

ten, da ich mir vorgenommen habe, bald auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und in der mehrmals angekündigten Abhandlung alle Erscheinungen dieser Art im Detail zu studiren.

---

VI. *Ueber die Ursache der Unterschiede zwischen dem Absorptionsvermögen polirter und geritzter Metallblättchen, und über deren Anwendung auf die Vervollkommnung der Wärmereflectoren;*

*von Hrn. Macedonio Melloni.*

*(Compt. rend. T. XII p. 375.)*

---

In der letzten Abhandlung, welche ich die Ehre hatte in der Academie zu lesen, war oft die Rede von Metallscheiben, deren Temperatur, vermöge ihrer absorbirenden Wirkung auf die Wärmestrahlen, allmählig stieg. Dabei unterließ ich nicht zu bemerken, daß die Metalle und andere Substanzen, die fähig sind, glatt und glänzend zu werden, beständig so zubereitet wurden, daß ihre Oberflächen matt und ohne Politur waren. Diefes war eine wesentliche Bedingung für unsere Versuche; denn dabei mußte die Diffusion getrennt werden von der eigentlichen Reflexion, um, mit einiger Aussicht auf Erfolg, den damals in's Auge gefaßten Gegenstand zu verfolgen. Wenn man, statt immer matte und unebene Platten anzuwenden, bald polirte, bald unpolirte nimmt, so zeigen die Wärme-Absorptionen der Platten, unter sich verglichen, sehr sonderbare Resultate, die ich nun kurz auseinandersetzen werde.

Eine Messingscheibe, deren Oberfläche noch roh und körnig ist, erhitzt sich unter der Wirkung einer Wär-

mestralung stärker als eine wohlpolirte Scheibe von gleicher Substanz. Ein Metallgefäß mit rauher Oberfläche, voll heißen Wassers, erkaltet andererseits weit rascher als ein Gefäß von polirtem Metall. Diese Erfahrung hat eine große Anzahl Physiker zu der Annahme verleitet, daß die kleinen Spitzen und Rauheiten der Oberfläche das Absorptions- und Emissionsvermögen der Körper vergrößern. Schon in einer früher der Academie mitgetheilten Note <sup>1)</sup> habe ich zu beweisen gesucht, daß das *Emissionsvermögen* der Körper nicht abhängt von dem Grade der Politur oder Rauheit ihrer Oberflächen; jetzt will ich zeigen, daß dasselbe von dem *Absorptionsvermögen* gilt. Ehe ich indess zu den experimentellen Beweisen übergehe, muß ich bemerken, den Sinn meiner Behauptungen nicht zu mißverstehen; sie erstreckt sich nicht auf die Thatsache selbst, die ich keineswegs läugne, sondern auf die bis jetzt davon gegebene Erklärung. Nimmt man sonach durch Smirgel oder mit der Feile einem Körper seine Politur, so daß er eine rauhe und matte Oberfläche bekommt, so ändert man wohl ganz sicher die Wärmemenge, die dieser Körper in einer gegebenen Zeit von einer Wärmestralung absorhirt, und die Veränderung kann so weit gehen, daß die Erwärmung des Metalls auf das Doppelte oder Dreifache ihres früheren Betrages steigt; allein dennoch behaupten wir, daß die Rauheit oder Politur nichts mit der Erzeugung des Phänomens zu thun hat, vielmehr die bei der Absorption der Metallfläche eingetretene Veränderung aus einer ganz anderen Ursache entspringt. Hier nuu die Versuche, die dies beweisen.

Man stelle vor ein gutes Thermoskop folgeweis eingerichtetes, mattes, und ein polirtes, spiegelndes Kupferscheibchen, beide auf Seite des Thermoskops wohl geschwärzt, und lasse auf ihre Vorderfläche eine und dieselbe, durch eine Steinsalzlinse concentrirte Wärmestral-

1) Vergl. Annalen, Bd. XXXXV S. 57.

lung fallen: dann beobachtet man, was wir so eben gesagt, daß die geritzte Scheibe sich stärker erwärmt als die polirte. Eben so verhält es sich mit polirten und unpolirten Scheiben von Stahl, Zinn, Silber, Gold und jedem anderen zu einer Scheibe ausgehämmerten oder ausgewalzten Metall. Wiederholt man aber den Versuch mit zwei Platten von Weisblech, einer stark gehämmerten (*fortement battue à petits coups de marteau*) und einer im natürlichen Zustand gelassenen, so ist die Erwärmung derjenigen, welche eine ebene und spiegelnde Oberfläche besitzt, immer stärker als die der anderen, deren Oberfläche weniger glänzend und voller Beulen ist. Noch mehr! nimmt man zwei Platten von Gold oder von Silber, geschmolzen und langsam erkaltet, eine mit der schönen Politur, die man ihr mit Oel und ausgeglühter Kohle (*charbon de braise*) ertheilen kann, die andere, anfangs eben so polirt, aber darauf mittelst einer Reihe mit dem Diamant gezogener Striche matt gemacht, so gewahrt man mit Erstaunen, daß gerade das Entgegengesetzte von dem gewöhnlichen Fall geschieht, d. h. daß die geritzte Fläche sich weniger als die polirte und glänzende Platte erwärmt <sup>1)</sup>).

Wenn man aber durch Fortnahme der Politur das Absorptionsvermögen bald verstärken, bald schwächen kann, so ist klar, daß die erzeugte Veränderung nicht.

1) Gold und Silber sind hiezu unumgänglich, weil beim Kupfer oder jedem anderen oxydirbaren Metall die geritzte Fläche sich viel schneller als die andern mit einem Schleier von Oxyd bedecken würde, welcher das Absorptionsvermögen bedeutend erhöhen und nicht mehr erlauben würde zu unterscheiden, was den verglichenen Einflüssen der Politur und Ritzung angehört. Aus demselben Grunde muß man sich hüten das Gold oder Silber mit der Feile oder mit Smirgel rauh zu machen, weil dabei, trotz wiederholter Abwaschungen, immer eine mehr oder weniger beträchtliche Spur von heterogenen Substanzen an dem Metall sitzen bleiben, und so auf die unoxydirbare Oberfläche denselben Effect ausüben würde, als die Oxydation auf eine Platte von Kupfer oder jedes andere an der Luft veränderliche Metall.

wie man gewöhnlich annimmt, aus der Bildung von Punkten oder Rauhheiten entspringt, durch welche etwa eine gröfsere Wärmemenge eindringe, sondern von Veränderungen der Oberflächen-Schichten in ihrer Härte oder Elasticität; denn es leidet keinen Zweifel, dafs nicht die Operationen, durch welche man eine Platte matt oder glänzend macht, zu gleicher Zeit gezwungene Verschiebungen der Moleküle bewirkt, Verschiebungen, welche die integrierenden Theile auf eine stabile Weise einander bald näher, bald ferner bringen, und das Metall mehr oder weniger hart und elastisch machen, je nach seiner anfänglichen Consistenz und der Methode, die man angewandt, um seiner Oberfläche einen mehr oder weniger entschiedenen Grad von Rauhigkeit oder Politur zu geben.

Was den Sinn der Wirkung betrifft, so ist nach dem eben Gesagten klar, dafs das Absorptionsvermögen in dem Maafse abnimmt als die Härte oder Elasticität der Platte zunimmt. In der That besitzt das Weifsblech, wenn es durch Hämmern gehärtet worden, ein schwächeres Absorptionsvermögen als in seinem natürlichen Zustande. Diese Schwäche rührt nicht von der vollkommeneren Politur her; denn man kann dem gehämmerten Blech sehr wohl eine viel geringere Politur als dem andern geben, ohne dadurch sein Absorptionsvermögen stärker zu machen als das des nicht gehämmerten. Es ist also in der That die gröfsere Härte, welche dem gehämmerten Blech das geringere Absorptionsvermögen verleiht. Das Kupfer, welches durch Auswalzen polirt worden und demgemäfs eine wahre Härtung erhalten hat, erhöht sein Absorptionsvermögen, wenn es geritzt wird, weil die Ritzen die weniger harten Theilchen des Innern blofs legen, und den stehen gebliebenen Theilen der gehärteten Oberflächenschicht, die zuvor durch gegenseitige Zusammendrückung eingezwängt waren, gestatten sich abzuspannen und in die entstandenen Lücken auszudehnen. Die ausgegossene und langsam erstarrte Silber- oder Goldplatte, die eine

schwache Politur erhalten hat, erhält dagegen durch das Ritzen ein geringeres Absorptionsvermögen, weil die Diamantenspitze einen Theil des weichen Metalls comprimirt und demselben eine gröfsere Härte giebt.

Der Einflufs, welchen der Zustand der Härte oder Elasticität der Metallplatten auf die Wärmeabsorption ausübt, tritt augenscheinlich in einer Thatsache hervor, die mir von Hrn. Saigey mitgetheilt worden, und von Hrn. Obelliane, Famulus an der polytechnischen Schule und der Facultät der Wissenschaften zu Paris, bestätigt ist. Dulong hatte zwei grofse Hohlspiegel verfertigen lassen, von gegossenem Metall, vollkommen auf der Drehbank abgedreht und polirt. Beim Experimentiren mit diesem Apparat fand er zu seinem Erstaunen denselben weniger wirksam als ein Paar andere, weit kleinere, mit dem Hammer getriebene Spiegel, die sich seit langer Zeit unter den Instrumenten der Facultät befanden. Man wufste damals nicht, wovon man diese Anomalie ableiten sollte; man vermuthete nur, dafs sie von einer Verschiedenheit in der Qualität des zur Bereitung der beiden Apparate angewandten Kupfers herrührte. Gegenwärtig sieht Jedermann, dafs es eine unmittelbare Folge unserer Grundsätze ist. Die abgedrehten Spiegel waren nothwendig weniger gehärtet, und folglich weniger elastisch als die ausgehämmerten Spiegel; sie mufsten also eine gröfsere Menge Wärme absorbiren und eine geringere reflectiren. Um also gute Wärmereflectoren zu haben, ist es nicht genug ihre Oberflächen zu poliren, sondern man mufs auch die Metallplatte, aus welcher sie verfertigt werden, stark härten, in der Weise, dafs man dem Metall gleichzeitig eine regelmäfsige Oberfläche, die möglichst schönste Politur und einen hohen Grad von Härte und Elasticität verleiht <sup>1</sup>). Diese Folgerung, die

1) Der grofse Einflufs, welchen Härte und Elasticität der Oberflächen-Schichten auf die Reflection der Wärme an Metallen ausüben, und

die sich, nach Analogie, aus unseren früheren Versuchen über das Ausstrahlungsvermögen polirter und geritzter Oberflächen herleiten liefs, war dem Scharfblick des Hrn. Saigey nicht entgangen. Derselbe hat hievon eine sehr glückliche Anwendung gemacht auf die Construction conjugirter Spiegel und anderer zur Reflexion der Wärme bestimmter Apparate.

Die neue Theorie, die den Spitzen ihren vermeintlichen Einflufs auf die Wärmeabsorption raubt, und denselben an Veränderungen in Härte und Elasticität überträgt, erhält übrigens eine auffallende Bestätigung durch die Beständigkeit, welche man an dem Absorptionsvermögen aller Körper bemerkt, die den Zusammendrückungszustand, welchen man ihren Oberflächenschichten durch irgend welche mechanische Mittel einprägt, nicht zu bewahren vermögen. In der That sehen wir eine Platte von Marmor, Gagat oder Elfenbein im natürlichen Zustande eben so viel Wärme absorbiren, als wenn sie im höchsten Grade polirt oder mit grobem Sand oder Smirgel geschrammt worden ist. Und diefs rührt davon her, dafs die Verfahrensarten, durch welche man Rauheiten erzeugt oder fortschafft, bei diesen Substanzen die Härte und Elasticität der Oberflächenschichten nicht so auf bleibende Weise verändern wie bei den Metallen. Ich füge noch hinzu, dafs ich im Laufe meiner Versuche bei den den Wärmestrahlungen ausgesetzten Körpern niemals eine Veränderung in ihrer Erwärmung habe bemerken können, wenn ich sie mit einem und demselben, aber verschiedentlich feingeriebenen Farbstoff bestrich; hier, wie bei

welcher weit vorwaltender ist als in analogen Fällen beim Licht, rührt ohne Zweifel zumeist von der Natur der Wärme selbst her. Es wäre zu wünschen, dafs er zum Gegenstande einer gründlichen Untersuchung gemacht würde seitens der Mathematiker, die gegenwärtig unter allen Gesichtspunkten die Schwingungsbewegung des Fluidums untersuchen, von dem man die Erscheinungen des Lichts, der Wärme und der chemischen Wirkung der vom glühenden Körper ausgehenden Strahlen ableitet.

den Scheiben von Marmor, Gagat und Elfenbein wurde die regelmässige Anordnung der Oberflächenpunkte mehr oder weniger stark verändert, ohne eine wahrnehmbare Veränderung in der Härte und Elasticität zu veranlassen.

Als ich die Unzulänglichkeit der bisher angenommenen Theorie über die Wirkung der Unebenheiten auf die Strahlung der Körper nachwies, warf man ein, das die Unregelmässigkeiten der Oberfläche nothwendigerweise, vermöge der Reflexion, die durch einen gegebenen Punkt gehende Wärmemenge abändern müßten. Derselbe Einwurf könnte in Betreff der Absorption erhoben werden. Ich bemerke daher zuvörderst, das wenn ich von Rauheiten der absorbirenden oder ausstrahlenden Oberfläche spreche, ich damit bloß die kleinen, durch die Mattheit bewirkten Unregelmässigkeiten meine; denn klar ist, das bedeutende Hervorragungen oder entschiedene Vertiefungen als wahrhafte Reflectoren wirken und in gewissen Richtungen eine grössere Wärmemenge als in andern anhäufen könnten. Ich bemerke überdies, das es sich hier nicht um ein allgemeines Gesetz, sondern um eine besondere Thatsache handelt. Wenn man gewisse polirte Metallflächen ritzt, so wächst deren Absorptions- und Ausstrahlungsvermögen. Dieser Zuwachs kann nicht der Reflexion der Spitzen oder irgend einer andern *unmittelbaren Wirkung* der Rauheiten zugeschrieben werden, weil wir gesehen haben, das 1) die Schrammen keinen merklichen Einflufs auf nichtmetallische Oberflächen ausüben, 2) weil die Wirkung nach der Natur und dem Zustand der angewandten Platte sehr verschieden ist, 3) weil die an der Luft unveränderlichen Metalle, zweckmässig zubereitet, eine umgekehrte Wirkung geben, und alsdann die Gegenwart von Rauheiten das Emissions- und Absorptionsvermögen verringert statt zu verstärken. Dieses letztere Argument scheint uns entscheidend.

Die seit langer Zeit bei geritzten Metallflächen beob-

achtete Zunahme des Absorptions- und Ausstrahlungsvermögens stellt also nur einen speciellen Fall vor; die Unveränderlichkeit und die Abnahme dieses Vermögens, welche wir später bei gehörig zubereitetem Marmor und Silber beobachtet haben, sind auch besondere Fälle, so daß die Veränderungen, welche auf die Politur und Mattheit Absorptions- und Ausstrahlungskraft der Substanzen ausüben, die matt und glänzend zu werden vermögen, nicht den Charakter der Allgemeinheit haben, vielmehr nach der Natur der Körper und dem den Oberflächenschichten eingeprägten Zustand von Moleculargleichgewicht verschieden sind. Indefs gewahrt man die Veränderungen bloß bei den Metallen, und, wie wir wissen, erleiden die Metalle unter dem Einfluß mechanischer Kräfte bleibende Abänderungen im specifischen Gewicht, in der Härte und Elasticität ihrer Oberflächenschichten. Diese Abänderungen sind nun die einzig bekannten Effecte. Schreibt man ihnen die in der Ausstrahlung und Absorption beobachteten Veränderungen zu, so macht man in der That keine Hypothese; man stellt nur das Phänomen unter einer neuen Form hin, indem man Bedingungen an giebt, die vor den in diesem Aufsatz beschriebenen Versuchen unbekannt waren.

---