen Dräthen von ungefähr 1 ^{mm} Durchmesser, von welchen der eine 132 Windungen in zwei Lagen, der andere 264 Windungen in vier Lagen bildete, und die getrennt oder vereinigt in den galvanischen Kreis eingeschaltet werden konnten. Ausserdem war nach der von W. Weber angegebenen Methode die Magnetisirungsspirale an einem Ende von einem hölzernen concentrischen Ringe *RS* von bedeutendem Durchmesser umgeben, auf welchen eine Fortsetzung des Multiplicatordrathes, in entgegengesetzter Richtung als auf die Multiplicationsspule selbst, in wenig Windungen aufgewunden wurde, um durch dieselben die Fernwirkung der leeren, vom Strome durchflossenen Multiplicationsspule aufzuheben.

Der Versuch zeigte, dass bei Anwendung des stärkeren Multiplicators der beabsichtigte Zweck durch etwas mehr als fünf Gegenwindungen erreicht wurde.

Ausser dieser Magnetisirungsspirale wurde noch ein Commutator *CD* und auf einem entfernten Tische eine Tangentenboussole *T* in den Kreis der galvanischen Batterie *E* — von welcher weiter unten die Rede sein wird — eingeschaltet.

Die Ergebnisse der mit dieser Vorrichtung angestellten Versuche sind in der nachstehenden Tafel enthalten:

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
0	+ 265^{mm}	+	264	+ 14° 30′	+ 40° 30′
		0			+ 0 20
		—		— 14 50	— 42 15
1		+		+ 14 15	+ 36 10
		0			0
		—		— 13 45	— 38 45
2		+		+ 13 30	+ 36 37
		—		— 13 30	— 39 45
		0			+ 0 30
3		+		+ 13 15	+ 35 30
		0			+ 0 30
		—		— 12 15	— 39 0
4		+		+ 12 45	+ 35 0
		—		— 12 45	— 39 0
		0			— 0 15

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
4	+ 165mm	+	132	+ 13° 50′	+ 55° 15′
		—		— 13 20	— 62 0
		0			0
3		+		+ 13 20	+ 53 30
		—		— 13 0	— 62 0
		0			— 0 15
2		+		+ 13 15	+ 54 0
		—		— 13 0	— 62 0
1		+		+ 13 15	+ 52 10
		—		— 12 20	— 59 10
0		+		+ 13 15	+ 53 0
		0			+ 0 15
		—		— 12 15	— 61 0

Es enthält hier die Colonne

I. die Nummer des Eisencylinders,

II. die Entfernung der Endfläche des Cylinders von dem Drehungspunkte einer Magnetnadel *G*, welche über einem in halbe Grade getheilten Kreise schwebte,

III. die Stromrichtung, wobei 0 eine Unterbrechung des Stromes bezeichnet,

IV. die Windungszahl des gebrauchten Multiplicators,

V. die permanente Ablenkung der Nadel der Tangentenboussole durch den galvanischen Strom, und

VI. die Ablenkung der Magnetnadel durch den galvanisch inducirten Magnetismus des Eisencylinders.

Die Ablesungen der Magnetnadeln wurden immer an beiden Enden gemacht; ausserdem braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass bei der zweiten Reihe die Gegenwindungen der Magnetisirungsspirale neu adjustirt, und dass die Versuche dann erst begonnen wurden, wann die vom Strome durchflossene leere Spirale gar keinen Einfluss auf die Magnetnadel erkennen liess.

Das Nichtzurückgehen der Nadel auf den Nullpunkt bei Unterbrechung des Stromes rührte sichtlich nicht von remanentem Magnetismus der Eisencylinder, sondern nur von einer mangelhaften Beschaffenheit der Spitze her, welche das Drehungscentrum der Nadel bildete.

Nimmt man aus den Ablesungen bei gleichen Cylindern mit gewechselter Stromrichtung die arithmetischen Mittel, so ergibt sich:

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Versuchsreihe	Cylinder	Tangentenboussole	Magnetnadel
I.	0	14° 40′	41° 52′
	1	14 0	37 28
	2	13 30	38 11
	3	12 45	37 15
	4	12 45	37 0
II.	4	13 35	58 37
	3	13 10	57 45
	2	13 7	58 0
	1	12 47	55 40
	0	12 45	57 0

Die Ungleichheiten der erhaltenen Ablesungen lassen sich ohne Zwang theils aus der schon erwähnten mangelhaften Beschaffenheit des Aufhängepunktes erklären, theils aus der doch nicht vollkommen gleichen Masse der verschiedenen Eisencylinder, oder den mit der ziemlich provisorischen Vorrichtung nicht genau gleich einzuhaltenden Entfernungen der Cylinder von der Magnetnadel.

Es scheint also aus diesen Beobachtungen mit hinreichender Bestimmtheit gefolgert werden zu können, dass die untersuchten Eisencylinder trotz ihres höchst verschiedenen Molecularzustandes kein verschiedenes Verhalten zeigten:

1. hinsichtlich ihrer Fähigkeit durch galvanische Ströme magnetisch erregt zu werden,
2. hinsichtlich ihres Vermögens, den erregten Magnetismus nach Unterbrechung des Stromes zurückzubehalten.

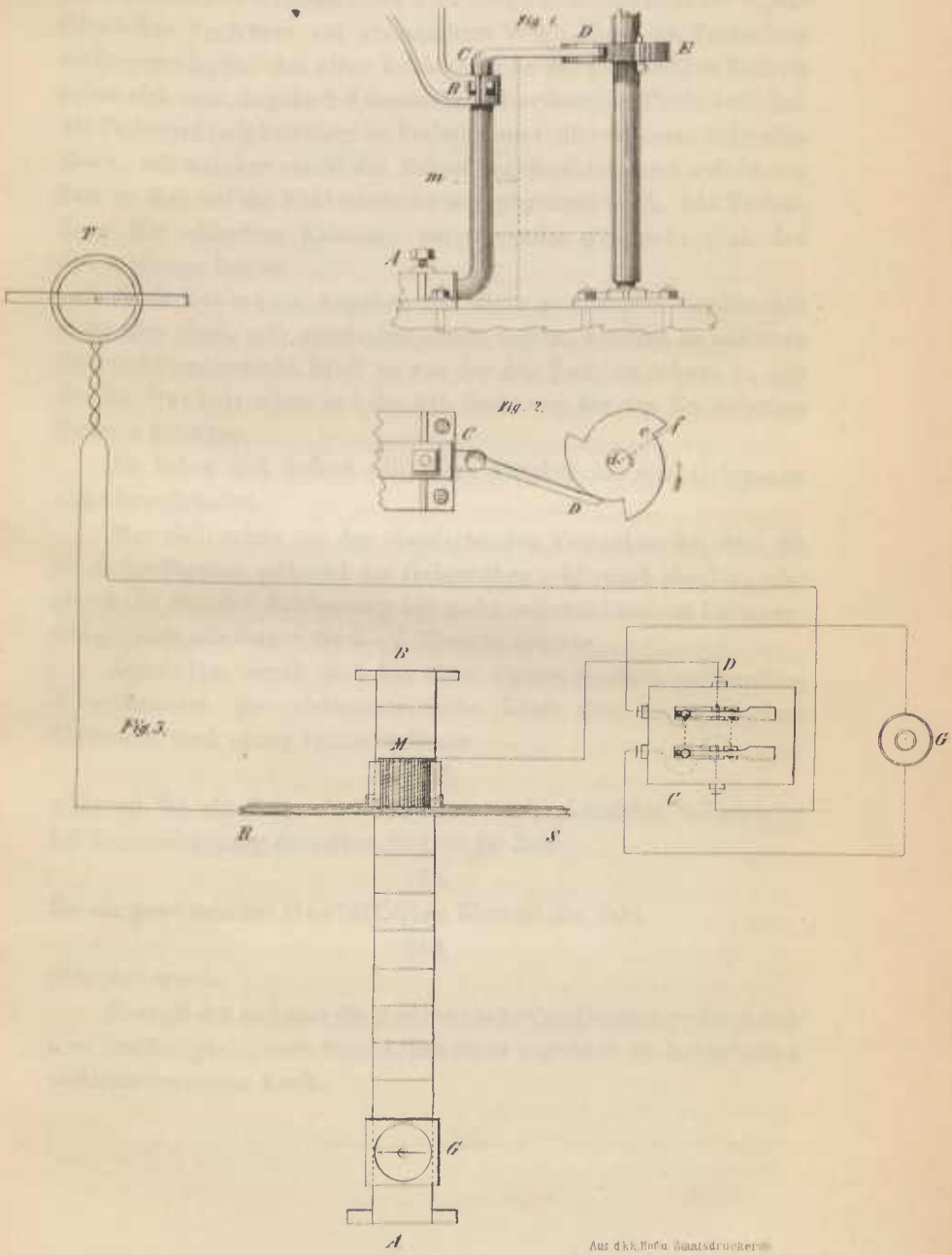
Nachschrift.

Bemerkungen über Baumer's Batterie.

Die zu diesen Versuchen benützte Batterie bestand aus zwölf Elementen von nachstehender, von Herrn Baumer in Constanz angegebenen und demselben für das Grossherzogthum Baden patentirten Einrichtung:

Eine conische Schüssel von amalgamirtem Zink (innerer Durchmesser 90^{mm}, Höhe 45^{mm}) mit durchlöchertem Boden zum Abtropfen der verbrauchten Füllungsflüssigkeit wird zur Hälfte ihrer Höhe mit Asbest angefüllt, auf welchen, ringsum vom Zinke abstehend, eine

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Aus d. k.k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Download from The BHL http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Kohlenscheibe von 70^{mm} Durchmesser und 6^{mm} Dicke mit erhöhtem Rande gelegt wird. Auf die aus gepulverten Coaks hergestellte und wohl ausgeglühte Kohlenscheibe wird nach einem dem Erfinder eigenthümlichen Verfahren auf chemischem Wege Platin in Pulverform niedergeschlagen. Auf einer Kohlenscheibe der gebrauchten Batterie sollen sich nach Angabe 2·5 Grammen pulverförmiges Platin befinden. Als Füllungsflüssigkeit dient im Verhältnisse 1:20 verdünnte Schwefelsäure, mit welcher zuerst der Asbest angefeuchtet, und welche von Zeit zu Zeit auf die Kohlenscheibe nachgegossen wird. Die Verbindung der einzelnen Elemente untereinander geschieht nach den gewöhnlichen Regeln.

Nach Baumer's Angaben soll diese galvanische Combination nicht blos einen sehr constanten Strom liefern, sondern es soll auch ihre elektromotorische Kraft $^6/_5$ von der der Bunsen'schen, $^3/_2$ von der der Daniell'schen und das $2^1/_2$ fache von der der Smee'schen Batterie betragen.

Es haben sich jedoch alle diese Angaben bei dem Gebrauche nicht bewahrheitet.

Man sieht schon aus der obenstehenden Versuchsreihe, dass die Kraft der Batterie während des Gebrauches sehr rasch abnahm, obgleich die einzelne Schliessung bei nicht unbeträchtlichem Leitungswiderstande nie länger als 2—3 Minuten dauerte.

Ausserdem ergab sich bei einer eigens desshalb angestellten Versuchsweise die elektromotorische Kraft des Baumer'schen Elementes nach einem relativen Masse

= 198,

während für ein Smee'sches Element mit platinirter Silberplatte bei Zugrundelegung derselben Einheit die Zahl

162,

für ein gewöhnliches Daniell'sches Element die Zahl

284

gefunden wurde.

Es empfiehlt sich also die Baumer'sche Combination weder durch ihre Beständigkeit, noch hinsichtlich ihrer angeblich so bedeutenden elektromotorischen Kraft.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Schrötter Anton von Kristelli

Artikel/Article: Sitzung vom 19. Februar 1857. Vorträge. Ist die krystallinische Textur des Eisens von Einfluss auf sein Vermögen magnetisch zu werden? 472-481