

Ueber Christian Doppler.

Vom k. k. Gymnasial-Professor Dr. Eduard Kunz.*)



Gern habe ich der freundlichen Einladung des verehrten Vorstandes Folge geleistet, um eines Mannes, eines Sohnes unserer Stadt, zu gedenken, der in der Geschichte der Physik und Astronomie einen höchstehrenvollen Platz einnimmt, dessen Name besonders jetzt bei den hochinteressanten Entdeckungen neuer Doppelsterne und bei der Bestimmung der Bahnen derselben zu neuen Ehren kommt, obwohl sein Träger seit nahezu vier Jahrzehnten nicht mehr unter den Lebenden weilt. Ich erlaube mir aus dem Nekrologe, den der Generalsecretär der Akademie der Wissenschaften in Wien, Dr. Anton Schrötter, dem verstorbenen Mitgliede in der feierlichen Sitzung am 30. Mai 1853 gehalten hat, die wichtigsten Ereignisse aus dem reichen Leben unseres Landmannes bekannt zu geben.

Christian Doppler wurde am 29. November 1803 zu Salzburg geboren. Sein Vater, der Steinmetzmeister war, bestimmte den Knaben anfangs zur Erlernung eines Handwerkes, wollte ihn später der schwächlichen Constitution wegen in eine Handlung treten lassen, entschied sich aber schließlich auf Anrathen des Professor Stampfer für das technische Studium. Unser Christian besuchte vom October 1822 bis Jänner 1825 das polytechnische Institut in Wien. Um auch den Zutritt zur Universität zu erlangen, entschloß er sich, über 21 Jahre alt, die Gymnasialstudien nachzuholen, studierte in Salzburg privat, und absolvierte den damaligen sechsjährigen Cours des Gymnasiums in 2 $\frac{1}{2}$ und den philosophischen in zwei Jahren. Im Jahre 1829 kehrte er nach Wien zurück, wo er sofort die Assistentenstelle für höhere Mathematik erhielt, die er bis 1833 be-

*) Vortrag, gehalten in der Abend-Versammlung der Gesellschaft, am 26. Februar 1891.

kleidete. Da er sich ganz dem Lehramte widmen wollte, unterzog er sich mehreren Concursprüfungen. Obwohl diese ohne Zweifel gut ausgefallen sein dürften, erhielt er die erhofften Stellen doch nicht. Erbittert über diese Enttäuschungen faßte er den festen Entschluß, sein Glück in der neuen Welt zu suchen. Er verkaufte seine Habseligkeiten und begab sich auf die Reise. In München jedoch traf ihn die Nachricht, daß er zum Professor der Mathematik an der ständischen Realschule in Prag mit einem Gehalte von 800 fl. ernannt sei; zugleich erhielt er einen Ruf in die Schweiz. Sein Vorhaben auszuwandern gab er nun auf und entschied sich für die Stelle in Prag, wo er sich im Jahre 1836 verehelichte. Im Jahre 1841 erhielt er die Professur für Mathematik an der technischen Lehranstalt in Prag, 1847 wurde er zum k. k. Berggrath und Professor der Mathematik, Physik und Mechanik an der k. k. Bergakademie in Schemnitz, nach zwei Jahren zum Professor der praktischen Geometrie am polytechnischen Institute und 1850 zum ordentlichen Universitätsprofessor und Director des neu errichteten physikalischen Instituts in Wien ernannt. Doppler hatte sich durch eine rastlose und aufreibende Thätigkeit zu einem bedeutenden Gelehrten aufgeschwungen, dessen Verdienste mehrfache Anerkennung fanden. Die Universität zu Prag ernannte ihn zu ihrem Ehrendoctor, die kais. Akademie der Wissenschaften in Wien erwählte ihn zum wirklichen Mitgliede. Leider sollte er sich dieser Ehren und seiner nun sorgenlosen Existenz nicht lange erfreuen. Die Anstrengungen seiner Lehrthätigkeit in Prag haben in den ohnedies nicht starken Körper den Keim zu jenem Brustleiden gelegt, dem er am 17. März 1853 in Venedig erlegen ist, eine Witwe und 5 unmündige Kinder zurücklassend.

Doppler veröffentlichte zahlreiche Arbeiten, die sich auf dem Gebiete der Mathematik, der Physik und Astronomie bewegten, in den Abhandlungen der Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften in Prag, in den Publicationen der Akademie der Wissenschaften in Wien, dann in Baumgartners Zeitschrift, in Poggendorfs Annalen und in Heflers encyclopädischer Zeitschrift. Er zeichnete sich durch einen großen Reichthum origineller und fruchtbarer Ideen aus. Unter dieser nimmt jener wichtige Satz der Wellenlehre, welcher heutzutage mit Recht den Namen das „Doppler'sche Princip“ führt, die hervorragendste Stelle ein. Es sei mir nun gestattet, das Wesen und die Bedeutung dieses Prinzips hier auseinander zu setzen.

Im Jahre 1842 hatte Doppler in einer in Prag erschienenen Schrift: „Ueber das farbige Licht der Doppelsterne“ die Behauptung ausgesprochen, daß die Höhe eines wahrgenommenen Tones sich ändern müsse, wenn Beobachter und Tonquelle sich rasch einander nähern oder von einander

entfernen u. zw. erscheint bei rascher Annäherung ein Ton höher, bei rascher Entfernung ein Ton tiefer. Die Höhe eines Tones ist nämlich von der Anzahl der Schwingungen abhängig. Bei jeder Schwingung entsteht eine Verdichtungswelle, bei höheren Tönen gelangen in derselben Zeit mehr Verdichtungswellen an unser Ohr, als bei tieferen Tönen. Nehmen wir z. B. an, es werde der Kammerton \bar{a} mit 435 Schwingungen angeschlagen. Zu einem Zuhörer, mag sich derselbe in größerer oder kleinerer Entfernung befinden, gelangen somit 435 Verdichtungen in der Secunde, die Verdichtungen folgen somit in Zwischenräumen von $\frac{1}{435}$ Secunde. Der Hörer nimmt den Ton \bar{a} wahr. Nähert sich aber der Beobachter der Tonquelle, oder diese sich dem Beobachter mit einer bedeutenden Geschwindigkeit, so haben die aufeinanderfolgenden Wellen einen immer kürzer werdenden Weg zurückzulegen; sie werden daher früher als in $\frac{1}{435}$ Secunde ankommen, das Ohr des Beobachters wird daher in der Secunde mehr als 435 Verdichtungen empfangen, es hört einen höheren Ton. Bei einer raschen Entfernung hört man einen tiefern Ton.

Beweise für die Richtigkeit der Doppler'schen Behauptung konnten bald erbracht werden. Nähert sich uns eine pfeifende Locomotive so vernimmt man deutlich das Höherwerden und beim Entfernen das Tieferwerden des Tones. Buys-Ballot stellte 1845 an den Utrecht-Maaßer Bahn Trompeter auf, nahm auch solche mit auf die Locomotive und ließ durch feinhörige Musiker die Höhe der sich nähernden oder entfernenden Töne mit den constanten vergleichen. Er fand das Doppler'sche Princip bestätigt. Experimente, die später von Mach, Kollmann, Alfred Mayer u. A. gemacht wurden bestätigten ebenfalls dasselbe. Trotzdem fanden sich Gegner der Doppler'schen Theorie. Einer der stärksten derselben war Bezval. Derselbe veröffentlichte in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung in der er behauptete: 1. Entweder sind die Experimente falsch, und dann ist die Täuschung durch die Theorie hervorgerufen, oder 2. die Experimente sind richtig, dann ist wenigstens die Erklärung Dopplers eine unrichtige. Bezval's Einwände wurden vom Prof. Mach in Prag, dem begeisterten Schüler Doppler's in glänzender Weise widerlegt, so daß an der Richtigkeit der Theorie heute niemand zu zweifeln wagt.

Das Doppler'sche Princip ist aber nicht allein für Schallwellen, sondern auch für Lichtwellen richtig. Nach der jetzt allgemein angenommenen Undulationstheorie ist das Leuchten einer Lichtquelle das Resultat von Schwingungen des den ganzen Weltraum erfüllenden Lichtäthers, welche durch moleculare Schwingungen des betreffenden Körpers hervorgerufen

werden. Die Anzahl der Schwingungen der Aetherwellen in der Zeiteinheit bedingt die Farbe, wie die Anzahl der Luftschwingungen die Höhe des Tones. Die Schwingungszahl des Lichtes beträgt 400—800 Billionen in der Secunde. Dem rothen Lichte entspricht die geringste Schwingungszahl, dem violetten die größte. Doppler behauptete nun, daß sich die Farbe ebenso wie die Höhe des Tones bei einer raschen Bewegung der Lichtquelle ändern müsse. Die Geschwindigkeit dieser Bewegung müßte aber bei der großen Geschwindigkeit des Lichtes von 300.000 Km in der Secunde (die Geschwindigkeit des Schalles beträgt nur 333 m) eine ungeheuer feine; da aber alle Geschwindigkeiten, mit welcher irdische Lichtquellen näher gebracht werden können, gegenüber der großen Geschwindigkeit des Lichtes verschwinden, so konnten keine diesbezüglichen Experimente gemacht werden. Doppler glaubte die Bestätigung seiner Theorie in der verschiedenen Färbung der Fixsterne zu finden; er meinte, ein Stern, der sich uns näherte, müsse in einem höhern Farbentone, also in mehr bläulicher Färbung, ein Stern, der sich von uns entferne in röthlicher Färbung erscheinen. Diese Ansicht Dopplers fand aber nicht den Beifall der Physiker u. zw. mit Recht. Sie hätte nur dann eine Geltung haben können, wenn das Licht der Fixsterne ein einfaches wäre. Das ist aber das weiße Sternlicht nicht. Wenn sich ein Stern selbst mit einer so großen Geschwindigkeit bewegen würde, daß sein Roth für uns in Orange, sein Orange in Gelb u. verwandelt würde, so müßte der Stern uns dennoch weiß erscheinen; denn jene Strahlen, die eine geringere Schwingungszahl als das Roth enthalten, die dunklen ultrarothten Strahlen, würden sich in rothe verwandeln, und das entschwundene Roth ersetzen, dafür würden sich die violetten Strahlen in die unsichtbaren ultravioletten umsetzen und durch die blauen ersetzt werden. Doppler sah dies ein, trotzdem beschäftigte er sich fortwährend mit dem Gedanken, sein Princip in der Astronomie nutzbringend zu verwenden und war fest davon überzeugt, daß dies gelingen müsse. In einer 1847 publizierten Abhandlung: „Gedanken über die Möglichkeit, die absoluten Entfernungen und absoluten Durchmesser der Fixsterne auf rein optischem Wege zu bestimmen“, spricht er mit wunderbarer Divination: „Kein anderes Band, soweit wenigstens unsere jetzige Kenntniss reicht, verbindet uns Erdenbürger mit jenen unermesslich weit entfernten Himmelskörpern wie das Licht, das sie uns zusenden, und unsere Wahl ist demnach nichts weniger als zweifelhaft. Es scheint mir aber, als ob man bisher diesem für uns so hochwichtigen Umstand nur eine geringe Aufmerksamkeit geschenkt hätte. — Die Zeit aber, hoffe ich mit Zuversicht ist wohl nicht mehr ferne, wo sich derartige Untersuchungen häufen, und durch

unfere hervorragendsten Geister zu einem wissenschaftlichen Ganzen zu einer optischen Astronomie sich gestalten werden.“

In einem am 22. Jänner 1852 in der Akademie der Wissenschaften gehaltenem Vortrage äußerte er sich am Schlusse desselben: „Ich lebe mehr als je in der Ueberzeugung, daß der Farbenschmuck, welchen das beobachtende Auge an den Doppelsternen und einigen anderen Gestirnen des Himmels bewundert uns einstens wohl zu mehr, als zu einer bloßen Augenweide, daß er uns in einer, wenn auch vielleicht fernen Zukunft dazu dienen werde, die Elemente der Bahnen von Himmelskörpern zu bestimmen, deren unermessliche Entfernungen von uns nur noch die Anwendung rein optischer Hilfsmittel gestatten.“ Was Doppler prophezeit hatte, ist bald nach seinem Tode eingetroffen. Ende der fünfziger Jahre begründeten Kirchhoff und Bunsen die Spectralanalyse und jetzt erst war man in der Lage, die Sprache der Spectra verstehen zu lernen, obwohl die letzteren schon lange bekannt waren. Diese Sprache gibt uns Kunde von dem Zustande selbst der weit entfernten Himmelskörper. Die dunklen, Fraunhofer'schen Linien, die uns anzeigen, aus welchen Stoffen die Atmosphäre eines Sternes besteht, zeigen uns auch an, ob sich der Stern von oder zu uns bewegt. Und hier hat sich das Doppler'sche Princip in der Staunen erregendsten Weise bewährt. Nehmen wir z. B. an ein Fixstern nähert sich uns mit einer derartigen Geschwindigkeit, daß die gelben Strahlen in uns die Empfindung grün hervorrufen, so muß auch die im gelben Theile des Spectrums charakteristische Dopellinie D, die Natronlinie, nicht mehr im Gelb, sondern im Grün zum Vorschein kommen; sie wird also gegen das violette Ende verschoben, ebenso werden dann alle dunklen Linien in derselben Richtung verschoben. Die ursprüngliche Lage der Fraunhofer'schen Linien, wie sie dem ruhenden Sterne entspricht, kann aber durch ein gleichzeitig beobachtetes irdisches Spectrum z. B. durch das einer Natronflamme, oder einer Geißler'schen Röhre, die durch einen electrischen Funken erhellt wird, gegeben werden. Der erste, der eine solche Verschiebung der Fraunhofer'schen Linien bei den Spectren der Sterne beobachtet hatte, war der Engländer Huggins. Seitdem wurde die Eigenbewegung vieler Fixsterne beobachtet und berechnet u. zw. einzig und allein mit Zugrundelegung des Doppler'schen Principes. So nähern sich uns z. B. Pollux, Wega, Arcturus, Altair, während sich Sirius, Castor, Regulus u. A. entfernen. Lockyer hat 1868 aus der Verschiebung der Fraunhofer'schen Linien constatirt, daß die Protuberanzen der Sonne Wasserstoffgasausbrüche sind, die sowohl senkrecht in die Höhe schießen als auch sturmartig

wagrecht sich fortbewegen, und hat die Größe der Geschwindigkeit dieser Bewegung berechnet.

Weit genauere Beobachtungen wurden durch die Anwendung der Photographie bei den spectroscopischen Untersuchungen der Fixsterne erzielt. Mit der photographischen Platte kann man die Stellung der dunklen Linien weit genauer bestimmen, als durch die directe Beobachtung mit dem Auge. Bei der Anwendung der spectro-photographischen Methode feierte das Doppler'sche Princip neue Triumphe. Der Director des astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam, Prof. Vogel, erklärte den Lichtwechsel des veränderlichen Sternes Algol in Perseus infolge der Bewegung desselben und eines dunklen Sternes, er berechnete die Dimensionen beider Himmelskörper, des leuchtenden Algol und seines dunklen Begleiters. Der Astronom an der Sternwarte Cambridge, Pickering, der sich gleichfalls mit spectro-photographischen Beobachtungen der Fixsterne beschäftigt, machte an dem Stern Mizar im großen Bären, in dessen Nähe sich das Reiterchen, der Prüfstein für ein gutes Auge, befindet, eine für die Astronomie wichtige Entdeckung. Mizar erscheint im Fernrohr als Doppelstern. Aus der Veränderung der Breite der dunklen Linie K fand Pickering, daß der hellere Stern, welcher den Doppelstern Mizar bildet, selbst ein doppelter ist, dessen Theile aber selbst das stärkste Fernrohr nicht trennen kann, obwohl die Entfernung derselben, wie die Rechnung ergab, 222 Millionen Km. beträgt, ferner daß sich die beiden Körper mit einer Geschwindigkeit von 79 Km. in der Secunde um einen gemeinsamen Schwerpunkt bewegen, und daß ihre Massen vierzigmal so groß sind, als die der Sonne.

Zu diesen Resultaten konnte man nur mit Zuhilfenahme des Doppler'schen Principes gelangen. Sollte man es nur für möglich halten, daß in vielen Abhandlungen über die Bewegung der Fixsterne, ja sogar in manchem Lexikon der Astronomie der Name Doppler gar nicht vorkommt? Und doch ist es so. Möge das Andenken an diesen Mann wenigstens in seiner Vaterstadt stets erhalten bleiben.

