

VIII.

Ueber die thermo-, aktino- und piezoelektrischen Eigenschaften des Quarzes.

Von W. C. Röntgen.

Der letzte in meiner zweiten Mittheilung über das optische Verhalten des Quarzes im elektrischen Felde angegebene Versuch veranlafste mich, wie schon erwähnt*), die elektrischen Eigenschaften des Quarzes, insbesondere die thermo- und aktino-elektrischen, einer experimentellen Prüfung zu unterwerfen. Sehr bald kam ich bei dieser Untersuchung zu der Ansicht, dafs es möglich ist, die in sehr verschiedener Weise, sei es durch Wärmeleitung, Strahlung oder Druckänderung, hervorgebrachte Elektrizitätsentwicklung auf eine gemeinsame Ursache und namentlich auf eine Aenderung der im Krystall in irgend einer Weise erzeugten Spannungen zurückzuführen; ich würde es demnach für unnöthig halten, die drei genannten Arten von Elektrizitäten als durch ihre Entstehungsweise von einander verschieden zu unterscheiden und würde vorschlagen, nur den einen Namen, Piezoelektricität, beizubehalten, wenn durch eine fortgesetzte Untersuchung das Resultat gefunden werden sollte, dafs die angedeutete Erklärungsweise in allen Fällen anwendbar und ausreichend ist.

Ich habe mit der Veröffentlichung meiner Ansicht und meiner Versuche gezögert, erstens weil letztere noch nicht vollständig abgeschlossen sind und zweitens weil meine Theorie

*) Wied. Ann. Bd. XVIII, S. 551. 1883.

so durchaus abweichend ist von derjenigen, welche der auf diesem Gebiet erfahrenste und bewährteste Experimentator, Hr. H a n k e l, aufgestellt hat. Ich glaube aber jetzt nicht länger warten zu dürfen und theile im Folgenden die wichtigsten meiner Versuche kurz mit.

Aus dem erwähnten elektrooptischen Versuch glaube ich schliessen zu dürfen, daß die Zunahme eines auf einen Quarz-cylinder oder eine Quarzkugel allseitig ausgeübten, gleichmäßigen Oberflächendruckes eine solche Elektrizitätsentwicklung zur Folge haben muß, daß die Oberfläche durch die drei Ebenen fehlender Piezoelektricität in sechs elektrische Felder getheilt wird, welche dieselbe Lage und dasselbe Zeichen haben, wie die nach der auf S. 540 meiner zweiten Abhandlung beschriebenen Methode durch einseitige Druckvermehrung erhaltenen. Wenn nun eine unelektrische, warme Kugel, die überall dieselbe Temperatur hat, in einen kälteren Raum gebracht wird, so daß sie sich gleichmäßig abkühlen kann, so werden die äußeren, sich zuerst abkühlenden Schichten auf die inneren einen überall radial gerichteten Druck ausüben, der während der ersten Zeit rasch wächst; folglich muß während dieser Periode, welche wir die erste nennen wollen, auf der Kugel diejenige Elektrizitätsvertheilung vorhanden sein, welche einer Zunahme eines auf sie ausgeübten mechanischen Oberflächendruckes entspricht. Nach einiger Zeit, wenn die Abkühlung weiter fortgeschritten ist, wächst der Druck der äußeren Schichten nicht mehr, sondern fängt an abzunehmen; dann ändert sich aber auch das Zeichen der entwickelten Piezoelektricitäten und die aus der ersten Periode stammende Elektrizität wird nun mehr und mehr geschwächt. Die Kugel wird während dieser zweiten Periode immer weniger stark elektrisch und es kann vorkommen, besonders wenn während der ersten Periode ein Theil der erzeugten Elektrizitäten durch Leitung verschwunden ist, daß die fast vollständig erkaltete Kugel eine Elektrisirung aufweist, welche die entgegengesetzte ist von der im Anfang der Abkühlung gefundenen.

Diese Folgerungen habe ich nun mehrmals bestätigen können, indem ich die bei der Abkühlung einer frei aufge-

hängten Quarzkugel auftretenden Elektricitäten untersuchte. Auch Hr. Hankel hat diesen soeben geschilderten Verlauf der Erscheinungen bei Quarzkrystallen beobachtet *); derselbe nennt aber die zuerst auftretende Elektricität Aktinoelektricität, die zuletzt zurückbleibende Thermoelktricität.

Durch möglichst gleichmäßige Erwärmung einer Quarzkugel erhielt ich Erscheinungen, welche den obigen durchaus analog sind; nur haben die Elektricitäten die entgegengesetzten Zeichen von vorhin. Wenn man beachtet, daß die die Wärme zunächst aufnehmenden äußeren Schichten auf die inneren einen radial gerichteten Zug ausüben, und daß durch Zunahme eines auf den Quarz ausgeübten Zuges dieselbe Piezoelektricität erzeugt wird, wie durch Abnahme eines in gleicher Richtung wirkenden Druckes, so ist die Erklärung leicht zu finden.

Eine locale Abkühlung eines vorher erwärmten Krystalles durch einen gegen den Krystall gerichteten kalten Luftstrom hatte eine starke Elektricitätsentwicklung an der abgekühlten Stelle zur Folge, wenn diese Stelle nicht gerade in einer Ebene fehlender Piezoelektricität lag; die entstehende Elektricitätsart war dieselbe, wie die, welche man an der selben Stelle durch Zunahme eines dort in der Richtung eines Durchmessers ausgeübten Druckes erhalten würde; eine locale Erwärmung durch einen warmen Luftstrom erzeugte dagegen die entgegengesetzte Elektricität. Im ersten Fall findet eine rasche Zunahme des von den äußeren auf die inneren Schichten ausgeübten Druckes statt; im zweiten Fall, wo sich die äußeren Schichten von den inneren abzuheben suchen, wächst der entstehende Zug sehr rasch; ich halte deshalb die beobachtete Elektricität einfach für Piezoelektricität. Die von Hrn. Friedel wahrgenommene Elektricität **), welche durch Auflegen einer erwärmten Metallkugel auf einen Quarzkrystall erhalten wurde, ist nicht nur dem Zeichen, sondern auch der Entstehung nach identisch mit der durch einen warmen Luftstrom

*) Hankel, elektrische Untersuchungen, 15. Abhandlung, S. 530.

***) Bulletin de la société minéralogique de France. Bd. II, S. 31. 1879.

erzeugten; dieselbe ist folglich Piezoelektricität. Hr. Friedel bezeichnet dieselbe als Thermo-, Hr. Hankel als Aktinoelektricität.

Die nun folgenden Versuche scheinen mir besonders geeignet zu sein, um meine Theorie zu unterstützen.

Auf eine senkrecht zur Hauptaxe geschliffene, homogene Quarzplatte wurde ein Stanniolring, dessen innerer Durchmesser 2 cm und äußerer Durchmesser 4 cm beträgt, geklebt; der Ring wurde dann an sechs radial und in der Richtung der Axen fehlender Piezoelektricität gelegenen Stellen durchschnitten, so daß sechs von einander isolirte Ringstücke entstanden. Das erste, dritte und fünfte Stück ward durch Drähte mit dem einen Halbring eines Kirchhoff-Thomson'schen Elektrometers, das zweite, vierte und sechste Stück, sowie der zweite Halbring des Elektrometers mit der Erde verbunden. Erwärmte ich dann den centralen, stanniolfreien Theil der anfänglich Zimmertemperatur besitzenden Platte durch Aufsetzen eines warmen Messingcylinderchens, oder durch Bestrahlen mit einer Flamme oder einem erwärmten Metallblech, oder durch einen warmen Luftstrom, oder auf irgend eine andere Art, so wurden die Ringstücke in der Weise elektrisch, daß jedes Ringstück diejenige Elektricität erhielt, welche das demselben zunächst liegende Nebenaxenende erhalten haben würde, wenn eine Zunahme eines in der Richtung der entsprechenden Nebenaxe wirkenden Druckes stattgefunden hätte. Eine in irgend einer Weise erzeugte Abkühlung des centralen Theiles brachte dagegen immer die entgegengesetzten Elektricitäten hervor. Wurde nun bei einem folgenden Versuch nicht der centrale, sondern der den Stanniolring umgebende Theil der Platte durch aufgesetzte Ringe, durch Strahlung u. s. w. erwärmt resp. abgekühlt, so zeigte das Elektrometer im Falle einer Erwärmung das Vorhandensein von derselben Elektricität an, welche bei Abkühlung der Mitte vorhin gefunden war, und umgekehrt im Falle einer Abkühlung fand sich dieselbe Elektricität, die durch Erwärmung der Mitte erzeugt wurde.

Diese Resultate sind nicht befremdend, wenn man von der Ansicht ausgeht, daß Spannungsänderungen im Krystall

die Ursache der Elektricitätsentwicklung sind. Im ersten und vierten Fall nämlich erzeugt die centrale Erwärmung resp. die periphere Abkühlung Spannungen in der Platte, welche gleichartig sind mit den durch einen auf den Rand ausgeübten, gleichmäfsig vertheilten Druck hervorgebrachten; im zweiten und dritten Fall aber bewirkt die centrale Abkühlung resp. die periphere Erwärmung einen Spannungszustand, welcher analog ist mit dem durch einen auf den Rand ausgeübten, gleichmäfsig vertheilten Zug hergestellten Zustand. In allen Fällen findet nun während der ersten Zeit nach dem Anfang der Erwärmung resp. der Abkühlung ein rasches Wachsen der erzeugten Spannungen statt, folglich mufs in den beiden soeben zuerst genannten Fällen diejenige Elektricitätsvertheilung vorhanden sein, welche einer Zunahme des auf den Plattenrand ausgeübten Druckes entspricht; in den beiden zuletzt genannten Fällen diejenige Vertheilung, welche einer Druckabnahme entspricht.

Man ersieht aus diesen Versuchen, dafs die Art der entstehenden Elektricität nicht bedingt wird durch die Art und Weise, *wie* eine locale Erwärmung resp. Abkühlung erzeugt wird, sondern wesentlich abhängt von der Lage der Stelle im Krystall, *wo* diese Temperaturveränderungen vorgenommen werden.

Aus dem Resultat, dafs die Erwärmung der peripheren Theile und die der centralen Theile einer Platte sich in ihrer elektrischen Wirkung entgegengesetzt verhalten, möchte ich noch einen Schlufs ziehen, den ich zwar nicht experimentell geprüft habe, der mir aber ziemlich sicher zu sein scheint. Gesetzt es wäre möglich, eine Platte so gleichmäfsig zu erwärmen, dafs in derselben keine merklichen Temperaturdifferenzen und Spannungen vorkämen, so glaube ich, dafs durch diese Erwärmung keine oder nur relativ wenig Elektricität erzeugt werden würde, trotzdem die Theilchen der Platte mitunter beträchtliche Verschiebungen erleiden. Beachtet man nun, dafs schon sehr geringe Verschiebungen der Theilchen sehr beträchtliche Elektricitätsmengen hervorbringen, sobald diese Verschiebungen von Spannungsänderungen im Krystall begleitet

sind (wie dies z. B. bei ungleichmäßiger Erwärmung einer Platte der Fall ist), so erscheint die Annahme wohl gerechtfertigt, daß die Aenderung der Temperatur und der gegenseitigen Lage der Theilchen für sich keine Elektrizität erzeugt, daß dagegen die wesentliche Ursache der Elektrizitätsentwicklung in Spannungsänderungen zu suchen ist.

Im Vorstehenden habe ich einen ersten Versuch gemacht, um die durch Temperaturänderungen im Quarz entwickelte Elektrizität durch im Krystall erzeugte Spannungen zu erklären. Ich weiß sehr wohl, daß die in den einzelnen Fällen gegebene Erklärung hier und da noch etwas lückenhaft ist, und daß namentlich weitere Untersuchungen noch nöthig sind, um den genauen Zusammenhang zwischen Spannungsänderungen und Elektrizitätsentwicklung festzustellen.

Giefesen, 20. März 1883.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Röntgen Wilhelm Conrad

Artikel/Article: [Ueber die thermo-, aktino- und piezoelektrischen Eigenschaften des Quarzes. 181-186](#)