der nicht nur fast drei Mal so stark als der einer Zink-Kupferkette war, sondern über anderthalb Stunden lang eine fast vollkommene Constanz besaß), wovon der Verfasser künftig das Nähere mittheilen wird. Die Oberflächen-Beschaffenheit des Zinks oder überhaupt des positiven Metalls hat, wie es auch schon längst bekannt ist, nur einen weit untergeordneteren Einfluß auf die Stärke und Beständigkeit des Stroms.

VII. *Untersuchungen über die Wärme. Vierte Reihe. Ueber die Wirkung der mechanischen Textur der Schirme auf den unmittelbaren Durchgang der strahlenden Wärme;*
von James D. Forbes.

(Schluß von S. 110.)

30) *Metallgitter.* Wäre der bloße Mangel an Durchsichtigkeit die Ursache der eigenthümlichen Wirkung geritzter Flächen, so ließe sich erwarten, daß jedes Gewebe aus opaken Fäden eben so wirken werde. Könnten wir uns des *Mediums* gänzlich entheben und einen *Schirm* anwenden, der dieselben Eigenschaften hätte, die wir künstlich der physischen Oberfläche des Mediums gaben, so würden wir offenbar in der Auslegung der Erscheinungen einen Schritt vorgerückt seyn. Die Wirkung von gefurchten Flächen und Gittern auf das Licht giebt eine so mächtige Analogie, daß ich, bevor ich mir die im letzten Artikel beschriebenen mechanisch geritzten Flächen verschaffen konnte, feine Drahtgitter als Diffractionsschirme anwandte, in der Hoffnung, dadurch ähnliche Resultate zu erhalten, als ich voraus sah und späterhin erhielt, da ich feine Linien auf Steinsalz ziehen liefs.

31) Die Thatsache, daß beim Licht die durch Gitter erzeugten Diffractions-Erscheinungen ganz unabhängig von der Natur dieser Gitter sind, es z. B. ganz gleichgültig ist, ob sie aus Drähten bestehen, oder bloß aus Linien, die in eine auf Glas gestrichene Seifenschicht gezogen worden, sprach zu Gunsten dieses Versuchs. Ich liefs nicht unbeachtet, daß Diffractionsspectra erzeugt werden würden, nicht durch ein paralleles Lichtbündel, sondern durch ein Bild erzeugt, durch einen entfernten Lichtpunkt. Allein wiewohl der Grund oder das Feld, welches von, durch ein Gitter gegangenen Strahlen erleuchtet wird, offenbar eine gleichförmige Tinte haben muß, so scheint doch die Voraussetzung nicht ungereimt, daß diese Tinte verschieden sey vom Weißen. Es scheint auch nicht, daß Mathematiker und Optiker auf dies Problem verfallen seyen, bis es sich mir im Laufe dieser Untersuchung darbot.

32) Mit solchen Drahtgeweben, als ich mir ohne weiteres verschaffen konnte, liefs sich in Bezug auf Wärme aus verschiedenen Quellen keine eigenthümliche Wirkung erhalten, und überdies schien die von diesen Geweben aufgefangene Wärmemenge beinahe oder genau proportional zu seyn der Oberfläche des undurchsichtigen Theils derselben. Vermuthend, daß vielleicht feinere Gewebe, als ich anwandte (60 Drähte auf den Zoll), die gewünschte Wirkung haben würden, verschaffte ich mir durch die Gefälligkeit des Sir John Robinson und Hrn. Leonor Fresnel die feinsten, welche in Paris angefertigt werden und bis etwa 160 Drähte auf den Zoll geben. Im Allgemeinen wurden meine früheren Resultate bestätigt, nämlich 1) daß die Menge der aufgefangenen Wärme unabhängig von der Quelle ist, und 2) daß sie sich zu der einfallenden Menge verhält, wie das Areal der Drähte zum Areal der Fläche. Ich muß indess bemerken, daß eine Bestimmung dieses letzteren Verhältnisses mit äußerster Genauigkeit nicht so leicht ist, als es auf den er-

sten Blick erscheint. Wenn der *Draht* im Vergleich zu den *Maschen* fein ist, sind letztere sehr nahe rechteckig oder gleichseitig. Allein bei den meisten Drahtnetzen ist dieß nicht der Fall. Die eine Reihe von Drähten ist nahezu parallel und gerade, nicht aber die andere Reihe; diese ist gewöhnlich nicht unter rechten Winkeln in die erstere eingeflochten, und daher sind die Maschen etwas kleiner als sie nach der Berechnung aus der Zahl der Drähte auf den Zoll und dem Durchmesser derselben gefunden werden. Meinen eigenen Beobachtungen mißtrauend, übergab ich Hrn. John A die drei Exemplare von Drahtnetzen, mit dem Ersuchen, die mittleren Durchmesser und Zwischenräume der Drähte zu bestimmen. Mit einem sehr genauen Mikrometer bestimmte derselbe vierzehn Werthe jeder dieser Größen in beiden Richtungen. Aus diesen Datis läßt sich das Verhältniß der Zwischenräume zur gesammten Fläche bei jedem Netze leicht berechnen. Folgendes sind die Resultate für drei Arten solcher Netze, deren Durchgänglichkeit für Wärme ich zuvor bestimmt hatte.

Mikrometrische Messung von Drahtnetzen. Maafs-Einheit.
 $= \frac{1}{52406}$ Zoll.

Drahtnetze.	Der Länge nach		Der Breite nach		Verhältniß der Zwischenräume zur Fläche.
	Zwischen- raum.	Draht.	Zwischen- raum.	Draht.	
No. 1 (57 im Zoll)	534	371	562	384	0,3504
- 2 (92 - -)	375,6	179,4	402,6	179,6	0,4680
- 3 (129 - -)	200	159	284	168	0,3500

33) Die Zahlen der letzten Spalte (berechnet in der Voraussetzung, daß die Zwischenräume geometrische Rechtecke seyen) sind nun zu vergleichen mit folgenden Ergebnissen der Beobachtung:

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch die Drahtnetze.

Drahtnetze.	Locatelli mit Glas.	Locatelli.	Dunkelheißes Messing.	Heißes Wasser.
No. 1 (57)	32,5	32	33,5	
- 2 (92)	46,0 ¹⁾		44,7 ²⁾	
- 3 (129)	30,5		30	29,7

Die Unterschiede bei jedem Netze übersteigen vielleicht nicht die Beobachtungsfehler. Bei allen sind die Zahlen *kleiner* als sie nach den geometrischen Zwischenräumen seyn sollten, wahrscheinlich wegen Unregelmäßigkeit in der Gestalt dieser Räume (auch wegen Applatung der Drähte an ihren Berührungspunkten, wodurch die Zwischenräume stumpfwinklich werden); diess schliesse ich daraus, daß No. 2, bei welchem die Drähte, verglichen mit den Zwischenräumen, feiner als bei den übrigen sind (die gesammten Zwischenräume sind verhältnißmäßig nur um $\frac{1}{3}$ größer), und welches ein weit regelmässigeres Netz als die übrigen bildet, der Betrag des Durchgangs nur sehr wenig von dem des geometrischen Netzes abweicht. Ich bekenne zugleich, daß mir ein Unterschied von 5 Proc. bei No. 3, welcher offenbar nicht von einem Beobachtungsfehler herrührt, bloß durch diese Bemerkung erklärlich scheint.

34) *Fadengitter*. Mit Gittern aus feinen Baumwollenfäden von 0,01 Zoll Abstand, die zur Hervorbringung von Fraunhofer's Spectren dienten, erhielt ich ähnliche Resultate. Diese Fäden saßen parallel in zwei Rähmen, so daß sie rechtwinklich über einander gelegt

1) Zwei solche Netze auf einander gelegt, so daß die Drähte sich unter 45° kreuzten, gaben 20,7 Proc. Durchgang. Die Quadratwurzel hieraus oder die Wirkung jedes einzelnen Netzes ist 45,5, d. h. fast dieselbe wie in der Tafel.

2) Zwei auf einander gelegte Netze gaben 21,2 Procent, oder jedes einzeln 46.

werden konnten. So konnte ich entweder einen Schirm aus parallelen Fäden von 0,01 Zoll Abstand, oder, durch ihre Uebereinanderlage, einen Schirm von mathematisch genauen Quadraten bilden. Es ist indess schwierig hierbei, den Durchmesser der Fäden genau genug zur Bestimmung der Zwischenräume zu erhalten.

Von 100 einfallenden Wärmestrahlen gingen durch Gitter aus Baumwollenfäden von 0,01 Abstand:

	Locatelli mit Glas.	Dunkle Wärme.
Einfaches Gitter	29,5	30,2
Doppeltes Gitter	9,0 ¹⁾	8,3 ²⁾

Die Unterschiede sind hier unbedeutend, und haben entgegengesetzte Richtungen. Die Resultate in der letzten Spalte sind von einzelnen Versuchen (28. Nov. 1839).

35) *Wirkung von Pulvern.* In der Meinung (12), die Wirkung berufster Flächen rühre von einer mechanischen Wirkung opaker, über einen durchsichtigen Körper ausgebreiteter Pünktchen her, gerieth ich fast zu Anfange dieser Untersuchung darauf, die Wirkung künstlich auf eine solche Fläche gesiebter Pulver zu untersuchen. Ein Ingredienz zur Anhaftung eines solchen Pulvers an die Fläche würde, indem es seine eigene Diathermansie mit eingeführt hätte, den Versuch unrein gemacht haben. Ich schloß daher die Pulver zwischen zwei polirte Steinsalzplatten ein, die ich an den Rändern mit Wachs verklebte. Der vorläufige Versuch (27) zum Nachweise, daß die Salzflächen, in dem Zustand, in welchem ich sie gewöhnlich anwandte, keinen wahrnehmbaren Einfluß auf die Qualität der durchgelassenen Wärme ausüben, war ein sehr wichtiger für die Schlüsse, die ich

1) Entsprechend 30,0 Proc. der Wirkung jedes einzelnen.

2) Entsprechend 28,8 der Wirkung jedes einzelnen.

zu ziehen beabsichtigte. Er war, wie schon angegeben, völlig befriedigend.

36) Die ersten Versuche mit Pulvern machte ich (6. Dec. 1839) mit Kalk und Alaun fein aufgestreut zwischen Steinsalzplatten. Ich wählte den Kalk wegen seiner völligen Undurchsichtigkeit und unkrystallinischen Beschaffenheit, und den Alaun deshalb, weil er Wärme von niedriger Temperatur so vollständig auffängt, daß ich schloß, wenn sein Einfluß als *mechanischer Abänderer der Oberfläche* vorwalte, er von Wärme aus *niederer* Temperatur eben so viel oder mehr als von der aus *hoher* durchlassen sollte, der *mechanische* Einfluß als fein gepulverte Substanz deutlich festgestellt seyn würde.

37) Das Resultat, zu welchem ich gelangte und welches ganz meiner vorgefaßten Ansicht entsprach, kann zeigen, wie vorsichtig man seyn muß, wenn aus wenigen, scheinbar noch so entscheidenden Datis Schlüsse gezogen werden sollen. Die mit Kalk bestreuten Flächen ließen von Wärme aus niederer Temperatur *mehr* durch als von der aus hoher (nämlich 34,5 Proc. dunkler Wärme und nur 30,5 Proc. Locatellischer Wärme, nach deren Durchgang durch eine dicke Glaslinse), während das mit Alaun bestreute Steinsalz ganz gleichgültig gegen die Natur der einfallenden Wärme zu seyn schien ¹⁾ (nur 17 Proc. von beiden durchliefs, zum Beweise, daß das Pulver in bedeutender Menge da war). Ich schloß hieraus, scheinbar mit Recht, daß der Kalk keine *specifische* Wirkung ausübe, oder, als (höchst wahrscheinlich) opak oder *atherman*, in Pulverform nur mechanisch wirkend, die Wärme von niederer Temperatur in Ueberschuß durchlasse, während bei dem Alaun die *specifische* Wirkung gänzlich durch die *mechanische* Wirkung des

1) Und doch läßt eine Alaunplatte von gewisser Dicke nicht weniger als 27 Proc. von der einen Wärme, und *keine merkliche* Menge von der andern durch (Melloni).

Pulvers aufgewogen werde. Unter andern in gegenwärtiger Abhandlung detaillirten Thatsachen habe ich diese in einem, der K. Edinburger Gesellschaft am 16. Dec. 1839 ¹⁾ übergebenen Memorandum einfach aufgeführt, und einige Tage hernach in nur wenig anderer Form Hrn. Arago mitgetheilt (s. *Compt. rend. de l'acad. des Sciences*, 6. Jan. 1840). Am 28. Dec. erhielt ich ein ähnliches Resultat mit Holzkohlenpulver (dessen Verwandtschaft mit Ruß auf seine Anwendung führte), und dennoch scheint es nicht, daß der allgemeine Schluß, den ich beabsichtigte, gänzlich verbürgt sey.

38) Bekanntlich übersah Newton die Verschiedenheit des Licht-Dispensionsvermögens der Körper deshalb, weil er zwei Körper verglich, bei welchen zufällig die Dispersion proportional war der mittleren Brechung. Eine ähnliche Uebereilung im Verallgemeinern würde auch hier zu einem Irrthum geführt haben, hätte nicht eine gleichzeitige Untersuchung mich veranlaßt, die Frage über die Pulver wieder aufzunehmen. Während ich auf die Ankunft eines Drahtnetzes aus Paris wartete, verfiel ich darauf, die Wirkung von Metallen in äußerst fein zertheiltem Zustande zu prüfen. Es schien jedoch zuerst wünschenswerth zu untersuchen, ob die Metalle wirklich so unfähig seyen, Wärme durchzulassen, als es gewöhnlich angenommen wird.

39) Zu dem Ende spannte ich ein Stück des dünnsten Blattgolds über ein Diaphragma von Pappe aus, und liefs ein intensives Bündel paralleler Wärmestrahlen von Locatelli's Lampe direct auf die Säule fallen. Dazwischen ward ein Glasschirm aufgestellt, von dem ich aus Erfahrung wufste, daß er 43 Proc. von dieser Wärmeart auffing. Bei Dazwischensetzung des Glases wich die Galvanometernadel $31^{\circ},2$ ab. Der entsprechende directe Werth würde gewesen seyn $= 31^{\circ},2 \times \frac{100}{43} = 72^{\circ}$. Als

1) Siehe die Anmerkung, S. 88 dieses Bandes.

das Glas entfernt und statt seiner das Goldblatt angebracht wurde, war, bei abwechselndem Einschieben und Fortnehmen des Messingschirms, nicht die geringste Bewegung an der Nadel sichtbar; hätte sie nur $\frac{1}{100}$ eines Grades betragen, d. h. hätte das Goldblatt nur $\frac{1}{100}$ der einfallenden Wärme durchgelassen, so würde, glaube ich, die Wirkung sichtbar gewesen seyn. Und dennoch war diefs Blattgold so dünn, daß die Umrisse einer Landschaft deutlich, mit der gewöhnlichen blaugrünen Farbe, durch dasselbe gesehen werden konnten. Ein überzeugenderer Beweis, daß Leitung keinen merklichen Antheil an diesen Versuchen hatte, kann sicher nicht gewünscht werden, da eine Schicht von vielleicht nicht mehr als $\frac{1}{100}$ Zoll Dicke des besten Wärmeleiters keine wahrnehmbare Wirkung gab. Ich hielt es der Mühe werth, den Versuch mit dunkler Wärme zu wiederholen; der Erfolg war aber derselbe. Die Analogie der Wirkung von aufgeblätterttem Glimmer mit der Reflexion an Metallen, liefs mich vermuthen, daß, wenn eine Wärmeart von Metallblättern durchgelassen werde, es die von niederer Temperatur seyn würde.

40) Die Undurchdringlichkeit des Blattgolds (der dünnsten zusammenhängenden Metallschicht, die man darstellen kann) für Wärme überzeugte mich von der Wichtigkeit, die Metalle in einem Zustande zu erhalten, um meine Versuche mit dem Pulver anderer Substanzen zu verificiren. Als die Hoffnung schwand, Drahtnetze zu erhalten von solcher Feinheit — nicht des Gewebes, was vergleichungsweise unwesentlich war, — sondern des Drahts, daß sie wetteifern könnten mit den auf Steinsalz gezogenen Diamantstrichen, die unter dem Mikroskop unregelmäßige Furchen von wahrscheinlich nahe $\frac{1}{100}$ mittlerer Breite bildeten, — griff ich wieder zu dem Project, Metalle in *Pulverform* anzuwenden. Aus den Versuchen mit matten und geritzten Flächen war einleuchtend, daß die *Unregelmäßigkeit* dieser Striche gar nichts zu thun habe mit dem Phänomen, Strahlen von

hoher Brechbarkeit aufzufangen und andere durchzulassen. Nichts kann unregelmäßiger seyn als Ritzen von Saudpapier, und doch brachten sie die Wirkung hervor, und zwar desto stärker, je rauher und dichter gefurcht die Oberfläche wurde. Das Steinsalz kommt sogar natürlich angelaufen vor, wobei keine lineare Anordnung der betroffenen Punkte vorhanden seyn kann. Es schien mir daher, daß eine mit Metallpulver bedeckte Fläche die *Gränze* eines Gewebes darstelle, wobei die Zwischenräume keine regelmäßige Form zu haben brauchten.

41) Die nächste Schwierigkeit bestand darin, sehr feine Pulver unzweifelhaft metallisch zu bekommen, worauf ich viel Gewicht legte, da es sehr denkbar war, daß Metallsulfurete und andere Substanzen, die für die unter den Namen Gold-, Silber- und Kupferbronze bekannten angeblichen Metallpulver angewandt werden, eigenthümliche Diathermansien haben, und dadurch den Versuch unrein machen möchten. Zuletzt gelang es mir, Silber durch Fällung, und Kupfer mittelst Daniell's Batterie zu erhalten; auch verschaffte ich mir mit einiger Schwierigkeit aus einer großen Manufactur Münz-Silber und Münz-Gold, das durch mechanisches Zerreiben in ein vollkommen unfühlbare und schön metallisches Pulver verwandelt worden war. Diese theueren Präparate sind nun ganz verdrängt durch die vortreffliche falsche Bronze, welche jetzt in Gebrauch ist. Diese, nebst vollkommen unfühlbarem Pulver von metallischer Kupferbronze, aus derselben Quelle herstammend, und ein viel gröberes Zinnpulver, wie es Apotheker gebrauchen, bildeten das Material zu einer sehr sorgfältigen Reihe von Versuchen, die mich sehr lange beschäftigten und sehr mannigfach abgeändert wurden (1840 Jan. 28.).

42) Folgende Tafel enthält die Resultate meiner Versuche mit Metallpulvern, die, mit Ausnahme des Zinns, als vollkommen unfühlbar betrachtet werden können, am trocknen Finger haften und *unzweifelhaft metallisch* sind.

Procente der von Metallpulvern durchgelassenen Wärme
verschiedenen Ursprungs.

Pulver ¹⁾ .	Locatelli's Lampe.			Dunkel heißes. Messing.	Heißes Wasser
	Glas ein- geschaltet	unmit- telbar.	Berufs- tesStein- salz ein- geschalt.		
Gold No. 1 (A)	58		50,5		
- No. 2	7,4 ⁴⁾			4,1 ⁴⁾	
Silber No. 1 ²⁾	25,3	24,2		21,8	
- No. 2 (A)					
Erste Reihe	27,7		18,5		
Zweite Reihe ³⁾	29,5		22,1		25
Kupfer No. 1					
Erste Reihe	14,8		16,0		
Zweite Reihe	17,4			18,7	17
Kupfer No. 2	5,6 ⁴⁾			4,05 ⁴⁾	
Zinn ²⁾	27,0	26,0		25,5	

43) Diese Beobachtungen sind, ich bekenne, sehr unvollkommen; doch bin ich überzeugt, daß die scheinbaren Anomalien nicht Beobachtungsfehler sind, wie so gleich andere Beispiele zeigen werden. Um die Qualität von dick bestreuten Flächen, die nur wenige Procente Wärme durchlassen, zu bestimmen, war es wünschenswerth ein intensives Wärmebündel anzuwenden. Um jedoch den Vergleich innerhalb des Umfangs der Galvanometergrade zu halten, deren Zahlenwerthe früher (zweite Reihe § 7 bis 8) bestimmt worden, wurden die in vorstehender Tafel mit ⁴⁾ bezeichneten Beobachtungen folgendermaßen angestellt. Die *unmittelbare* Wirkung der

1) Die mit A bezeichneten Pulver haften an einer einzigen Steinsalzplatte, die übrigen befanden sich zwischen zwei solchen Platten.

2) Die Resultate das Mittel sehr vieler Messungen.

3) Es wurde dieselbe Platte gebraucht, doch anders gestellt gegen die Säule, so daß jede Reihe für sich steht.

4) Siehe den folgenden Paragraph.

einfallenden Wärme auf die Säule wurde nie beobachtet, sondern immer derjenige Theil von ihr, der durch das Drahtnetz No. 3 des §. 33 ging; dieß liefs von jeder Wärmeart fast genau 30 Procent durch. Die unmittelbare Wirkung wurde auf $\frac{1}{30}$ der diesem Durchgange entsprechenden Ablenkung angeschlagen, dann das Drahtnetz entfernt, das zu untersuchende Medium eingeschaltet und die Wirkung mit der berechneten unmittelbaren Wirkung verglichen. So z. B. war bei dem Kupferpulver No. 2 die Wirkung der Locatellischen Lampenwärme, nach dem Durchgang durch eine dicke Glasplatte und nachherige Schwächung durch ein Drahtnetz

$$= 22^{\circ},57$$

$$\text{Unmittelbare Wirkung} = 22^{\circ},57 \times \frac{1}{3} \quad 75,2$$

$$\text{Drahtnetz entfernt, und Kupfer eingeschaltet} \quad 4,15$$

$$\text{Verhältniß zur directen Wirkung} \quad 5,52 : 100.$$

Auf diese Weise liefsen sich die Procente mit sehr scharfer Genauigkeit erhalten. Ein anderer Versuch gab in demselben Fall 5,60 : 100.

44) Die Tafel in §. 41 beweist meiner Ueberzeugung nach: 1) dafs gepülvertes Gold, Silber und Zinn keineswegs die Eigenschaft besitzen, die ich geneigt war, allgemein den opaken Pulvern beizulegen, sondern wirklich Wärme von hoher Temperatur reichlicher als die von niederer durchlassen; 2) dafs beim Kupfer zwei Reihen ein Resultat, und die dritte das entgegengesetzte geben. Dennoch waren diese alle mit grofser Sorgfalt angestellt, und sie enthalten innere Beweise von ihrer Richtigkeit. Ich bin überzeugt, dafs die Unterschiede nicht von Beobachtungsfehlern herrühren. Ich habe andere Fälle beobachtet, wo eine vermehrte Dicke des auffangenden Mediums und eine erhöhte Intensität der einfallenden Wärme verschiedene Resultate in Bezug auf Durchgänglichkeit geben, was jedoch keineswegs paradox ist, da eine intensive Wärme in merklicher Menge durch eine beinahe opake Substanz gehen, und dadurch einen

neuen Charakter erlangen kann, welchen ein schwächeres Wärmebündel im Durchgang durch ein weniger hemmendes Medium nicht erhalten würde. Jedenfalls kann ich für jetzt keine andere Erklärung geben. Dafs das Kupfer einen besonderen Charakter, verschieden von dem der übrigen untersuchten Metalle, besitzt, davon bin ich vollkommen überzeugt.

45) Der Beweis, den diese Versuche mit Metallpulvern von der Unzulässigkeit der Erklärung der Wirkung des Rufs aus dessen *blofser Pulverform* gaben, nöthigte mich, andere Körper in einem ähnlichen Zustand zu untersuchen.

46) Ich wiederholte die Versuche mit den schon erwähnten Pulvern noch sorgfältiger, machte eine grofse Anzahl neuer mit Substanzen von so verschiedener Natur wie möglich, und wandte einige dieser Substanzen in verschiedenen Exemplaren und zu verschiedenen Zeiten, als mehr oder weniger dick gestreutes Pulver, an.

47) Ein Umstand schien auf meinen früheren Schlufs, wo er am unwiderleglichsten schien, doch einen Zweifel zu werfen. Ich hatte gefolgert, dafs wenn der Alaun, in Pulver, alle Wärmearten gleichmäfsig auffange, die *mechanische Wirkung* des Pulvers der *specifischen* des Alauns (36) entgegengearbeitet und sie zerstört haben müsse, wurde jedoch allmählig zu der Annahme geführt, *dafs die meisten diathermanen Körper, in Pulverform, fast gleich opak seyen*, oder, wie ich vielleicht eher hätte sagen sollen, gleich indifferent gegen die *Natur* der einfallenden Wärme (d. h. farblos in der Optik).

48) So weit das Auge das Verhältnifs der Widerstände bei verschiedenartigen, auf Flächen gestreuten Pulvern beurtheilen konnte, schien in deren Durchscheinenheit für Wärme kein merklicher Unterschied vorhanden zu seyn. Eine mit Alaun oder Citronensäure bestreute Fläche schien fast eben so viel durchzulassen als eine mit gepulvertem Steinsalz bestreute. Dies konnte nicht

blofs von der *geringen Dicke* der Substanz herrühren, da diese bekanntlich bei der Wärme, wie beim Licht, eine Annäherung zur Farblosigkeit herbeiführt; denn der vom Pulver aufgefangene Bruchtheil der einfallenden Wärme war immer ein beträchtlicher (gewöhnlich $\frac{3}{4}$ bis $\frac{9}{10}$). Die Trübheit ist also das Ergebnifs unzählbarer Reflexionen und Interferenzen, welche die durchgelassene Wärme *zerstreuen* und *vernichten (stifle)*, und zwar in fast gleichem Grade, von welcher Natur die Substanz auch seyn mag. Diefs allgemeine Resultat kann also bei Nachdenken nicht auffallend erscheinen. Zur Erläuterung dieses will ich besonders einen Versuch anführen.

49) Als ich in Verlegenheit war, mir feine Metallfasern zu verschaffen, versuchte ich ein unregelmäfsig, mit feinen Fäden von gesponnenem Glase bedecktes Diaphragma anzuwenden, in der Absicht (ganz wie bei dem Alaunpulver) zu ermitteln, wie der mechanische Zustand die Eigenschaften des Glases hinsichtlich seines Wärmedurchgangs abändern würde. Als Locatellische Laupenwärme, nach dem Durchgang durch eine *dicke Glasplatte*, auf die ein unregelmäfsig netzförmiges Diaphragma bildenden Glasfasern fiel, wurden nicht mehr als 47,6 Procent von der einfallenden Wärme durchgelassen. Nun wissen wir mit Bestimmtheit aus den Versuchen von De la Roche und Melloni, dafs, nach dem Durchgang durch eine solche Dicke von Tafelglas, eine fernere Schicht, die Dicke der angewandten Glasfasern, dem weiteren Durchgang der Wärme kein *merkliches Hindernifs* in den Weg legt, ausgenommen die Reflexionen an der Oberfläche. Der Verlust von 52,5 Proc. Wärme rührte also her von dem *Zerstreuen* und *Vernichten* der Wärme durch Reflexion an den Oberflächen der Fasern, von Refraction durch deren Cylinderflächen und von Interferenz. Wir dürfen uns also nicht wundern, wenn der gebrochene und die Säule erreichende Theil der Wärme (der einzige, der durch die Natur des Mediums

wesentlich ergriffen wird) die vom Galvanometer angegebene Quantität der verschiedenen Wärmearten nicht merklich ändert. Demgemäß finden wir, daß Wärme von einer durch die Weingeistlampe erhitzten dunkeln Messingfläche, unter denselben Umständen, zu 44 Procent durchgeht, und selbst die von heißem Wasser zu 42 Procent, obschon eine geringere Glasdicke beinahe opak ist für diese Wärmeart.

50) Ist dies der Fall — sind die Unterschiede so bedeutend — bei einem Netzwerk von regelmässig geformten, durchsichtigen und polirten Glasfäden, so muß es noch mehr gelten von unfühlbaren, krystallinischen oder anderen Pulvern, die (ohne Zweifel) kleine Flächen unter jedem Winkel und kleine Risse in jeder Richtung darbieten.

51) Die folgende Tafel enthält die Resultate sehr zahlreicher und zum Theil unter verschiedenartigen Umständen wiederholter Versuche mit Pulvern mannichfaltiger Art. Die Untersuchung ist, wie bei den Metallpulvern, sicher unvollkommen; allein da der einfache Grundsatz, den ich erst rücksichtlich der Diathermanität opaker Pulver festzustellen suchte, nicht allgemein gültig zu seyn scheint, so brach ich diese mühsame Versuchsreihe ab, nachdem einige allgemeine Thatsachen gewonnen worden, die ich jetzt vorlegen will, ohne zu behaupten, einen Gegenstand erschöpft zu haben, welchen wir unzweifelhaft nach und nach näher kennen lernen werden, welcher aber gegenwärtig zur Verfolgung in seine isolirte Details eine sehr geraume Zeit erfordern würde. Diese Pulver wurden sämmtlich, aufgestreut, zwischen polirte Steinsalzplatten eingeschlossen, die an den Rändern verklebt und auf Diaphragmen von Karten befestigt worden, so geordnet, daß die Wärme in jedem Fall durch dieselben Stellen der Oberflächen gehen mußte.

Durch-

Durchgang der Wärme verschiedenen Ursprungs durch
nicht-metallische Pulver ¹⁾, in Procenten.

	Locatelli's Lampe.		Dunkel heißes Messing.	Heißes Wasser.
	Durch Glas.	Durch berufs- tes Stein- salz.		
Alaun No. 1	17,0		17,1	
- No. 2	15,2 ³⁾		13,0 ³⁾	
Citronensäure No. 1	29	30	33,0 ⁴⁾	31,5
- - No. 2	12,9 ³⁾		8,7 ³⁾	
Steinsalz No. 1	12,8 ³⁾ ; 13,4	11,8	11,3	
- No. 2	31,5 ⁵⁾		29,2 ⁵⁾	
Schwefel	50,0		44,7	
Mennige	30,2		34,0	
Bleiglanz	26,3	22,4		
Holzkohle A	5 ⁶⁾		9 ⁶⁾	
Holzkohle A				
No. 1. Reihe I ²⁾	11,4	13,9		
No. 2. Reihe II ²⁾	15,1		16,0	17,0
No. 2	3,2 ³⁾		3,5 ³⁾	
Kalk No. 1	30,5		34,5	
- No. 2	15,5 ³⁾ ; 15,6	18,4	17,9	
- No. 3	27,5		32,0	
Koblens. Magnesia	8,3	12,6		

1) Unter *nicht metallisch* ist gemeint: nicht im Zustand von *reinem* oder ungebundenem Metall.

2) Die Umstände bei diesen beiden Reihen waren ungleich, so daß die eine nicht direct mit der anderen vergleichbar ist. Jede ist aber vollkommen gut.

3) Die so bezeichneten Beobachtungen sind mit einem kräftigen Wärmehündel angestellt, auf die in §. 42 beschriebene Weise.

4) Nicht direct vergleichbar mit den beiden andern Beobachtungen in derselben Zeile, wahrscheinlich 3 oder 4 Procent zu hoch.

5) Ungemein gute Beobachtungen.

6) Die Intensitäten sehr schwach.

51) Zur vorstehenden Tafel bemerke ich: 1) dafs die gepulverten krystallinischen Körper; wie Steinsalz, Alaun, Citronensäure und Schwefel, keine entschiedene, von ihrer Pulverform abhängige Neigung zum vorwaltenden Durchlaß der Wärme von niedriger Temperatur darbieten. Der sorgfältig wiederholte Versuch mit Steinsalz ist, in diesem Punkt, sehr entscheidend, da die Gleichgültigkeit des Steinsalzes, als Substanz, gegen die Natur der durchzulassenden Wärme, die von dem mechanischen Zustand herrührende Wirkung, wenn sie da wäre, so gleich sichtbar machen würde. Es scheint in diesem Zustand die Wärme von niederer Temperatur sogar *weniger* leicht durchzulassen als die von hoher; 2) Bleiglanz, d. h. krystallisirtes Schwefelblei, im gepulverten Zustand, scheint die Eigenschaften von Gold, Silber und Zinn (43) zu besitzen: 3) Mennige, Holzkohle, Kalk und Magnesia, alles Substanzen von opaker, *erdiger* Beschaffenheit, scheinen sicher vorwaltend *dunkle Wärme* durchzulassen. Ich halte es für wahrscheinlich, dafs diese Liste auf die meisten Körper von ähnlicher mechanischer Beschaffenheit ausgedehnt werden könne.

52) Diese Unterscheidungen lassen, das weifs ich wohl, die *Ursache* des Unterschiedes im Charakter der Pulver und der Eigenthümlichkeiten von angelaufenen Flächen fast in der früheren Dunkelheit. Vor Allem scheint es mir sonderbar, dafs eine mit gepulvertem Steinsalz bestreute Fläche keine Aehnlichkeit, sondern vielmehr die entgegengesetzte Eigenschaft, mit einer mechanisch gefurchten von gleichem Material besitzt ¹⁾. Das Entgegengesetzte in der Wirkung der Metallpulver und der opaken Erden ist eben so sonderbar als unerwartet. Wie schon gesagt, zweifle ich indess, ob *für jetzt* eine vollständige Untersuchung der Eigenthümlichkeiten specifischer Substanzen die Mühe der erforderlichen Arbeit

1) Um dies recht deutlich zu machen, brauchte und verglich ich zwei solche Platten zu demselben Versuch.

belohnen würde. Ich habe Versuche mit einigen faserigen Substanzen gemacht, z. B. mit Papier und Membran, welche, glaube ich, sehr wahrscheinlich als angelaufene Flächen wirken. Eine Annäherung dazu zeigt, wie man sehen wird, das gewöhnliche Cambric-Papier. In dem zu Paris unter dem Namen *papier végétal* verfertigten Papier zum Durchzeichnen befindet sich offenbar, zur Hervorbringung der Durchsichtigkeit, eine fremde Substanz, welche den Wärmedurchgang abändert. Ein dichtes Gewebe von Baumwollenfäden übt, wie schon gezeigt, keine spezifische Wirkung aus (34). Die folgende Tafel enthält einige in der vorhergehenden nicht aufgeführten Resultate, die bei verschiedenen Substanzen die in diesem Aufsatz betrachtete Eigenschaft der *Wärmefarbe* erläutern.

Procente der von verschiedenen Körpern durchgelassenen Wärme.

	Wärmequelle.		
	Locatellis Lampe mit Glas.	Dunkel heißes Messing.	Heißes Wasser.
Goldschlägerhaut	60	28	
Cambric-Papier	8,6	10,5	
Papier végétal	36	28	
Gesponnen Glas	47,5	44	42
Steinsalz beruht	30,2	58	67
- rauh gemacht	49	73	76
- polirt und gefurcht ¹⁾	49,5	73	77

53) Die Hauptthatsachen in diesem Aufsätze sind:

54) I. Die (dem *Rothen* gleiche) Eigenthümlichkeit von Rufsschichten, Wärme von niederer Temperatur durchzulassen, findet sich auch: 1) beim bloßen Holzkohlenpulver, 2) bei andern (wenigstens einigen) matten erdigen Pulvern, 3) bei einfach *matten* oder unpolirten

1) 200×200 Quadrate auf den Zoll.

Flächen, 4) bei unregelmässig, z. B. mit Sand- oder Schmirgel-Papier geritzten Flächen, 5) bei polirten, mit feinen Furchen versehenen Flächen, 6) bei durchsichtigem Glimmer, nach mechanischer Aufblätterung, während er, als zusammenhängendes Medium, entgegengesetzte Eigenschaften besitzt.

55) II. Folgende Media scheinen gegen die Art der durchgehenden Wärme *gleichgültig* zu seyn: 1) dünnstes Blattgold, als undurchdringlich für jede; 2) Metallnetze, die jede Wärmeart genau im Verhältniß zur Flächengröße ihrer Zwischenräume durchlassen; 3) Faden-netze; 4) die meisten krystallisirten Körper, in Pulverform; sie *nähern* sich der Opacität für Wärme.

56) III. Folgende Körper, aufser den schon bekannten, lassen Wärme von hoher Temperatur (*violett-ähnliche Wärme*) am meisten durch: 1) mehre reine Metallpulver; 2) Steinsalz, gepulvert, und viele andere Pulver; 3) thierische Membran.

57) IV. Wärme von niederer Temperatur wird an unvollkommen polirten Flächen am regelmässigsten reflectirt, und, wie wir gesehen haben, auch am regelmässigsten durchgelassen. Diese Thatsachen sind für die Theorie der Wärme von grofser Wichtigkeit, und wahrscheinlich werden sie rücksichtlich des Lichts und besonders der Absorptions-Erscheinungen auf Untersuchungen von nicht geringem Interesse führen.

58) Schon im §. 24 wurde auf die Analogie der eben erwähnten Thatsache mit der, dafs rothes Licht leichter als violettes von matten Flächen reflectirt wird, hingewiesen; diese Thatsache bestätigt die Zulässigkeit der Wellenlehre bei der Wärme, und die Meinung, dafs die wärmezeugenden Wellen desto länger sind, als die Temperatur der Quelle niedriger ist. Die Durchgangs Erscheinungen sind dunkler; sie lassen sich vergleichen entweder mit der Diffraction oder der Absorption beim Licht.

59) Die Wirkung der auf polirten Flächen gezogenen Linien, wie sie zu manchen Diffractions-Versuchen,

gebraucht werden, führt zu der Frage (31), ob die mittlere Farbe des Lichts beim Durchgang durch Gitter nothwendig unverändert bleibe? Diese Frage scheint noch Keinem, dem ich sie vorlegte, eingefallen zu seyn; und obwohl es sehr wahrscheinlich ist, dafs keine Veränderung stattfinden werde, so scheinen doch die Gründe für eine solche Meinung a priori nicht ganz feststehend. Prof. Kelland, glaube ich, ist der Erste, dem es gelang, den Ausdruck für die Beleuchtung eines Schirms, der hinter irgend einem von ebenen Wellen getroffenen Gitter steht, zu integrieren ¹); er sagte mir, dafs allemal, wenn die Breite der Zwischenräume irgend ein Multiplum von der Breite der Drähte oder opakem Räume sey, die Intensität dieselbe sey, wie wenn daselbst ein Diaphragma vorhanden wäre, so grofs wie die Summe der Zwischenräume des Gitters.

60) Diefs Resultat (welches für unseren Zweck hinlänglich allgemein zu seyn scheint) wird in sofern bestätigt, als die Metallgitter für die Qualität der einfallenden Wärme durchaus *indifferent* sind.

61) Es bleibt indefs zu erklären, wie gefurchte Flächen wirken können, anders als durch Auffangung eines Theils der Wärme, wie es ein opakes Netzwerk thun würde. Ich weifs keine ganz befriedigende Erklärung zu geben; allein der Umstand, dafs der durch Erwärmung in dünne Blätter zerfällte Glimmer eben so wirkt, kann uns vielleicht zu etwas der wahren Ursache Aehnliches führen.

62) Eine Anzahl dünner Platten, von *genau gleicher Dicke*, würde eine gewisse Farbe durchlassen und die *complementäre reflectiren*. Sind nun Platten von nahe einer gewissen Dicke sehr vorwaltend, und ist das Mifsverhältnifs in der Länge der einfallenden Wellen sehr grofs, so wird ein grofses Antheil in gleicher Weise durchgelassen und der Rest vernichtet oder reflectirt.

1) Airy's *Mathematical Tracts*, p. 328.

Wenn dieser Vorgang bei mechanisch in Blätter zerfallenen Körpern nicht so häufig bemerkt worden, als man es vermuthen könnte, so entspringt dieß aus dem geringen Umfang der Wellenlänge in den sichtbaren Theilen des Spectrums. Eine geringe Abänderung in der Dicke des Blättchens läßt folgwiese jede Farbe des Spectrums durch oder vernichtet sie durch Interferenz. Sind die Wärmewellen (wie ich schon vermuthete) weit heterogener als die Lichtwellen, so würden solche Effecte verhältnißmäfsig mehr hervortreten.

63) Vermuthlich besteht eine gefurchte Fläche aus einer Anzahl polirter Flächenstücke, die von der allgemeinen Fläche, unter kleinen Neigungen gegen die einfallenden Strahlen, theilweis abgerissen sind; und es läßt sich voraussetzen, daß diese Strahlen, nach der Trennung durch partielle Reflexion und Refraction, sich mit ungleichen Verzögerungen wieder vereinigen, dadurch *erst* auf die kürzeren Wellen zerstörend einwirken und die übrigen bestehen lassen. Ich habe schon auf die That- sache aufmerksam gemacht, daß die meisten der trüben Flüssigkeiten hauptsächlich die längeren Lichtwellen durchlassen. Ich halte dieß indess nur für vage Muth- mäsungen über einen sehr dunkeln Gegenstand. Ich glaube, daß Versuche über die Farbe solcher Mittel wie die angewandten, und besonders matter Flächen, nicht ohne Werth bei Erläuterungen der Absorptions-Erscheinungen in der Optik seyn würden.

64) Zum Schluß könnte man vielleicht erwarten, daß ich einige Rücksicht nähme auf die Versuche und Raisonnements, von denen Hr. Melloni einen Bericht an Hrn. Arago gesandt (*Compt. rend.* vom 30. März, *T. X* p. 537 und 826) in zwei, vom 4. und 14. März datirten Briefen. Diese Briefe sind veranlaßt durch die Ankündigung meiner Versuche in demselben Werk (vom

6. Jan.). Der vorstehende Aufsatz, *lediglich* begründet auf Versuche, die vor der Ausfertigung von Hrn. Melloni's erster Mittheilung unternommen und vollendet wurden, wird, glaube ich, hinlänglich auf alle die Fragen antworten, die er in seinen Briefen an Hrn. Arago aufgeworfen hat, wenigstens so weit sie meine Versuche betreffen.

VIII. *Untersuchung des Allanit, Orthit, Cerin und Gadolinit; von Theodor Scheerer.*

Kurzer geschichtlicher Ueberblick.

Ehe ich meine Untersuchungen über die genannten Mineralien mittheile, will ich in Kürze der hauptsächlichsten Arbeiten gedenken, die früher über dieselben bekannt gemacht worden sind. Besonders werde ich alle bisher mit diesen Mineralkörpern unternommenen Analysen anführen, damit sie später mit den Resultaten meiner analytischen Untersuchungen verglichen werden können.

Der *Allanit* wurde zuerst von Giesecke in Grönland aufgefunden. Bekanntlich wurde das Schiff, mit welchem er seine auf Grönland gesammelten Mineralien nach Kopenhagen schickte, unterwegs von einem englischen Kaper genommen, und dessen Ladung zu Leith in Schottland verkauft. Allan brachte diese Mineralien an sich, und erkannte an dem darunter befindlichen Kryolith, daß sie aus Grönland seyen. Außerdem fand er ein Mineral unter ihnen, welches er nach den äußeren Kennzeichen für eine Gadolinitart hielt ¹⁾. Er schickte eine Quantität davon an Thomson, um es auf seine

1) *Transactions of the royal society of Edinburg*, Vol. VI Part. I; und *Journal des mines*, Vol. XXX, p. 281.