

38. *Einfache Demonstration des Zeeman'schen Phänomens; von Walter König.*

Vor kurzem habe ich einige Abänderungen der von Hrn. Zeeman benutzten Versuchsanordnung beschrieben, die den Zweck hatten, die subtilen Vorgänge an den Spectrallinien magnetisirter Flammen leichter und sicherer zur Wahrnehmung zu bringen. Aber der Aufbau der Apparate bei diesen Versuchen ist doch ziemlich umständlich, und die Nothwendigkeit, ein Rowland'sches Gitter zu benutzen, macht die Kenntniss dieser Erscheinungen nicht jedem zugänglich. Eine einfache Demonstration dürfte daher von Nutzen sein. Eine solche erblicken die Herren Egoroff und Georgiewsky in der von ihnen entdeckten Thatsache¹⁾, dass das von einer magnetisirten Flamme ausgehende Licht partiell polarisirt ist. Aber es erscheint mir zweifelhaft, ob man berechtigt ist, diese Thatsache als eine unmittelbare Erscheinungsform des Zeeman'schen Effectes hinzustellen. Vielmehr will es mir scheinen, als ob diese Versuche selbst noch einer Erklärung bedürften. Ich habe schon in meiner ersten Mittheilung darauf hingewiesen, dass nach der Lorentz-Zeeman'schen Theorie die Wirkung der Magnetisirung auf die Lichtschwingungen nicht in einer Veränderung ihrer Richtung, sondern nur in einer Veränderung ihrer Schwingungsdauer besteht, dass infolgedessen der eigenthümliche Polarisationszustand nur bei Trennung der verschiedenen Lichtarten beobachtet werden kann, während die Gesammtheit des ausgesandten Lichtes unpolarisirt erscheinen muss. Wenn gleichwohl von den Herren Egoroff und Georgiewsky eine geringe partielle Polarisation an dem Lichte der magnetisirten Flamme gefunden wurde — eine Beobachtung, die sich in der That sehr leicht bestätigen lässt — so dürfte darin entweder eine durch besondere Umstände zu Stande kommende secundäre Wirkung des Zeeman-

1) Egoroff und Georgiewsky, *Compt. rend.* **124**, p. 748. 949. 1897.

Effectes zu erblicken sein, oder — wenn man diesen Versuch als Beweis einer richtenden Wirkung des Magnetismus auf die Lichtschwingungen ansprechen könnte — so wäre das eben etwas Neues, etwas Anderes als der Zeeman'sche Effect. Die erste Auffassung dürfte die richtigere sein (vgl. den Schluss dieser Mittheilung). Dagegen kann man zu einer fast ebenso einfachen, aber ganz directen und unzweideutigen Darstellungsform des Zeeman'schen Phänomens durch folgende Uebersetzung gelangen.

Eine Natronflamme absorbirt das Licht einer zweiten Natronflamme, wenn die Temperaturen der glühenden Dämpfe passend regulirt werden. Befindet sich die zweite Flamme, die Emissionsflamme, zwischen den Polen eines starken Electromagneten, die erste Flamme dagegen, die Absorptionsflamme, ausserhalb des magnetischen Feldes, so werden beim Erregen des Magnetismus in der Emissionsflamme neue Schwingungen von anderen Wellenlängen hervorgerufen, die von der Absorptionsflamme nicht absorbirt werden. Waren also die beiden Flammen vorher so regulirt, dass die Emissionsflamme, durch die Absorptionsflamme gesehen, dunkel erschien, so muss sie im Moment des Stromschlusses wieder hell werden. Diese Thatsache allein würde allerdings kein unzweifelhafter Beweis des Zeeman'schen Effectes sein, da die beobachtete Aufhellung auch die Folge einer durch die Magnetisirung bedingten Veränderung der Flammenform und damit der Temperatur des Dampfes sein könnte. Aber diese neuen, nicht absorbirten Bestandtheile des Lichtes haben ausserdem einen bestimmten Polarisationszustand. Beobachtet man in Richtung der magnetischen Kraftlinien, so ist ein solcher allerdings an dem durch die Absorptionsflamme hindurchgegangenen Lichte nicht nachweisbar, weil dieses Licht aus zwei Hälften von entgegengesetzt circularpolarisirtem Charakter besteht. In dieser Richtung also ist die vorzuschlagende Versuchsanordnung nicht brauchbar. Beobachtet man dagegen senkrecht zu den Kraftlinien, so haben beide Hälften den gleichen, geradlinigen Polarisationszustand, folglich muss das ganze, durch die Absorptionsflamme hindurchgehende Licht geradlinig polarisirt sein, und zwar mit einer zu den magnetischen Kraftlinien senkrechten Schwingungsrichtung.

Die Ausführung dieser Versuche ist ausserordentlich einfach; nur die richtige Abgleichung der beiden Flammen bietet eine gewisse Schwierigkeit. Vielleicht würde das alte Bunsen'sche Zerstäubungsverfahren in der von Gouy und von Ebert verbesserten Form¹⁾ am sichersten zum Ziele führen. Aber die Zusammensetzung und Bedienung dieser Apparate ist doch zu umständlich, um sie bei einer „einfachen Demonstration“ zu verwenden. Nach mancherlei Versuchen habe ich zunächst für die Herstellung der Absorptionsflamme ein bequemes und sicheres Mittel in der abkühlenden Wirkung von Drahtnetzen gefunden. Deckt man ein Drahtnetz über eine Bunsenflamme, etwa in der Mitte der Flammenhöhe und bringt in den unteren Theil eine Kochsalzperle, so leuchten die über dem Drahtnetz aufsteigenden Natriumdämpfe nur noch ganz schwach und absorbiren das Licht einer anderen, mässig hellen Kochsalzflamme vollständig. Um bei der Betrachtung dieser Absorptionswirkung des oberen Theiles der Flammen nicht durch die intensive Helligkeit des unteren Theiles und durch die Rothgluth des Drahtnetzes gestört zu werden, empfiehlt es sich, die Flamme mit einem Blechcylinder zu umgeben, der einen seitlichen Schlitz zur Einführung der Perle hat, und das Drahtnetz in diesen Cylinder einzulegen, etwa 2 cm unter dem oberen Rande. Aus dem Cylinder erhebt sich dann eine breite, ganz matt leuchtende Flamme von starker und gleichmässiger Absorptionskraft.

Auch für die Emissionsflamme lässt sich die abkühlende Wirkung eines Drahtnetzes mit einigem Vorthail verwenden, um zu verhindern, dass die Dämpfe zu heiss werden und das Licht zu viel von seiner Homogenität verliert. Natürlich bringt man hier die Perle in den oberen Theil der Flamme oder direct auf das Drahtnetz. Doch kann man, wenn man eine richtig functionirende Absorptionsflamme hat, auch durch einfaches Verschieben der Perle in der Emissionsflamme diese mit Leichtigkeit so reguliren, dass sie durch die Absorptionsflamme gesehen völlig farblos erscheint.

Mit Hülfe der beschriebenen Form der Absorptionsflamme kann man die Absorptionswirkungen glühender Dämpfe sehr

1) H. Ebert, Wied. Ann. 32. p. 345. 1887.

leicht auch einem grösseren Auditorium demonstriren. Man stellt zu dem Ende die Absorptionsflamme vor eine grössere matte Glasscheibe, die man von hinten her mit einer oder mehreren passend regulirten Emissionsflammen erleuchtet. Die Absorptionsflamme erscheint dann dunkel auf dem hellen Grunde der Glastafel. Vor dem bekannten Bunsen'schen Apparate zur Demonstration des Kirchhoff'schen Absorptionsgesetzes hat die hier beschriebene Form des Versuches nur den Vorzug, in grösseren Dimensionen ausführbar zu sein. Noch frappirender wird der Versuch, wenn man die Emissionsflammen noch mit einem zweiten, andersfarbigen Salze, etwa mit Lithium oder Thallium färbt. Dann erscheint die Absorptionsflamme vor der Glastafel in der Farbe dieses zweiten Salzes, roth oder grün, auf röthlich-gelbem oder grünlich-gelbem Grunde.

Für die Beobachtung des Zeeman-Effectes fällt natürlich die Glasscheibe fort, damit man den Polarisationszustand der Emissionsflamme untersuchen kann. Man blickt direct durch die vor dem Magneten stehende Absorptionsflamme nach der zwischen den Polen stehenden Emissionsflamme. Um den Polarisationszustand wahrzunehmen, bedient man sich einer dichroskopischen Lupe, oder eines einfachen, doppelbrechenden Prismas, das von der durch die Absorptionsflamme gesehenen Emissionsflamme zwei nebeneinander liegende Bilder entwirft. War die Emissionsflamme auf Farblosigkeit regulirt, so leuchtet beim Schliessen des Stromes nur das eine der beiden Bilder auf, und zwar dasjenige, dessen Schwingungen sich in verticaler Richtung vollziehen. Färbt man die Emissionsflamme noch mit einem zweiten Salze, so erhält man den Effect gewissermaassen in Form eines Dichroismus der Flamme, indem die beiden Bilder alsdann durch die Einwirkung des Magnetismus verschiedene Farbennuancen erhalten.

Bei richtiger Regulirung der beiden Flammen ist die Polarisation des durch die Absorptionsflamme hindurchgehenden Lichtes eine vollständige und unterscheidet sich scharf von der theilweisen Polarisation, welche die Emissionsflamme bei directer Betrachtung zeigt. Beobachtet man die magnetisirte Flamme mit einem Savart'schen Polariskop, und schiebt während der Beobachtung die Absorptionsflamme dazwischen,

so werden die vorher nur schwach sichtbaren Interferenzstreifen sofort deutlich und vollkommen dunkel. Ist die Emissionsflamme noch mit Lithium gefärbt, so erscheinen die dunklen Streifen in der rothen Farbe des Lithiums.

Die von den Herren Egoroff und Georgiewsky gefundene theilweise Polarisation der magnetisirten Flamme erscheint bei der zuletzt beschriebenen Versuchsanordnung als die unvollständige Ausbildung des hier behandelten, vollständigen Absorptionseffectes, und in der That dürfte wohl die Erklärung jener Beobachtungen auf diesem Wege, d. h. in der Eigenabsorption der Flamme zu suchen sein. Für diese Auffassung spricht vor allem der Umstand, dass die Herren Egoroff und Georgiewsky die theilweise Polarisation bei den Funkenspectren der Metalle nur an den umgekehrten Linien gefunden haben, und ebenso spricht der andere Umstand dafür, dass der Betrag des polarisirten Antheils bei der Natriumflamme mit der Temperatur veränderlich gefunden wurde. Beides deutet darauf hin, dass besondere Verhältnisse in der Flamme die partielle Polarisation als Folge des Zeeman-Effectes auftreten lassen.

Frankfurt a. M., Institut d. Phys. Vereins, Sept. 1897.