V. *Zur Wärmelehre, besonders in Hinsicht auf
das Leitungsvermögen des Platins;
von N. W. Fischer in Breslau.*

(Vorgelesen in der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur,
den 6. October 1830.)

Es giebt Qualitäten, die wir niemals an den Körpern in ihrer absoluten Vollkommenheit, sondern nur in einem relativen Grade antreffen, oder, und eigentlicher, wir gelangen zu dem reinen Begriff der Qualität nur durch Abstraction der verschiedenen Grade derselben, mit denen wir die Körper begabt finden. Zu diesen Qualitäten gehört auch die Eigenschaft der Körper, die Wärme — so wie die Elektricität — zu leiten. Wenn wir demnach die Körper in Leiter und Nichtleiter eintheilen, so ist dieses, wie bekannt, nur in einem sehr relativen Sinne zu verstehen, und weit richtiger und allgemeiner ist die Eintheilung in gute und schlechte Leiter, obgleich auch hier keine strenge Scheidung statt findet. Nach dem Begriff eines Wärmeleiters im absoluten Sinne müßte dieser die ihm mitgetheilte Wärme unmittelbar von einer Stelle zur andern fortleiten, so daß zu keiner Zeit ein Unterschied in der Temperatur zwischen der Stelle, welche unmittelbar erhitzt wird und jeder entfernten wahrgenommen werden kann, — vorausgesetzt, daß die umgebenden Körper, wie die Luft etc., entweder kein oder ein an allen Theilen gleiches Entziehen der Wärme bewirken, — da hingegen bei den besten Leitern unter den Metallen eine bedeutende Zeit verstreicht, ehe die an dem einen Ende erregte Wärme an einer entfernten Stelle wahrgenommen wird. Ebenso findet immer eine bedeutende Verschiedenheit zwischen der Temperatur dieses, mit der Quelle der Wärme in Berührung stehenden Endes und den ent-

fernten Stellen statt, und zwar ist dieser Unterschied um so bedeutender, je entfernter eben diese Stellen von dem erhitzten Ende sind, was freilich von der umgebenden Luft, aber doch nicht ausschliesslich von ihr allein, herrührt. Der verschiedene Grad der Wärmeleitung bei den verschiedenen Körpern ist daher durch die Entfernung von dem auf gleiche Art erhitzten Ende bestimmt worden, in welcher ein und dieselbe Temperatur erzeugt worden ist, und diese ist entweder durch ein und dieselbe Wirkung der Wärme, wie z. B. durch das Schmelzen des Waxes, womit die Metallstäbe überzogen worden sind, oder durch das Thermometer wahrgenommen worden. Der Grad der Leitung wird in gradem Verhältniss mit dieser Entfernung von dem erhitzten Ende gesetzt, bei welcher dieselbe Temperatur wahrgenommen wird, oder in gradem Verhältniss mit der Wärme, welche bei gleicher Entfernung statt findet. Nach der letztern Bestimmung hat Despretz das Leitungsvermögen mehrerer Körper, besonders der Metalle, bestimmt, doch nicht, indem er das Vermögen, die Wärme zu leiten, mit der in einer gleichen Entfernung von dem erhitzten Ende erregten Wärmegrade geradezu in Proportion setzt, sondern mit der Zahl (dem Quotienten), welche erhalten wird, wenn die Ueberschüsse der Wärme — über die Temperatur der Luft, — welche zwei Thermometer zeigen, mit dem Wärmeüberschuss des zwischen ihnen liegenden dividirt werden.

So wenig nun auch die frühern Versuche von Ingenhoufs, Ure u. a., durch welche das Leitungsvermögen durch die Entfernung vom erhitzten Ende bestimmt worden ist, in welcher das Wachs, womit die Metalle überzogen waren, zum Schmelzen kam, irgend einen Vergleich mit den von Despretz angestellten in Hinsicht der Sorgfalt, Genauigkeit und noch vielweniger in Hinsicht eines wirklichen Zahlenverhältnisses aushalten können, so müßte dennoch die Ordnung der Metalle dieselbe bleiben, da,

so verschieden auch diese Methoden, dennoch das Princip, worauf sie beruhen, dasselbe ist, und unmöglich nach diesen früheren Versuchen das Kupfer, Zinn, Eisen u. s. w. dem Platin vorangehen, welches nach Despretz unmittelbar dem Golde folgt, allen übrigen hingegen, selbst dem Silber voransteht. Aber auch abgesehen von diesen früheren Versuchen widerspricht die Despretz'sche Angabe über die Stelle des Platins in der Metallreihe so sehr den gewöhnlichen Erfahrungen über das Verhalten des Platins beim Erhitzen, daß es mir von vorn herein klar war, daß nur durch verschiedene Umstände, welche bei den Versuchen obgewaltet haben, so ganz widersprechende Resultate erhalten worden sind. Vorzüglich sind es folgende Umstände, welche hier einen wesentlichen Einfluß ausüben: 1) die Dicke des angewandten Metalls und 2) die Temperatur, bis zu welcher das eine Ende erhitzt worden ist. Despretz hat Prismen von mehr als 0,9 Zoll (21^{mm.}) angewandt, und das eine Ende durch eine Argand'sche Lampe erhitzt (bis zu welcher Temperatur ist zwar nicht angegeben, ja aus dem, was von seiner Arbeit bekannt geworden ist, durch den Bericht von Gay-Lussac, *Ann. de Chim. et Phys. Tom. XIX.* 97. und die von ihm mitgetheilten Resultate *Annal. de Chim. et Phys. Tom. XXXVI.* 422., denn seine Abhandlung selbst ist, so viel ich weiß, noch nicht erschienen, geht nicht einmal mit Bestimmtheit hervor, ob alle Metalle gleich erhitzt worden sind, da er die Erhitzung nur so weit vorzunehmen schien [die Lampe regulirte] bis das erste Thermometer eine constante Wärme zeigte). Ingenhous's hingegen wandte Metalldrähte an, deren Durchmesser freilich nicht angegeben ist, und setzte sie einer gleichen niedrigen Temperatur aus, indem er sie in heißes Oehl tauchte.

Von welchem bedeutenden Einfluß aber diese Umstände auf den Erfolg sind, werden nachstehende Beobachtungen zeigen, mit deren Mittheilung ich zunächst nur

den Zweck verbinde, das verschiedene Leitungsvermögen des Platins nach diesen verschiedenen Umständen im Allgemeinen darzuthun, dann aber auch den, um diejenigen Naturforscher, welche sich eines geeigneten Apparats bedienen können, als mir zu Gebote stand, aufzufordern, das eigenthümliche Verhältniß dieses verschiedenen Leitungsvermögens näher auszumitteln.

1) Gleich dünne Streifen von Silber, Gold, Kupfer, Platin und Palladium wurden, unter *ziemlich* gleichen Umständen, an dem einen Ende der schwachen Flamme einer gewöhnlichen Weingeistlampe ausgesetzt, und in gleicher Entfernung von dem erhitzten Ende mit der Hand gehalten. Die Wärme theilte sich nach der angegebenen Ordnung bei den ersten drei Metallen schnell der gehaltenen Stelle mit, und erhitzte sie dergestalt, daß sie kaum mehr gehalten werden konnte; bei den letztern beiden wurde erst selbst nach längerer Zeit nur eine sehr geringe Wärme wahrgenommen; obgleich das der Flamme ausgesetzte Ende derselben sofort hellroth glühte, was wieder bei keinem der ersten der Fall war; d. h. Silber, Gold, Kupfer konnten, selbst an einer von dem erhitzten Ende weit entfernten Stelle, nicht so lange mit der Hand gehalten werden, bis sie glühend wurden, was beim Platin und Palladium in wenigen Sekunden der Fall ist.

2) Bei fernerer Einwirkung der Hitze pflanzt sich die Wärme bei den ersten drei Metallen immer weiter fort, so daß sie nur immer entfernter von dem erhitzten Ende gehalten werden können; bei den letztern beiden hingegen findet dieses sehr unbedeutend statt, so daß z. B. nach 10 Minuten langem Glühen der Silberstreifen kaum noch in der Entfernung von 6 Zoll vom glühenden Ende gehalten werden kann, während das Platin in einer Entfernung von 2 Zoll weit weniger erhitzt ist.

3) Ganz dieser Wahrnehmung durch das Gefühl ist auch das Schmelzen des Waxes, womit die Metallstreifen überzogen waren, entsprechend, und hier kann schon

ein näheres Verhältniß des Leitungsvermögens beobachtet werden, nachdem die Ordnung der Metalle folgende ist: Silber, Kupfer, Gold *), Palladium und Platin.

4) So wie die Fortpflanzung der Wärme, während des fortgesetzten Erhitzens an dem einen Ende, so erfolgt sie auch, wie natürlich, in der ersten Zeit, wenn der Streifen aus der Flamme genommen wird, so daß bei einer bestimmten Entfernung, bei welcher man während des Erhitzens keine Wärme wahrgenommen hat, sie jetzt sehr deutlich und nach dem Verhältniß dieser Entfernung ebenfalls unerträglich werden kann. Auch hier findet der doppelte Unterschied zwischen den ersten dreien und den letzten beiden Metallen statt, indem diese letztern *a*) beim Erhitzen bis zum hellen Rothglühen die Wärme kaum bis zur Hälfte der Entfernung zeigen, bis zu welcher sie beim Silber etc., selbst wenn es nur kurze Zeit der Flamme ausgesetzt war, wahrgenommen wird, und *b*) weit schneller die Wärme fortpflanzen, wenn das glühende Ende aus der Flamme genommen wird, als so lange es in der Flamme bleibt.

5) Der Unterschied in der Fortpflanzung der Wärme findet in weit geringerem Grade bei Anwendung einer niedrigeren Temperatur statt, so z. B., wenn das Ende in kochendes Wasser gesteckt wird, indem beim Silber etc. die Stelle, bis zu welcher das Wachs schmilzt, bei weitem mehr von der absteht, bei welcher es, wenn das Ende der Flamme ausgesetzt wurde, geschmolzen ist, als dies beim Platin der Fall ist, oder mit andern Worten, bei Anwendung dieses niedrigeren Wärmegrades findet ein weit geringerer Unterschied in Hinsicht der Fortpflanzung der

*) Ich habe bereits oben angedeutet, daß die Umstände, unter welchen diese Versuche angestellt worden sind, nicht ganz gleich waren, so namentlich war der Goldstreifen nicht von reinem Metall, sondern von gewöhnlich legirtem Golde, was vielleicht der Grund der Abweichung zwischen dieser und der von Despretz angegebenen Ordnung, nach welcher dieses Metall den höchsten Grad der Wärmeleitung besitzt, seyn mag.

Wärme zwischen Silber und Platin, als bei Anwendung der Glühhitze statt.

Wenn diesemnach das Platin den andern Metallen in dem Leitungsvermögen dergestalt sehr nachsteht, als es bei gleichen Umständen die an dem einen Ende einströmende Wärme weder so weit noch in dem Grade fortpflanzt, wie Silber, Kupfer und Gold, so zeigt es hingegen in sofern gleichsam eine sehr große Anziehung zur Wärme, als es sehr schnell unter denselben Umständen hellglühend wird, unter denen Silber etc. es in einem weit geringeren Grade und nach längerer Zeit zu werden im Stande ist, was freilich mit von dem verschiedenen Grade der Fortpflanzung abhängt, worin aber der Grund allein nicht liegen kann, weil bei den dünnen Streifen, mit denen ich die Versuche anstellte, das Maximum der Wärme an dem entgegengesetzten Ende schnell erreicht ist, ohne daß beim Silber das Erglühn nach längerer Zeit erfolgt.

Das Ergebniss dieser Versuche ist demnach, daß, unter den angegebenen Umständen, das Platin ein ganz anderes Verhältniß zur Wärme zeigt, als unter denen Despretz seine Untersuchungen angestellt hat, und daß namentlich unter den hier aufgestellten die Stelle, welche das Platin in der Metallreihe in Hinsicht der Wärmeleitung einnimmt, eine ganz andere ist, als ihm Despretz einräumt.

Noch verdient folgendes eine nähere Erwähnung:

6) Es ist nicht ohne Einfluß auf die Schnelligkeit der Fortpflanzung der Wärme, wenn das Metall aus der Flamme genommen wird, in welcher Richtung man es hält; namentlich pflanzt sich die Wärme bei senkrechter Richtung weit schneller fort, wenn das erhitzte Ende nach unten, als wenn es umgekehrt nach oben gehalten wird. Man kann dieses bei Anwendung eines bestimmten Hitzegrades sehr leicht wahrnehmen, wenn man schnell mit diesen

diesen Richtungen abwechselt, indem man, sobald das erhitzte Ende nach unten zu gekehrt ist, eine bedeutende Vermehrung der Wärme wahrnimmt, die beim Umkehren nach oben nicht oder sehr unbedeutend zunimmt, was hingegen wieder bei der ersten Richtung statt findet. Es versteht sich von selbst, daß dieses nur so lange erfolgen wird, als die Wärme überhaupt dem Leitungsvermögen der Metalle und der angewandten Hitze gemäß noch nicht gleichmäßig vertheilt ist, daher nur in den ersten Zeitmomenten. Nach dem Angegebenen ist vorzüglich das Platin geeignet, diese Erscheinung zu zeigen *).

7) Die Fortpflanzung der Wärme von dem erhitzten Ende aus nach den entfernten Stellen erfolgt bei weitem schneller, wenn dieses Ende, statt in der Luft, durch eine Flüssigkeit, besonders durch Wasser abgekühlt wird. Man kann diese überraschende Erscheinung sehr leicht wahrnehmen, wenn ein Platin- oder Silberlöffel so lange erhitzt wird, bis der in der Hand gehaltene Stiel eben warm zu werden anfängt, und in den Löffel dann Wasser gegossen wird. Die Hitze theilt sich schnell mit, so daß der Löffel nicht mehr gehalten werden kann. Dabei verdient noch besonders bemerkt zu werden, daß diese Fortpflanzung nur dann durch das Wasser beschleunigt wird, wenn die Hitze des Löffels nicht den Grad erreicht hat, bei welcher das Wasser nicht eigentlich verdunstet, sondern das Leidenfrost'sche Phänomen darstellt.

*) Dieses Verhalten, zugleich mit dem besonders beim Platin Angegebenen, nach welchem es beim Hellglühen des einen Endes weit weniger und langsamer die Wärme fortpflanzt, so lange es der Flamme ausgesetzt bleibt, als wenn es ihr entzogen wird, erregt die Vermuthung, als wenn die Wärmestrahlen, welche in das Metall einströmen, die Tendenz hätten, in die Höhe zu steigen; eine Meinung, die auch Alex. von Humboldt, als ich ihm die unter No. 4. angeführte Erscheinung zu zeigen die Ehre hatte, gleich aussprach, ob ich gleich die unter No. 6. angeführte Erscheinung nicht erwähnt hatte.