© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber Lichtblendung und Absorptionsgrenzen von Schutzgläsern im Ultraviolett.

Von

Otto Hallauer.

(Vortrag in der Sitzung vom 5. Mai 1909.)

Aus eigenster Erfahrung ist Ihnen bekannt, dass sowohl natürliches wie auch künstliches Licht die Augen blenden kann. Es geschieht dies unter besonderen Umständen:

Licht haben wir nötig, um sehen zu können. Genauer betrachtet verdanken wir dem Lichte zwei Hauptvorgänge des Sehaktes. Es wirkt einerseits auf die Ausscheidung der Sehstoffe durch seinen Einfluss auf das Blut und den Säfteumlauf, andererseits bleicht es den in der Netzhaut vorkommenden Sehpurpur aus. Das Licht schafft also die Sehstoffe, um sie zu zerstören.

Soll das Auge keinen Schaden leiden, so müssen sich Verbrauch und Neubildung der Sehstoffe anpassen oder adaptiren. Man spricht in diesem Falle von Adaption des Auges an das Licht. Wird diese Adaption gestört, beispielsweise durch fehlenden oder ungenügenden Ersatz der Sehstoffe, so wird das Auge geblendet. Wir haben dann eine Erscheinung, wie wir sie in ein-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

fachster Form beobachten, wenn wir plötzlich aus einem dunkeln Raum in einen sehr hellen treten.

Vom Grade der Adaptionsstörung ist naturgemäss die Intensität der Blendung abhängig, und alle die entzündlichen Reizzustände, die sich auf Lichteinwirkungen hin am Sehorgan einstellen, fassen wir — wenn auch im weitern Sinne des Wortes — als *Blendungserscheinungen* auf.

Am bekanntesten ist die Blendung beim Hineinsehen in die Sonne. Betrachter von Sonnenfinsternissen, welche diese Beobachtungen ohne ein geeignetes Schutzglas machen, verbrennen sich dabei nach unserer Erfahrung die empfindlichste Stelle der Netzhaut, den sogenannten gelben Fleck. Solche Leute sehen im Fixierpunkte ihres Gesichtsfeldes stets eine graue oder dunkle Stelle, ein sogenanntes Skotom, das nur allmählich und durch Angewöhnung weniger empfindlich wird. Jede Sonnenfinsternis liefert eine Anzahl derartiger Erkrankungen.

Aber auch andere Lichtwirkungen, wie das Auftreten von Schneeblindheit auf Alpenwanderungen, die starken Augenentzündungen bei Kurzschluss, beim Regulieren elektrischer Bogenlampen, oder bei Schmelzarbeiten im Lichtbogen sind Blendungserscheinungen.

Als die Ursache aller dieser Störungen bezeichnete man bis vor relativ wenigen Jahren kurzerhand das in dieser oder jener Form einwirkende Licht, ohne sich Rechenschaft geben zu können, von welchen Bedingungen die dabei beobachteten Augenerkrankungen abhängig sein möchten.

Bahnbrechend wurden in dieser Frage die äusserst scharfsinnigen Arbeiten *Widmarks* (1 u. 2) Ende der 90er Jahre. Durch Trennung der das Lichtspectrum zusammensetzenden Strahlen und durch Studium der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Einwirkung derselben auf das Kaninchen-Auge schuf dieser Autor einen fundamentalen Boden. Durch *Widmark* und später durch *Ogneff* (2) erfuhren wir, dass es vor allem kurzwelligste und kurzwellige und im Ultraviolett liegende Strahlen sind, die je nach ihrer Menge die verschieden starken Augenentzündungen bei Lichteinwirkung verursachen. Mit Anwendung dieser Strahlen war es *Widmark* zudem direkt möglich, heftige Reizzustände der Lider, der Bindehaut, der Hornhaut, des Strahlenkörpers, ja sogar Trübungen der Linse zu erzeugen.

Diese Untersuchungen setzten *Schulek* (4), *Birch-Hirschfeld* (5) u. a. fort, und heute steht soviel fest, dass vom Lichtspectrum der verschiedenen Lichtquellen jede der drei Strahlengruppen, also die ultravioletten, die daran sich anschliessenden leuchtenden und die ultraroten ihre besondern Einflüsse auf das Auge ausüben. Nach dem Vorkommen und dem Zusammenwirken der einzelnen Arten in den verschiedenen Leuchtkörpern richtet sich demgemäss deren Schädlichkeit für das Auge. Am intensivsten wirken dabei die ultravioletten, weniger die leuchtenden und am wenigsten die ultraroten, sogenannten Wärmestrahlen.

Orientiren wir uns an einem Linienspectrum der Sonne kurz über die Lage dieser Strahlen, so finden wir die ultravioletten, nicht sichtbaren bei den kurzwelligsten, jenseits der H-Linie, zwischen 0—4000 A. E. Der äusserste Teil, etwa von 3500 A. E., wird dem Auge nur unter besondern Umständen (etwa bei Dämpfung der sichtbaren Strahlen oder bei Verlust der Linse) in lavendelgrauer Färbung sichtbar. Von 4000 A. E. ab reichen die leuchtenden, also violetten, blauen, grünen, gelben, roten und braunen Strahlen. Jenseits 8000 A. E. liegen die ultraroten, ebenfalls wieder unsichtbaren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Art der Einwirkung von Ultraviolett auf das Auge geben die interessanten Tierversuche von *Birch-Hirschfeld* ein anschauliches Bild, und es bestehen nach diesem Autor zwei markante Symptomenkomplexe:

Es zeigen sich *erstens* Veränderungen am *vordern Abschnitt des Auges*: Rötung und Schwellung der Lider, der Bindehaut bei schleimig eitriger Sekretion. Die Hornhaut wird dabei matt, gestichelt und leicht getrübt, die Iris füllt sich stärker mit Blut und in der Pupille tritt Exsudat auf. *Charakteristisch* ist für diese Gruppe das Auftreten der ersten entzündlichen Erscheinungen nicht unmittelbar nach der durchgemachten Lichteinwirkung, sondern erst nach einer mehrstündigen Latenzperiode.

Diese Ultraviolettreaktion, des vordern Augenabschnittes, wie sie *Birch-Hirschfeld* bezeichnet, erfolgt gesetzmässig. Sie ist zur Blendungsdauer und dem Gehalt an ultravioletten Strahlen direkt, zur Beleuchtungsdistanz dagegen indirekt proportional.

Die andere Ultraviolettreaktion besteht darin, dass die chromatische Substanz der Netzhautnervenzellen aufgelöst wird. (Chromatolytische Reaktion.) Bei Steigerung der Bestrahlungsintensität zeigt sich sogar Zellzerfall und aufsteigende Degeneration des Sehnerven.

Bringen wir diese am Tier gewonnenen Resultate in Vergleich mit den am Menschen beobachteten Lichtwirkungen, so konstatieren wir genau dieselben Ultraviolettreaktionen. In wechselnder Intensität beobachten wir sie bei der Schneeblindheit, bei der sogenannten elektrischen Augentzündung nach Regulierung von Bogenlampen, bei der Kurzschluss- und Blitzblendung, beim Arbeiten mit der Quecksilberdampflampe und in weit geringerem Masse und mehr als Cumulationswirkung bei intensivem elektrischem Licht, aber auch bei Auer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und Acetylenbeleuchtung. *Es handelt sich hier in der Hauptsache um eine Ultraviolettreaktion des vordern Augenabschnittes.* Nur ausnahmsweise machen sich Lädierungen der Netzhaut (wie Rotsehen, Farbensinnstörungen, Herabsetzung des Sehvermögens u. s. w.) geltend.

Das Auftreten von *Lichtschädigungen durch die modernen Lichtquellen* wird verständlich, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die Zusammensetzung des künstlichen Lichtes im Laufe der letzten Jahrzehnte sich wesentlich geändert hat. Dem Bedürfnis des Publikums nach einer immer hellern und seiner Meinung nach bessern Beleuchtung, suchte man durch stete Steigerungen der Temperaturen gerecht zu werden. Man machte dabei ungefähr dasselbe Experiment, wie wir es bei der Erhitzung eines Eisenstabes sehen. In den anfänglichen Temperaturgraden wird dieser zuerst warm und heiss, allmählich rotglühend und erstrahlt zuletzt in blendender Weissglut. Mit einer steten Temperatursteigerung werden also auch die warmen oder ultraroten Strahlen in leuchtende verwandelt und zur Lichterzeugung herangezogen. Ein nach diesem Prinzip erzeugtes Licht bedingt jedoch naturgemäss eine stärkere Verschiebung des Lichtspectrums nach dem Ultraviolett und eine damit Hand in Hand gehende vermehrte Ultraviolettreaktion.

Von der Sonne, als dem intensivsten Lichtkörper müssten wir nun folgerichtig auch die stärkste Ultraviolettreaktion auf das Auge erwarten. Wir erfahren hier aber die merkwürdige Tatsache, dass eine solche nur unter besondern Umständen und relativ selten eintritt, etwa bei Wanderungen über Schnee im Hochgebirge. In der Tiefe fehlt eine Ultraviolettreaktion für das Auge fast ganz. Das Sonnenlicht der Tiefe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

muss somit anders zusammengesetzt sein als in der Höhe, wo wir eine deutliche Ultraviolettwirkung in Form der Schneeblindheit, gelegentlich auch als Rotsehen oder Erythropsie kennen.

Dieser Unterschied trifft nun wirklich zu. Es versieht auf dem langen Wege der Sonnenstrahlen bis in unsere Tiefen die Atmosphäre die Rolle eines eigentlichen Ultraviolettfilters. Wir haben hier sozusagen ein von der Natur eingeleitetes Experiment mit vorwiegend leuchtenden Strahlen, und jene scharf umschriebenen Verbrennungsherde der Netzhaut bei der Sonnenblendung sind von leuchtenden Strahlen verursacht. Diese genau lokalisierte Netzhautveränderung unterscheidet sich also wohl von dem diffusen Charakter der Ultraviolettblendung.

Immerhin ist hier gleich zu betonen, dass in der Wirkung der leuchtenden und der ultravioletten Strahlen nicht immer solche scharfen Grenzen zu ziehen sind. Wir kennen überdies ja auch morphologische Vorgänge (beispielsweise das Ausbleichen des Sehpurpurs, die Stäbchen- und Zapfencontraction, die Pigmentwanderung) welche durch beide Strahlenarten für sich ausgelöst werden. Bei ausgedehnten Netzhautläsionen durch Licht ist darum wohl auch eine kombinierte Einwirkung anzunehmen.

Von den leuchtenden Strahlen habe ich ergänzend noch anzuführen, dass den *violetten* und *blauen* Strahlen eine speziell *blendende* Wirkung zukommt. Die ultraroten Strahlen zeichnen sich durch eine mehr oder weniger starke Bindehautreizung aus, wodurch sie gelegentlich das Blendungsgefühl verstärken.

Bevor ich nun auf die Frage eintrete, in welcher Weise unsere Augen vor den sie zweifellos schädigenden Lichtstrahlen bewahrt werden können, ist noch kurz zu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erfahren, wie weit das Sehorgan von sich aus gegen Licht geschützt ist.

Allgemein bedingen bereits die Einbettung des Augapfels in die knöcherne Orbita, im Weitern die Lider, der Pigmentgehalt der Iris und der Aderhaut, die Contraction der Pupille eine gewisse Abhaltung von Licht. Genauere Anhaltspunkte geben uns in dieser Frage namentlich auch die spectrographischen Untersuchungen von *Schanz und Stockhausen* (6) an ausgeschnittenen Augen. Nach diesen Autoren werden Lichtstrahlen von 0—3000 A. E. von den äussern Augenteilen, wie Lider, Bindehaut und *Horn*haut ganz absorbiert. (Auf Rechnung dieser Gruppe hätten wir also speziell die äussern Augenreizungen, Lid- und Bindehautschwellung, *Hornhautentzündung* zu setzen.) Die Strahlen von 3000—3500 A. E. dagegen dringen in das Auge hinein und werden von der Linse aufgehalten. Auf die Netzhaut selbst gelangen von den ultravioletten Strahlen als solche somit nur diejenigen von 3500 A. E. an und die sichtbaren etwa bis zu 7600 A. E.

Eine ganz wichtige Rolle spielt, wie wir sehen, hier die Linse. Sie absorbiert einen Hauptteil der kurzwelligen Strahlen. Bei diesem Vorgang tritt eine eigentümliche Fluorescenzerscheinung auf und wir erkennen darin nach der Stokes'schen Regel eine Umwandlung der kurzwelligen Strahlen in unschädliche, langwellige. Die Linse wird in diesem Prozess — analog der Atmosphäre — zu einem eigentlichen Ultraviolettfilter, damit zu einem Schutzorgan für die tieferliegende lichtempfindliche Netzhaut.

Diese der Linse innewohnende Absorptionskraft ist aber, wie *Schanz und Stockhausen* (7) fanden, zeitlich begrenzt. Nach diesen Forschern sind am Ende von mehreren Stunden alle diese Schutzstoffe der Linse auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gebraucht [1]) und den bis jetzt aufgehaltenen Strahlen der Weg zu den tiefern Augenpartien freigegeben.

Mit der Stärke der Absorption eines Gewebes steht im weitern die Einwirkungsmöglichkeit der absorbierten Strahlen im engsten Zusammenhang und wir kommen zu der eminent wichtigen Frage: Sind Linsentrübungen, also Anfänge von grauem Staar, vielleicht als Folgeerscheinungen derart zurückgehaltenen oder durchgelassenen Lichtes zu bezeichnen?

Tatsächlich sind in der Literatur zahlreiche Fälle von Staarbildung niedergelegt nach Blitzschlag und Kurzschlussverbrennung, bei Glasbläsern, bei Feuerarbeitern, Schmieden u. s. w. Auch experimentell gelang es *Hess* (8), mit ultraviolettem Licht degenerativen Zerfall des Kapselepithels der Linse zu erzeugen und *Widmark* erzielte, wie wir bereits wissen, mit solchem Lichte wirkliche Linsentrübungen.

Mit *Birch-Hirschfeld* (9) ist aber wohl anzunehmen, dass für die Bildung eines Staares nach Blitz- und Kurzschlussverbrennung vorwiegend die direkte Einwirkung des elektrischen Stromes und nicht eine Blendung als ursächliches Moment besteht. Denn in Fällen reiner Blitz- und Kurzschlussblendung kommt es nie zu Linsentrübungen.

Wie weit beim Altersstaar und dem Glasbläserstaar Lichtstrahlen kürzerer oder längerer Wellenlänge beteiligt sind, ist mit Sicherheit noch nicht abgeklärt. Eine Einwirkung von Ultraviolett ist denkbar und nicht von der Hand zu weisen.

---

[1]) Dies trifft, wie zahlreiche spectrographische Untersuchungen zeigen, die ich inzwischen an ausgeschnittenen Linsen vornehmen konnte, indessen nicht zu. Ich werde anderorts und nach Abschluss dieser Arbeiten hierauf noch genauer eintreten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Angesichts dieser Tatsachen und Erhebungen ist nun zu erwägen: *Wie können wir den verderblichen Lichteinflüssen begegnen und den unzulänglichen Lichtschutzapparat des Auges unterstützen?*

Die Lösung dieses Problems ist gerade in neuerer Zeit verschiedentlich versucht worden. Ein naheliegendes Mittel war das Glas. Man glaubte anfänglich, dass das Glas als solches kraft seiner chemischen Zusammensetzung genügen würde zur Abhaltung aller kurzwelligen Strahlen. Die Erfahrung lehrte jedoch, dass gläserne und selbst gefärbte Schutzbrillen, sowie die gläsernen Schutzhüllen unserer Beleuchtungskörper gegen Ultraviolett nicht ausreichenden Schutz bieten.

Schon *Schulek* hatte dies bereits im Jahre 1900 bei seinen spectrographischen Arbeiten erkannt und deshalb Kammerbrillen angegeben, die mit Nitrobenzol in Alkohol oder Triphenylmethan in Xylol gefüllt waren. In die Praxis fanden diese teuren und relativ komplizierten Brillen aber keinen Eingang.

Von der hiesigen ophthalmologischen Klinik wurden durch *Stärkle* (10) vor einigen Jahren die gelben, schon 1881 eingeführten Fieuzalgläser auf Grund von Belichtungsversuchen auf's neue empfohlen.

Wie weit durch Brillengläser in hellen und farbigen Tönen und bei verschiedenen Lichtarten eine Absorption des durchfallenden Lichtes statthaben möchte, suchte ich in einer frühern Untersuchung auf photochemischem Wege zu ermitteln. (11) Ich verwendete für diese Versuche das äusserordentlich empfindliche amerikanische Veloxpapier, das wie photographische Platten behandelt und fixiert werden konnte. Alle diese Gläser wurden in der Dunkelkammer auf solches Papier gelegt und daselbst den verschiedenen Beleuchtungsarten ausgesetzt. Der Schwärzungsgrad der von den Gläsern bedeckt ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wesenen Stellen erlaubte für die Durchlässigkeit der Gläser einen gewissen qualitativen Schluss.

An Hand dieser Tafeln konnte ermittelt werden:

1. dass ungefärbte Gläser, selbst mit üblichem Bleigehalt (45 %), sehr viele von den sogenannten „chemisch wirkenden" (also ultravioletten, blauen und violetten) Strahlen vollständig durchlassen;
2. dass die gebräuchlichen blauen und rauchfarbigen Schutzgläser nicht oder wenig mehr dämpfen, als gewöhnliches Glas;
3. dass gelbe Gläser dagegen eine bessere Absorption zeigen;
4. dass hier bei allen Beleuchtungsgraden rote, dunkelgrüne und namentlich graugrüne, erst bei diesen Untersuchungen ermittelte Gläser stark absorbieren. Speziell die grau-grünen zeigen dabei eine fast ungeschwächte Durchsicht und schienen mir infolge dessen zur Abhaltung von Licht verschiedenster Provenienz besonders geeignet.

In den letzten 1½ Jahren sind nun eine ganze Reihe Gläser gegen Ultraviolett empfohlen worden. So von *Dr. Vogt* (12) in Aarau ein durch die Firma *Schott & Gen.* in Jena hergestellter Schwerflint vom Typus 0,198, der bei relativer Farblosigkeit von der H.-Linie ab alles Ultraviolett absorbieren sollte. Im Weitern von *Dr. Gonin* (13) in Lausanne ein rotbraunes Glas, von der Firma *Rodenstock* (14) in München ein gelb-grünes (Enixanthos), von *Schanz & Stockhausen* (15 u. 16) in Dresden das sogenannte Euphosglas.

Bei dieser Hochflut der innert kürzester Frist auf dem Glasmarkt — wenn ich so sagen darf — erschienenen Schutzgläser, interessierte mich vor allem die Frage, *wie weit alle diese neuesten Fabrikate einer genauen*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

spectrographischen Untersuchung standhalten möchten. Eine eingehende Feststellung der Absorptionsgrenzen im ultravioletten und leuchtenden Teil des Spectrums schien mir auch deshalb wichtig, weil damit allein die Nützlichkeit und Brauchbarkeit solcher Gläser dokumentiert wird.

Von der *Firma Karl Zeiss* in Jena war mir für diese Zwecke ein besonders geeignetes Instrument, ein sogenannter Pulfrich'scher Quarzspectograph in zuvorkommendster Weise überlassen worden. Sie sehen das Instrument hier aufgestellt, und Herr Dr. Zickendraht, mit dem ich diese Untersuchungen gemeinsam ausführte, wird die Freundlichkeit haben, Ihnen den Apparat später eingehend zu erklären.

Ich erwähne hier nur kurz, dass am Quarzspectrographen in unserm Falle ein Fe-Bogen von 50 Volt Klemmenspannung und 5 Ampères Stromstärke in sein Spectrum zerlegt und photographiert wird. In gleicher Weise wird dasselbe Licht aufgenommen, nachdem es das zu prüfende Glas passiert hat. Die Verwendung des Fe-Bogens erweist sich für solche Untersuchungen besonders günstig, weil sein Spectrum sehr weit in das Ultraviolett reicht und weil der Linienreichtum des Eisenspectrums sehr genaue Messungen der Absorptionsbänder gestattet.

Auf Fig. 1 (Tafel V, Spalt 1/40, Platte 23) sehen Sie nun das *Vergleichsspectrum des Eisenbogens.* Sie erhalten im weitern Auskunft über die Absorption von *gewöhnlichem Glas* und zwar in verschiedenen Expositionszeiten von 1—9 Minuten. Die letzte noch photographierbare Linie bei 2895 A. E. tritt bei diesen Spectren bereits bei 4 Minuten auf und diese Zeit genügt deshalb zur Erreichung der letzten Wellenlänge.

Fig. 2 (Tafel V, Platte 21, Exposition 1 Min., äusserstes also nicht erschöpft) gibt Ihnen die Absorptionen von:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Fe-Bogen.)

gewöhnlichem Glas bis zu	2950	A. E.	
Bleiglas	3050	„	
Glas von Dr. Gonin	3300	„	
Schwerflint 0,198 Schott	3400	„	
Enixanthos	3800	„	Bande v. 3400—3100
Euphosgrün	3900	„	
Euphosgrau	3900	„	
Glas Nr. 64.	4200	„	

Wir erkennen hieraus, dass der für ein gutes Schutzglas wünschbaren Absorptionsnorm (4500 A. E.) nur die Euphosgläser mit einer Absorption bis zu 3900 A. E. und das von mir angegebene graugrüne Glas Nr. 64 mit einer Absorption bis zu 4200 A. E. nahekommen.

Die nächste Fig. 3 (Tafel VI, Platte 22) zeigt Ihnen eine Zusammenstellung aller bis jetzt überhaupt empfohlenen Schutzgläser. Zu oberst finden Sie wieder das Spectrum des Fe-Bogen.

Blaues Glas absorbiert bis zu	3000	A. E.,	also wenig mehr als gewöhnl. Glas
Rauch	3250	„	
Fieuzalgelb	3750	„	
Enixanthos	3800	„	Bande 3400 bis 3100.
Glas Nr. 64	4200	„	
Euphosgrün	3900	„	
Schwerflint Schott 0,198	3400	„	
Glas von Dr. Gonin	3300	„	
Euphosgrau	3900	„	

Neben der Absorption von Ultraviolett dämpft die benachbarten violetten und blauen, also die blendenden leuchtenden Strahlen am besten — aber ohne pro domo zu reden — Glas Nr. 64. In zweiter Linie folgen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Euphosgrau und Euphosgrün, dann Fieuzalgelb. Alle übrigen Gläser bleiben, wie Sie sehen, weit hinter den aufgestellten Anforderungen zurück und eignen sich deshalb nicht als Schutzgläser.

Von Bedeutung sind für die gute Absorption eines Glases seine Farbentönung, sowie seine Dicke. Es beweist Ihnen dies besonders deutlich Fig. 4 (Tafel VI, Platte 43.)

Nr. 65, 64, 63, 62, sind die Nüancen meiner angegebenen Gläser in den Dicken von 3, 2, 1 m/m. Die dunkelsten brauchbaren Tönungen, also Nr. 65 und 64 erfahren an Absorptionskraft selbst in der Schichtdicke von 1 m/m relativ nur einen geringen Verlust, die hellern jedoch bedeutend mehr. So verliert Nr. 65 bei einer Reduktion von 3—1 m/m 112 A. E., Glas Nr. 62 dagegen, als hellste Nüance, unter denselben Bedingungen, bereits 421 A. E., also fast das Vierfache. Für praktische Zwecke eignen sich am besten die Nr. 64 und 65. Diese beiden Gläser bieten reichlichsten Schutz gegen Blendung stärkster Lichtquellen und können somit mit gutem Gewissen für gesunde, namentlich aber für kranke Augen empfohlen werden.

Zum Schlusse meiner Arbeit möchte ich Herrn Prof. Aug. Hagenbach für die liebenswürdige Ueberlassung des physikalischen Laboratoriums meinen verbindlichsten Dank aussprechen. —

Literatur.

1. *Widmark, E. J.* Ueber den Einfluss des Lichtes auf die vorderen Medien des Auges. Skandinav'sches Archiv f. Physiologie, Bd. 1, 1889 u. Beiträge zur Ophthalmol. 1891.
2. *Derselbe.* Ueber die Durchdringlichkeit der Augenmedien für ultraviolette Strahlen. Skandinav. Archiv f. Physiol. Bd. 1. 1891.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

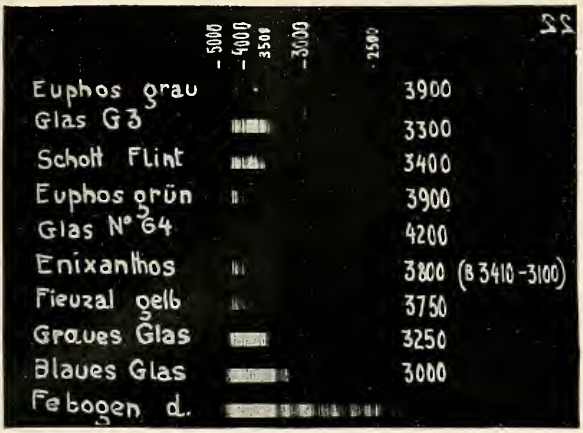
3. *Ogneff.* Einige Bemerkungen über die Wirkung des elektrischen Bogenlichtes auf die Gewebe des Auges. Pflüger's Archiv f. d. g. Physiol. 63, 1896.
4. *Schulek.* Schutzbrillen gegen Ultraviolett auf Grund photologischer Studien. Ungarische Beiträge zur Augenheilkunde 1900. II. Bd.
5. *Birch-Hirschfeld.* Die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf das Auge. Archiv f. Ophthalmologie, LVIII. Bd. 3. Heft.
6. *Schanz & Stockhausen.* Ueber die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf das Auge. Archiv f. Ophthalmologie, LXIX. Bd. 3. Heft.
7. *Dieselben.* Bericht der Ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg 1908 pag. 194.
8. *Hess.* Pathologie der Linse, Handbuch von *Graefe-Sämisch.*
9. *Birch-Hirschfeld.* Zur Beurteilung der Schädigung des Auges durch kurzwelliges Licht. Zeitschrift f. Augenheilk. Bd. XXI. Heft 5.
10. *Staerkle.* Ueber die Schädlichkeit moderner Lichtquellen auf das Auge und deren Verhütung. Archiv f. Augenheilkunde L. Bd. Heft 2.
11. *Hallauer.* Einige Gesichtspunkte über die Wahl des Brillenglasmaterials. Bericht der ophthalmologischen Gesellschaft. Heidelberg 1907.
12. *Vogt.* Erkrankungen des Auges durch die ultravioletten Strahlen greller Lichtquellen und Schutz gegen dieselben durch ein neues, in dünnen Schichten farbloses Glasmaterial. Archiv f. Augenheilk. LX. Bd. Heft 2/3 1908.
13. *Gonin.* Für Reise und Wanderung. Beilage der Voss. Zeitung 1908 und Intern. Ophth. Kongress Neapel. Bericht von Axenfeld 1909.
14. Prospekt der Firma Rodenstock, München.
15. *Schanz & Stockhausen.* Wie schützen wir unsere Augen vor der Einwirkung der ultravioletten Strahlen unserer künstlichen Lichtquellen? 79. Vers. deutsch. Naturforscher und Aerztet Dresden 1907.
16. Intern. Ophthalmol. Kongress Neapel, April 1909. Bericht von Axenfeld.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

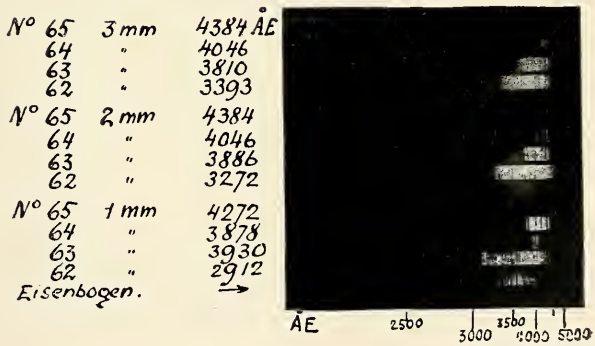
Fig. 1. (Platte 23.)

Fig. 2. (Platte 21.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



(Fig. 3. Platte 22.)



(Fig. 4. Platte 43.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 20_1910

Autor(en)/Author(s): Hallauer Otto

Artikel/Article: Ueber Lichtblendung und Absorptionsgrenzen von Sohutzgläsern im Ultraviolett 196-209