

Ueber die Scintillation der Fixsterne

von

Heinrich Possner.

Unter Scintillation (Flimmern, Glitzern, Funkeln, Blinken) der Sterne versteht man bekanntlich jenes unaufhörliche, momentane Abnehmen bis zum Verschwinden und dann Wiederaufblitzen des Fixsternlichts, welches durchgehends (wenn auch nur bei grösseren Sternen, wie Sirius oder Wega, in besonders augenfälliger Weise) mit Farbenerscheinungen verbunden ist, und namentlich in den klaren, kalten Winternächten unserer gemässigten Zone durch seine anmuthige Belebung des scheinbar ruhigen, todten Sternenhimmels die Pracht desselben so wesentlich vermehrt. Ueber dieses Phaenomen nun erlaube ich mir im Nachstehenden einen kleinen, auf eigenen Beobachtungen beruhenden Beitrag zu liefern, welcher vielleicht nicht uninteressant sein dürfte, da die Erklärung seiner Natur gegenwärtig noch streitig ist, und zur Zeit die Theorien von Arago und Respighi sich schroff gegenüberstehen.

Die Ursache des Scintillirens ist (abgesehen von den speciellen Abweichungen zwischen den Schlussfolgerungen der eben genannten beiden Forscher) bekanntlich eine doppelte. Sie beruht zunächst und im Allgemeinen auf den beständigen Veränderungen, welche das Sternenlicht bei seinem Durchgang durch die Erd-Atmosphäre erleidet; dann im Besonderen auf der physischen Constitution der Gestirne selbst. Was diese letztere und an sich interessantere Art des Sternflimmerns be-

trifft, so hat bereits das allumfassende Genie eines Alexander v. Humboldt davon eine Ahnung gehabt, denn er sagt im Kosmos (Band III. S. 86): „Die Stärke der Scintillation ist unter den Fixsternen selbst auffallend verschieden, nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer scheinbaren Grösse allein abhängig, sondern, wie es scheint, von der Natur ihres eigenen Lichtprozesses.“ Allein erst den Forschungen unserer Zeit blieb es vorbehalten, diese Thatsache näher zu begründen, nämlich durch das Studium der Strahlen, welche jene fernen fremden Sonnen zu uns herübersenden, vermittelt der Spectral-Analyse. Man begnügte sich nämlich nicht bloss damit, in dem grossen Heer der Sterne prismatisch die Anwesenheit uns von der Erde her bekannter Substanzen nachzuweisen, wie Wasserstoff, Natrium, Magnesium, Eisen, Calcium etc., sondern man verwerthete diesen hochwichtigen Forschungszweig u. a. auch dazu, um die Natur der (meist nur teleskopischen) Sternfarben zu ergründen, und hier waren dieselben Absorptions-Streifen, welche im Spectroscop die Anwesenheit gewisser Elementarstoffe in den Sternen anzeigten, zugleich auch die Symbole, welche die nähere Prüfung gestatteten. Schon der englische Physiker Brewster hatte im J. 1833 den oranien-gelben Stern α im Hercules mit Hülfe eines grossen, achromatischen Refractors untersucht, welcher mit einem starkbrechenden Steinsalz-Prisma in Verbindung stand, und im Spectrum desselben ein dunkles Band im Roth und zwei oder mehrere im Blau gefunden, woraus er schloss, dass die Farbe demzufolge auch orange sein müsse, weil mehr von den blauen als von den rothen Strahlen fehle. Allein Huggins wies diess in den Jahren 1862—1866 noch überzeugender an einigen Doppelsternen nach, namentlich an dem prachtvollen Sonnenpaar β im Schwan, das mit seinem oranien-gelben Hauptstern (4. Grösse) und azurblauen Begleiter (6. Grösse) nach meinen vielfachen Beobachtungen schon in einem gewöhnlichen astronomischen Tubus (bei 58- bis 98maliger Vergrösserung) ein überaus reizendes Farbenbildchen darbietet, und wegen des verhältnissmässig ziemlich grossen Abstandes beider Fixstern-Sonnen (32 Secunden) hier zur prismatischen Untersuchung

vorzugsweise geeignet war. „Wir werfen“, berichtet William Huggins über diese Untersuchung im grossen Telespektroskop (Refractor 8 Zoll Oeffnung, 10 Fuss Brennweite) auf seiner Privat-Sternwarte Upper-Tulse-Hill am Westende von London, „wir werfen jetzt die Bilder des wohlbekannten Doppelsterns β Cygni auf den Schirm. In einem grossen Fernrohr contrastiren die Farben beider Sterne auf sehr angenehme Art, wie sie es auch auf dem Schirme thun. Betrachten wir nun ihre Spektren; das obere ist dasjenige des orangefarbenen Sterns, das untere das seines schwachen, aber schönen blauen Begleiters. Für den orangefarbenen Stern sehen wir die dunklen Absorptions-Streifen intensiver und enger gruppirt in den blauen und violetten Theilen des Spektrums; die Orangefarbe, verhältnissmässig weniger von diesen Streifen durchzogen, ist folglich vorherrschend. Für den zart blau gefärbten Begleiter finden sich die stärksten Gruppen dunkler Streifen im Gelb, Orange und einem Theil des Roth. In der Anordnung dieser Gruppen finden wir denn eine hinreichende Ursache des Vorherrschens der anderen Farben des Spektrums, welche im Auge die Empfindung von blauem oder violetterm Licht bei diesem Stern hervorrufen. Es werden also in Wirklichkeit die Farben der Sterne durch Dämpfe in ihrer Atmosphäre hervor gebracht. Die chemische Beschaffenheit der Atmosphäre eines Sterns hängt dabei von den Elementen, welche den Stern zusammensetzen, und von seiner Temperatur ab.“ (Huggins „Ergebnisse der Spektral-Analyse der Himmelskörper“ deutsch von Klinkerfues, Direktor der Sternwarte zu Göttingen.)

Nach diesen Voruntersuchungen war es nur noch ein Schritt bis zum Studium der Scintillation des Fixsternlichts mittelst der Spektral-Analyse, und diesen hat Montigny in Brüssel in den Jahren 1870—1873 gethan. Dieser Forscher ging von der Ansicht aus, dass in dem Licht, welches diese entlegenen Sonnen ausströmen, gewisse Strahlen fehlen, nämlich diejenigen, welche den dunklen Absorptions-Streifen ihrer Spektren entsprechen, und deren Anzahl, relative Intensität und Brechbarkeit bei den verschiedenen Fixsternen verschieden sind. Das Fehlen dieser Strahlen muss aber nicht nur die

Eigenfarbe, sondern auch das Flimmern eines Sterns beeinflussen, und zwar in der Weise, dass Sterne, in deren Spektren die Absorptions-Linien eine untergeordnete Rolle spielen, auch mehr Lichtstrahlen aussenden und daher stärker flimmern müssen als solche, deren Spektren von einer Menge starker dunkler Streifen und sogar förmlicher Banden derselben durchzogen sind. Denn da in den Lichtbündeln, welche z. B. die letztere Kategorie von Fixsternen aussendet, eine Anzahl von Strahlen, analog den Absorptions-Streifen, nicht existirt, so müssen auch in diesen Lichtbündeln zahlreiche Lücken entstehen, welche die Atmosphäre vor ihrer Vereinigung im Auge des Beobachters durch Dispersion trennt, und in Folge des Vorhandenseins dieser Lücken muss auch die Phase des Scintillirens bei solchen Sternen weniger häufig und regelmässig sein, als bei anderen, an Lichtstrahlen reicheren Sternen. Man könnte nun, auf Grund der später zu erwähnenden Arago'schen Theorie, vielleicht dagegen einwenden, dass der Eintritt einer irdischen Luftwelle in eine dieser Lücken diesen Unterschied aufheben könne; allein Montigny (ein Anhänger Arago's) weist nach, dass ein solcher Einfluss für das Phaenomen sehr gleichgültig sein muss, und in den Licht-Fluctuationen keine Aenderung weder der Farbe noch der Intensität zur Folge haben kann.

In dieser Weise und unter möglichster Berücksichtigung aller störenden Wirkungen hat nun Montigny 41 Fixsterne in Bezug auf die Ungleichartigkeit ihres Flimmerns sorgfältig untersucht. Bei seinen Beobachtungen diente ihm ein sinnreich construirtes Scintillometer, das mit einem Fernrohr von 85maliger Vergrößerung in Verbindung stand, und die Zahl der Farbenänderungen eines Sterns während einer einzigen Secunde genau zu bestimmen gestattete; zur Prüfung der gewonnenen Resultate aber diente ihm die Vergleichung mit den Original-Beobachtungen des kürzlich der Wissenschaft durch Tod entrissenen berühmten Astronomen Pater Secchi, Directors der Sternwarte des Jesuiten-Collegiums in Rom, welcher bis zum Jahre 1867 schon über 500 und später noch mehr Fixsterne spektroskopisch untersucht hat. Aus seinen Ver-

gleichungen zieht nun Montigny den Schluss, dass die Fixsterne des ersten Spektral-Typus, mit ihren wenig zahlreichen und sehr zarten Absorptions-Linien, am lebhaftesten flimmern, während die Sterne mit schwachem Glitzern vorzugsweise dem dritten Typus, der sich durch breite, verschwommene Absorptions-Banden auszeichnet, angehören. Zur Veranschaulichung seiner Theorie beruft er sich u. a. auf folgende hübsche Beispiele. Die drei Hauptsterne der Andromeda liegen sämtlich in der nämlichen Himmelsgegend, sind nahezu von gleicher Helligkeit (2. Grösse) und gestatten daher vollkommen eine Vergleichung mit einander. α der Andromeda, vom ersten Spektral-Typus, ist silberfarbig und zeigt nach Secchi ein Spektrum mit wenig Roth; die drei Wasserstoff-Linien im Roth, Blau und Blaugrün sind sehr stark ausgeprägt, während die metallischen Linien, wie diejenigen des Natrium, Magnesium, Eisen, ausserordentlich fein und selbst bei ruhiger Luft sehr schwierig aufzufassen sind. γ der Andromeda ist schön orangengelb oder doch wenigstens stark goldgelb und gehört prismatisch zum Spektral-Typus unserer Sonne. Man gewahrt nämlich im Spektrum eine Anzahl feiner Linien, dann aber auch einen Strich und einige Spuren von Absorptions-Bande im äussersten Roth, die übrigens möglicherweise von den beiden Trabanten, welche den Stern γ in etwa 10,000jähriger Periode zu umkreisen scheinen, einem azurblauen und einem grünlichen, herrühren, indem ihr Prismenbild sich mit demjenigen des goldfarbenen Hauptsterns vermischt. β der Andromeda ist prächtig oranienroth und repräsentirt den dritten Spektral-Typus, mit seinen zahlreichen, etwas kräftigeren Linien, die sich stellenweise zu vollkommen deutlichen schwarzen Absorptions-Banden vereinigen. Demzufolge müssen α und γ der Andromeda, mit ihren ungestörteren Licht-Fluctuationen, viel lebhafter und ziemlich in demselben Verhältniss flimmern, und in der That giebt nach Montigny das Scintillometer die Zahl der Farbenänderungen beider Fixsterne bis zu 93 in der Sekunde an, während für β , welcher, nach den Absorptions-Banden zu schliessen, nur unvollkommene, d. h. stark lückenhafte Lichtbündel aussendet, diese Aenderungen sich nur auf

57 belaufen. Capella und Pollux sind goldfarben und oranienroth, und gehören beide zum zweiten Spectral-Typus, dem Typus unserer Sonne; allein gleichwohl und trotz des grösse- ren Lichtglanzes ist das Flimmern der ersteren merklich gerin- ger als dasjenige des letzteren, und die Farbenänderungen in der Sekunde betragen 96 bei diesem und 77 bei jener. Allein dieser Unterschied erklärt sich leicht durch die Beobachtung, dass die Spektral-Linien, trotz gleichmässiger Vertheilung, bei Pollux doch viel zarter sind, als bei Capella, und dieser Stern somit schwächer flimmern muss, weil eben die Lücken, welche seine Strahlen in unserer Atmosphäre trennen, im Allgemeinen grösser sind. α des Hercules ist oranienroth und sein Spektrum, vom dritten Typus, ist nach Secchi merkwürdig durch eine Anzahl (mindestens 8) breiter, dunkler, einseitig verwaschener Banden, welche schattenartig über das ganze Spektrum hin- ziehen. Gerade bei diesem Fixstern treten jene düsteren Ban- den sehr stark und charakteristisch auf, so dass das Spektrum den sonderbaren Anblick einer Reihe von der Seite beleuchte- ter Säulen darbietet, und damit eine wahrhaft stereoskopische Aehnlichkeit besitzt. Schon diese Eigenthümlichkeit des Spek- trums, die grosse Anzahl vorhandener, starker Lücken, zeigt an, dass die Scintillation dieses Fixsterns sehr schwach sein müsse, und in der That steigt die Anzahl seiner Farben- änderungen nur bis zu 40 in der Sekunde, so dass er zu den am schwächsten flimmernden Sternen gehört, welche Mon- tigny beobachtet hat.

Bezüglich der anderen und allgemeineren Art des Stern- flimmerns, welche alle Gestirne ohne Ausnahme betrifft, kann kein Zweifel darüber bestehen, dass, abgesehen von der ver- schiedenen Individualität der einzelnen Fixsterne, d. h. der ungleichen Intensität und Vertheilung ihrer Spektral-Linien, dieselbe vorzugsweise von der Wanderung ihrer Lichtstrahlen durch die atmosphärische Umhüllung unserer Erdkugel herrührt. Schon der Umstand konnte darauf hinweisen, dass das Phäno- men sich am augenfälligsten bei Sternen zeigt, welche tief am Horizont stehen, und in demselben Grad abnimmt, als die nämlichen Sterne in Folge der Erd-Rotation dem Culminations-

punkt näher kommen, und umgekehrt; ferner bei sehr niedriger Temperatur und in höheren Breitengraden, wo die Erdatmosphäre bekanntlich trüber und unruhiger ist. Arago suchte auch den theoretischen Beweis hiefür zu liefern, indem er die Scintillation der Sterne im Allgemeinen als ein Interferenz-Phänomen von atmosphärischem Ursprung darlegte. Nach der Undulations-Theorie ist das Licht bekanntlich eine schwingende Bewegung von Aethertheilchen, welche sich rings um einen leuchtenden Punkt, z. B. einen Stern, in ähnlicher Weise nach allen Richtungen hin concentrisch fortpflanzt, wie die Wellenkreise an ruhiger Wasseroberfläche, welche ein geworfener Stein erregt. Lassen wir nun durch den irdischen Luftocean zwei Lichtstrahlen (Wellensysteme) wandern, welche von der nämlichen Lichtquelle oder, mit anderen Worten, von dem nämlichen Erschütterungs-Mittelpunkt ausgehen, so ist es klar, dass schon geringe Störungen oder Ablenkungen, die sie auf ihrem Weg erleiden, die schliessliche Begegnung beider Strahlen zur Folge haben müssen. Solche zahllose Störungen und Ablenkungen sind aber in unserer Atmosphäre, welche aus stets wechselnden Schichten von verschiedener Temperatur, Dichtigkeit und Feuchtigkeit zusammengesetzt ist, unvermeidlich; denn, wie gegenseitig nahe man sich auch die beiden Lichtstrahlen denken mag, immerhin werden sie nur in seltenen Fällen Luftschichten von ganz gleicher Beschaffenheit durchwandern. Nun lehrt die Undulations-Theorie weiter, dass zwei solche Wellensysteme bei Ungleichheit des Weges sich zerstören, indem das Licht des einen Strahles mit demjenigen des anderen Strahles vereinigt, Dunkelheit hervorbringt; dass ferner, wenn eine dieser Lichtwellen eine kleine Verzögerung erlitten hat (und zwar in der Weise, dass das Zurückbleiben des einen Wellensystems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt), ihre Aetherschwingungen im Moment der Vereinigung in mehr oder wenig gleicher oder entgegengesetzter Richtung stattfinden, und desshalb sich gegenseitig verstärken oder aufheben werden (Interferenz). Die Folge davon wird bald ein augenblickliches, farbiges Aufblitzen, bald ein ebenso augenblickliches Verschwinden (Verdunkelung)

eines Fixsterns sein. Denn da in dem Sternenlicht eine Menge verschiedenartiger Wellensysteme existirt, so werden sich diese auch nicht immer gleichzeitig aufheben, und wir sehen daher abwechselnd den Stern bald in rothem, bald in blauem oder grünem Farbenschein am Nachthimmel aufblitzen. Geht doch aus den direkten Versuchen von Arago hervor, dass statt weissen Lichtes schon farbiges Licht entsteht, wenn in einem Lichtbündel die rothen, blauen oder grünen Strahlen sich nur zum zwanzigsten Theil durch Interferenz aufheben.

Diese Theorie, welche dem genialen französischen Astronomen und Physiker Arago ihren Ursprung verdankt, ist so einfach und doch erschöpfend und so schlagend durch sinnreiche Experimente nachgewiesen, dass sie bisher von der Wissenschaft allgemein und ohne Widerspruch adoptirt war, und Niemand daran dachte, dass hiefür jemals eine andere Erklärung gefunden werden könne. Um so grösseres Aufsehen erregte daher die neue Theorie über diesen Gegenstand, welche vor einigen Jahren Pater Respighi, Direktor der Universitäts-Sternwarte auf dem Capitolium zu Rom versucht hat.

Respighi kam nämlich auf den Gedanken, die Scintillation der Sterne mit Hülfe des Prisma's direkt zu beobachten, und in der That fand er die Spektren tiefstehender Fixsterne nicht nur von den normalen, unveränderlichen Absorptions-Linien durchzogen, welche uns die substantielle Beschaffenheit und sonstige physische Constitution dieser Himmelskörper anzeigen, sondern auch von einer Anzahl beweglicher lichter und dunkler Banden, welche mit dem Aufsteigen des Sterns vom Horizont gegen den Culminationspunkt hin successive ihre Lage im Spektrum ändern, und wohl zweifellos von der undulirenden Bewegung unserer Erd-Atmosphäre herrühren. Allein aus der veränderlichen, allgemeinen Lage dieser secundären Scintillations-Streifen, welche ruhelos und ungleichmässig die Spektren der Sterne vom rothen nach dem violetten Ende zu durchwandern, hat Respighi auch den Schluss gezogen, dass die Scintillation des Fixsternlichts durchaus kein Interferenz-Phänomen ist, wie es durch Arago's scharfsinnige Darlegung in sehr hohem Grad wahrscheinlich geworden ist, son-

dern lediglich von der Achsendrehung der Erdkugel und der gleichzeitig mit ihr rotirenden irdischen Atmosphäre herrührt. Gegen diese Auffassung hat indessen schon Dr. Hermann Klein in Cöln, bald nach Bekanntwerden der Theorie Respighi's, wohlberechtigte Zweifel geäußert, und sagt derselbe in seiner „Populären astronomischen Encyclopädie“ hierüber: „Die Theorie Respighi's bedarf übrigens noch sehr der Bestätigung; von den Einwüfen, die man ihr machen kann, soll hier nur ein einziger erwähnt werden.

Nach Respighi entsteht die Scintillation durch die Gesamt-Bewegung der Atmosphäre, welche sich mit der ganzen Erde einmal umdreht. Nun kann man aber selbst bei Gegenständen innerhalb der Atmosphäre und in sehr grosser Nähe des Beobachters Scintillation hervorrufen. Die Sonnenstrahlen scintilliren z. B., wie schon Hoocke beobachtet hat, sehr lebhaft, wenn sie von einem unter einem sehr kleinen Gesichtswinkel gesehenen Glase reflectirt werden. Diese Thatsache steht in sehr klarer Beziehung zu der Theorie Arago's, während sie mit derjenigen Respighi's nicht zu vereinigen ist.“

Dieses Vorgehen des Herausgebers der „Gaa“, dessen eminent kritisches Talent allgemein bekannt ist, veranlasst mich hier eine weitere Thatsache zu veröffentlichen, welche zu der gleichen Schlussfolgerung hinleitet, wie der eben besprochene Einwurf, ohne dass ich jedoch der wissenschaftlichen Autorität des Pater Respighi, welcher durch Entdeckung von drei Kometen, durch seine interessanten Beobachtungen von Tausenden von Sonnen-Protuberanzen und andere, gediegene Leistungen sich mit Recht einen so wohlverdienten astronomischen Ruf erworben hat, damit irgendwie zu nahe treten will. Der Grund meines Zweifels an der Richtigkeit der Theorie Respighi's ist nämlich u. a. auch folgender.

Ist die Scintillation der Fixsterne lediglich das Resultat der Erdrotation, wie Pater Respighi aus der von ihm beobachteten Verschiebung der beweglichen, secundären Spektralbanden schliesst, so muss doch offenbar gegen die ruhenden Rotationspole hin sich die Scintillation der Sterne gänzlich

verlieren. Nun ist aber nach meinen vielfachen Beobachtungen am Polaris und den ihm benachbarten Circumpolar-Sternen das Sternflimmern selbst am nördlichen Himmelspol noch sehr merklich, und wo die Unterscheidung mit freiem Auge nicht ausreicht, stellt ein einfaches Experiment diese Scintillation ausser allen Zweifel. An einem Januarabend des vorigen Jahres richtete ich nämlich meinen Steinheil'schen Kometsucher von 15 Linien Oeffnung, 12 Zoll Brennweite auf den Sirius, welcher am südlichen Horizont funkelte, und war überrascht, ähnlich, wie bei einer im Kreise geschwungenen, glühenden Kohle, ein brillantes Lichtband, in allen Farben des Prisma's, entstehen zu sehen, wenn ich das auf dem Stativ befestigte Instrumentchen lebhaft hin und her bewegte. Diese Beobachtung ist nun an sich zwar nicht neu, sondern schon Humboldt erwähnt ihrer im „Kosmos“, wo ich sie trotz sehr häufiger Lecture des dritten Bandes bisher unbegreiflicher Weise übersah. „Auffallender“, schreibt nämlich Humboldt, „zeigt sich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, sobald man dasselbe erschütteret. Es werden dann andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erscheinen farbige, oft unterbrochene Kreise“. (Kosmos III. S. 85). Am schönsten zeigen sich nach meinen Erfahrungen diese Farbenbänder bei aufgehenden Fixsternen, besonders bei silberfarbigen, wie Sirius und Wega, wo namentlich das Blau und Roth in hoher Intensität auftritt. Im Uebrigen besitzen alle mit freiem Auge noch bequem sichtbaren Fixsterne, vom Horizont bis zum nördlichen Himmelspol, mehr oder minder diese Eigenthümlichkeit, deren Erklärung bei Circumpolar-Sternen nach der Theorie Respighi's unmöglich ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der naturforschenden Gesellschaft Bamberg](#)

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [11_2](#)

Autor(en)/Author(s): Possner Heinrich

Artikel/Article: [Über die Scintillation der Fixsterne 1-10](#)