

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

**k. b. Akademie der Wissenschaften**

zu München.

---

Band XIX. Jahrgang 1889.

---

**München.**

Verlag der K. Akademie.

1890.

In Commission bei G. Franz.

# Sitzungsberichte

der  
königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

---

## Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 130. Stiftungstages

am 28. März 1889.

---

Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, theilt mit, dass die mathematisch-physikalische Classe im vergangenen Jahre drei ihrer auswärtigen Mitglieder durch den Tod verloren hat, nämlich den Professor der Mineralogie und Geognosie und geheimen Bergrath Gerhard vom Rath in Bonn, den Professor der Physik und geheimen Regierungsrath Rudolf Clausius in Bonn, und den Professor der Physiologie Franz Cornelius Donders in Utrecht.

### **Gerhard vom Rath.**

Gerhard vom Rath, einer der verdienstvollsten und kenntnissreichsten Mineralogen, ist am 23. April 1888 zu Coblenz im Beginn einer nach Italien geplanten Erholungsreise in Folge eines Schlaganfalles aus dem Leben geschieden; er war, wenn auch ermüdet von angestrenzter Thätigkeit, doch noch rüstig an Körper und Geist und mit Plänen für weitere wissenschaftliche Untersuchungen beschäftigt. Er

gehörte zu denjenigen Forschern, welche durch rastlose, sorgfältige Arbeit die Wissenschaft um eine grosse Anzahl wichtiger Thatsachen bereichert haben.

Gerhard vom Rath erblickte zu Duisburg am 23. August 1830 das Licht der Welt. Trotz eines sehr ansehnlichen Vermögens wurde er im elterlichen Hause zu Cöln in schlichter Weise erzogen; schon im Gymnasium, welches er im Herbst 1848 absolvirte, zeigte sich der beharrliche Fleiss und die Lust zur Arbeit, die er während seines ganzen Lebens beibehielt. An die Universität Bonn übergetreten, interessirte er sich zunächst besonders für Mathematik und Astronomie; zur weiteren Ausbildung in diesen Wissenschaften sowie zur Uebung in der französischen Sprache begab er sich im Sommer 1849 nach Genf, woselbst er die Vorlesungen des Astronomen E. Plantamour, des Physikers Pictet und des Geologen A. Favre hörte.

Wie bei so manchem Anderen, wurde auch bei vom Rath durch die herrliche Natur Genfs, durch den Anblick der gewaltigen Berge und durch die Eindrücke bei seinen Wanderungen durch die Alpen, die er von Genf bis Wien zu Fuss durchzog, die Neigung für die Geologie geweckt. So kam es, dass er nach der Rückkehr nach Bonn sich mit den verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaft vertraut machte und dann in Berlin, wohin er im Frühjahr 1852 sich begab, vorzüglich bei Ch. S. Weiss und Gustav Rose Mineralogie und Geognosie betrieb und im chemischen Laboratorium bei Rammelsberg arbeitete. Der Einfluss von Gustav Rose, der in richtiger Erkenntniss der Talente des jungen Mannes die Bestrebungen desselben förderte und ihn in den glänzenden Kreis der damaligen Berliner Naturforscher einführte, war für die Richtung, die vom Rath nun einschlug, bestimmend; denn er begann die von den Gebrüdern Rose mit so grossem Erfolg betretene Bahn weiter zu führen.

Nachdem er auf Grund einer Dissertation, welche von

der chemischen Zusammensetzung des Wernerits und von der Veränderung dieses Minerals durch die Verwitterung handelte, im Juli 1853 zu Berlin zum Doktor promovirt worden war und dann noch mehrmals längere Zeit bei den Gebrüdern Rose wissenschaftlich thätig gewesen war, kehrte er in seine rheinische Heimath zurück. Er blieb derselben von nun an getreu und verliess sie nur, um auf Reisen das Material für seine wissenschaftlichen Arbeiten zu sammeln.

Im Jahre 1856 habilitirte er sich für Mineralogie und Geognosie an der Universität Bonn, wo damals J. J. Nöggerath ordentlicher Professor für diese Fächer und Vorstand des mineralogischen Museums war. 1863 wurde er zum ausserordentlichen, 1872 zum ordentlichen Professor der Mineralogie und Geognosie, später nach dem Rücktritt Nöggeraths auch zum Direktor des mineralogischen Museums ernannt. Im Jahre 1880 legte er die Direktion des Museums nieder, 1888 nahm er auch seinen Abschied als ordentlicher Professor, verblieb aber als ordentlicher Honorarprofessor im Verbande der Universität zu Bonn, die ihm so viel verdankt.

Die unausgesetzte wissenschaftliche Thätigkeit vom Rath bewegte sich in drei Richtungen, in mineral-chemischer, in krystallographischer und in petrographisch-geologischer. Alle seine Beobachtungen und Untersuchungen waren in hohem Grade zuverlässig, die Darstellung derselben zeichnete sich durch Klarheit und schöne Form aus und hielt sich frei von unsicheren Hypothesen.

Er hatte sich alsbald in seinem Hause aus eigenen Mitteln ein chemisches Laboratorium eingerichtet, in dem er die Zusammensetzung einer grossen Anzahl von Mineralien und Gesteinen feststellte.

Von besonderem Werthe sind seine Untersuchungen über die äusseren Formen der Krystalle. Durch eine reiche Erfahrung und eine feine Beobachtungsgabe hatte er sich zum ersten Kenner auf diesem Gebiete aufgeschwungen, und es

gelang ihm, indem er das Charakteristische der Erscheinungen erfasste, die Symmetrieverhältnisse sowie die verwickeltesten Zwillingsbildungen klar zu legen und diese Formen durch wahrhaft kunstvolle Zeichnungen wieder zu geben. In solcher Weise bestimmte er die Krystallform zahlreicher Mineralien. Besonders hervorzuheben ist die Erkennung der Gestalt des Apatits aus dem Pfitschthale in Tyrol; die Entdeckung, dass die sitzenden vesuvischen Leucitkrystalle nicht dem regulären, sondern dem quadratischen System angehören; die wichtigen Beobachtungen an den Krystallen des Quarzes und des Kalkspathes sowie an den regulären Metallen, dem Kupfer, Silber und Gold; die Studien über die vesuvischen und schwedischen Humite, über die verschiedenen Glieder der Feldspathgruppe, über die Zwillingsverwachsungen der Plagioklasse, über den Tridymit, eine neue krystallisirte Modifikation des Kieselsäureanhydrits, und über den Cyanit vom Greiner in Tyrol.

Die petrographisch-geologischen Arbeiten endlich befassen sich vorzüglich mit der Untersuchung der südalpiner Eruptionsgebiete und der italienischen Vulkandistrikte, auch der vulkanischen Distrikte des Siebengebirges und des Laacher-Sees, welche ihn zu vielerlei wichtigen Beobachtungen führten.

Er liebte es auch, das auf seinen vielen Reisen nach der Schweiz, Oesterreich, Italien, Frankreich, England, Skandinavien, Griechenland, Kleinasien, Nordamerika und Mexiko Gesehene in gemeinverständlicher Weise darzustellen. In lebhaften Farben schilderte er dabei die Eigenthümlichkeiten der Landschaft und deren geologischen Verhältnisse, namentlich die vulkanischen Erscheinungen, aber auch das Leben und die Sitten des Volkes.

Grosse Verdienste erwarb er sich um die mineralogische Sammlung der Bonner Universität, welche er durch seine Freigebigkeit und seinen Eifer zu einer der umfangreichsten und werthvollsten erhob.

Um das Bild des edlen Mannes zu vervollständigen, verdient noch hervorgehoben zu werden, dass er sein beträchtliches Vermögen nicht für vergängliche Genüsse, sondern für die Förderung der Wissenschaft und für in der Stille geübte Wohlthaten an Arme und Bedürftige verwendete.

Das, was er für die Wissenschaft gethan, wird für dieselbe nicht verloren gehen.<sup>1)</sup>

#### Rudolf Clausius.

Mit Clausius ist wieder einer der hervorragenden Physiker, denen wir die heutige Gestaltung dieser Wissenschaft verdanken, aus dem Leben geschieden, in dem er bis in die letzten Jahre mit so grossen Erfolge thätig war. Seinem durchdringenden Geiste gelang es, eine Reihe schwieriger physikalischer Probleme durch mathematische Behandlung klar zu legen und dadurch einige Fundamentalsätze der theoretischen Physik zu begründen.

Sein äusserer Lebensgang war ein einfacher wie zumeist der eines Gelehrten; reich aber waren die 66 Jahre seines Daseins an wissenschaftlicher Arbeit und an Erfolgen.

Clausius wurde am 2. Januar 1822 zu Köslin in Pommern geboren, woselbst damals sein Vater das Amt eines Regierungsschulrathes bekleidete. Nachdem der letztere als Pfarrer und Superintendent nach Uckermünde gekommen war, erhielt der Sohn zunächst in der väterlichen Schule den ersten Unterricht. Er besuchte dann das Gymnasium zu Stettin und trat im Jahre 1840 an die Universität Berlin über, woselbst er die historischen Vorlesungen von Leopold Ranke

---

1) Mit Benützung der Lebensskizze von H. Laspeyres (Vortrag auf der Generalversammlung des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Regierungsbezirkes Osnabrück zu Bonn am 22. Mai 1888) sowie auch der Leopoldina 1888 Nr. 11 und 12; S. 113.

hörte, vor Allem aber eifrig Mathematik und Physik betrieb, für welche Fächer er schon frühe ein ausgesprochenes Talent zeigte. Er hatte das Glück, ein Schüler von Männern wie Dirichlet, Dove, Magnus, Ohm, Steiner zu sein. Er musste bald die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt haben, denn schon im Jahre 1844 treffen wir ihn als Lehrer an dem Friedrich-Werder'schen Gymnasium in Berlin, an dem er während 6 Jahren thätig war. Nachdem er 1848 in Halle zum Doktor promovirt worden war, erhielt er 1850 die Stelle als Lehrer der Physik an der kgl. Artillerie- und Ingenieurschule zu Berlin und habilitirte sich als Privatdozent an der Universität, womit seine Wirksamkeit als Forscher begann. Im Jahre 1855 bekam er einen Ruf als Professor der Physik an das Polytechnikum in Zürich; zwei Jahre darauf übernahm er auch dieselbe Professur an der Züricher Universität. 1867 siedelte er an die Universität Würzburg über und 1869 an die Universität Bonn, wo er trotz glänzender Rufe nach Strassburg und Göttingen verblieb.

Clausius trat zu einer Zeit in die Wissenschaft ein, in der das schon längst von verschiedenen Forschern anerkannte Gesetz von der Erhaltung der Kraft wieder belebt worden war und in der man daran ging, die Consequenzen dieses Gesetzes, nach dem Standpunkte der neueren Kenntnisse, im weiteren Umfang für die Lehre von der Wärme, der Elektrizität und dem Magnetismus, ja auch für die Lebensvorgänge zu ziehen, indem man nicht nur abermals und bestimmter aussprach, dass Wärme in andere Bewegungen und in Arbeit und umgekehrt übergehen könne, sondern auch messende Versuche anstellte und das mechanische Aequivalent der Arbeit ermittelte.

Clausius verfolgte in dieser Richtung zunächst die Vorgänge der Wärme und es gelang ihm bald, Gesetze für die Wärmelehre abzuleiten, welche später unter der Bezeichnung der mechanischen Wärmetheorie zusammengefasst wurden.

Der erste schon vor ihm bekannte Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie ist der von der Aequivalenz von Wärme und Arbeit und er führt zu der Vorstellung, dass die gesammte Summe der in einem abgeschlossenen System, also auch in dem Weltall, enthaltenen Energie konstant ist. Wenn man die Arbeit nicht nach mechanischen Einheiten, sondern in Wärmemaass ausdrückt, und dieselbe mit dem Namen „Werk“ belegt, so kann man nach Clausius den ersten Hauptsatz auch so formuliren, dass man sagt, die algebraische Summe von Wärme- und Werkerzeugung ist in jedem Prozesse gleich Null.

Clausius fügte zu diesem ersten Hauptsatz sein eigenstes und grösstes Werk, den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, mit welchem er sich vom Jahre 1850 bis zum Jahre 1865 beschäftigte und welchen er in immer vollendetere Weise in geistvollen Arbeiten begründete. Er stellte den Grundsatz auf, dass zwar ein Wärmetübergang von einer höheren zu einer niederen Temperatur ohne Weiteres stattfindet, jedoch nicht von selbst aus einem kälteren zu einem wärmeren Körper; letzteres geschähe nur dann, wenn gleichzeitig in den beiden Körpern eine andere die erstere compensirende Veränderung vor sich gehe. Aus diesem Grundsatz leitete er nun den zweiten Hauptsatz ab, den Satz von der Aequivalenz der Verwandlungen, welcher aussagt, dass ausser der nach dem ersten Hauptsatz stattfindenden Verwandlung von Wärme in mechanische Arbeit noch eine weitere Verwandlung möglich ist, nämlich von Wärme der einen Temperatur in Wärme einer anderen Temperatur. Der Aequivalenzwerth dieser letzteren Verwandlung ist abhängig von der Temperatur, bei welcher die Verwandlung stattfindet, und gleich dem Quotienten aus der Menge der übergelassenen Wärme und der absoluten Temperatur. Daraus kommt er zu der Schlussfolgerung, dass die algebraische Summe aller Verwandlungen nur positiv oder im Grenzfall

Null werden kann; unkompensirte Verwandlungen oder nicht umkehrbare Kreisprocesse können nur positiv sein, umkehrbare Kreisprocesse geben den Grenzfall Null. Die algebraische Summe aller Verwandlungen nennt Clausius die Entropie, und er kam in Anwendung seines Grundsatzes auf das Weltall zu dem Schlusse, auf den schon Thomson aufmerksam gemacht hatte, dass das Weltall sich ohne Unterlass einem Grenzzustande nähert; er sprach dies in den Worten aus: die Energie der Welt ist konstant, die Entropie derselben strebt aber einem Maximum zu, bei dem also die Temperaturdifferenzen im Weltall sich ausgeglichen haben und die Kräfte keine neuen Bewegungen zu erzeugen vermögen.

Er benützte seine Theorie auch zur Erklärung von Eigenschaften der Wärme, z. B. der specifischen und latenten Wärme, namentlich aber übertrug er sie auf die Vorgänge in der Dampfmaschine, wodurch er neue Vorstellungen über dieselbe anbahnte, welche, auf alle Wärmemotoren übertragen, wichtige Folgen im Maschinenbau nach sich gezogen haben. Auch auf die elektrischen Erscheinungen wendete er die beiden Hauptsätze der mechanischen Wärmetheorie an, indem er in gleicher Weise die Wärmeentwicklung durch Elektrizität, die thermoelektrischen Wirkungen, die Leitung der Elektrizität durch Flüssigkeiten etc. untersuchte.

Unter der Voraussetzung, dass die Art der Bewegung bei der Wärme eine molekulare sei, brauchte er diese schon von Anderen ausgesprochene Ansicht auf eine sichere mathematische Basis und entwickelte er die Wärmelehre als eine Mechanik oder Kinetik der Moleküle, wodurch eine genauere, auch die theoretische Chemie wesentlich fördernde Einsicht in die Molekularconstitutions der Körper gewonnen wurde.

Vor Allem machte er von diesen Anschauungen Anwendung für die Constitution der Gase, woraus die kinetische Theorie der Gase erwuchs, bei der er ausser Bernoulli nur Krönig als Vorgänger hatte. Er legte dar, dass in festen Körpern

die Moleküle oscillirende Bewegungen um eine stabile Gleichgewichtslage machen müssen; dass ferner bei Flüssigkeiten die Schwingungsbewegungen so gross sind, dass die Moleküle nicht mehr in ihre alte Lage zurückkehren, sondern vielmehr an der Grenze der Flüssigkeit hinausgeschleudert werden und den über derselben befindlichen Raum erfüllen, wodurch die Verdunstung zustande kömmt; und dass endlich bei den Gasen die Bewegung der Moleküle eine fortschreitende ist, indem dieselben nach allen Seiten umhergeworfen werden und wie vollkommen elastische Kugeln von einander und von den Gefällwänden abprallen, wodurch die Spannung des Gases hervorgerufen wird. Dabei brachte er auch den Beweis für das Boyle-Mariotte'sche Gesetz bei, nach dem bekanntlich die Volumina einer Gasmasse bei constanter Temperatur sich umgekehrt wie die drückenden Kräfte verhalten; er wurde auch zu dem von Avogadro zuerst ausgesprochenen Satz, dass alle Gase bei gleichem Druck und gleicher Temperatur im gleichen Volum die gleiche Anzahl von Molekülen enthalten, geführt. Er setzte auseinander, dass die Moleküle der Gase aus einem Complex von Atomen bestehen und demnach der Wärmeinhalt eines Gases nicht allein durch die fortschreitende Bewegung der Moleküle, sondern auch durch die inneren Schwingungen der Atome ausgedrückt wird. Und indem er in einer wahrhaft klassischen Arbeit die mittlere Weglänge der Gasmoleküle, d. i. die geradlinige Strecke, welche von einem Moleküle zwischen je zwei Zusammenstössen desselben mit anderen Molekülen zurückgelegt wird, sucht, findet er diese proportional dem Durchmesser der Moleküle multipliziert mit dem Verhältniss des Raumtheiles, der von der Masse der Moleküle selbst ausgefüllt wird, zu dem ganzen Raum, welchen das Gas als solches oder die Moleküle mit ihren Zwischenräumen einnehmen. So gelangte er auch dazu, eine Vorstellung von der Grösse der Moleküle zu gewinnen.

Zuletzt suchte er noch den zweiten Hauptsatz auf allgemeine mechanische Prinzipien zurückzuführen.

Ausser der Wärmelehre interessirte sich Clausius für die Elektrizitätslehre, und zwar auch für diejenigen Theile derselben, welche nicht zu den beiden Hauptsätzen der mechanischen Wärmetheorie in Beziehung stehen. Er beschäftigte sich mit der Theorie des Condensators, dann vom Jahre 1875 an auf das Intensivste in meisterhaften Untersuchungen mit den elektrodynamischen Erscheinungen und der Natur der elektrischen Wirkungen. Er wurde dadurch zu einer Theorie der Dynamomaschine geführt, welche auch für die angewandte Elektrizitätslehre bei weiterer Entwicklung von Bedeutung werden wird.

Ueberblickt man die Arbeiten von Clausius, so kann man sich dem Eindruck nicht entziehen, dass die Wissenschaft ohne seine eigenartige Begabung zu den von ihm ausgehenden Erkenntnissen wohl noch lange nicht gekommen wäre und er den genialsten Physikern zuzuzählen ist.

Trotzdem blieb er der bescheidene Gelehrte, der stets getreulich seine Pflicht im Leben erfüllte und dem nichts höher stand, als die Wahrheit.

Er starb am 24. August 1888 an einer einige Monate vorher aufgetretenen perniciosen Anämie.<sup>1)</sup>

#### **Franz Cornelius Donders.**

Mit ihm ist einer der angesehensten Physiologen unserer Zeit dahingegangen, von dem die Wissenschaft eine mächtige Förderung erfahren hat und dem es auch vergönnt war, die unmittelbaren Früchte seiner geistigen Arbeit zu erleben,

1) Mit Benützung der von Eduard Riecke in der öffentlichen Sitzung der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen am 1. Dezember 1888 gehaltenen Rede. Auch Leopoldina 1888, Heft 24, Nr. 17 u. 18.

indem seinen Entdeckungen in der physiologischen Optik Tausende von augenleidenden Mitmenschen Hilfe verdanken.

Donders wurde am 27. Mai 1818 zu Tilburg in Holland als der Sohn eines Kaufmanns geboren, der ein Jahr darauf starb, so dass der Mutter die Erziehung des Knaben anheimfiel. Den ersten, allerdings recht mangelhaften Unterricht erhielt er in der Volksschule von Duizel, dann in der Lateinschule zu Boxmeer. Die Mutter hegte den lebhaften Wunsch, ihr Sohn möge den Beruf eines Geistlichen erwählen, dieser aber hatte von Anfang an eine Vorliebe für die Naturwissenschaften. So begann er im Jahre 1835 an der Universität Utrecht als Zögling des Reichs-Hospitals für Militärmedizin das medizinische Studium, welches er im Jahre 1840 mit der Promotion an der Universität Leiden auf Grund einer „dissertatio sistens observationes anatomico-pathologicas de centro nervoso“ beschloss. Während zweier Jahre diente er nun in Vliessingen und alsdann im Haag als Militärarzt. Aber man hatte schon während seiner Studienzeit an der militärärztlichen Reichsschule erkannt, welche Talente der junge Doktor besass; so kam es, dass der erst im Alter von 24 Jahren Stehende aufgefordert wurde, als Lector anatomiae et physiologiae in die Militärschule einzutreten, in welcher Stelle er verblieb, bis er im Jahre 1848 zum ausserordentlichen Professor an der medizinischen Fakultät der Universität Utrecht ernannt wurde, um neben dem berühmten Anatomen und Physiologen Schröder van der Kolk diese Fächer zu lehren.

Es war im Anfange der vierziger Jahre eine glückliche Zeit für einen jungen Physiologen. Johannes Müller hatte viele Probleme zur Lösung aufgestellt; Schleiden und der später nach Lüttich berufene Schwann hatten die Elementartheile der pflanzlichen und thierischen Organismen entdeckt und man begann die Chemie für die Erklärung der Vorgänge im Körper mehr und mehr anzuwenden; der verdiente hollän-

dische Chemiker Mulder, der die Identität der mannigfaltigen Eiweissstoffe in den Pflanzen und den Thieren nachgewiesen hatte, war schon vor Liebig in dieser Richtung bemüht und förderte Donders. Dies hatte zur Folge, dass letzterer sich zunächst vorzüglich mit mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchungen der thierischen Gewebe beschäftigte, welche er 1846 in den mit van Deen und Moleschott herausgegebenen holländischen Beiträgen zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften veröffentlichte. Er hatte dazumal sich ein kleines physiologisches Laboratorium eingerichtet und hielt Vorlesungen über allgemeine Physiologie und Gewebelehre, dann auch über allgemeine Pathologie, gerichtliche Medizin und Theile der Ophthalmologie.

Im Jahre 1852 wurde Donders zum ordentlichen Professor befördert, aber es blieb ihm als Lehrer der Anatomie und Physiologie nicht viel zu thun übrig, da Schröder van der Kolk diese Fächer bis 1863 in würdiger Weise vertrat. Dies und die Richtung seiner wissenschaftlichen Arbeiten, welche sich vielfach mit der Physiologie des Auges befassten, führten ihn der Ophthalmologie zu, in der er sogar bis zum Jahre 1862 als vielgesuchter praktischer Augenarzt thätig war. Wie fast überall war damals auch in Holland die Augenheilkunde noch ein Anhängsel der Chirurgie; die anatomischen Erkenntnisse, dann die Fortschritte der physiologischen Optik und namentlich die Entdeckung des Augenspiegels erhoben dieselbe zu einer besonderen Wissenschaft, und daran war Donders mit Heinrich Müller, Helmholtz und Graefe wohl am wirksamsten thätig. Seit 1855 war er mit Arlt Mitredakteur der angesehensten Zeitschrift dieses Faches, des Graefe'schen Archives für Ophthalmologie. Einem dringenden Bedürfnisse seines Vaterlandes abhelfend, gründete Donders im Jahre 1858 aus freiwilligen Beiträgen des holländischen Volkes das grosse und berühmte niederländische Spital für dürftige Augenranke zu Utrecht, durch welches nicht nur den Armen

und Leidenden eine unermessliche Wohlthat, sondern auch für die Wissenschaft und den Unterricht eine mit allen Hilfsmitteln versehene Stätte bereitet wurde.

Erst im Jahre 1867 wurde der Neubau des physiologischen Institutes der Universität Utrecht vollendet und von Donders bezogen; in dieser Musteranstalt war er mit seinem Schwiegersohne Engelmann bis zum Sommer des Jahres 1888 thätig und zahlreiche wichtige physiologische Arbeiten von ihm und seinen Schülern gingen daraus hervor.

Im Jahre 1888 war Donders 70 Jahre alt geworden und er musste nach den holländischen Gesetzen, obwohl noch einer der Rüstigsten an Körper und an Geist, von seiner Professur zurücktreten. Bei dieser Gelegenheit stifteten seine zahlreichen Schüler und Verehrer aus allen Ländern in das physiologische Institut zu Utrecht, wo er die letzten zwei Dezennien seines Lebens gearbeitet und gedacht hatte, seine Marmorbüste und brachten ihm ihre Glückwünsche und zugleich den Dank dar für das, was er der Wissenschaft geleistet. Man glaubte damals, der lebensfrische Jubilar hätte noch eine grosse Zahl von Jahren vor sich, aber noch im Herbst desselben Jahres zeigten sich beängstigende Symptome, indem ihm die Sprache plötzlich versagte; das sonst ihm so getreue Gedächtniss nahm immer mehr ab und auch das Bewusstsein fing zuletzt an zu schwinden, und so entschlief er ruhig am 24. März 1889.

Donders war ein ächter und nüchterner Naturforscher; seine Arbeiten zeichnen sich alle durch scharfe Beobachtungsgabe und sorgfältige Ausführung aus.

Es ist nicht möglich, hier die Resultate aller seiner Untersuchungen zu besprechen, es soll nur ein übersichtliches Bild seines Einflusses auf die Entwicklung der Physiologie gegeben werden. Seine Arbeiten sind grösstentheils in der seit 1845 von ihm redigirten, in 12 Bänden erschienenen medizinischen Zeitschrift *het Nederlandsch Lancet*, dann

in den Untersuchungen des physiologischen Laboratoriums zu Utrecht erschienen.

Eine seiner ersten Abhandlungen „der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren (1847)\*“, war zu einer Zeit geschrieben, da eben Liebig mit seinen Ideen über die chemischen Prozesse im Thierkörper hervorgetreten war; der 26 Jährige zeigte sich darin als unterrichteter, scharfdenkender Physiologe, der die Erscheinungen des Lebens aus physikalischen und chemischen Gesetzen abzuleiten suchte.

Die Kenntniss von dem Mechanismus der Athmung hat mannigfache Bereicherung durch ihn erfahren. Er hat beim Menschen zuerst die Elastizität der im Thorax beständig etwas aufgeblähten Lunge genauer gemessen; dann die Grösse des Drucks beim Ein- und Ausathmen; vor Allem aber hat er durch Betrachtungen und Versuche den für die Blutbewegung bedeutungsvollen negativen Druck ausserhalb der Lunge im Brustraume dargethan und einen äusserst sinnreichen Apparat zur Demonstration desselben angegeben.

Eine weitere Reihe von Untersuchungen bezieht sich auf die Thätigkeit des Herzens, zu deren Darstellung er sich später der graphischen Methoden in grosser Vollendung bediente. Ich nenne nur seine Abhandlungen über den Einfluss des Anhaltens des Athmens auf die Pulsfrequenz, über die Dauer der Herztöne, über den Einfluss der Athembewegungen auf die Perioden des Herzschlags, über die Wirkung des Schliessens und Oeffnens constanter elektrischer Ströme auf den Nervus vagus in seiner Beziehung zur Herzbewegung.

Man gab sich von verschiedenen Seiten mit der Untersuchung der Frage ab, ob feste Partikelchen vom Darmkanal aus in die Säfte übertreten können. Donders trug wesentlich zur Klärung dieser Frage bei, indem er mit seinen Schülern darthat, dass feste Partikelchen durch die Darmzotten nicht ins Blut oder die Lymphe eindringen, während

dieselben von den offenen Mündungen der Lymphgefäße aus den Maschen des Bindegewebes oder aus den Lymphsäcken leicht aufgenommen werden.

Er stellte ferner eine Lehre über die Art der Absonderung des Harnes in den Nieren und über die Bedeutung der Malpighi'schen Körperchen und der Harnkanälchen bei diesem Vorgange auf, welche mehr und mehr Eingang gefunden hat.

Donders war es, der als einer der ersten betonte, dass für die Bildung der verschiedenen Vokale eine bestimmte Gestalt der Mundhöhle nothwendig sei und dass dadurch die Klangfarbe derselben bedingt werde. Er that durch Versuche, deren Ergebnisse er zum Theil durch den Phonautographen aufzeichnen liess, dar, dass die Mundhöhle beim Angeben der Vokale auf verschiedene Tonhöhe abgestimmt ist.

Eine andere Reihe seiner Versuche beschäftigte sich mit der Messung der Zeit, welche zwischen dem Reiz und dem psychischen Effekte verfliesst, und er erhielt so ein Maass für die Schnelligkeit, mit welcher gewisse psychische Prozesse eintreten. Er benützte zu diesem Zwecke zwei von ihm erfundene Instrumente: den Noëmatographen und das Noëmotachometer.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Thätigkeit von Donders liegt in seinen Arbeiten über die Physiologie des vornehmsten Sinnesorgans, des Auges, welche theilweise allbekannt geworden sind. Ich erwähne von denselben seine ausgezeichnete Untersuchung über die Ursache des Nichtsehens der übervioletten Lichtstrahlen, worin er durch Anwendung einer die übervioletten Strahlen in die sichtbaren blauen verwandelnden Chininlösung darthat, dass diese Strahlen nicht, wie Brücke früher glaubte, durch die durchsichtigen Augenmedien absorbiert werden, sondern wirklich bis zur Netzhaut dringen, welche sie aber, wenigstens in der gegebenen Stärke, nicht zu erregen im Stande sind.

Er zeigte ferner, indem er Licht auf die Eintrittsstelle

des Sehnerven concentrirte, dass diese ziemlich grosse Stelle des Auges wirklich blind ist, was Mariotte früher auf andere Weise dargethan hatte. — Er erfand ein Instrument, das Ophthalmotonometer genannt, um die Spannung im Auge, den intraokulären Druck zu messen, und ein anderes, das Phänophthalmotrop, zur Veranschaulichung der complicirten Bewegungen des Auges nach Listings Angaben. — Er bestimmte auch die Lage des Drehpunktes im Auge, sowie durch ein sinnreiches Verfahren den Ort der sogenannten fliegenden Mücken im Auge. — Er schrieb über die Anwendung der prismatischen Brillengläser zur Heilung des Schielens, über die Pathogenie des Schielens und über den Gebrauch der Brillen überhaupt; dann über den Zusammenhang des Convergirens des Sehaxen und des Akkommodationszustandes des Auges; auch über die quantitative Bestimmung des Farbenunterscheidungsvermögens und über Farbensysteme.

In seinem berühmten Werke über die Anomalien der Refraktion und Akkommodation definirte er zuerst scharf das, was man ein emmetropisches und ein ammetropisches Auge nennt und das was man unter Akkommodationsbreite versteht. Vor Allem aber that er in seinem Buche über den Astigmatismus und Cylindergläser dar, dass der schon früher in einzelnen Fällen erkannte Astigmatismus, das ist die verschiedene Brechung in den verschiedenen Meridianen der durchsichtigen Medien des Auges, viel häufiger vorkömmt, als man es sich bis dahin gedacht hatte und oft zu Sehstörungen führt, welche durch Anwendung cylindrischer Gläser zu beseitigen sind.

Durch alle diese Arbeiten hat Donders ganz wesentlich zum Ausbau der Physiologie beigetragen und er wird noch in späteren Zeiten mit Ehren als einer der geistreichsten und fruchtbarsten Forscher genannt werden.<sup>1)</sup>

---

1) Mit Benützung des Nekrologs von Zehender in den klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde (Maiheft 1889) und der Leopoldina (März 1889, Heft 25 Nr. 5—6 S. 57).