Absorptionserscheinungen im ultravioletten Theile des Spectrums lassen sich nach dieser Methode direct leicht beobachten. Eine Wasserschicht von 10 cm, zwischen zwei Bergkrystallplatten in eine Glasröhre eingeschlossen und zwischen Lichtquelle und Spalt eingeschaltet, absorbirte einen grossen Theil des ultravioletten Spectrums und liess das letztere nur etwa bis zur Grenze des ultravioletten Sonnenspectrums durch. Dagegen liess ein sehr klarer Eisblock von 21 cm, der durch Schleifen an zwei Enden mit parallelen Ebenen versehen war, alle Cadmiumlinien, die sich doch weit ins Ultraviolette erstrecken, ohne bemerkbare Schwächung durch. Jedoch sind diese Versuche nur vorläufige. Das Verhalten des reinen Wassers ist bemerkenswerth für meteorologische Fragen und ausserdem bei Untersuchungen über Absorptionserscheinungen wässriger Lösungen in Anschlag zu bringen.

VII. *Ueber ein Spectroteleskop; von P. Glan.*

Ich gebe hiermit einige Versuche, ein Fernrohr herzustellen, das gestattet, die betrachteten Gegenstände in jeder homogenen Farbe zu sehen, die sie aussenden. Der Nutzen eines solchen Apparates ist mannichfaltig für Physik und Astrophysik. Wir besitzen in der Optik mehrfach Methoden, die für weisses oder monochromatisches Licht farbiger Flammen gut ausgearbeitet sind, die aber zur Beobachtung im beliebigen homogenen Lichte die Herstellung desselben in besonderen Apparaten bedürfen, Zusammenstellungen, die die Einfachheit der Versuchsanordnung beeinträchtigen. Da ist es denn von Vortheil, einen Apparat zu besitzen, der sich an Stelle des Fernrohrs anbringen lässt und ohne weiteres ermöglicht, die untersuchte Erscheinung im beliebigen homogenen Lichte zu sehen. Und die Astrophysik strebt fortdauernd dar-

nach, grössere Theile der Sonne im homogenen Lichte auf einmal im Gesichtsfelde übersehen zu können. Schnelle Veränderungen lassen sich dann besser verfolgen, und ein erleichtertes Studium der Gestirne in ihrer unveränderten Gestalt im homogenen Lichte verspricht weitere Kenntniss ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit. Auch sei hervorgehoben, dass in der Herstellung eines Fernrohrs, das von dem vielfarbigen, zu ihm kommenden Lichte nur eine Farbe zum Auge gelangen lässt, die Möglichkeit gegeben ist, Bilder zu erhalten, die von den Fehlern der chromatischen Aberration frei sind. Endlich ist für mikroskopische Untersuchungen, bei denen sich die Construction gleichfalls verwerthen lässt, eine leichte Betrachtung der Gegenstände in verschiedenen Farben von Nutzen, und so ist der Versuch zur Herstellung eines solchen Apparates hinreichend gerechtfertigt.

Ein erster Schritt, Bilder der Gegenstände in homogenem Lichte zu erhalten, war es, Bilder von ihnen auf dem Spalte eines Spectralapparates zu entwerfen; so studirte man die Umgebung der Sonne, Abschnitt für Abschnitt, denn nur kleine Theile liessen sich auf einmal übersehen. Um grössere Theile der Sonne auf einmal im homogenen Lichte übersehen zu können, hat Zöllner den Spalt erweitert oder ihn in schnelle, hin und her schwingende Bewegung versetzt. So gewinnt man einiges. Die Erweiterung des Spaltes hat indess ihre Grenzen; mit zunehmender Breite wächst die Helligkeit des Spectrums der erleuchteten Luft, während die der einfarbigen Protuberanzen ungeändert bleibt, und bald heben sie sich nicht mehr sichtbar von dem hellen Spectrum der erleuchteten Luft ab. Ein weiterer Uebelstand dieser Methode ist ferner, dass sie nur von einfarbiges Licht aussendenden Gegenständen unverzerrte Bilder gibt. Gemischtes Licht aussendende Objecte erscheinen durch die Dispersion der Prismen in der Richtung der Länge des Spectrums verbreitert und verzerrt. Einen andern Weg haben Christiansen und Zenker eingeschlagen. Beide ent-

werfen ein Bild der zu betrachtenden Gegenstände nicht auf den Spalt eines Spectralapparates, sondern vor oder hinter denselben. Dort, wo vom ersten Spalte im Beobachtungsfernrohre ein Spectrum entworfen wird, ist eine Blendung mit spaltförmigem Ausschnitte angebracht, die nur einen kleinen, nahezu aus homogenem Lichte bestehenden Theil desselben hindurchgehen lässt. In der Farbe dieses Lichtes sieht man den betrachteten Gegenstand, von dem ein Bild vor oder hinter diesem zweiten Spalte im Beobachtungsfernrohre entsteht. Ein Punkt des Objects erscheint hierbei als eine kleine Linie parallel der Längsrichtung des Spectrums entsprechend der Breite des zweiten Spaltes. Das Gesichtsfeld wird vergrössert, aber die Helligkeit der Bilder nimmt auch beträchtlich ab, da von dem Lichte, das ein Punkt des Objects aussendet, ein grosser Theil durch den ersten Spalt aufgefangen wird. Zenker empfiehlt deshalb auch da, wo grössere Helligkeit wünschenswerth ist, die Methode von Zöllner. Da ferner von dem linearen Spectrum, das das Prisma des Apparates von einem Punkte des Objects entwirft, der zweite Spalt nicht einen Punkt, sondern eine kleine Linie übrig lässt, so sind die erhaltenen Bilder nicht scharf begrenzt, sondern vor allem die Begrenzungen parallel dem Spalte undeutlich und verwaschen und die feineren Einzelheiten der Bilder nicht zu erkennen. Endlich ist noch ein Vorschlag von Secchi zu erwähnen, der von Lockyer und Respighi ausgeführt worden ist. Er empfiehlt ein stark dispergirendes Amici'sches Prismensystem mit gerader Durchsicht vors Ocular eines Fernrohrs zu halten, das auf den zu betrachtenden Gegenstand eingestellt ist. Gegenstände, die nur einige homogene Farben aussenden, wie die Protuberanzen, erscheinen dann bei hinreichend starker Dispersion des Prismensystems in einzelnen getrennten, einfarbigen Bildern. Doch bleibt diese Art der Beobachtung der Protuberanzen nur bei Finsternissen anwendbar, da sie sonst das Spectrum der erleuchteten Luft überdeckt. Eine rein theoretische Arbeit über denselben

Gegenstand, die sich auf wesentlich andere Principien stützt, veröffentlicht Hr. Prof. Lorenzoni¹⁾ in den Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Venedig. Er empfiehlt die Herstellung eines Sonnenbildes durch Linsen mit sehr starker chromatischer Aberration. Solche Linsen, die er hyperchromatische nennt, wären nach seiner Rechnung aus zwei biconvexen Crown Glaslinsen und dazwischen befindlicher biconcaver Flintglaslinse zu erhalten. Auch andere Combinationen von je drei Linsen aus Flintglas und Crown Glas sind zur Erlangung starker chromatischer Aberration zu benutzen. Er berechnet ihre Krümmungen so, dass parallele Strahlen einer gewissen Brechbarkeit, für die er die der Linie *C* wählt, unabgelenkt hindurchgehen, während die von anderer Wellenlänge mehr oder weniger stark convergent oder divergent austreten. Bringt man eine solche Linse vor das Objectiv eines Fernrohrs, so entsteht in der Brennweite des Objectivs ein Sonnenbild aus Strahlen von der Brechbarkeit der Linie *C*. Die Bilder aus Licht anderer Brechbarkeit fallen auf andere, erheblich abweichende Stellen und erzeugen an der Stelle des Bildes von der Brechbarkeit *C* grosse Zerstreungskreise, die sich über jenes Bild ausbreiten. Sie sind in ihren einzelnen Punkten von um so geringerer Helligkeit, je grösser sie sind, d. h. je weiter ihr Vereinigungspunkt von dem der Strahlen von der Brechbarkeit *C* entfernt ist. Durch Anwendung mehrerer solcher hyperchromatischer Linsen kann man den Unterschied der Vereinigungsweiten für verschiedene Farben steigern. Eine experimentelle Ausführung hat dieser theoretische Vorschlag, so viel ich weiss, nicht erfahren, und, so weit ich sehe, würde man auf diesem Wege auch nur mehr oder weniger gefärbte Bilder erhalten, deren scharfe Begrenzung durch die, wenn auch schnelle, doch stetige Aenderung der Vereinigungsweiten mit der Farbe Beeinträchtigungen erfahren muss.

1) Lorenzoni, Atti del R. Istituto veneto di scienze. 3. Ser. IV. p. 1. 1874.

Fassen wir das zunächst Wünschenswerthe in der Verbesserung der angewandten Methoden zusammen, so wäre es eine Vergrösserung des auf einmal übersehenen Gesichtsfeldes im einfarbigen Lichte ohne erhebliche Einbusse an Helligkeit. Die ersten Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, waren darauf gerichtet, einen grössern Theil der Sonne auf einmal im einfarbigen Lichte übersehen zu können. Hr. Prof. Förster hatte die Güte, mir die Benutzung der Apparate der königlichen Sternwarte zu gestatten, mit deren grossem Refractor und einem eigens für die Sternwarte construirten Spectralapparate von Schmidt und Haensch von sehr starker Dispersion ich die ersten Beobachtungen anstellte. Der Spectralapparat konnte nach Entfernung des Oculars an die Ocularröhre des grossen Refractors angeschraubt und mit ihr in dem Objectivrohre des Fernrohrs um etwa einen halben Meter verschoben werden. Eine Klemmschraube mit Mikrometerbewegung ermöglichte die Feststellung und feinere Einstellung; durch passend angebrachte Gegengewichte konnte das Fernrohr auch mit dieser neuen erheblichen Mehrbelastung äquilibrirt werden. Ich wählte für die ersten Versuche den grossen Refractor, weil ich mit ihm der Bewegung der Sonne am leichtesten folgen konnte, und das gewährte mir für die ersten Einstellungen eine wesentliche Erleichterung. Ich verfuhr folgendermassen. Ich brachte vor den Spalt des Spectralapparates, in einer Messinghülse verschiebbar, eine Linse von etwa 3 cm Brennweite an und zog das Ocularrohr des Fernrohrs, an das der Spectralapparat angeschraubt war, so weit aus, dass der Spalt etwa 13 cm von dem Sonnenbild der Objectivlinse entfernt war. Die Linse von kleiner Brennweite, die am besten achromatisch zu wählen ist, wurde in eine solche Entfernung vom Spalte gebracht, dass sie mehrere Millimeter hinter demselben ein verkleinertes Bild des von der Objectivlinse des Fernrohrs entworfenen Sonnenbildes von etwa 4 cm Durchmesser entwarf. Die Einschaltung dieser kleinen Linse vergrössert das durch den

Spectralapparat hindurch übersehbare Gesichtsfeld. Von jedem Punkte des Objects entwerfen nun die Prismen desselben ein lineares Spectrum, das von der Objectivlinse des Beobachtungsfernrohrs im Innern desselben in verkleinertem Maasse wiedergegeben wird. Dort, wo diese Objectivlinse ein Spectrum des ersten Spaltes entwirft, ist nun im Beobachtungsfernrohr eine spaltförmige Blending angebracht, die je nach ihrer Breite nur einen kleinen Theil desselben hindurch lässt. Von dem linearen Spectrum, das einem Objectivpunkte entspricht, und das hinter diese spaltförmige Blending nach dem Ocular zu fällt, bleibt daher nur eine kleine Linie fast homogenen Lichtes übrig. Da indess jedem Objectpunkte eine kleine Linie entspricht, parallel der Länge des Spectrums, so sind die Begrenzungen der Objectbilder nicht vollkommen scharf, sondern vor allem die Begrenzungslinien parallel zum ersten Spalte durch diese kleinen Zerstreuungslinien verwaschen. Um diesen Mangel zu verringern, befestige ich unmittelbar hinter der Blending eine einfache planconvexe Linse von 4—5 cm Brennweite. Durch sie werden die Bildpunkte brechbareren Lichtes in grösserer Nähe zu ihr erzeugt, sodass die einem Objectpunkte entsprechende kleine Linie bei der Beobachtung mit einem Ocular senkrecht zur Fernrohraxe verkürzt erscheint. Die Linse wirkt wie das Collectivglas eines Huyghens'schen Oculars. Sie ist mit dem eigentlichen Ocular, letzteres gegen sie verschiebbar, in einer Messingröhre vereinigt, die unmittelbar an die spaltförmige Blending angeschraubt werden kann. Das von der Hülflinse entworfene Bild wird mit dem eigentlichen Ocular nach Art des Ramsden'schen betrachtet.

Die Einstellung des Apparates geschieht in folgender Weise. Zunächst wird das Ocular des grossen Refractors entfernt, der Spectralapparat in gewöhnlicher Form angeschraubt, und der Spalt so eingestellt, dass das Sonnenbild des Objectivs scharf begrenzt auf ihm entworfen wird. Dann wird das Ocular des Beobachtungsfernrohrs auf die spaltförmige Blending in ihm deutlich eingestellt und

beide zusammen so weit ausgezogen, dass man bei engem Spalte die Fraunhofer'schen Linien deutlich sah, zugleich mit den parallelen Rändern der Blendung und parallel zu ihnen. Dann wird der Spectralapparat abgenommen, die vorher beschriebene kleine Linse, um einige Millimeter weniger als ihre Brennweite vom Spalte entfernt, vor ihm eingeschaltet und das gewöhnliche Ocular durch das vorher beschriebene ersetzt. Es ist hierbei darauf zu achten, dass die Einstellungen des Spaltes und der spaltförmigen Blendung ungeändert bleiben, um die Reinheit der nicht abgeblendeten Farbe bei den späteren Beobachtungen zu bewahren. Nach diesen Vorbereitungen setzt man den Spectralapparat wieder ans Fernrohr, und zwar so, dass das Sonnenbild des Objectivs etwa 13 bis 14 cm vom Spalte entfernt ist. Das Ocular im Rohre vor der Blendung oder der gesammte Spectralapparat mit der Ocularröhre des grossen Refractors wird dann so weit ausgezogen, dass man den Sonnenrand scharf begrenzt sieht und zwar in der Farbe, die die Blendung des Beobachtungsfernrohrs hindurchlässt. Die Lage derselben im Spectrum kann an einem getheilten Kreise abgelesen werden, der die Drehungen des Beobachtungsfernrohrs angibt.

Nach einigen Vorversuchen an irdischen Objecten, die ich an einem Fernrohre mit kleinerer Brennweite und demselben Spectralapparate anstellte, gelangen mir folgende Sonnenbeobachtungen. Am 22. September 1878 sah ich bei der Beobachtung mit dem Spectralapparate und dem grossen Refractor bei Einstellung des Sonnenbildes auf den Spalt und Beobachtung mit dem Ocular in bekannter Weise über dem Spectrum des Sonnenrandes die hellen Wasserstofflinien und D_3 sehr deutlich. Bei Beobachtung nach der vorher beschriebenen Methode sah ich einen Theil des Sonnenrandes in schneller, züngelnder Bewegung und zwar in allen Farben. Während der Beobachtung überzog sich der Himmel mit Wolken, sodass ich die Beobachtungen abbrechen musste. Am 27. September sah ich, als ich in der üblichen Weise beobachtete, die

hellen Linien der Photo- und Chromosphäre kaum. Mit meiner Einrichtung sah ich einen Theil des Sonnenrandes und zwar sowohl senkrecht als parallel zum Spalte mitunter ganz scharf begrenzt, sonst in welliger, zitternder Bewegung. Der Himmel war bei dieser Beobachtung unbelüftet. Am 8. October sah ich nach gewöhnlicher Methode die hellen Linien *C* und *F* der Chromosphäre bei radialer und tangentialer Stellung des Spaltes sehr gut, *D*₃ war in beiden Stellungen nicht zu sehen. Mit meiner Einrichtung sah ich Theile des Sonnenrandes senkrecht und parallel zum Spalte scharf begrenzt.

Aus der Grösse der Krümmung schätzte ich den auf einmal übersehenen Theil des Sonnenrandes auf etwa ein Zehntel des ganzen Umfangs, bei Fernröhren von geringerer Brennweite als der sehr beträchtlichen (160 par. Zoll) des grossen Refractors der berliner Sternwarte würde man einen erheblich grössern Theil der Sonne auf einmal übersehen. Ich habe bei diesen Beobachtungen den Sonnenrand nicht systematisch abgesucht, um Protuberanzen zu entdecken, da es mir zunächst nur darauf ankam, die Brauchbarkeit der Methode zur Herstellung homogener Sonnenbilder zu prüfen.

Die Herstellung eines homogenen Sonnenbildes ist nun nicht nur zur Erkenntniss der physikalischen und chemischen Vorgänge auf der Sonne von Wichtigkeit, nicht nur ein Bedürfniss für die Astrophysik, auch die reine Astronomie hat ein Interesse an der Herstellung desselben. Ein homogenes Sonnenbild kann frei erhalten werden von den Bildern der gasigen, farbiges Licht aussendenden Umhüllungen, und das ist für die Bestimmung der Contacte eines an der Sonne vorüberziehenden Planeten mit dem Sonnenrande von Wichtigkeit. Doch dazu ist es vorthellhaft, die Beobachtungsmethode so einzurichten, dass man leicht auch ein homogenes Sonnenbild mit Fadennikrometer und Anwendung des Fernrohrs in gewohnter Weise beobachten kann. Das erlaubt die vorher beschriebene Methode nicht so leicht, und zu diesem Zwecke habe ich

daher eine andere Methode gefunden, die wesentlich einfacher als die vorher angegebene ist. Sie besteht in Folgendem. Vor das Ocular eines Fernrohrs befestige ich einen Spectralapparat mit Amici'schen Prismen, dessen Collimatorlinse eine sehr kurze Brennweite, etwa 3 cm, hat, dessen Ocular entfernt ist, und der statt dessen eine spaltförmige Blendung besitzt. Er wird mit seinem Spalte unmittelbar in die Blendung am Ocular des Fernrohrs eingeschraubt, und ist so eingestellt, dass auf der spaltförmigen Blendung in seinem Beobachtungsrohre ein Spectrum des ersten Spaltes entworfen wird. Bei dieser Anordnung entwirft die Collimatorlinse vom letzten Bilde des Fernrohrs ein Bild dicht vor der ersten Fläche der Prismen, dies wird durch die Prismen spectral zerlegt und durch die Objectivlinse des Beobachtungsrohres als Lupe betrachtet und zwar in der Farbe, die die spaltförmige Blendung vom Spectrum des ersten Spaltes frei lässt. Das Auge des Beobachters wird hierbei unmittelbar hinter diese Blendung gehalten. Da die Einstellung des Spectralapparates ungeändert bleiben muss, um die Reinheit des Spectrums zu erhalten, so kann man eine genaue Einstellung entweder durch passende Verschiebung des Oculars des Fernrohrs bewirken, oder, wenn man die Einstellung des letztern ungeändert lassen will, durch passend gewählte Linsen, die man unmittelbar vor die Blendung am Auge hält. Ich habe zu meinen Versuchen ein terrestrisches Fernrohr von etwa 50 mm Oeffnung benutzt; in Verbindung mit der vorher beschriebenen Einrichtung konnte ich entfernte irdische Objecte, wie die Ziegel eines Daches, in allen Einzelheiten mit dem Spectroteleskop in homogenem Lichte ebenso deutlich sehen, wie bei der Beobachtung mit dem Fernrohr allein, und der Apparat war lichtstark genug, um sie auch bei sehr trübem Wetter in den mittleren Farben des Spectrums gut sichtbar erscheinen zu lassen. Die bisherige Zusammenstellung dieses Spectroteleskops war nur eine provisorische; ich hoffe, Gelegenheit zu erhalten, es in

vollkommenerem Massstabe ausführen und dann weitere Mittheilungen und Beobachtungen mit demselben geben zu können.

Das Bild, welches das Fernrohr bei dieser Anordnung entwirft, und welches durch den angesetzten Apparat in ein einfarbiges verwandelt wird, kann auch ein Object selbst sein, und so kann ich diesen kleinen angesetzten Apparat auch allein benutzen, Bilder der Gegenstände in homogenem Lichte zu erhalten, er ist selbst ein Spectroteleskop. Zu beachten ist hierbei nur, dass man die genaue Einstellung durch besondere Linsen bewirken muss, die man unmittelbar vors Auge hält, da man die Theile des Spectroteleskops gegeneinander nicht verschieben darf, um nicht die Reinheit des Spectrums zu zerstören. In dieser Weise konnte ich das zarte Muster in weissen Fenstervorhängen in allen Einzelheiten in beliebigem homogenem Lichte deutlich erkennen. Mir scheint dieser kleine Apparat, der in seiner äussern Form vollkommen dem Fernrohre gleicht, von Wichtigkeit für die Physik. Er gestattet leicht, an Stelle des Fernrohrs gesetzt, die Beobachtungen in jeder Farbe des Spectrums anzustellen. Im Kohlrausch'schen Totalreflectometer statt des Fernrohrs angewandt, würde er bei Beleuchtung des den Schwefelkohlenstoff enthaltenden Gefässes mit weissem Lichte die Brechungsexponenten für jede Farbe des Spectrums zu bestimmen gestatten; in einem Goniometer mit Collimatorrohr, auf dessen Tischchen eine Krystallplatte zur Bestimmung der Axenwinkel aufgesetzt ist, würde er mit einem Nicol vorm Auge und vorm Spalte des Collimatorrohres die Axenwinkel für alle homogenen Farben ergeben, zwei für die Krystallographie sehr wichtige Anwendungen. In der physikalischen Optik würde er eine leichte Bestimmung der Reflexionsconstanten mit Benutzung der von mir¹⁾ angegebenen Methode gestatten; man befestige zu diesem Zwecke in der Focalebene der Collimatorlinse

1) *Glan, Wied. Ann.* 7. p. 328. 1879.

des Spectroteleskops ein Fadenkreuz und den Babinet'schen Compensator und einen Nicol mit Theilkreis vor der Blendung am Auge und setze diesen Apparat bei einem Goniometer an Stelle des Fernrohrs.

Endlich sei noch eine Anwendung erwähnt, die für die Saccharimetrie von Interesse ist. Bringt man in der Focalweite der Collimatorlinse des Spectroteleskops eine kreisförmige Blendung an, die zur Hälfte mit einer Quarzplatte bedeckt ist, wie beim Laurent'schen Saccharimeter und einen Nicol am Auge, ferner in einiger Entfernung ein Collimatorrohr mit einem Nicol vor seiner Oeffnung, so erhält man ein Saccharimeter für alle Farben. Stellt man das Spectroskop auf Blau ein, so würde man die Drehungen der zu untersuchenden Körper im blauen Lichte untersuchen können, während man sie sonst meist im weissen oder Natronlichte untersucht. Bei dem erheblich grösseren Drehungsvermögen der meisten Körper für blaues Licht würde somit dies Saccharimeter viel empfindlicher sein als die gebräuchlichen.

Ich behalte mir vor, seiner Zeit über die Ausführung der hier vorgeschlagenen Untersuchungsmethoden zu berichten.

Berlin, den 4. Januar 1880.

VIII. *Ueber eine neue einfache Art der Schlierenbeobachtung; von V. Dvořák.*

Die Toepler'sche Methode der Schlierenbeobachtung¹⁾ gibt wohl ausgezeichnete Resultate, aber sie ist von Umständen begleitet, welche ihre Verwendung erschweren. Abgesehen davon, dass der Schlierenapparat kostbar und complicirt ist, ist das Gesichtsfeld desselben ziemlich klein (beim Apparate Toepler's war der Durchmesser des Gesichtsfeldes = 11,5 cm); auch können nicht mehrere gleichzeitig die betreffenden Erscheinungen beobachten. In solchen

1) Toepler, Pogg. Ann. **131**. p. 33 u. 180. 1867.