der beiden specifischen Wärmen, hinzugefügt von diesem Punkt an bis zum Schmelzpunkt, genau die latente Wärme zusammensetzt. Darauf haben wir gesehen, daß die Wärme in einer Masse, die flüssig genommen und bis -160° C. erkaltet worden, sich einfach aus der spec. Wärme der flüssigen, und ohne Kenntniß der der starren Masse und der latenten Wärme berechnen läßt. Sicher sind dieß merkwürdige Eigenschaften, die einer Erklärung bedürfen. Nun giebt es eine ganz natürliche, die wir in einer anderen Abhandlung entwickeln werden, nämlich: daß bei -160° C. keine Wärme mehr in den Körpern vorhanden ist.

IV. *Ueber die Farben der Metalle;* *von Hrn. J. Jamin.*

(*Ann. de chim. et de phys., Ser. III, T. XXII, p. 311.*)

Als Newton an dünnen Blättchen die Eigenschaft, weißes Licht zu zersetzen, auffand, gesellte er das Phänomen der Farbigkeit der Körper dem der Farbenringe bei, und glaubte es durch die Annahme zu erklären, daß die farbigen Substanzen das Licht nicht bloß an ihrer Oberfläche, sondern auch in einer gewissen Tiefe reflectiren. Diese eben so sinnreiche als unscharfe Theorie, welche hätte entweder bestätigt oder widerlegt werden müssen, ist bisher nicht weiter entwickelt worden, und somit hat die Frage über die Färbung der Körper durch Reflexion keinen Fortschritt gemacht; indess, wenn auch die Arbeiten der Physiker nicht zum Zweck hatten diese Frage zu lösen, so hatten sie doch zur Folge, daß sie sehr vereinfacht wurde.

Fresnel, sich auf durchsichtige Substanzen beschränkend, behandelte das Problem der Reflexion an deren Oberfläche, und entwickelte die Formeln, welche die reflectirte Lichtmenge in Function eines einzigen Datums, des Brechverhältnisses der Substanz, ausdrücken. Mittelst dieser
For-

Formeln wäre man dann im Stande, indem man dem Brechverhältnisse successive die den verschiedenen Farben des Spectrums entsprechenden Werthe beilegte, die reflectirten Intensitäten dieser Farben zu berechnen, und somit durch den Newton'schen Farbenkreis die Farbe des reflectirten Bündels zu bestimmen; allein da die Brechverhältnisse, vom Roth an bis zum Violett, sehr schwache Veränderungen erleiden, so würde man die Verhältnisse der einfachen Strahlen in dem reflectirten Lichte beinahe eben so finden, wie sie im weissen Lichte sind. Diefs Resultat, welches die Erfahrung bestätigt, würde bei durchsichtigen Körpern nur von mäßigem Interesse seyn; allein bei den Metallen würde man durch Verfolgung desselben Ganges die Färbung, welche dieselben durch irgend eine Anzahl von Reflexionen des weissen Lichtes erleiden, vollständig erklären. Diefs zu zeigen, habe ich mir in dieser Abhandlung vorgesetzt.

Die Intensitäten des an Metallen reflectirten Lichts berechnen sich mittelst theoretischer Formeln, welche vollkommen mit der Erfahrung übereinstimmen, und welche als Constanten zwei Gröfsen enthalten, die mit den zahlreichen Erscheinungen der Metall-Polarisation verknüpft sind und mittelst dieser bestimmt werden können. Diese Constanten sind: 1) die Incidenz, bei welcher nach zwei Reflexionen an parallelen Spiegeln die Polarisation wieder hergestellt wird; 2) das Azimut der Polarisation des bei dieser Incidenz reflectirten Strahls, wenn das ursprüngliche Azimut 45° ist.

Wir sind also genöthigt, diese beiden Constanten zu bestimmen, indem wir die Hauptstrahlen des Spectrums successive an Metallen reflectiren lassen. Diese Bestimmung erfordert einige Details, in welche wir eingehen wollen.

Wenn zwei übereinstimmende, nach den Hauptazimuten gerichtete Schwingungen einen Metallspiegel unter verschiedenen Neigungen treffen, so erlangen sie eine Phasendifferenz, welche von der streifenden Incidenz bis zur lothrechten Reflexion abnimmt, und bei der Haupt-Incidenz, die

wir bestimmen wollen, den Werth einer Viertelwelle erlangt. Nach 2, 4, 6 . . . Reflexionen wird dieser Phasen-Unterschied offenbar $\frac{2}{4}$, $\frac{4}{4}$, $\frac{6}{4}$. . . Wellen; und folglich wird ein ursprünglich nach irgend einem Azimut polarisirter Strahl wieder einen geradlinigen polarisirten Strahl hervorbringen, sobald er eine gerade Zahl von Reflexionen unter der Haupt-Incidenz erfährt, die eben dadurch bestimmt werden kann.

Nennen wir a das Polarisationsazimut des einfallenden Strahls, den wir nach den Azimuten 90° und 0° in zwei polarisirte Bündel zerlegen wollen; die Amplituden derselben werden $\sin a$ und $\cos a$ seyn. Wenn diese beiden Bündel an einem Metall bei der Haupt-Incidenz reflectirt werden, so wird das Verhältniß ihrer Amplituden, indem es sich bei jeder Reflexion durch einen constanten Factor k multiplicirt, nach 2, 4, 6 . . . Reflexionen:

$$k^2 \tan a, k^4 \tan a, k^6 \tan a \dots;$$

und da der Phasenunterschied dieser Bündel einer genauen Zahl von halben Wellen gleich ist, so vereinigen sie sich zu einem geradlinig polarisirten Strahl in den Azimuten x' , x'' , x''' deren absoluter Werth ausgedrückt wird durch die Formeln:

$$\tan x' = k^2 \tan a, \tan x'' = k^4 \tan a, \dots$$

Man kennt a ; mißt man nun x' , x'' , x''' , so zieht man aus diesen Formeln die Werthe von k^2 , k^4 , k^6 , die zur Auffindung von k dienen.

Kurz die Methode des Experimentirens kommt darauf zurück:

1) den einfachen Strahl, mit dem man operiren will, in irgend einem Azimut a zu polarisiren;

2) die gemeinschaftliche Incidenz, bei welcher die Polarisation nach 2, 4, 6 . . . Reflexionen hergestellt wird, aufzusuchen, wodurch man die erste Constante erhält;

3) die Azimute x' , x'' , x''' zu messen, mittelst deren man die zweite Constante k berechnen kann, die wir von nun an mit $\tan A$ bezeichnen werden.

Es bleibt nur noch übrig das Detail der Versuche und die zu nehmenden Vorsichtsmafsregeln kennen zu lehren.

In den *Annal. de chim. et de phys.*, Ser. III, T. XIX, p. 301 ¹⁾ habe ich bereits den Apparat beschrieben, der mir zu ähnlichen Bestimmungen diene. Er besteht:

1) aus einem getheilten horizontalen Kreise auf einem Fußgestell;

2) aus einem am Kreise befestigten und auf dessen Mittelpunkt gerichteten Rohre, welches ein das Licht polarisirendes Nicol'sches Prisma trägt;

3) aus einem um den Mittelpunkt drehbaren Rohre, versehen mit einem verticalen getheilten Kreise, der mittelst eines doppeltbrechenden Prismas das Azimut der reflectirten Strahlen messen läßt;

4) aus einer Metalltafel im Centro des Apparats, versehen mit einer Alhidade, die ihre Verschiebungen am getheilten Kreise mißt;

5) auf dieser Tafel befinden sich zwei verticale Metallplatten, an welche man die Metallspiegel legt; ihr gegenseitiger Abstand läßt sich beliebig vergrößern oder verringern, um die Anzahl der Reflexionen zwischen den Spiegeln abändern zu können.

Nachdem die Richtungen der Hauptschnitte wohl bestimmt waren, polarisirte ich das Licht in einem Azimut ($+a$), und bestimmte die Incidenzen und Azimute der nach 2, 4 und 6 Reflexionen wieder hergestellten Polarisation, indem ich die Spiegel anfangs rechts und dann links gegen den Strahl neigte. Diefs ändert das Zeichen der Fehler, die durch einen Mangel an Senkrechtheit der Platten oder eine schlechte Bestimmung des Nullpunkts der Incidenzen veranlaßt sind. Somit erhielt ich für die Constanten sechs Beobachtungen. Da zweitens der Nullpunkt der Azimute unvollkommen bestimmt seyn konnte, so wiederholte ich dieselben Beobachtungen mit einem im Azimute ($-a$) polarisirten Licht. Das Mittel dieser beiden Reihen von Versuchen ist also nahezu berichtigt wegen der Fehler in Bestimmung der Merkzeichen.

¹⁾ *Annales*, Ergänzb. II, S. 443.

Da das Verhältniß k für die meisten Metalle viel kleiner als Eins ist, so nehmen die Azimute x' , x'' , x''' bei Vervielfältigung der Reflexionen rasch ab, und der bei ihrer Messung begangene Fehler kann vergleichbar mit ihrem Werthe werden. Man muß also diesen Abnahmen entgegenwirken, indem man α einen Werth nahe an 90° giebt.

Da der Apparat successiv durch die Haupt-Lichtstrahlen beleuchtet werden mußte, so bereitete ich ein sehr reines Spectrum. Man erblickt darin mit bloßem Auge eine beträchtliche Zahl von Strichen, die als Merkzeichen dienen. Man fängt die verschiedenen einfachen Strahlen mit

	Incidenzen und Azimute der wieder-			
	Silber.		Glockengut.	
	Incidenz.	Azimut.	Incidenz.	Azimut.
Roth, äußerstes	75° 45'	41° 37'	75 16'	29° 25'
Roth, mittleres	75 0	40 59	74 15	28 46
Orange	72 48	40 23	74 5	28 38
Strich <i>D</i>	72 30	40 9	73 28	28 24
Gelb	72 15	40 17	73 22	28 5
Strich <i>E</i>	71 30	40 19	72 20	25 31
Strich <i>E^b</i>			71 33	25 7
Strich <i>F</i>	69 34	39 46	71 21	23 55
Blau	68 11	39 55	70 47	23 26
Indigo	67 30	39 55	70 1	23 21
Strich <i>H</i>	66 12	39 50	70 2	23 21
Violett			70 11	22 31
Gränze des Violett	65 0	39 47	69 31	22 13

Incidenzen und Azimute der wiederhergestellten Polarisation.

	Kupfer.		Messing.	
	Incidenz.	Azimut.	Incidenz.	Azimut.
Roth	71° 21	28° 22'	71° 31'	29° 40'
Orange	70 0	26 0	70 27	29 3
Gelb	69 3	21 57	69 38	28 25
Grün	68 44	18 7	68 19	27 0
Blau	67 44	16 57	66 11	23 23
Indigo	67 30	16 30	65 35	19 57
Violett	66 56	15 57	64 16	17 38

Die Incidenzen der wiederhergestellten Polarisation variiren für alle Metalle mit der Brechbarkeit des einfallenden Lichts.

dem Nicol'schen Prisma auf, läßt sie an den Spiegeln reflectiren und durch das doppelbrechende Prisma gehen. Durch die vielfachen Reflexionen werden sie hinreichend geschwächt, daß das Auge ihren Glanz ertragen kann und ihre große Intensität sichert dadurch, daß sie die Amplitude der Winkel, bei denen die Polarisation vollständig zu seyn scheint, sehr reducirt, die Genauigkeit der Messungen.

In folgender Tafel vereinige ich die Beobachtungen, welche ich bei mehreren Metallen oder Legirungen angestellt habe; sie erlauben allgemeine Gesetze daraus zu ziehen und einige Beziehungen aufzustellen.

hergestellten Polarisation.

Stahl.		Zink.		Spiegelmetall.	
Incidenz	Azimuth.	Incidenz.	Azimut.	Incidenz.	Azimut.
77° 52'	16° 20'	75° 45'	15° 50'	76° 45	29° 15'
77 4	16 29	75 11	17 9	76 14	28 37
76 37	16 33	74 51	18 16	74 36	27 15
76 40	16 48	74 27	18 45	74 7	27 21
76 26	16 50	73 43	20 0	73 36	27 10
75 47	17 30	73 28	21 13	73 35	25 52
75 41	17 31	73 14	21 46	73 27	26 0
75 8	18 29	72 32	22 44	73 4	26 15
75 23	19 10	71 45	23 36	72 1	27 15
74 51	19 38	71 24	24 49	71 22	27 56
74 32	20 7	71 18	25 18	71 56	28 0
74 3	20 26	70 49	25 50	71 22	27 56
73 19	21 12	70 4	26 26	70 42	28 30

den Strahls; überdiß nehmen sie ab vom Roth bis zum Violett. Bei den durchsichtigen Substanzen nehmen die Brechungsindexe und folglich die Polarisationswinkel zu vom Roth bis zum Violett; bei den Metallen ist der Winkel der wiederhergestellten Polarisation derjenige, bei dem man das meiste Licht in der Einfallsebene polarisirt findet, und einige derselben nähern sich dermaßen den durchsichtigen Substanzen, daß die Polarisation bei ihnen beinahe vollständig ist. Es ist daher merkwürdig, daß, ungeachtet dieser Analogie, bei den durchsichtigen Substanzen der Polarisationswinkel zunimmt und bei den Metallen die Incidenz der wiederhergestellten Polarisation abnimmt, vom Roth bis

zum Violett. Zeigt sich dieser Gegensatz immer? Dieß läßt sich für jetzt nicht bejahen; es ist ein Punkt, der mir die Aufmerksamkeit der Physiker zu verdienen scheint.

Man kann bei den Metallen drei Klassen unterscheiden, und vermuthlich noch mehr, wenn man eine größere Zahl von Körpern untersucht haben wird.

Silber, *Kupfer*, *Messing* und *Glockengut* zeichnen sich durch folgendes Gesetz aus. Wenn man vom Roth zum Violett übergeht, nehmen die Azimute zwischen ungleichen Gränzen ab; sie differiren beim Silber um $0^{\circ}50$, während diese Dispersion beim *Glockengut* einen Winkel von $7^{\circ}12$ umfaßt.

Eine zweite Klasse von Metallen, zu welcher *Zink* und *Stahl* gehören, bietet uns ein gerade umgekehrtes Gesetz dar. Die Azimute der wiederhergestellten Polarisation nehmen zu vom Roth bis zum Violett zwischen sehr verschiedenen Gränzen, wie im vorhergehenden Fall. Ein Metall endlich, das einzige, welches ich bisher beobachtete, nimmt zugleich Theil an beiden Kategorien, nämlich das *Spiegelmetall*; die Azimute nehmen ab vom Roth bis zum Grün, und nehmen zu vom Grün bis zum Violett.

Das Gesetz, welches diese zweite Constante mit der Wellenlänge verknüpft, scheint also sehr complicirt zu seyn, und alles läßt glauben, daß jede Substanz ihre eigenthümliche Wirkung habe, sowohl hinsichtlich des Sinns als hinsichtlich der Strecke der Veränderungen, welche die Constante erleidet.

Ich unternehme es nun, die vorstehenden Bestimmungen zur Berechnung der Farbe eines jeden Metalls anzuwenden. Ich will kurz angeben, wie man dahin gelangt.

Man wird sich erinnern, daß mehr Mathematiker die Gesetze der Polarisation an Metallen durch theoretische Formeln ausgedrückt haben. Ich habe die des Hrn. Cauchy durch zahlreiche Versuche bewährt gefunden. Es ist also erlaubt sie zur Berechnung der Intensität des von Metallen reflectirten Lichtes anzuwenden, und dieß ist möglich, sobald man die eben bestimmten Constanten kennt.

Da offenbar diese Constanten mit der Brechbarkeit des Strahls variiren, so wird jede einfache Farbe des Spectrums nicht proportional reflectirt, und wenn man auf ein Metall ein Bündel weissen Lichtes fallen läßt, wird es im Allgemeinen nach der Reflexion gefärbt seyn. Es wird sich die Intensität eines jeden reflectirten Strahls berechnen lassen und somit durch die chromatische Regel Newton's auch die Farbe des Metalles. Es ist nun noch die Rechnung mit der Beobachtung zu vergleichen.

Die Formeln des Hrn. Cauchy sind für den allgemeinen Fall sehr verwickelt; aber ihre Hauptresultate sind leicht zu prüfen.

1) Bei der streifenden Incidenz sind alle gut polirten Metalle vollkommen weifs.

2) Beleuchtet durch ein in der Einfallsebene polarisirtes Licht, zeigen sie eine eigenthümliche sehr blasse Farbe, vermischt mit einer vorherrschenden Proportion Weifs.

3) Beleuchtet durch ein winkelrecht gegen die Einfallsebene polarisirtes Licht zeigen sie eine lebhaftere und weniger mit Weifs gemengte Farbe.

4) Bei lothrechtlicher Incidenz bleibt die eigenthümliche Farbe unverändert in ihrer Natur, und zwar bei jedem Azimut des einfallenden Strahls. Diesen letzten Fall, den einfachsten von allen, will ich hier in Detail behandeln.

Die Intensitätsformeln reduciren sich auf eine grofse Einfachheit. Wird die Intensität des einfallenden Strahls gleich eins gesetzt, so werden sie:

$$I = \tan^2(\varphi - 45^\circ)$$

$$\cot \varphi = \cos 2A \sin 2 \left(\arctan \frac{1}{\sin i, \tan i} \right),$$

i , bezeichnet die Incidenz der wiederhergestellten Polarisation. Um A zu erhalten, muß man den Werth von k nehmen und setzen $k = \tan A$.

Nach unseren Versuchen haben wir die reflectirten Intensitäten der Hauptstrahlen des Spectrums nach 1 und 10 Reflexionen berechnet und in folgender Tafel zusammengestellt.

Intensitäten des bei lothrechter Incidenz an

	Silber.		Glockengut.		Messing	
	1.	10.	1.	10.	1.	10.
	Reflex.		Reflex.		Reflex.	
Roth	0,929	0,478	0,747	0,054	0,720	0,037
Orange	0,909	0,388	0,724	0,039	0,682	0,022
Gelb	0,905	0,369	0,705	0,030	0,662	0,016
Grün	0,902	0,357	0,630	0,010	0,619	0,008
Blau	0,878	0,273	0,591	0,005	0,528	0,001
Indigo	0,875	0,264	0,578	0,004	0,456	0,000
Violett	0,867	0,242	0,566	0,003	0,498	0,000

Bei Erörterung der vorstehenden Formeln sieht man, daß wenn man die Werthe der beiden Constanten einzeln oder zugleich zu- oder abnehmen läßt, die reflectirten Intensitäten ebenfalls wachsen oder abnehmen; und da aus unseren Versuchen hervorgeht, daß die Haupt-Incidenz von einem Metall zum andern wenig verschiedene Werthe erfährt, während das Azimut der wiederhergestellten Polarisation Variationen von 45 bis 0 Grad erleidet, so ist es erlaubt in allgemeiner Weise zu sagen, daß die Metalle desto mehr Licht reflectiren, je größer dieses Azimut ist.

Machte man Spiegel aus den Metallen, die zu unseren Versuchen dienten, so würden sie der vorstehenden Tafel gemäß sehr verschiedene Lichtmengen reflectiren, und das Spiegelmetall, welches sich wegen seiner Härte so gut zur Anfertigung von Teleskopen eignet, genügt keineswegs den Bedingungen des Glanzes, welche man vor Allem zu erfüllen suchen muß. Diese Bemerkung zeigt, daß dieß Instrument eine recht wünschenswerthe Vervollkommenung erfahren würde, wenn man das Spiegelmetall durch Silber ersetzen könnte, welches ein Drittel mehr Licht reflectirt. Vielleicht wäre es nützlich, die Spiegel galvanisch zu versilbern; sie würden dadurch an Glanz gewinnen, ohne an Dauerhaftigkeit viel zu verlieren. Die Düntheit und Gleichmäßigkeit der Versilberung würde ihre Krümmung nicht stören und einer der größten Mängel des Teleskops fände sich beträchtlich vermindert.

Die Metalle, welche zur ersten der von uns nach den

verschiedenen Metallen reflectirten Lichts.

Kupfer.		Spiegelmetall.		Stahl.		Zink.	
1.	10.	1.	10.	1.	10.	1.	10.
Reflex.		Reflex.		Reflex.		Reflex.	
0,682	0,022	0,692	0,035	0,609	0,007	0,576	0,004
0,623	0,009	0,654	0,014	0,600	0,006	0,594	0,005
0,540	0,002	0,632	0,010	0,599	0,006	0,602	0,006
0,470	0,000	0,625	0,009	0,593	0,005	0,616	0,008
0,434	0,000	0,606	0,006	0,608	0,007	0,628	0,009
0,423	0,000	0,599	0,005	0,604	0,006	0,635	0,010
0,405	0,000	0,599	0,006	0,599	0,006	0,636	0,011

optischen Eigenschaften aufgestellten Kategorien gehören, zeigen abnehmende Intensitäten vom Roth bis zum Violett, weil die beiden Constanten zugleich zwischen diesen Gränzen abnehmen; und nach diesem Gesetz kann man behaupten, daß diese Metalle eine dem Roth nahe kommende Farbe besitzen. In der That fanden wir sie von einem mehr oder weniger orangefarbenen Gelb.

Da die Intensitäten nach mehreren Reflexionen sich ergeben aus der zu einer durch die Anzahl der Reflexionen bestimmten Potenz der Intensitäten nach Einer Reflexion, so werden ihre Abnahmen vom Roth bis zum Violett desto rascher seyn als die Reflexionen zahlreicher sind; und die Metalle der ersten Kategorie streben einer rothen Farbe zu, die sie alle nach einer hinreichenden Zahl von Reflexionen annehmen müssen.

Bei der zweiten Klasse von Metallen wachsen die Azimute der wiederhergestellten Polarisation mit der Brechbarkeit der Strahlen, und da die reflectirten Intensitäten in gleichem Sinn wie die beiden Constanten variiren, so bewirkt die Verringerung der Intensitäten eine Abnahme der reflectirten Intensitäten vom Roth zum Violett, während diese durch den Anwuchs der Azimute sich zu vergrößern suchen. Es kann also geschehen, daß gewisse Metalle dieser Klasse mehr Roth als Violett reflectiren, und, wie die der ersten Klasse, orangefarben sind, während sich, aus umgekehrten Grunde, die Farbe einiger anderen dem Violett nähert. Begreiflich wird es auch Substanzen geben,

bei welchen eine umgekehrte Variation der Constanten die gegenseitigen Wirkungen derselben zerstört und folglich das reflectirte Licht weiß ist. Mithin werden die Metalle dieser Klasse nicht wie die der ersten eine auf die weniger brechbaren Theile des Spectrums begränzte Farbe haben, sondern alle Farben darbieten können. Indefs ist einleuchtend, daß umgekehrte Variationen der Constanten die Variationen der Intensitäten auf sehr kleine Werthe reduciren, und daß die Farbe immer wenig wahrnehmbar seyn wird. Der Charakter der Metalle dieser Klasse wird also Abwesenheit aller Färbung seyn.

Alle diese Bemerkungen bestätigen sich durch Prüfung der in vorstehender Tafel enthaltenen Zahlen.

Es bleibt nur noch, die Farbe eines jeden Metalls nach der chromatischen Regel Newton's zu berechnen. Die Lehrbücher der Physik, besonders das des Hrn. Biot (*T. III, p. 445*) enthalten eine sehr ausführliche Anweisung zu diesen Rechnungen; ich will sie hier also nicht wiederholen, sondern nur die Resultate angeben.

U sey, nach gewöhnlicher Bezeichnung, der Winkel, welchen die berechnete Farbe eines jeden Metalls mit dem Anfang des Roth bildet; *A* und $(1 - A)$ bezeichnen dann in dem reflectirten Strahl die Verhältnisse dieser Farbe und des weißen Lichts.

Bevor wir aber zur Erörterung der Resultate übergehen, ist es nützlich an die sehr sonderbaren Versuche des Hrn. B. Prévost zu erinnern ¹⁾. Als dieser Physiker weißes unpolarisirtes Licht mehrmals an Metallen reflectiren liefs, fand er, daß die Farbe der Metalle sich durch die Vervielfältigung der Reflexionen veränderte und weit lebhafter wurde. Silber nahm nach 10 Reflexionen eine bronzeähnliche Farbe an; Gold und Kupfer wurden schön purpurfarben und im Allgemeinen erlitten alle Metalle analoge Veränderungen. Da es von besonderem Interesse war diese Farben zu berechnen, so haben wir es für unsere Metalle nach zehn Reflexionen gethan:

1) *Ann. de chim. et de phys., Ser. II, T. IV, p. 192 et 436. (P.)*

Metalle der ersten Reihe.

	Nach einer Reflexion.			Nach 10 Reflexionen.		
	<i>U.</i>	<i>A.</i>	$1-A.$	<i>U.</i>	<i>A.</i>	$1-A.$
Kupfer	69° 56'	0,113	0,887	43° 29'	0,812	0,188
Glockengut	Orange, sehr roth	0,065	0,935	Roth	0,767	0,233
	83° 10'			40° 40'		
Messing	Orange gelb	0,112	0,888	Roth	0,349	0,650
	103° 13'			62° 50'		
	Gelb	0,013	0,987	Orange, sehr roth		
Silber	89° 0'			84° 32'	0,124	0,876
	Orange, sehr gelb			Orange, gelb		

Da beim Kupfer, nach einer Reflexion, $U=69^{\circ} 56'$ und der Bogen, der das Roth vorstellt, eine Strecke von 60° einnimmt, so fällt der Schwerpunkt des Gemisches in's Orange, aber sehr nahe am Roth. Das Metall muß also diese Farbe zeigen, und dem widerspricht der Versuch auch nicht.

Das reflectirte Licht enthält 887 weisse und 113 orangefarbene Strahlen, wird also von verwaschener und schwacher Farbe seyn, wie es bei guter Politur des Metalls wirklich der Fall ist.

Unter allen Metallen ist das Kupfer dasjenige, welches bei Vervielfältigung der Reflexionen die merkwürdigsten Farbenveränderungen erleidet. Blafs und wenig merklich nach einer Reflexion nimmt die Farbe nach 10 Reflexionen einen sehr merkwürdigen Glanz und ein sehr reines Purpurroth an. Ueberdies besitzt das reflectirte Licht die merkwürdige Eigenschaft, daß es beinahe homogen und fast unzersetzbar durch das Prisma ist ¹⁾. Ein so scharfes experimentelles Resultat verdient unsere besondere Aufmerksamkeit, indem es uns eine entscheidende und einzige Gelegenheit giebt die Genauigkeit der Theorie darzuthun.

Nun finden wir in unserer Tafel $U=43^{\circ} 29'$, was die Farbe fast in die Mitte des Roth versetzt; andererseits sind $A=0,812$ und $1-A=0,187$, also dürfen wir behaupten, daß die Farbe fast homogen, fast gänzlich von Weiß befreit sey.

1) Was schon Brewster gefunden hat, wie Hr. Babinet in den *Compt. rend.*, T. XXV, p. 85, bemerkt.

Messing und Glockengut, beide wohl polirt, zeigen dem Auge, das erstere, eine sehr hervortretende gelbe Farbe, das zweite, eine orangenrothe weit verwaschener. Vielfältigt man die Reflexionen, so ändern sich ihre Farben: das Messing wird orangefarben, und das Glockengut schön roth, wenig vermengt mit Blau. Ein Blick auf vorstehende Tafel zeigt, dafs diese Resultate getreu vom Calcul ausgedrückt sind. Die Gränze zwischen Gelb und Orange liegt bei $94^{\circ} 55'$, wir fanden 103° , wonach die Farbe des Messings gelb ist; und die Farbe des Glockenguts, ausgedrückt durch die Zahl $83^{\circ} 10'$, ist ein recht deutliches Orange. Diefs letztere reflectirt 0,935 Weifs, ist also blässer als Messing, welches davon 0,887 liefert.

Nach 10 Reflexionen giebt die Tafel für Glockengut eine rothe Farbe, in welcher sich sehr wenig Weifs (0,232) findet, und das Messing ist orange geblieben, da es noch 0,650 Weifs behalten hat.

Ein Stück gediegen Silber, wohl polirt und von vollkommener Weisse giebt, nach Einer Reflexion $U=89^{\circ}$; diefs ist eine Orangenfarbe, aber eine schwache, da sie durch den ungeheuren Antheil von Weifs, 0,987 unmerklich geworden. Zehn Reflexionen geben diesem Metall eine immer orangene, aber dem Roth nahe kommende Farbe ($84^{\circ} 32'$) und eine so schwache Beimischung (0,876) vom Weifs, dafs die eigenthümliche Farbe erkennbar bleibt. Es ist merkwürdig, dafs die Farbe des Glockenguts nach Einer Reflexion, und die des Silbers nach zehn, durch beinahe identische Werthe von U ($83^{\circ} 10'$ und $84^{\circ} 32'$) vorgestellt werden. Ich mache diese Bemerkung unter der Erinnerung, dafs B. Prevost die Farbe des Silbers, um sie zu charakterisiren, mit der des Glockenguts vergleicht.

Metalle der zweiten Reihe.

	Nach einer Reflexion.			Nach zehn Reflexionen.		
	<i>U.</i>	<i>A.</i>	$1 - A.$	<i>U.</i>	<i>A.</i>	$1 - A.$
Zink	180° 67'	0,021	0,979	264° 58'	0,188	0,812
	Blau			Indigblau		
Stahl	74° 33'	0,017	0,983	— 22° 50'	0,089	0,912
	Orangeroth			Violett		

Wir wiederholen hier in allgemeiner Weise eine Bemerkung, die bei Gelegenheit des Silbers gemacht wurde: Es giebt eine große Zahl von Metallen, die, ohne vollkommen weiß zu seyn, dennoch keine so charakterisirte Farbe besitzen, daß man sie in der Farbenskala festsetzen könnte. Die Formeln zeigen diesen Fall an, indem sie zwar eine bestimmte Farbe ergeben, aber dermaßen überwiegend mit Weiß gemengt, daß sie unerkennbar wird. Offenbar wird die Farbe bei einer kleinen Aenderung des Werthes der Constanten sehr variiren und durch Beobachtungsfehler verfälscht werden können. Wir dürfen auf die Angabe der Farbe nur dann einige Wichtigkeit legen, wenn sie in dem reflectirten Gemenge in beträchtlicher Menge vorhanden ist. Diese Bemerkung gilt vor allem für die vorstehenden Metalle. So wird das *Zink* nach einer Reflexion weiß seyn, und erst nach zehn Reflexionen gefärbt erscheinen. Diefes ist leicht zu bestätigen.

Während alle Metalle sich durch vervielfältigte Reflexionen färben, behält der *Stahl* immer das Ansehen von weißem Licht. Dieses unter unseren Metallen einzige Beispiel wird getreu durch unsere Rechnung ausgedrückt. Nach einer und nach zehn Reflexionen bleibt der Antheil des Weiß fast gleich und dermaßen vorherrschend, daß die in der Tafel angegebene Farbe nicht sichtbar seyn kann.

Es bleibt uns noch vom *Spiegelmetall* zu sprechen. Es gab die folgenden Zahlen:

	<i>U.</i>	<i>A.</i>	$1 - A.$
Nach einer Reflexion	67° 25'	0,028	0,972
	Orange, sehr roth		
Nach 10 Reflexionen	53° 59'	0,292	0,708
	Roth, orangefarben		

Diese Resultate legen sich wie die früheren aus. Nach einer Reflexion ist das Metall weiß; nach 10 Reflexionen nimmt es eine sehr sichtbar rothe Farbe an. Die Erfahrung bestätigt dies Resultat.

F o l g e r u n g e n .

In dieser Abhandlung habe ich mir vorgesetzt, an einigen Beispielen die Gesetze der Variation der die Metalle charakterisirenden Constanten aufzusuchen und die Färbung dieser Körper zu erklären. Ich habe gezeigt:

1) dafs bei allen beobachteten Metallen die Incidenzen der wiederhergestellten Polarisation abnehmen vom Roth zum Violett;

2) dafs bei einer Klasse von Metallen die Azimute der wiederhergestellten Polarisation abnehmen vom Roth zum Violett;

3) dafs bei einer zweiten Klasse von Metallen dieselben Azimute zunehmen statt abzunehmen;

4) dafs beim Spiegelmetall diese Azimute abnehmen vom Roth zum Grün, und zunehmen vom Grün zum Violett.

5) dafs alle Metalle der ersten Klasse nothwendig mit den weniger brechbaren Farben erscheinen, und nach hinreichend vervielfältigten Reflexionen immer roth werden;

6) dafs die der zweiten Klasse, obwohl sie alle Farben des Spectrums zeigen können, meistens weiß sind;

7) dafs die berechnete Farbe der Metalle immer identisch ist mit der beobachteten.