

IV. Ueber die durch Kreisgitter erzeugten Diffractionsphänomene; von Hrn. J. L. Soret.

(Aus den *Arch. d. sciences physiq. et nat.* 1875 T. 52 vom Hrn Verf. übersandt.)

Kreisgitter (*Réseaux circulaires*) nenne ich opake Schirme, versehen mit einer Reihe von Oeffnungen in Gestalt concentrischer Ringe.

In die Bahn eines Lichtbündels eingestellt, erzeugen diese Gitter Diffractionsphänomene, die verschieden sind nach den Relationen, die zwischen den Durchmessern der Ringe und ihren Breiten stattfinden. Ich werde mich in dieser Abhandlung besonders bei Untersuchung eines speciellen Falls aufhalten, der zu merkwürdigen und meines Wissens noch nicht beschriebenen Resultaten Anlaß giebt.

Gesetzt man ziehe auf einer Glasplatte eine große Anzahl concentrischer Kreise, deren Radien proportional seyen den Quadratwurzeln aus der Reihe der natürlichen Zahlen. Der erste Kreis habe einen beliebigen Radius a , der zweite $a\sqrt{2}$, der dritte $a\sqrt{3}$; der n^{te} $a\sqrt{n}$. Durch irgend ein Verfahren bedecke man die Flächen zwischen dem ersten und zweiten Kreis, zwischen dem dritten und vierten, zwischen dem fünften und sechsten usw. mit einer opaken Substanz. Der kleine centrale Kreis wird dann durchsichtig seyn, umgeben von einer Reihe gleichfalls durchsichtiger Kreise; das nenne ich, der Kürze halber, ein *positives* Kreisgitter. Wenn man dagegen den kleinen centralen Kreis vom Radius a , so wie die Ringe zwischen dem zweiten und dritten Kreis, zwischen dem vierten und fünften usw. opak macht, so hat man ein *negatives* Kreisgitter. Die Eigenschaften dieser beiden Gitterarten sind übrigens fast dieselben.

Lasse man nun ein Bündel paralleler und homogener Strahlen, die von einem unendlich entfernten Lichtpunkt

kommen, normal auf eins dieser positiven Gitter fallen, und nenne *Hauptaxe* die auf der Ebene des Gitters winkelrechte Gerade, die durch den Lichtpunkt und das Centrum der concentrischen Ringe geht.

Klar ist zuvörderst, daß die Vibrationsgeschwindigkeiten, welche von allen Punkten der durchsichtigen Theile des Gitters ausgehen, auf einem in der Verlängerung der Axe unendlich entfernt hinter dem Gitter liegenden Schirm in Phasencoïncidenz anlangen werden. Wenn man also mit bloßem Auge oder mit einem längs der Hauptaxe gerichteten Fernrohr schaut, so wird man den Lichtpunkt sehen, wie wenn das Gitter nicht da wäre, abgerechnet die Lichtintensität.

Betrachten wir nun einen auf der Hauptaxe, immer hinter dem Gitter, in dem Abstände f_1 vom Centrum des Gitters liegenden Punkt, gegeben durch die Formel $f_1 = \frac{a^2}{\lambda}$, wo λ die Wellenlänge bezeichnet. Leicht ersichtlich ist, daß die von dem kleinen centralen Kreis ausgesandten Vibrationsgeschwindigkeiten diesen Punkt in Phasencoïncidenz mit den von allen durchsichtigen Ringen ausgesandten erreichen werden, da diese letzteren um eine ganze Zahl von Wellenlängen zurückstehen. Mit hin bildet dieser Punkt einen wirklichen reellen Brennpunkt (ersten reellen Brennpunkt). Diefs ist eine unmittelbare Folge der elementaren Wellentheorie.

Für einen andern, gleichfalls auf der Hauptaxe, aber dem Gitter näher, in dem Abstände $f_2 = \frac{a^2}{2\lambda}$ liegenden Punkt, wird man ebenso, theoretisch, einen zweiten reellen Brennpunkt haben; endlich einen dritten, vierten usw. in den Abständen $f_3 = \frac{a^2}{3\lambda}$, $f_4 = \frac{a^2}{4\lambda}$ usw. Nur wenn die relativen Breiten der opaken und durchsichtigen Ringe genau die von uns angegebenen sind, werden der zweite Brennpunkt und die übrigen Brennpunkte gerader Ordnung vernichtet seyn; denn in diesem Fall ist jeder Ring aus einer gleichen Anzahl elementarer Zonen gebildet, die

in entgegengesetztem Sinne wirken. Für relative Breiten verschiedener Ringe werden diese Brennpunkte gerader Ordnung existiren und andere verschwinden können.

Diese verschiedenen reellen Brennpunkte können als die Centra von paragenischen convergenten sphärischen Wellen betrachtet werden. Zwischen ihnen giebt es keine Concentration des Lichts auf der Axe, wenn die Ringe hinreichend zahlreich sind.

Auf der anderen Seite des Gitters, d. h. auf der Seite, wo die ebene einfallende Welle anlangt, hat man virtuelle Brennpunkte, gelegen auf der Axe in den Abständen $f_1, f_2, f_3 \dots$. Diese Punkte sind die Centra paragenischer sphärischer divergenter Wellen, da die Vibrationsgeschwindigkeiten, welche von den größern Ringen ausgesandt werden, gegen die von den kleineren Ringen und dem Centrum des Gitters herkommenden um eine ganze Zahl von Wellenlängen voraus sind.

Wenn man demnach nur den ersten reellen und den ersten virtuellen Brennpunkt in Rechnung zieht, da die übrigen von geringer Wichtigkeit sind, so kann man sagen, daß ein dieser Gitter für Licht, das von einem in unendlicher Entfernung, auf der Hauptaxe liegenden Punkt ausgeht, zugleich die Rolle einer planparallelen Platte, einer convergirenden und einer divergirenden Linse spielt.

Dasselbe gilt noch für einen Lichtpunkt, der, in einem kleinen Winkelabstand von der Hauptaxe, auf einer durch das Centrum des Gitters gehenden secundären Axe liegt. Wenn man also, statt eines einzigen Lichtpunkts, einen leuchtenden Gegenstand hat, so muß man Bilder von diesem Gegenstand bekommen, von denen eins im Unendlichen liegt, ein anderes, welches reell ist, im Abstände f , hinter dem Gitter, ein anderes, welches virtuell ist, im Abstände f_1 vor dem Gitter, und überdies wird man reelle und virtuelle Bilder einer höheren Ordnung haben können.

Leicht begreiflich ist es nicht nöthig, daß die Lichtquelle unendlich entfernt sey. Die einfallende Welle mag

eben oder sphärisch seyn: es bilden sich immer reelle oder virtuelle Brennpunkte in verschiedenen Abständen wie bei den gewöhnlichen Linsen.

Analoge Schlussfolgerungen würden für die negativen kreisrunden Gitter zu denselben Resultaten führen.

Ich habe gesucht, diese Folgerungen aus der Theorie durch das Experiment zu bestätigen, und dieß ist mir auf eine demonstrative Weise geglückt, obwohl die von mir angewandten Gitter lange nicht die Vollkommenheit besitzen, welche begreiflicher Weise schwer zu erreichen ist.

Diese Gitter wurden auf folgende Weise dargestellt. Man machte mit Tusche eine Zeichnung von 196 concentrischen Kreisen, deren Radien proportional waren den Quadratwurzeln der natürlichen Zahlen. Der erste Kreis hielt 25 Mllm. im Radius, der größte hatte folglich einen Radius von 350 Mllm. Man schwärzte die Ringe zwischen dem ersten und zweiten Kreis, zwischen dem dritten und vierten usw. So hatte man in Schwarz auf Weiß die Figur eines großen positiven kreisrunden Gitters mit 98 concentrischen Ringen. Die Zeichnung wurde auf Glas photographirt, reducirt verschiedentlich auf $\frac{1}{25}$ bis $\frac{1}{100}$, die Abzüge positiv oder negativ.

Diese photographischen Vervielfältigungen haben Mängel, die nicht leicht vollständig zu vermeiden sind: 1) Die Nichthomogenität der angewandten Glastafeln und der Nichtparallelismus ihrer Flächen veranlassen sogleich Phasendifferenzen in dem durchgehenden Lichte. 2) Das photographische Bild ist sehr zart und ein schwaches Reiben ist hinreichend, um es zu verwischen. Bei den gewöhnlichen Abzügen fixirt man es durch einen Firniß; allein für die Gitter ist die Firnißschicht nicht gleichmäÙig genug; es entstehen daraus Phasendifferenzen, welche das Gitter sehr unvollkommen machen. Will man nicht eine leichte Verschlechterung besorgen, muß man

sie durch eine zweite dünne Glasplatte beschützen, deren Mangelhaftigkeit oder Nichtparallelismus leicht einige Störungen herbeiführen. 3) Die Photographie selbst giebt ziemlich veränderliche Resultate. Belichtet man lang, so übergreifen die vom Lichte angegriffenen Theile, welche schwarz werden, die hellen, und die Verhältnisse der ursprünglichen Zeichnung sind verändert; andererseits ist es vortheilhaft nicht zu schwache Abzüge zu haben, weil sonst das Verhältniß des Lichtes, welches ohne Veränderung durch das Gitter geht, beträchtlicher ist gegen das die Diffraction erleidende, wodurch die Phänomene weniger sichtbar werden.

Die von mir angewandten Abzüge zeigen demnach ziemlich hervortretende Unterschiede; je nachdem sie gelangen, gaben sie mir mehr oder weniger gute Resultate, wie die Versuche erweisen, deren hauptsächlichsten ich anführen will.

I. Ein Bündel Sonnenlicht dringt in die dunkle Kammer durch eine kleine Oeffnung von beliebiger Form, z. B. quadratischer; vor diese Oeffnung stellt man ein rothes Glas. Hierauf bringt man in zweckmäßigem Abstände eine Collimator-Linse an, welche die Strahlen parallel macht und in großer Entfernung, auf der Wand des Saals, ein größeres Bild von der Oeffnung erzeugt. Hinter der Collimatorlinse stellt man ein kreisrundes Gitter auf. Das Bild auf der Wand des Saals bleibt; es ist nur, in Folge der Unvollkommenheit des Gitters, etwas weniger scharf und hebt sich vom beleuchteten, mehr oder weniger hellen und ausgedehnten Grunde ab, je nach Umständen.

In der Entfernung f_1 , welche dem ersten Brennpunkt entspricht ¹⁾, stellt man einen weißen Schirm auf. Man erhält ein neues Bild von der Oeffnung, kleiner, ziemlich lebhaft und scharf; aber auferhalb dieses Bildes ist der Schirm auch erhellt, wie es seyn muß. Nähert man den

1) Die Brennweiten sind ungefähr $1^m,60$ bei den Gittern von $\frac{1}{3}$, $0^m,4$ bei denen von $\frac{1}{6}$ und $0^m,1$ bei denen von $\frac{1}{12}$.

Schirm dem Gitter bis zum Abstand f_2 , so erhält man ein zweites Bild, kleiner, sehr wenig sichtbar mit den Gittern von $\frac{1}{25}$, in welchem das Verhältniß der hellen zu den dunklen Theilen ziemlich gut von der Photographie bewahrt ist, aber oft wohl accentuirt bei den kleinen Gittern, wo die opaken Ringe oft die durchsichtigen übergreifen. Es giebt übrigens in dieser Beziehung sehr große Unterschiede bei den Abzügen.

Im Allgemeinen kann man leicht das dritte Bild erkennen, wenn man den Schirm in den Abstand f_3 versetzt, vor Allem wenn man ein negatives Gitter anwendet, denn dann hebt es sich von einem dunkleren Grunde ab.

Bei dazwischenliegenden Abständen hat man kein Bild, sondern nur einen hellen Fleck.

II. Man wiederholt den Versuch nach Fortnahme des rothen Glases, d. h. mit weißem Licht.

Das entfernte Bild des Lichtes, welches keine Diffraction erlitten hat, ist weiß; es hebt sich von einem schwach erhellten Grunde ab, und ist umgeben von einer farbigen Aureole, die desto sichtbarer ist, ein je größeres Gitter man anwendet; dieses helle Feld und diese Aureole rühren vom gebeugten Lichte her, das anfangs convergirt, durch den ersten reellen Brennpunkt geht und nun divergirt; und da die verschiedenen Farbenstrahlen ungleich gebeugt werden, hat das Feld nicht gleiche Ausdehnung für alle Farben; es ist größer für die rothe. Da die Brennweite proportional dem Quadrat des Gitterradius variirt, so ist dieß Feld viel größer und weniger erleuchtet, wenn man kleine Gitter anwendet.

Stellt man den Schirm angenähert in dem Abstand f_1 auf, so erkennt man, daß das Gitter wie eine achromatische, sehr dispersive Linse wirkt. Bei der den rothen Strahlen zukommenden Brennweite ist das Bild roth, ziemlich scharf, umgeben von einer blauen Aureole; beim Fortrücken des Schirms geht das Bild ins Gelbe, Grüne und endlich ins Blaue über, umgeben von einer rothen Aureole.

Bei kleineren Abständen erhält man ebenso Bilder von höherer Ordnung.

III. Man nehme ein gewöhnliches astronomisches Fernrohr, entferne das Objectiv und ersetze es durch ein positives oder negatives Gitter; man schaue durch das Rohr nach einem sehr entfernten leuchtenden Gegenstand, z. B. einer Kerze oder Gasflamme. Man bekommt ein umgekehrtes Bild von der Flamme in einem wenig erhellten Felde; es ist ohne Zweifel weniger scharf als das mit einem gewöhnlichen Objective, aber man erkennt es vollkommen; es geht vom Roth ins Blau über, wenn man die Einstellung verändert. Verkürzt man das Rohr, so erhält man das zweite und dritte Bild.

Als Beispiel gebe ich die Resultate eines Versuches, gemacht mit einem Gitter von 14 Millimet. Durchmesser ($a = 0^{\text{mm}},5$).

Man stelle eine Moderateur-Lampe am Ende des Saales auf, in welchem man operirt; in einer Entfernung von 7,50 Meter befestige man das Gitter auf einem zweckmäßigen Gestell, und dann bringe man auf der Verlängerung der von der Flamme zum Gitter gehenden Linie ein Ocular an, mit welchem man beobachtet. Stellt man es $0^{\text{m}},740$ hinter dem Gitter auf¹⁾, so gewahrt man ein helles Feld, ohne Bild und ohne merkliche Färbung. Nun nähere man das Gitter; man sieht zunächst einen blauen Fleck im Centrum sich bilden; dann erscheint ein verworrenes, blau gefärbtes Bild der Flamme, welches ziemlich scharf wird, aber umgeben von einer rothen Aureole, wenn das Gitter nicht mehr als $0^{\text{m}},505$ vom Ocular entfernt ist. Bei $0^{\text{m}},477$ ist das Bild grün, bei $0^{\text{m}},440$ wird es gelb mit einer violetten Aureole, darauf geht es ins Rothe über mit einer blauen Aureole, und bewahrt seine Schärfe bis $0^{\text{m}},405$. Darüber hinaus hat man nur einen mehr oder weniger sichtbaren rothen Fleck, welcher bei $0^{\text{m}},320$ verschwindet. Fährt man fort das Gitter zu

1) Dieser Abstand, wie alle folgenden, ist genommen von dem Brennpunkt des Oculars ab, welcher 5^{mm} vor der ersten Linse liegt.

nähern, so sieht man verwaschen einen braunrothen Fleck erscheinen, welcher das Ueberbleibsel des zweiten Bildes ist; zugleich beginnt man den verworrenen Schatten der Kreise des Gitters zu sehen. Bei $0^m,185$ hat man einen schwarzen Fleck mit blauem Centrum; darauf bildet sich das dritte Bild, es ist grünblau bei $0^m,165$, gelborange bei $0^m,145$, geht ins Rothe und bewahrt seine Schärfe bis $0^m,135$. Das Centrum wird abermals dunkel, allein bei $0^m,090$ sieht man ein neues Bild erscheinen, welches das fünfte ist.

Um sich zu versichern, daß es nicht bloß der centrale Theil des Gitters ist, welcher die Erscheinungen erzeugt, bedecke man das Centrum und die kleineren Ringe mit einer kleinen Metallscheibe von 9^m Durchmesser, befestigt mit Wachs. Bei $7^m,50$ Entfernung der Lampe vom Gitter beobachtet man ein gelbes Bild, wenn man das Ocular in $0^m,449$ stellt, ein rothes bei $0^m,415$. Nähert man noch mehr das Ocular, so bildet sich im Innern des rothen Flecks ein schwarzer Kreis, welcher sich vergrößert; das Schwarz erscheint immer dunkler und dunkler bis ein neues Bild zum Vorschein kommt.

Umgekehrt, bedeckt man die äußeren Ringe durch Diaphragmen, so fährt das Phänomen fort sich zu erzeugen, allein die Farben sind desto weniger lebhaft als die Zahl der Ringe kleiner ist. Ist die Oeffnung des Diaphragma so klein, daß nur die drei Ringe in der Mitte und die Hälfte des vierten unbedeckt bleiben, so erhält man ein unbestimmtes Bild, wenn man das Ocular in $0^m,580$ stellt; bei $0^m,445$ ist das Bild ziemlich scharf und erhält sich mit geringerer Schärfe bis $0^m,360$. Farbenunterschiede sind kaum merkbar.

Ich führe diese Zahlen nur an, um den allgemeinen Gang der Phänomene anzudeuten. Weiterhin werde ich genauere Messungen an Lichtquellen von bestimmter Wellenlänge beibringen.

Wir sahen so eben, daß man ein Fernrohr mit einem Gitter als Objectiv darstellen kann; umgekehrt kann man ihm sein gewöhnliches Glas-Objectiv lassen, aber sein

Ocular ersetzen durch ein kleines Kreisgitter von $\frac{1}{100}$. Das umgekehrte Bild ist sehr scharf, kaum gefärbt, und hebt sich ab von dem leuchtenden Feld.

Man kann auch ein Fernrohr darstellen, indem man zugleich Objectiv und Ocular durch Gitter ersetzt. Allein die Beobachtung ist schwierig und das Bild ohne Schärfe. Das Auge hat immer eine Tendenz die Flamme direct zu sehen, wie durch einfache Glasplatten, und außerdem wird es gestört durch die virtuellen Bilder des Gitter-Objectives, welches als concave Linse wirkt.

IV. Man kann auch ein Galilei'sches Fernrohr bilden aus einem gewöhnlichen Objectiv und einem Kreisgitter, was zeigt, daß letzteres auch die Rolle einer divergirenden Linse spielt. Es genügt ein kleines Gitter in einem gehörigen Abstände vom Objectiv, einem kleineren als die Brennweite des letzteren, aufzustellen, um das directe Bild mit vieler Deutlichkeit und immer auf einem hellen Felde erscheinen zu sehen.

V. Ein kleines Gitter für sich wirkt wie eine Lupe für einen stark erleuchteten Gegenstand, z. B. wenn man, in kleinerer Entfernung als das deutliche Sehen, durch eine Photographie auf Glas hindurchsieht. Es versteht sich von selbst, daß Hell und Dunkel weniger ausgeprägt sind wie bei einer gewöhnlichen Lupe.

Wenn man bei diesen letzten Versuchen kleine Gitter als convergirende oder divergirende Oculare oder auch als Lupe anwendet, so ist es vortheilhaft negative Photographien mit opakem Kreis in der Mitte zu gebrauchen, da man bei einem positiven Gitter glauben könnte, es wäre bloß der durchsichtige Kreis in der Mitte, dem man das Phänomen zuschreiben müßte. Ein einfaches Loch in einer Karte, vor das Auge gehalten, spielt nämlich, wie bekannt, die Rolle einer Lupe. Weniger allgemein bekannt ist vielleicht, daß es auch die Rolle einer divergirenden Linse spielt und daß man es als Ocular eines Galilei'schen Fernrohrs anwenden kann. Allein unter diesen Umständen hat das Bild keine große Schärfe; es

hat Aehnlichkeit mit den Bildern, die sich durch ein Loch im Fensterladen auf dem Grund der *Camera obscura* bilden, es giebt keinen genauen Abstand, bei welchem das Bild scharf wird oder nicht mehr entsteht. — Wendet man ein positives Gitter als convergirendes oder divergirendes Ocular an, so läuft man Gefahr, die beiden Effecte zu verwechseln, die von zwei verschiedenen Ursachen herühren; ich sage sogar, dafs man sie alle beide gleichzeitiger erhält, und man bei einiger Uebung dahin gelangt, sie zu unterscheiden. Bei Anwendung negativer Gitter ist dieselbe Confusion nicht zu befürchten.

Wichtig ist auch den Unterschied festzustellen zwischen dem Effecte der Kreisgitter und den Diffractionsphänomenen, welche sowohl mit einer kleinen opaken Scheibe als mit einer kleinen kreisrunden Oeffnung entstehen und von Fresnel, Hr. Abria und anderen Physikern studirt worden sind.

Bei einer kleinen, durch einen Lichtpunkt erleuchteten Scheibe hat man im Centrum des Schattens einen sehr kleinen hellen Kreis und zwar für jeglichen Abstand des Schirms, sobald er nur nicht zu klein oder zu groß ist. Nähme man statt des Lichtpunkts einen leuchtenden Gegenstand, so würde es möglich seyn, dafs man unter gewissen Bedingungen eine Art von Bild erhielte, aber dieses Bild würde bei weißem Lichte weiß seyn und mit mehr oder weniger Schärfe bei jedem Abstand erscheinen, alles ganz andere Umstände als man mit den Kreisgittern beobachtet.

Anlangend eine kleine kreisrunde Oeffnung, so weiß man, dafs man, je nach dem Abstand, auf dem Schirm einen hellen Fleck mit bald hellem, bald dunklem Centrum beobachtet, und dafs, wenn man mit homogenem Lichte arbeitet, der Uebergang von den Maximis zu den Minimis der Intensität durch unmerkliche Grade geschieht. Bei weißem Lichte geschehen diese Abwechslungen durch Farbenveränderungen des Centrums. Es herrscht also einige Analogie mit den Erscheinungen bei Kreisgittern, und sogar, in dem von uns bis jetzt besprochenen speciel-

len Fall von positiven Gittern, eine Coïncidenz zwischen den Intensitätsmaximis, welche die Diffraction durchhin den kleinen transparenten centralen Fleck erzeugen würde, und den Lagen des ersten Brennpunkts des Gitters und den übrigen ungeraden Wellen-Brennpunkten, während die Minima mit den Bildern, die in den Brennpunkten gerader Ordnung entständen, zusammenfallen und sie vernichten. Allein dieß ist eine particuläre Coïncidenz. Was in einem Gitter die Lage der Brennpunkte bedingt, das ist der Abstand eines durchsichtigen Ringes von dem andern, so daß, wenn zwischen den Kreisen eine andere als die angezeigte Breitenrelation existirte, keine Coïncidenz der Brennpunkte des Gitters mit den von dem transparenten centralen Kreis erzeugten Maximis und Minimis stattfinden würde. — Kurz die Diffractions-Effecte kleiner kreisrunder Oeffnungen verhalten sich zu den Phänomenen der Kreisgitter wie die Spectra erster Klasse der Spalten zu den Spectres zweiter Klasse geradliniger Gitter.

Ich füge noch hinzu, daß die reellen oder virtuellen Bilder, welche die Kreisgitter erzeugen, sich ohne große Schwierigkeit mit bloßem Auge wahrnehmen lassen, wenn man eine Flamme durch ein in zweckmäßiger Entfernung aufgestelltes Gitter betrachtet.

Durch Reflexion erhält man, wie leicht begreiflich, ganz analoge Resultate; nur ist die Beobachtung etwas schwieriger und es ist zweckmäßig für den Versuch, photographische Abzüge anzuwenden, die nicht mit einer zweiten Glasplatte geschützt sind.

Ich habe auch Gitter studirt, die auf andere Weise gemacht waren und von den beschriebenen durch die relative Breite der durchsichtigen und opaken Ringe abweichen.

Sie sind auf einer mit Kienruß bekleideten Glasplatte gezogen; jeder durchsichtige Ring ist durch einen mit einem Stift gemachten Kreisstrich gemacht; sie alle haben gleiche Breite, aber ungleichen Abstand nach folgendem Gesetz. Das Centrum ist opak, der erste durchsichtige Ring hat

einen Radius von $a\sqrt{\frac{3}{2}}$, der zweite von $a\sqrt{\frac{7}{2}}$, der vierte von $a\sqrt{\frac{11}{2}}$, der fünfte von $\sqrt{\frac{15}{2}}$ usw. In einem sehr gut gelungenen Gitter dieser Art, gebildet aus 100 concentrischen durchsichtigen Kreisstrichen, hat jeder eine Breite von ungefähr $\frac{1}{70}$ Millim. Die mikroskopische Untersuchung ergab eine große Regelmäßigkeit in ihrer Anordnung. Der Werth von a ist $0^{\text{mm}},42426$, der hundertste durchsichtige Kreis hat den Durchmesser $5^{\text{mm}},9925$. Ein zweites, weniger gelungenes Gitter, in denselben Dimensionen, deren durchsichtigen Striche jedoch breiter sind und in dem Randtheile zusammenfließen, giebt dafsungeachtet auch gute Resultate.

Leicht ersichtlich ist, daß diese Gitter zu ganz analogen Resultaten wie die vorhergehenden führen müssen, da die durchsichtigen Striche der Kienrufs-Gitter, durch ihre Lage, der Mitte der durchsichtigen Ringe eines negativen photographirten Gitters entsprechen.

Der Versuch zeigt, daß man schärfere und lebhafter gefärbte Bilder erhält, was zum Theil von der größeren Vollkommenheit des Gitters herrührt, zum Theil auch davon, daß die Lichtmenge, welche ohne Beugung durchgeht, bedeutend geringer ist, weil die opaken Ringe, besonders nahe am Centrum, viel breiter sind als die durchsichtigen Ringe.

Bringt man eins dieser Gitter an den gewöhnlichen Ort des Prisma eines Spectroskops, und stellt das Fernrohr, dessen Object man fortgenommen hat, in die Verlängerung, welches den Schlitz und die Collimator-Linse trägt, so unterscheidet man sehr gut das Bild des Schlitzes, dessen Farbe nach der Einstellung variirt und desto lebhafter ist als der Schlitz enger ist. Wendet man als Lichtquelle eine Sodaflamme an, so hebt sich das Bild mit absoluter Schärfe von einem schwach erhellten Felde ab. Die Versuche mit Projection gelingen ebenfalls gut.

Diese Gitter haben die Eigenschaft, die Bilder höherer Ordnung mit vieler Schärfe zu geben; man unterscheidet sie bis zur fünften oder sechsten, sowohl bei

weißem als bei monochromatischem Lichte. Die Bilder von gerader Ordnung werden nicht mehr oder weniger vollständig vernichtet wie bei den Gittern, in welchen die durchsichtigen und opaken Ringe gleiche Oberfläche haben ¹⁾.

Ich schliesse mit Beibringung einiger Bestimmungen, die ich machte, um die experimentell erhaltene Brennweite der Gitter mit der theoretisch berechneten zu vergleichen.

Zu diesen Vergleichen wandte ich eine monochromatische Lichtquelle an, eine Sodaflamme oder einen Verein einer kleinen Anzahl von Strahlengattungen, wie eine Geißler'sche Wasserstoffröhre.

Ich operirte nach zwei Methoden, bei der ersten stellte ich die Lichtquelle in großer Entfernung von dem Gitter auf, welches als Ocular diente, in einem astronomischen Fernrohr, das im Brennpunkt des Oculars mit einem Fadenkreuz versehen war. Man zog das Fernrohr so weit aus, daß das Bild des leuchtenden Gegenstandes das Maximum von Schärfe erreichte; dann maafs man den Abstand des Fadenkreuzes vom Gitter. Diese Messung erforderte eine Berichtigung, um die Brennweite des Gitters zu geben; denn die Entfernung der Lichtquelle war nicht unendlich. Diese Berichtigung geschah mittelst der bei Linsen gewöhnlichen Formel $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f}$.

Ich operirte mit dem besten meiner Gitter auf berufstem Glase und mit einem photographirten Gitter, welches nicht mit einer zweiten Glasplatte bedeckt war. Bei Anwendung des ersteren war das Bild einer Flamme von

1) Ich hatte die Absicht auch geradlinige Gitter machen zu lassen, deren Striche nach einem analogen Gesetze auseinander ständen und die Diffractionswirkungen cylindrischer Linsen hervorbrächten. Diefs war sogar meine erste Idee, bevor ich an Kreisgitter dachte. Allein in Folge der Mittheilung, die ich am 22. Febr. 1875 der Pariser Akademie machte, hat Hr. Cornu seine interessanten Studien über die Focal-Eigenschaften der Gitter, besonders der geradlinigen, mit passend abständigen Strichen bekannt gemacht, weshalb ich aufgab, mich mit diesem letzteren Fall zu befassen.

gesalzenem Alkohol vollkommen scharf. Mit der Wasserstoffröhre von der in der Spectroskopie üblichen Form unterschied man, bei einem bestimmten Auszug des Fernrohrs, einen kleinen rothen, vollkommen scharfen Strich; bei Verlängerung des Fernrohrs einen kleinen blauen, aber ebenfalls sehr scharfen Strich; allein die Einstellung war weniger leicht als bei den rothen Strahlen.

Die Resultate sind in folgender Tafel zusammengestellt; darin ist die Lichtquelle bezeichnet durch *D* für gesalzenen Alkohol ($\lambda = 0,0005892$) und durch *C* und *F* für das rothe ($\lambda = 0,0006562$) und blaue ($\lambda = 0,000486$) Licht der Wasserstoffröhre.

Das Gitter auf berufstem Glase mit gleichen und etwa $\frac{1}{70}$ breiten durchsichtigen Strichen, in welchem $a = 0^{\text{mm}},42426$, ist mit No. 1 bezeichnet. Das photographirte Gitter mit transparenten und opaken Ringen von gleicher Fläche ist mit No. 3 bezeichnet; diefs ist ein negatives von $12^{\text{mm}},25$ Durchmesser, in welchem $a = 0^{\text{mm}},4375$.

p ist der Abstand der Lichtquelle vom Gitter,

p' die direct beobachtete Brennweite (Mittel mehrer Beobachtungen),

*f*₁ die Hauptbrennweite, hergeleitet aus der Beobachtung mittelst der Formel $f_1 = \frac{p p_1}{p + p_1}$ oder berechnet nach der Formel $f_1 = \frac{a^2}{\lambda}$.

Quelle	Gitter	<i>p</i> m	<i>p'</i> mm	<i>f</i> ₁		Diff. mm
				gefund. mm	berechn. mm	
<i>C</i>	1	9,7	282,6	274,6	274,3	0,3
<i>D</i>	1	9,7	316,7	306,7	305,6	1,4
<i>F</i>	1	9,7	385,0	370,3	370,3	0,0
<i>D</i>	3	10,0	332,6	321,9	325,0	— 3,1
<i>D</i>	2	8,0	341,7	327,7	325,0	+ 2,7.

Bei der zweiten Methode stellt man die Lichtquelle vor den Schlitz eines Spectroskops; dieser Schlitz muß so genau in die Brennweite der Collimatorlinse gebracht seyn, daß die Strahlen parallel sind. Das Gitter stellt

man hinter der Collimatorlinse auf und beobachtet mit dem Fernrohr des Spectroskops, dessen gewöhnliches Objectiv fortgenommen ist. Man macht die Einstellung und mißt den Abstand des Gitters vom Brennpunkt des Oculars. Diese Messung giebt direct die Brennweite f_1 des Gitters.

Die Resultate dieser Beobachtungen sind in der folgenden Tafel zusammengestellt, worin die Bezeichnungen dieselben sind wie vorhin. Das Gitter No. 2 ist das zweite auf berufstem Glase, weniger vollkommen als No. 1, hat denselben Werth von a , und seine durchsichtigen Ringe sind etwas breiter.

Quelle	f_1		berechn.	Diff.
	Gitter	beob.		
<i>C</i>	1	276,5	274,3	2,2
<i>D</i> (breiter Schlitz)	1	307,75	305,6	2,15
<i>D</i> (schmaler do.)	1	307,3	305,6	1,7
<i>F</i>	1	366,5	370,3	— 3,8
<i>C</i>	2	273,7	274,3	— 0,6
<i>D</i>	2	303,1	305,6	— 2,5
<i>F</i>	2	376,0	370,3	+ 5,7
<i>C</i>	3	297,5	291,7	5,8
<i>D</i>	3	317,4	325,0	— 7,6.

Aus diesen beiden Tafeln ersieht man, daß die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Resultaten sehr befriedigend ist für die Gitter auf berufstem Glase bei der Sodaflamme und dem rothen Licht des Wasserstoffs; bei dem blauen Licht des Wasserstoffs ist die Genauigkeit weniger groß. Bei dem photographirten Gitter, welches weniger scharfe Bilder giebt, ist die Divergenz zuweilen ziemlich beträchtlich.