IV. *Fortsetzung der Untersuchung über Stahlmagnetismus; von A. L. Holz.*

Unter der Leitung des Hrn. Prof. Helmholtz habe ich im hiesigen physikalischen Laboratorium der Königl. Universität nachstehende Arbeit ausgeführt:

In der ersten Untersuchung¹⁾ habe ich nachgewiesen, daß das magnetische Moment eines Stahlstabes abhängig sey von der Structur des Eisens und der damit verbundenen Structur des Kohleneisens; ich habe dabei angenommen, daß die übrigen beigemengten Bestandtheile, wie Silicium, Phosphor, Mangan, Schwefel, keinen so großen Einfluß auf die Lage der Molecüle im Stahlstabe ausüben, daß ich es nöthig hätte, für meinen Zweck genaue chemische Analysen vorzunehmen; inzwischen sind an einigen Stahlsorten von Boussingault²⁾ recht sorgfältige Analysen ausgeführt, deren Gesamtergebnisse ergeben hat, daß der Gußstahl als hauptsächlichste Qualität betrachtet, aus Kohle und Eisen zusammengesetzt ist, und daß nach der Cementation der Schwefelgehalt vermindert erscheint; dabei ist die Veränderung des Gehaltes der übrigen Bestandtheile selten höher als $\frac{1}{1000}$ gewesen.

Man darf deshalb im gewöhnlichen englischen oder deutschen Stahl die Textur bedingt ansehen durch die Constitution der freien Kohle, der chemisch gebundenen Kohle und des Eisens, und ich habe gezeigt, daß eine Verminderung des letzteren einer Vermehrung des specifischen Magnetismus entsprach, während eine Verminderung der beiden ersteren Bestandtheile stets ein kleineres magnetisches Moment zur Folge hatte.

Die sich hieran knüpfende Frage, wie sich das reine Eisen und Kohleneisen einzeln, im getrennten Zustande

1) Pogg. Ann. d. Phys. u. Chemie Bd. 151, S. 69, 1874.

2) Compt. rend. T. LXXVIII, p. 1451, 1874.

zu den magnetischen Eigenschaften verhalten, versuchte ich zunächst an reinem Eisen zu prüfen, zu welchem Zwecke ich Stäbe hergestellt habe, die als kohlenfrei zu betrachten waren und deshalb den hauptsächlichsten Anforderungen des einen Theiles genügten.

Zur besseren Uebersicht nachstehender Mittheilungen möchte ich mir erlauben, dieselben in drei Abtheilungen zu classificiren und zwar:

1. Die Erzielung der Eisenstäbe mittelst Elektrolyse.
2. Die magnetischen Eigenschaften des elektrolytischen Eisens.
3. Die Ursachen der Veränderung der magnetischen Coercitivkraft.

Es bestehen immer noch sehr verschiedene Meinungen über die vortheilhafteste, sichere Herstellung galvanoplastischer Eisenlamellen, besonders aber über die physikalischen Eigenschaften derselben, und ist die Verschiedenheit der Resultate durch die neueste Arbeit des Hrn. Beetz¹⁾ abermals vermehrt worden, welcher auf das bestimmteste erklärt, daß aus der von Jacoby benutzten Mischung ein glänzendes homogenes Eisen nicht zu erzielen sey; der besondere Grund hierzu läge in der Beschaffenheit der Lösung selbst, welche aus 135 Theilen schwefelsaurem Eisenoxydul und 123 Theilen schwefelsaurer Magnesia bestand, wozu eine Quantität kohlensaurer Magnesia hinzukam, aus welcher die atomistische Zusammensetzung $F_2O + MgO + 2SO^3 + 14HO$ hervorging. Das specifische Gewicht hatte Hr. Beetz ebenfalls nach der Jacoby'schen Mittheilung auf 1,270 gebracht, und erzielte fast nur Niederschläge, welche *„schwarz, ganz mit rauhen Aesten bedeckt waren und nach dem Trocknen unter der Luftpumpe über Schwefelsäure in mattes Grau übergingen“*, während die Niederschläge aus der Böttcher'schen Lösung, die aus schwefelsaurem Eisenoxydul und Salmiak bestanden, schön metallisch glänzend waren, *„ganz glatt und nur mit kleinen Gruben bedeckt“*;

1) Sitzungsberichte der mathemat. phys. Klasse d. k. b. Akad. d. Wissensch. zu München 1874, 1. Heft, S. 35.

Hr. Beetz hat nur noch die Klein'sche Lösung concentrirt angewandt, und ebenfalls „*schwarzes, mattes, mit kleinen Warzen*“ *bedecktes Eisen erhalten*. Durch dieses schwärzliche Eisen resultirt Hr. Beetz einige Behauptungen, deren Prüfung nicht in meiner Aufgabe lag, die aber im Gange meiner Untersuchungen keine Bestätigung fanden; mir gelang es aus der Klein-Jacoby'schen Lösung ein hellglänzendes Eisen herzustellen, das an Glanz und Homogenität alle meine Erwartungen übertraf; jedoch war mir dieses erst dann gelungen, als ich das specifische Gewicht von 1,279 auf 1,285 brachte und statt der früher benutzten Materialien, aus welchen ich dieselbe schwärzliche, poröse Masse, wie solche Hr. Beetz bezeichnet, erhielt, jetzt saubere und reine Krystalle benutzte. Ausser diesen Veränderungen wählte ich noch die geeignetste Stromstärke von 4 Siemens und Halske'schen Elementen¹⁾ und brachte die Entfernung der Elektroden von einander auf 52 bis 54^{mm}.

Die Herstellung des galvanoplastischen Eisens ist von Hrn. Krämer²⁾ aus reinem Eisenchlorür bewirkt worden, derselbe erhielt ein weiches schwammiges, schweißbares, mit dem Finger zusammendrückbares Eisen. Ein sprödes, brüchiges Eisen erhielt Hr. Klein³⁾, welches keinen permanenten Magnetismus zu haben schien. Hr. R. Lenz⁴⁾ hat, welcher die Klein'sche Lösung benutzte, ein feinkörniges, brüchiges, hellgraues Eisen erzeugt, das unter dem Mikroskope keine Krystallisation bemerken liefs; beim Glühen im Vacuo oder sauerstofffreien Atmosphäre wurde das Eisen so weiß, wie das zu Gefäßen verarbeitete Platin. Hr. Böttcher⁵⁾ gewann aus einem Gemisch von schwefelsaurem Eisenoxydul und Salmiak ein sprödes Eisen, das des bleibenden Magnetismus fähig war.

Ich habe der Klein-Jacoby'schen Lösung für meinen

1) Siemens und Halske. Pogg. Ann. Bd. 108, S. 608, 1859.

2) Chem. Centralblatt 1861, p. 273.

3) Bull. de l'acad. de St. Pétersbourg, XIII, 1868.

4) Chem. Centralblatt 1870, p. 188.

5) Poggend. Annalen LXVII, 1846, p. 117.

Zweck den Vorzug gegeben, da die von Jacoby erhaltenen Eisencylinder nur sehr geringe Coercitivkraft gehabt haben sollten, deren eigentliche Ursache und Veränderung zu studiren, ganz meiner Aufgabe entsprach.

Zur Reduction habe ich vier cylindrisch geformte Standgläser in Höhe von 300^{mm} und Durchmesser von 128^{mm}

"	200	"	"	"	150
"	253	"	"	"	180
"	314	"	"	"	150

angewandt, dann die Kathoden aus einer mit ganz dünnem gewalzten Kupferblech überzogenen Wachsplatte, wie schon erwähnt in 52 bis 54^{mm} Entfernung von den Anoden, die aus zusammengedrückten Cylindern von Eisenblech bereitet waren, in die Gefäße hineingesenkt und die Leitungsdrähte durch Klemmschrauben oberhalb der Flüssigkeit, ohne letztere zu berühren, befestigt; durch eine Zwischenschicht nichtleitender Masse habe ich die unteren und oberen Enden der Elektroden in stets gleicher Entfernung gehalten und auf dieselbe Art bezeichnete vier Standgläser eingerichtet, wovon jedoch zwei möglichst luftdicht abgeschlossen waren, welches ich mittelst geschliffener Glasdeckel und Einfettung des Glasrandes zu erreichen suchte.

Diese letztere Vorbereitung hatte den Zweck, das Eindringen der Luft in die Flüssigkeit zu verhindern, um während des elektrolytischen Processes eine Bildung von Eisenoxyduloxyd zu verhindern, worauf die zuerst erhaltene schwärzliche Masse wohl hindeuten dürfte; in diesen beiden Gefäßen waren die Elektroden hängend angebracht, sie berührten nicht den Boden und hielten vermöge ihrer relativ nicht geringen Schwere den Verschluss der Gefäße aufrecht.

Nach einem Tage schon wurde die Flüssigkeit vollkommen klar, die Eisenreduction ging regelmässig von Statten, die stromerzeugenden Elemente wurden nach etwa 14 Tagen mit reinem Wasser versehen und nach etwa 3 bis 4 Wochen hatte ich die Niederschläge fast $\frac{1}{2}$ bis zu einem Millimeter dick. Wohl entwickelte sich besonders in einem Apparate, welcher nicht verschlossen war, eine

nicht unbedeutende Anzahl Gasbläschen, die fest, wie angewachsene Perlen, auf der Eisenplatte saßen; ich reinigte jedoch ohne weiteren Nachtheil die Elektroden und entfernte letztere um einige Millimeter von einander, und obgleich ich die durch die ersten Gasbläschen erzeugten kleinen Gruben jetzt nicht mehr beseitigen konnte, so erhielt ich doch auch hier nach weiterem ganz regelmäßigem blasenfreien Verlauf eine schöne, gelungene, metallisch glänzende Platte.

Die vollständige Eisenreduction fand nicht in allen 4 Gefäßen zu gleicher Zeit statt, die abgeschlossenen Apparate hatten wohl 8 bis 14 Tage später, wie die offenen zu wirken angefangen, weshalb die in den letzteren Gefäßen erzeugten Platten eine größere Dicke erhielten; die wesentlichsten Unterschiede, welche ich durch den Verschluss der Gefäße erreichte, bestanden in dem größeren Glanze und einer gleichmäßigeren Textur der Eisenplatten.

Ich muß noch bemerken, daß die Schaumdecke der angewandten Flüssigkeit ununterbrochen fest liegen blieb, und daß die Flüssigkeit stets so klar erschien, wie es nur irgend denkbar ist, Erschütterungen, durch welche die Schaumdecke hineingerührt werden könnte, müssen jedoch fern gehalten werden.

Die erhaltenen Platten hatten folgende Größen:

In den geschlossenen Gefäßen:		In den offenen Gefäßen:	
No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
190mm lang	176mm lang	204mm lang	156mm lang
60mm breit	62mm breit	83mm breit	74mm breit
Gewicht: 25,750	32,476	64,861	58,402

2) Die magnetischen Eigenschaften des galvanischen Eisens.

Mit diesem Vorrath glänzender und kräftiger Eisenlamellen konnte ich eine große Anzahl von Versuchsreihen ausführen, um die magnetischen Momente in verschiedenen Zuständen des kohlenfreien Eisens zu prüfen und die Ursachen dieser Veränderungen mit denen des Stahles vergleichen. Ich hatte zuerst die Frage zu erle-

digen: in wie weit darf ich die erhaltenen Eisenstäbe als reines Eisen ansehen, d. h. speciell für den Zweck dieser Untersuchung?

Es ist bekannt, daß das durch Elektrolyse erhaltene Eisen Gase occludirt. Diese Gase können von Eisentheilen so vollkommen eingeschlossen werden, daß letztere selbst nicht im vollständigen Vacuo zu entweichen vermögen, außerdem können aber noch Gaspartikelchen zwischen den krystallinischen Fasern haften, die theils durch Glühen und theils im Vacuo entfernt werden können. Ich habe dieses letztere Verfahren bei Bestimmung der specifischen Gewichte angewandt und das magnetische Moment bestimmt, bevor der Stab unter die Luftpumpe gebracht wurde; es war sehr deutlich während zwei Stunden wahrzunehmen, daß, nachdem das Wasser, in welchem der Stab sich unter dem Recipienten befand, keine Bläschen mehr zeigte, fortwährend Gasblasen in reicher Menge direkt *aus dem Eisen* durch das Wasser in die Höhe stiegen; ich habe das Vacuum so lange unterhalten, bis ich ein Entweichen von Gasen nicht mehr bemerken konnte. Es erwies sich hiernach, als nun wieder das magnetische Moment bestimmt wurde, dasselbe um einen ganz kleinen Werth größer, die Ablenkung des Galvanometerspiegels stieg von 44,75 auf 45,25 und ich gewann hierdurch die Ueberzeugung, daß die occludirten Gase auf das magnetische Moment keinen sehr erheblichen Einfluß ausüben. Es wurden nun einige kleine Stäbe aus den ganzen Platten geschlagen, während ich vorher die Ablenkungen durch ein Fernrohr vom Galvanometerspiegel bestimmte, welche die ganzen Eisenstücke verursachten, und hierdurch die Größe der Coercitivkraft zeigten, die sie *während der Reduction* erhielten; diese Ablenkungen waren in Millimetern:

für 1. Stab = 14, 2. Stab = 12, 3. Stab = 17,
4. Stab = 8.

Die Stäbe waren vom Galvanometer 450^{mm} und letzteres von der Skala 1470^{mm} entfernt.

Aus der Platte brach ich einige kleinere Stäbchen,

welche ich magnetisirte und die am Galvanometerspiegel die hier folgenden Ablenkungen als Mittel einiger Ablesungen ergaben; zur Magnetisirung bediente ich mich einer 155^{mm} langen Magnetisirungsspirale, deren Durchmesser 39^{mm} betrug und welche 48 einfache Windungen hatte, die Stäbe zog ich durch diese Spirale so lange hin und her, bis ich das Maximum der Magnetisirung für die betreffende Stromstärke erreichte; die mit + und — bezeichneten Zahlen bedeuten die Gröfse der Ablenkung in Millimetern bei einer bereits für die ganzen Platten angeführten Stabentfernung von 540^{mm} vom Galvanometerspiegel, von welchem die Skala 1470^{mm} entfernt war; zur Erzeugung des elektrischen Stromes benutzte ich nur Bunsen'sche Elemente:

Stab Ia.: 62^{mm} lang, 12^{mm} breit:

1 Element:	+ 59	— 13,
2 Elemente:	+ 75,50	— 60,
3 „	+ 76	— 71,25
5 „	+ 78,25	— 74,
6 „	+ 87,75	— 88,
8 „	+ 87	— 87,12.

Stab Ia. gegläht:

2 Elemente:	+ 46	— 47,
4 „	+ 46,75	— 47.

Stab IIa.: 61^{mm} lang, 12^{mm} breit:

3 Elemente:	+ 86,50	— 87,50,
4 „	+ 86,50	— 86,25.

Stab IIa. gegläht:

1 Element:	+ 30,25	— 25,75,
2 Elemente:	+ 33,5	— 32,25,
3 „	+ 43,75	— 43,50.

Stab IIIa.: 54^{mm} lang, 10^{mm} breit:

3 Elemente:	+ 62,25	— 62,
4 „	+ 61	— 61,75.

Stab IIIa. gegläht:

6 Elemente:	+ 29,75	— 29,75.
-------------	---------	----------

Die Feststellung dieser Versuchsreihen für den ge-
glühten und ungeglühten Zustand einiger elektrolytischen
Magnete gestatteten mir einige physikalische Eigenschaften
dieses Eisens zu beobachten, welche mit den bereits be-
kannten nicht vollkommen identisch sind; bei dem Glühen
an der Gasflamme legte sich regelmässig eine Oxydhülle
um das Stäbchen, welche ohne jede Schwierigkeit sich
absplittern liess; man erhielt dann die Eisenplatte in einem
weißglänzenden platinähnlichen Metalle; als ich aber hierauf
das glühende Eisen in Wasser fallen liess, spaltete sich
selbst die Oxydhülle rings um den Stab schnell ab, und
der glänzende Eisenkörper trat jetzt früher heraus. In
diesem Zustande, besonders nach schwächerem Glühen,
besitzt das Eisen einen nicht geringen Grad von Elasti-
cität und dürfte wohl, da man dasselbe durch Glühen in
verschiedene Zustände von Weichheit versetzen kann, seiner
außerordentlichen Schönheit wegen noch weiterer tech-
nischer Verwendung werth seyn. Diese etwa 0,50^{mm} dicken
Stäbchen besaßen einen silberhellen Klang, bei den dicke-
ren Stäben habe ich diese Eigenschaft jedoch nicht ge-
funden, sie gaben beim Anschlagen mehr den Ton, welchen
man am Blei wahrnimmt.

Das außerordentlich leicht Brüchige des Eisens geht
durch das Glühen in derartige Weichheit über, daß man
es leicht mit einer kleinen Scheere schneiden kann; dieser
Grad der Weichheit bleibt auch selbst dann in dem Eisen
zurück, wenn man es schnell abkühlt; *eine erhebliche
Härtung dieses Metalles war nicht wahrzunehmen, als ich
es glühend rasch in eine Eismischung brachte.*

Einige Beobachtungen über die Härte ergaben folgen-
des Resultat:

Das ungeglühte Eisen wurde vom Apatit geritzt, wäh-
rend dasselbe Eisen den Flußspath ritzte, demnach läge
die Härte dieses elektrolytischen Eisens zwischen 4 und 5;
das geglühte Eisen wurde vom Flußspath geritzt, und
ritzte selbst Kalkspath, die Härte wäre also zwischen
3 und 4, *durch schnelle Abkühlung des Eisens blieb jedoch
ebenfalls die Härte zwischen 3 und 4.*

Unter dem Mikroskope zeigte das elektrolytische Eisen ein krystallinisches Gefüge; bestimmtere Angaben über das System der Krystallisation kann ich bis zu diesem Augenblicke nicht machen, die Krystalle erschienen so durcheinander geworfen und so klein, daß noch weitere Beobachtungen zur genauen Bestimmung erforderlich sind, welche ich noch nachzutragen verspreche.

Nachdem die Stäbe Ia, IIa, IIIa gegläht und neu magnetisirt waren, habe ich an einigen aufeinanderfolgenden Tagen eine auffallende Abnahme der magnetischen Kraft gefunden, Ia verlor in 5 Tagen über die Hälfte seines Momentes, dasselbe fiel von 47 auf 23; um mich zu überzeugen, ob nicht etwa die Veränderung der Temperatur die Ursache sey, beobachtete ich ein Stäbchen bei den Temperaturen: $17,2^{\circ}$, 30° , 40° , 53° , wobei ich jedoch keine Momentveränderung wahrnehmen konnte; dagegen waren die unbedeutendsten Erschütterungen von solch störendem Einfluß, daß die Ablenkung des magnetischen Spiegels mehrere Theilstriche Abnahme zeigte, so oft ich das Stäbchen in ein Probirglas auch nur leise hineingleiten ließ, die Berührung beider war für den Stab eine so bedeutende Erschütterung, daß ich diese Empfindlichkeit regelmäßig durch eine Spiegelablenkung ablesen konnte; wollte ich nun das Stäbchen ohne Momentverlust in das Probirglas bringen, welches zur Bestimmung der Temperatur benutzt wurde, so mußte ich den Stab, um ihn vor solchen Erschütterungen zu schützen, mit einer sehr weichen Baumwollhülle umgeben, wodurch es mir erst möglich wurde, das Moment des Stäbchens während der Temperaturveränderungen mit Sicherheit bestimmen zu können.

Durch dreimaliges Werfen des Stabes zur Erde entzog ich demselben den ganzen permanenten Magnetismus; ein Stahlstab in derselben Gröfse wurde durch 21maliges stärkeres Werfen zur Erde von 71 bis 55,75 gebracht, bei den beiden letzten Würfen hat keine weitere Veränderung der Momente stattgefunden.

Die Magnetisirungen sowohl, als auch die Ablenkungen habe ich in derselben Art vorgenommen, wie solche

bei der früheren Arbeit¹⁾ ausführlich angegeben, bei allen in diesem Theile stattfindenden Bestimmungen habe ich noch die entgegengesetzten Magnetisirungen regelmässig wie nachstehend ausgeführt; der Stab wurde einmal im Sinne seiner ursprünglichen Pole magnetisirt, welche Magnetisirung die „positive“ sey, dann fand mit derselben magnetisirenden Stromes-Intensität die *negative* Magnetisirung statt, indem ich den Stab nun in entgegengesetzter Richtung in die Spirale brachte, wodurch die Pole des Magneten umgekehrt wurden; beide Richtungen sind durch die vorstehenden Zeichen + und — zu erkennen.

3) Die Ursache der Veränderung der magnetischen
Coercitivkraft.

Die kleinen, hier vorangehenden Tabellen, gestatten schon einen Vergleich der magnetischen Coercitivkraft des brüchigen, reinen Eisens mit dem geglähten weichen; es ist wohl allgemein bekannt, daß das gewöhnliche weiche Eisen eine weit geringere Fähigkeit besitzt, den Magnetismus aufzubewahren, als das gehärtete, doch sind, so viel mir bis zu diesem Augenblicke bekannt ist, mit Eisen, welches auf elektrischem Wege erzeugt wäre, nähere Bestimmungen im Zustande verschiedener Härten desselben noch nicht gemacht worden. Hr. Jakoby²⁾ hat vorher das Eisen einer Art Cementation unterzogen und ohne weitere genaue Angaben gefunden, daß das Eisen im Zustande der größten Härte nur geringe Coercitivkraft besaß; Hr. Beetz³⁾ hat die ausführlichsten und genauesten Bestimmungen des harten, spröden Eisens in Bezug auf seine Coercitivkraft gemacht, doch finde ich nirgend einen Versuch, der bei veränderten Molecularzuständen desselben Eisens vorgenommen wäre.

Die Erscheinungen des gewöhnlichen Schmiedeeisens

1) Pogg. Ann. Bd. 151, S. 70.

2) Pogg. Ann. Bd. 144, S. 348, 1873 und *Bull. de l'acad. de St. Pétersbourg T. VIII.*

3) Pogg. Ann. Bd. 111, S. 107.

und die des Stahles sind bei ihren Molecularveränderungen durch Glühen und Härten mehrfachen Bedingungen unterworfen, die Theile der darin befindlichen gebundenen Kohle erfahren eine andere Ausdehnung als die der freien, ungebundenen, und diese beiden wiederum nicht dieselben, wie die des darin vorhandenen reinen Eisens; viel einfacher gestaltet sich der Proceß in einem elektrolytischen Eisenstabe, das Glühen verändert die Lage der Eisenheilchen ohne eines erheblichen Einflusses der Kohle und deren Verbindungen zu bedürfen. Die Veränderung, welche durch das Glühen des elektrolytischen Eisens stattfindet, ist demnach nur eine Veränderung der Dichtigkeit und der damit verbundenen Textur desselben Metalles und um nun diese Gesamtmolecularveränderung beim reinen Eisen in Bezug auf seine Dichtigkeit mit einer hinreichenden Genauigkeit zu bestimmen, habe ich nur das specifische Gewicht für jeden *Molecularzustand* festzustellen, dann müßte das erhaltene specifische Gewicht des auf elektrolytischem Wege gewonnenen Eisens, bevor dasselbe geglüht, und dasjenige nachdem es geglüht war, vollkommen bestimmte Resultate über die moleculare Ausdehnung oder Zusammenziehung aller der Glühhitze unterworfenen Theilchen ergeben.

Ich habe hierbei die occludirten Gasvolumina nicht berücksichtigt, da es von R. Lenz ¹⁾ erwiesen war, daß dieselben beim Glühen entweichen.

Aus den drei angeführten Versuchsreihen Ia, IIa und IIIa erhielt ich erst einen Einblick in den Gang der coercitiven Veränderung dieser Stäbe; ich habe hierauf eine weitere Anzahl Stäbe untersucht und für dieselben jedesmal die specifischen Gewichte so der Reihe nach festgestellt, daß ich dieselben im Zustande vor, wie nach dem Glühen des Stabes genau anzugeben vermag, und habe dann die magnetischen Momente bestimmt, welche die Stäbe bis zu ihrem Maximo, sowohl in dem ursprünglichen wie in dem durch Glühen veränderten Zustande zu erreichen im Stande waren.

1) Chem. Centralbl. 1870, S. 188.

Folgende Tabellen enthalten die Werthe von vier galvanischen Eisenstäben und von drei ähnlich grofsen Stahlstäben; die Rubrik *A* enthält die Ablenkung des Magnetspiegels in Millimetern, die Rubrik *M* die magnetischen Momente ausgedrückt in Kräfteinheiten nach Millimeter-Milligramm, während die Werthe unter *M.* den specifischen Magnetismus angeben. Zur Bestimmung der Intensität der elektromotorischen Kraft, welche durch die Magnetisirungsspirale geleitet war, diente eine Tangenten-Boussole, die in dem Stromkreise eingeschaltet war. Die *positive* Magnetisirung bedeutet wieder diejenige, welche im Sinne des ursprünglichen Momentes stattgefunden, während ich die *negative* erhielt, so oft ich die Richtung des Stromes durch den im Stromkreise befindlichen Commutator umkehrte; es befanden sich dieselben Magnetisirungsspiralen, deren Dimensionen ich in dem vorangehenden Theile bereits angegeben, und das zu untersuchende Stäbchen bei allen folgenden Bestimmungen stets in einer und derselben Entfernung vom Galvanometerspiegel, die verschiedenen Stabtlängen mußten jedoch wegen der verschiedenen Stabmittelpunkte jedesmal in Rechnung gezogen werden.

No. 1. Galvanoplastischer Eisenstab.

Gewicht in der Luft: 7,584. Länge: 71^{mm}, Breite: 23^{mm},
berechnete Dicke: 0,71^{mm}.

1 Element, Intensität: 1106,06.

<i>A.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>	
+ 82	+ 750321	+ 98,93	Spec. Gew. 6,525
— 48	— 439643	— 59,9	
+ 76	+ 695546	+ 91,71	
— 50	— 457559	— 60,33	
+ 72,25	+ 661076	+ 87,16	
— 50,25	— 459950	— 60,64	
+ 74,5	+ 681853	+ 89,91	
— 57	— 521542	— 68,77	
+ 75,25	+ 688700	+ 90,81	
— 63	— 576503	— 76,02	

A.	M.	M _r .
+ 76	+ 695546	+ 91,71
— 64	— 576503	— 76,02
+ 78	+ 713726	+ 94,11
— 60,75	— 556012	— 73,31
+ 76,5	+ 700032	+ 92
— 59,25	— 542318	— 71,51

2 Elem., Intens.: 1243,79.

+ 79	+ 723434	+ 95,37
— 65,5	— 599404	— 79,04
+ 75,5	+ 690825	+ 91,09
— 70	— 640536	— 84,46
+ 78,75	+ 720573	+ 95,01
— 68,25	— 624481	— 82,34
+ 79	+ 723434	+ 95,37
— 68,25	— 624481	— 82,34

3 Elem., Intens.: 1284,57.

+ 80	+ 732142	+ 96,54
— 64	— 585761	— 77,23
+ 74	+ 677131	+ 89,28
— 64,5	— 590246	— 77,83
+ 73,25	+ 670284	+ 88,38
— 64,5	— 590246	— 77,83
+ 73,25	+ 670284	+ 88,38
— 64,5	— 590246	— 77,83

4 Elem., Intens.: 1345,74.

+ 84,5	+ 773423	+ 101,95
— 83,75	— 766376	— 101,05
+ 82,50	+ 755043	+ 99,55
— 78	— 713726	— 94,11
+ 82	+ 750321	+ 98,93
— 76,5	— 700032	— 92,30
+ 85,5	+ 755043	+ 99,55
— 77,25	— 706879	— 93,20

6 Elem., Intens.: 1447,69.

+ 88,25	+ 807693	+ 106,50
— 83,25	— 761891	— 100,46
+ 87	+ 796125	+ 104,96
— 84	— 768737	— 101,36
+ 87,25	+ 798486	+ 105,28
— 83,25	— 761891	— 100,46

9 Elem., Intens.: 1508,86.

<i>A.</i>	<i>M.</i>	<i>M_r.</i>
+ 88	+ 805332	+ 106,19
— 86,75	— 793764	— 104,17
+ 87,50	+ 801611	+ 105,56
— 87	— 796125	— 104,96
+ 87,75	+ 802971	+ 105,87
— 88,75	— 812179	— 107,09
+ 88,25	+ 807693	+ 106,50

12 Elem., Intens.: 1794,32.

+ 88,25	+ 807693	+ 106,50
---------	----------	----------

Derselbe Stab

geglüht und schnell abgekühlt.

1 Elem., Intens.: 1101,06.

+ 29,5	+ 269861	+ 35,18	Spec. Gew. 7,498
— 27	— 247195	— 32,32	
+ 29,25	+ 267736	+ 34,91	
— 27,50	— 251681	— 32,81	

2 Elem., Intens.: 1162,23.

+ 28	+ 256162	+ 33,40
— 28	— 256162	— 33,40

4 Elem., Intens.: 1284,57.

+ 37,75	+ 345412	+ 45,04
— 38	— 347773	— 45,34
+ 38,75	+ 345620	+ 46,24
— 38,50	— 352259	— 45,93

6 Elem., Intens.: 1345,74.

+ 40,25	+ 368314	+ 48,02
— 39,75	— 363828	— 47,44
+ 40	+ 365953	+ 47,71
— 40	— 365953	— 47,71
+ 39	+ 356981	+ 46,54
— 40	— 365953	— 47,71

Stahlstab No. 1.

Gewicht in der Luft: 11,712, Länge 71^{mm}, Breite 23^{mm},
berechnete Dicke 0,89.

2 Elem., Intens.: 1182,62.

A.	M.	M.	Spec. Gew. 8,015
+ 52,50	+ 480461	+ 41,02	
— 49,75	— 455198	— 38,86	
+ 45,75	+ 418603	+ 35,74	
— 39	— 356981	— 30,48	
+ 42,25	+ 386729	+ 33,02	
— 37,75	— 345412	— 29,49	
+ 42,75	+ 391215	+ 33,40	
— 36	— 329357	— 28,12	

4 Elem., Intens.: 1325,35.

+ 97,5	+ 892217	+ 76,18
— 95	— 869315	— 72,22
+ 100,25	+ 917479	+ 78,33
— 98,25	— 899064	— 76,76
+ 102	+ 933334	+ 79,70
— 99,75	— 912755	— 77,93
+ 103,50	+ 947225	+ 80,50
— 101	— 924326	— 78,92
+ 102,75	+ 940359	+ 80,29
— 100,5	— 919609	— 78,52
+ 103	+ 942506	+ 80,17
— 101,5	— 928812	— 79,30
+ 102	+ 933534	+ 79,70
— 99,25	— 908272	— 77,51
+ 103	+ 942506	+ 80,17
— 100	— 915118	— 78,13

6 Elem., Intens.: 1468,08.

+ 135	+ 1235513	+ 105,49
— 128,75	— 1178007	— 100,59
+ 131	+ 1198909	+ 102,36
— 129,25	— 1182854	— 100,99
+ 129	+ 1180375	+ 100,82
— 128,75	— 1178107	— 100,59
+ 128,75	+ 1178107	+ 100,59
— 128,25	— 1173647	— 100,21
+ 128,50	+ 1176007	+ 100,41

8 Elem., Intens.: 1651,19.

A.	M.	M.
+ 134,75	+ 1233143	+ 105,29
— 133,25	— 1219450	— 104,12
+ 135,50	+ 1239990	+ 105,87
— 141,75	— 1462146	— 102,03
+ 137,5	+ 1258170	+ 107,43
— 134	— 1220296	— 104,70
+ 134,75	+ 1233143	+ 105,29
— 133,25	— 1219451	— 104,12
+ 135,50	+ 1239990	+ 105,87
— 134	— 1226296	— 104,70
+ 135,25	+ 1237629	+ 105,67
— 134,25	— 1228657	— 104,91

9 Elem., Intens.: 1671,98.

— 134,50	— 1230782	— 105,08
+ 135,75	+ 1242351	+ 106,07

Stahlstab No. 1

geglüht und schnell abgekühlt.

2 Elem., Intens.: 958,33.

+ 47,5	+ 434657	+ 39,34
— 41	— 375161	— 33,95
+ 42,50	+ 388854	+ 35,19
— 45	— 411756	— 37,26
+ 51,5	+ 476252	+ 42,65
— 52,5	— 480461	— 43,48
+ 60	+ 549165	+ 49,70
— 58,5	— 535235	— 48,44
+ 60,25	+ 551291	+ 49,89
— 58	— 530750	— 48,03

Spec. Gew.
7,960

4 Elem., Intens.: 1304,96.

+ 118	+ 1079915	+ 97,74
— 105,5	— 965407	— 87,37
+ 105,5	+ 965407	+ 87,37
— 104,5	— 956200	— 86,54
+ 102	+ 933534	+ 84,49
— 98,75	— 903550	— 81,77
+ 100,5	+ 919604	+ 83,23
— 99,25	— 908272	— 82,21
+ 100,76	+ 921965	+ 83,49
— 99	— 905911	— 81,99

6 Elem., Intens.: 1366,13.

<i>A.</i>	<i>M.</i>	<i>M.</i>
+ 164,25	+ 1503004	+ 136,03
— 158,25	— 1447993	— 131,05
+ 159,25	+ 1457201	+ 131,88
— 153,25	— 1402429	— 126,93
+ 158	+ 1445868	+ 130,86
— 154	— 1409273	— 126,43
+ 158	+ 1445866	+ 130,86
— 153,50	— 1404787	— 127,14

8 Elem., Intens.: 1447,69.

+ 185	+ 1693297	+ 153,25
— 182	— 1665441	— 150,73
+ 187,5	+ 1765729	+ 155,29
— 184	— 1686183	— 152,61
+ 187,5	+ 1665441	+ 155,29
— 185	— 1693297	— 153,25

Galvanoplastischer Stab No. 2.

Gewicht in der Luft: 6,639. Länge 55mm, Breite 23mm,
berechnete Dicke 0,52mm.

2 Elem., Intens.: 1162,23.

+ 73,5	+ 652366	+ 98,26	Spec. Gew. 7,612
— 61,25	— 534670	— 80,53	
+ 72,5	+ 643435	+ 96,92	
— 61	— 530311	— 79,87	

4 Elem., Intens.: 1386,52.

+ 81,50	+ 723350	+ 108,95
— 76,50	— 678927	— 102,26
+ 80,50	+ 714420	+ 107,61
— 78,75	— 698849	— 105,26
+ 81,50	+ 723350	+ 108,95
— 75,75	— 672287	+ 101,26

6 Elem., Intens.: 1406,91.

+ 83,25	+ 738921	+ 111,30
— 78,75	— 698849	— 105,26
+ 82,25	+ 729991	+ 109,95
— 78,50	— 696788	— 104,95
+ 82,25	+ 729991	+ 109,95
— 78,50	— 696788	— 104,95

8 Elem., Intens.: 1468,08.

A.	M.	M.
+ 85	+ 754491	+ 113,64
- 82,75	- 734341	- 110,61
+ 85	+ 754491	+ 113,64
- 82,75	- 734341	- 110,61
+ 85	+ 754491	+ 113,64

10 Elem., Intens.: 1753,54.

+ 85,25	+ 756552	+ 113,95
- 83,25	- 738921	- 111,30
+ 83,25	+ 738921	+ 111,30
- 83,75	- 743271	- 111,95
+ 84,75	+ 752201	+ 113,30
- 82,50	- 732781	- 110,30
+ 84,25	+ 747851	+ 112,64
- 82,75	- 734341	- 110,61
+ 84,25	+ 747851	+ 112,64

Galvanoplastischer Stab. No. 2

geglüht und schnell abgekühlt.

8 Elem., Intens.: 1366,13.

+ 47	+ 417202	+ 68,96	Spec. Gew. 7,809
- 46,45	- 414913	- 68,49	
+ 47	+ 417202	+ 68,96	
- 47	- 417202	- 68,96	

Stahlstab No. 2.Gewicht in der Luft 11,012. Länge 65^{mm}, Breite 23^{mm},
berechnete Dicke 0,92.

8 Elem., Intens.: 1529,25.

+ 82,5	+ 797992	+ 72,46	Spec. Gew. 8,039
--------	----------	---------	---------------------

Stahlstab No. 2

geglüht und rasch abgekühlt.

8 Elem., Intens.: 1529,25.

+ 114	+ 1104667	+ 101,14	Spec. Gew. 8,004
-------	-----------	----------	---------------------

Galvanoplastischer Stab No. 3.

Gewicht in der Luft 5,169. Länge 82,5^{mm}, Breite 15,75^{mm},
berechnete Dicke 0,52.

8 Elem., Intens.: 1508,86.

A.	M.	M.	Spec. Gew. 7,615
+ 119	+ 1151245	+ 222,71	
— 113,75	— 1102916	— 213,37	
+ 116,75	+ 1131933	+ 213,93	
— 113	— 1095662	— 211,97	
+ 116	+ 1124679	+ 217,57	

10 Elem., Intens.: 1733,15.

+ 120	+ 1163452	+ 225,08
— 118	— 1144065	— 221,32
+ 119,5	+ 1158200	+ 224,16
— 119,75	— 1161201	— 224,65
+ 119,5	+ 1158200	+ 224,16
— 118,65	— 1150445	— 222,56
+ 118,65	+ 1150445	+ 222,56
— 118,75	— 1151445	— 222,76

Galvanoplastischer Stab No. 3

geglüht und schnell abgekühlt:

10 Elem., Intens.: 1733,15.

+ 72	+ 698171	+ 149,69	Spec. Gew. 7,806
------	----------	----------	---------------------

Stahlstab No. 3.

Gewicht in der Luft 9,212. Länge 82,5^{mm}, Breite 15,75^{mm},
berechnete Dicke 0,89.

10 Elem., Intens.: 1733,15.

+ 202,25	+ 1961185	+ 212,89	Spec. Gew. 7,969
----------	-----------	----------	---------------------

Stahlstab No. 3

geglüht und schnell abgekühlt.

+ 336	+ 3257218	+ 363,5	Spec. Gew. 7,901
-------	-----------	---------	---------------------

Galvanoplastischer Stab No. 4.

Gewicht in der Luft 13,481. Länge 110^{mm}, Breite 21,5^{mm},
berechnete Dicke 0,76.

10 Elem., Intens.: 1794,62.

A.	M.	M _s .	Spec. Gew 7,503
+ 244,75	+ 2712963	+ 201,24	

Galvanoplastischer Stab No. 4

geglüht und schnell abgekühlt.

+ 133	+ 1474252	+ 109,36	Spec. Gew. 7,641
-------	-----------	----------	---------------------

Vergleicht man die in vorstehenden Tabellen enthaltenen Werthe für geglühten und ungeglühten Stahl, dann für ungeglühtes und geglühtes elektrolytisches Eisen, so zeigen sämtliche Werthe, daßs mit der Zunahme der Dichtigkeit der Eisenstäbe die Momente abnehmen und daßs durch Abnahme der Dichtigkeit der Stahlstäbe die Momente wachsen. In Folge dieses Verhältnisses habe ich in nachstehender Tabelle *die Quotienten aus der Dichtigkeit in das Maximum des specifischen Magnetismus, für beide verschiedene Molecularzustände* berechnet; das Maximum des specifischen Magnetismus habe ich mit M_s , das specifische Gewicht mit d bezeichnet, alsdann nahm ich als ersten Quotienten denjenigen an, welchen ich aus dem ursprünglichen Molecularzustand des galvanoplastischen Eisens, also bei geringerer Dichtigkeit erhielt, bezeichnete diesen $\frac{M_s}{d}$, während ich den zweiten durch $\frac{M_{s_1}}{d_1}$ ausdrückte, der aus dem *veränderten* Molecularzustand hervorging, bei welchem das gröfsere specifische Gewicht vorhanden war. Bei den Stahlstäben habe ich ebenfalls diese Ausdrücke gebildet, nur mit dem Unterschiede, daßs hier der erste Quotient aus der geringeren Dichtigkeit in den specifischen Magnetismus, nicht der

ursprüngliche Zustand gewesen, sondern der durch Glühen erzeugte, und deshalb nahm ich als zweiten Quotient die Werthe aus dem Molecularzustande, bei welchem das grössere specifische Gewicht vorhanden war, welches also stattfand, bevor der Stab geglüht wurde.

Ich möchte mir erlauben, jeden dieser Quotienten aus angeführtem Grunde das *magnetische Coercitivvermögen* zu nennen, und den Quotient aus beiden Coercitivvermögen:

$$\frac{\frac{M_s}{d}}{\frac{M_{s_1}}{d_1}} = \frac{M_s \cdot d_1}{M_{s_1} \cdot d}$$

mit *magnetischem Coercitivexponent* zu bezeichnen: *letzterer giebt dann für jeden Stab diejenige Zahl an, um wie viel Mal grösser das Coercitivvermögen bei der angegebenen geringeren Dichtigkeit, als bei der gefundenen grösseren ist:*

Bezeichnung des Stabes	Coercitivvermögen		Coercitivexponent
	$\frac{M_s}{d}$	$\frac{M_{s_1}}{d_1}$	$\frac{M_s \cdot d_1}{M_{s_1} \cdot d}$
Galvanopl. Stab			
No. 1	16,412	6,404	2,563
„ 2	14,969	8,831	1,695
„ 3	29,558	19,176	1,541
„ 4	26,821	14,312	1,874
Stahlstab			
No. 1	19,521	13,978	1,397
„ 2	12,636	9,013	1,402
„ 3	46,006	26,715	1,722

Auf diese Art, auf welche ich die verschiedenen Stäbe glühte, konnte eine gleichmässige übereinstimmende Dichtigkeitsveränderung aller Stäbe nicht stattfinden und ausserdem wäre eine grössere Gleichmässigkeit in Grösse, Schwere und Qualität der Stäbe erforderlich gewesen, um möglichst nahe übereinstimmende Werthe zu erhalten, auch hätte ich hierzu einen besonderen Glühapparat benutzen müssen,

über welchen ich erst in nächster Zeit werde verfügen können, dann werden genauere Bestimmungen der Werthe für Coercitivvermögen und Exponenten von mir gemacht werden.

Die in sämmtlichen vorangehenden Versuchsreihen zusammengestellten Werthe genügen um zu constatiren, daß durch die Veränderung des specifischen Gewichtes in den Eisen- wie in den Stahlstäben die Coercitivkraft sich bedeutend verändert. Die entgegengesetzten Resultate des reinen Eisens und des Stahles entsprechen gleichen Ursachen:

- 1) *Das galvanoplastisch gewonnene Eisen erhält durch Glühen ein größeres specifisches Gewicht: Die Molecüle haben sich enger aneinander geschlossen, die Zwischenräume, welche ihre Entfernungen von einander gebildet hatten, sind kleiner geworden und das permanente magnetische Moment hat sich fast um die Hälfte verringert.*
- 2) *Die Stahlstäbe haben durch Glühen und Härten ein kleineres specifisches Gewicht erhalten, die Molecüle haben sich, wenn das arithmetische Mittel aller Entfernungen aus den hauptsächlichsten Bestandtheilen hierdurch ausgedrückt wird, weiter von einander entfernt, die Zwischenräume ihrer Abstände sind im arithmetischen Mittel größer geworden und das magnetische Moment hat sich bedeutend vergrößert.*

Hr. Wiedemann¹⁾ hat durch seine ausführlichen Versuche: „über den Einfluß der Magnetisirung auf die Torsion“ gezeigt:

- 1) der permanente Magnetismus der Stahlstäbe nimmt durch ihre Torsion ab,
- 2) der temporäre Magnetismus wächst bei der Detorsion,
- 3) gedrillte Eisenstäbe detordiren sich bei der Magnetisirung.

Durch die hier gefundene Beziehung; daß die Veränderung der Dichtigkeit des Eisens eine Veränderung der magnetischen Kraft verursacht, werden die vorstehenden Sätze leicht erklärt:

1) Pogg. Annal. Bd. CVI und Wiedem. Galvanismus, Bd. II, S. 561.

- 1) *die Torsion, wie solche Hr. Wiedemann bei seinen Versuchen stattfinden liefs, verdichtet den Eisenstab, es mufs demnach der Magnetismus in Folge der Vergrößerung des specifischen Gewichtes abnehmen;*
- 2) *durch Detorsion werden die Molecüle von einander entfernt, die Dichtigkeit des Eisens nimmt demnach ab und der Magnetismus wird deshalb wachsen;*
- 3) *es folgt aus diesen beiden Sätzen, dafs, wenn der Magnetismus bei gedrillten Eisenstäben zunehmen soll, eine Ausdehnung stattfinden müsse, die sich hier zunächst in einem Bestreben geltend macht, die durch Torsion in Spannung gehaltenen Eisentheilchen in ihre ursprünglichen Lagen zurückzuführen und somit die Detorsion zur Erscheinung zu bringen.*

Die hier angeführten Wiedemann'schen Beziehungen stimmen genau überein mit dem Einfluß des specifischen Gewichtes des Eisens auf den Magnetismus.

Die Untersuchung von Matteuci¹⁾ „über die Beziehung des magnetischen Momentes zur Längsdehnung“ zeigt ebenfalls, dafs durch die Dehnung eines harten Eisenstabes sein temporäres, magnetisches Moment vermehrt wurde, und Wertheim²⁾ ist durch ähnliche Versuche zu denselben Resultaten gelangt. Leroux³⁾ hat an einer Sorte Eisen, die eine muschelige Schichtung besafs, bewiesen, dafs, je nachdem die Plättchen vertikal oder horizontal hingen, die durch einen Magnet darauf wirkende Kraft auch verschiedene magnetische Momente hervorrief.

Es ist auch allgemein bekannt, dafs der Stahl durch Härten ein geringeres specifisches Gewicht erhält, als er im ungehärteten Zustande hatte, und dafs er im ersteren Falle eine viel gröfsere Coercitivkraft besitzt als im letzteren, nur sind an reinem Eisen Structurveränderungen mit vergleichenden Tabellen ihrer Coercitivkräfte mir unbekannt. Aus den hier erhaltenen Werthen darf man des-

1) *Annal. de chim. et de phys. T. I. III.*

2) *Compt. rend. T. XXXV.*

3) *Compt. rend. T. XLV, 1857, p. 477.*

halb jetzt schon annehmen, *dass die magnetische Coercitivkraft überhaupt eine Function der von den Molekülen gebildeten Zwischenräume ist und von der Gröfse dieser Zwischenräume abhängig sey.*

Die hier mitgetheilten Versuchsreihen veranlassen mich, noch auf die Verschiedenheit dieser und der von Hrn. Beetz erhaltenen Resultate aufmerksam zu machen; meine Tabellen zeigen zu verschiedenen Malen bei negativer und positiver Magnetisirung einige gleich grofse Momente, sogar einige gröfsere negative Momente im Maximo, als positive: *galvanischer Stab No. 1* erreicht bei 9 Elem. Int. 1794,32 den specif. Magnetismus — 107,09 + 106,50, derselbe Stab gegläht, zeigt durch Magnetisirung mit 6 Elem. Int. 1345,74: + 46,54 und — 47,71. *Stahlstab No. 1* zeigt bei einer elektromotorischen Kraft von 6 Elem., deren Int. 1468,08 war, die spec. Magnetismen: — 100,99 + 100,82 — 100,59 + 100,59 — 100,21 + 100,41. Derselbe *Stab gegläht*, bei 4 Elem. Intens. 1306,96: + 97,74 — 87,37 + 87,37 — 86,54 + 84,49; galvan. Stab No. 2 erhält bei 10 Elem. Intens.: 1753,54 — 111,30 + 111,30 — 111,95. Derselbe Stab gegläht bei 8 Elem. Int. 1366,13: + 68,96 — 68,49 + 68,96 — 68,96; galv. Stab No. 3 bei 10 Elem. Intens.: 1733,15 + 224,16 — 224,65 + 224,16 — 222,56 + 222,56 — 222,76; die diesen Resultaten vorausgehenden kleineren Versuchsreihen der drei galv. Stäbe Ia. IIa. IIIa. enthalten die Maxima:

Ia.: + 87	— 87,2,	gegläht: + 46,75	— 47,
IIa.: + 86,50	— 87,60,	„ + 43,75	— 43,50,
IIIa.: + 61	— 61,75,	„ + 29,75	— 29,75.

Diese Resultate weichen von den, welche Hr. Beetz¹⁾ erhalten, fast überall in der Hauptsache ab; ein grofser Theil meiner Versuchsreihen zeigt, dass die negativen Maxima theils ebenso grofs und theils gröfser als die positiven waren, und dürfte deshalb nicht allgemein angenommen werden,

1) Pogg. Annal. Bd. CXI, S. 118.

„daß bei elektrolytischen Magneten die negativen Werthe stets unter den positiven bleiben, selbst wenn die stärksten Ströme auf sie einwirken, Ströme, welche Stahlstäbe von gleichen Dimensionen längst bis zur Sättigung magnetisirt haben würden.“

Die Ursache der Verschiedenheit dieser Resultate des Hrn. Beetz und der meinigen, dürfe wohl in der verschiedenartigen Herstellung der Platten liegen, die aus ganz verschiedenen Flüssigkeiten erzeugt waren, und dann hat außerdem Hr. Beetz seine Stäbe noch unter dem Einflusse eines kräftigen Magnetismus niederschlagen lassen, was bei meinen Eisenreductionen nicht stattfand.

Diese Untersuchung hat demnach ergeben:

„daß die magnetische Coercitivkraft der untersuchten Stahlsorten sowohl als der elektrolytischen Magnete direct von der Entfernung der Moleküle abhängig ist.“

Die vielen wichtigen Fragen, welche sich bei diesem Gegenstande aufdrängen, veranlassen mich um Verzeihung zu bitten, daß ich einige derselben erst bei meiner nächsten Arbeit zu berühren beabsichtige.

V. Ueber Winkelmessungen vermittelt des Ocularmikrometers im astronomischen Fernrohr; von Dr. Matern,

Lehrer an der Realschule des Johanneums in Hamburg.

Bei der Beobachtung von Beugungsinterferenzerscheinungen an Spalten und Gittern wird gewöhnlich zur Messung derjenigen Winkel, welche die gebeugten Strahlbündel mit dem ungebeugten bilden, ein mit Fadenkreuz versehenes Fernrohr am Theilkreise benutzt. Die oft nur wenige Minuten betragenden Winkel können durch Verengung der Spalten nur auf Kosten der Lichtintensität vergrößert werden. Selbst wenn man nur die genaue