

Experimentelles über Erythropsie bei Aphakischen*.

Von

Dr. Wilhelm Stahel.

I. Historisches.

Schon lange bevor sich die Wissenschaft mit dem Studium der Erythropsie befaßte, war diese eigenartige Farbempfindung einzelnen bekannt. Damals aber betrachtete man das Rotsehen als etwas Geheimnisvolles, oft auch als böses Vorzeichen kommender blutiger Ereignisse, und man sprach dann oft nicht mehr von Rotsehen, sondern von „Blutsehen“. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts begann die wissenschaftliche Erforschung der Erythropsie.

1879 berichtete *Galezowski*¹ über 2 Fälle von Rotsehen nach Kataraktoperation, 1883 *Hirschler*² über solche durch übermäßige Blendung. Diese beiden Ursachen kehren auch in den meisten späteren Arbeiten bis zur Gegenwart über Erythropsie wieder; dabei war die übermäßige Blendung zum Teil verursacht durch Aphakie oder durch ein Iriskolobom oder beides zusammen, zum Teil durch Mydriase oder durch Aufenthalt im Hoehgebirge auf Schneeflächen.

In der ersten *experimentellen* Arbeit fand *Dobrowolski*³, daß die Erythropsie als negatives Nachbild der Strahlen aufzufassen sei; die von einer beleuchteten Fläche ins Auge gelangen, während *Purtscher*⁴ sie durch Ultraviolett glaubte erklären zu müssen.

Eine Reihe anderer Autoren dagegen beschrieb Erythropsie, die wahrscheinlich zentralen Ursprungs war; so z. B. in der Aura des epileptischen Anfalles, bei religiösem Wahnsinn, bei Hysterie und Hysterieepilepsie, bei Fieber usw.

Die Resultate der grundlegenden experimentellen Arbeit von *Fuchs*⁵ (1896) lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Erythropsie läßt sich nicht nur im Gebirge, sondern auch in der Ebene experimentell durch Sonnenlicht am normalen und am aphakischen Auge hervorrufen. Damit sie auftritt, muß mehr Licht als gewöhnlich die Netzhaut treffen. Zur Beobachtung ist ein Raum mit herabgesetzter Beleuchtung erforderlich. Die Erythropsie ist unabhängig von der Farbe des einwirkenden Lichtes. Aus der Tatsache, daß sie im Gebirge und am aphakischen Auge leichter auftritt, glaubte er schließen zu müssen, Ultraviolett spiele bei der Erzeugung eine wesentliche Rolle. Bei denselben Versuchen beobachtete *Fuchs* auch rote Blendungsnachbilder, die sich in ihrem Verlauf nicht von der durch Sonnenlicht erzeugten Erythropsie unterschieden, faßte diese aber nicht als Erythropsie auf,

* Unter Erythropsie ist hier die Blendungserythropsie verstanden. Auf andere Formen der Erythropsie (z. B. die Erythropsie der Aura epileptica) wird nicht eingetreten.

da bei den Blendungsnachbildern im Zentrum das Rotsehen bedeutend intensiver war als bei Erythropisie. Immerhin vermutete er als Grundlage beider Erscheinungen das Sichtbarwerden des Sehpurpurs.

*Snellen*⁶, *Koster*⁷ und *Pino*⁸ suchten als Erklärung der Erythropisie die lichtfiltrierende Wirkung des Blutes im Gewebe der Lider, in den Ciliarfortsätzen oder in der Netzhaut heranzuziehen.

1904 zog *Birch-Hirschfeld*⁹ aus der Beobachtung von Erythropisie bei Aphakischen und bei Ophthalmia electrica, sowie aus der Seltenheit dieser Erscheinung bei Sonnenblendung normaler Augen den Schluß, die Ursache der Erythropisie sei *allein* das kurzwellige Licht, hauptsächlich Ultraviolett.

*Vogt*¹⁰ führte 1907 mit Tageslicht Blendungsversuche am normalen ungeschützten und am normalen, durch eine von ihm angegebene Schwerflintbrille vor Ultraviolett vollkommen geschützten Auge aus (Schwerflint 4032, *Schott* und *Genossen*¹¹) und erhielt in beiden Fällen gleich starke und gleich lange anhaltende Erythropisie. Zur besseren Wahrnehmung auch geringerer Grade von Erythropisie wurde das zweite Auge vor Blendung geschützt und nachher als Kontrollauge verwendet.

Die so hervorgerufene Erythropisie unterschied sich nur in ihrer Dauer und Intensität von der durch *Fuchs* nach Schneeblendung beobachteten. Sie trat auch dann auf, wenn im schwach beleuchteten Raum, der zur Beobachtung der Erythropisie diente, alle roten Strahlen ausgeschaltet waren¹², womit die Theorie von *Fuchs*, Erythropisie sei das Sehen des eigenen Sehpurpurs, widerlegt war.

Ferner konnte *Vogt* zeigen, daß die Erythropisie die Rotphase des Blendungsnachbildes einer weißen Fläche sei¹², und daß sie sich durch blaugrünes Licht am leichtesten hervorrufen lasse. Durch Steigerung der Einwirkungsdauer und der Lichtintensität der beleuchteten weißen Fläche gelang es ihm nämlich, die Rotphase des Blendungsnachbildes dieser weißen Fläche sukzessive in Erythropisie überzuführen, wie sie nach Schneeblendung beobachtet wird. Damit war die Erklärung gegeben, warum Ultraviolett keine Erythropisie hervorrufen könne; eine unsichtbare Strahlung vermag nie Blendungsnachbilder hervorzurufen.

*Birch-Hirschfeld*¹³ hielt an seiner Ansicht fest, Ultraviolett sei die alleinige oder doch die Hauptursache der Erythropisie, da er mit dem Licht einer Uviollampe diese Erscheinung habe hervorrufen können, nicht aber mit gewöhnlichem Licht bei Schutz der Augen durch eine farblose Brille, welche Ultraviolett abgehalten habe, und da Aphakische, deren Netzhaut den ultravioletten Strahlen besonders ausgesetzt sei, häufiger Erythropisie zeigten.

*Wydlar*¹⁴ untersuchte 1912 unter Leitung *Vogts* vor allem den Einfluß der Helligkeit von primärem und reagierendem Licht und der Dauer der Blendung auf Verhalten und Ablauf der Rotphase des Nachbildes. Er bestimmte die Lichtintensitäten mit dem *Weberschen* Photometer,

chronometrierte die Blendungszeiten und die Dauer der Erythropisie und bediente sich zur genauen Beobachtung des nichtgeblendeten zweiten Auges als Kontrollauge. Seine Versuche mit künstlichem Licht, Wolkenlicht und von weißen Flächen reflektiertem Licht ergaben (zum Teil als Bestätigung früherer Beobachtungen *Vogts*): Verlängerung der Fixationsdauer, Steigerung der Intensität des primären und Herabsetzung der Intensität des reagierenden Lichts verlängern und verstärken die Erythropisie. Künstliche Mydriasis wirkt in gleichem Sinn. Bei Ausschaltung des Ultravioletts aus dem Blendungslicht mittels Schwerflintbrille läßt sich Erythropisie mit Leichtigkeit hervorrufen. Ultraviolett mit etwas Violett allein erzeugt nie Erythropisie, sondern nur ein schwaches, gelbliches Nachbild. Der blaugrüne und gelbgrüne Teil des Spektrums, als Blendungslicht benützt, erzeugt intensive Erythropisie, alle anderen Teile des Spektrums vermögen keine Erythropisie hervorzurufen (eine schon von *Fuchs* mitgeteilte Beobachtung). Erythropisie entsteht auch bei Ausschaltung von Rot aus dem reagierenden Licht; sie beruht also nicht auf dem Sehen des eigenen Sehpurpurs, wie *Fuchs* annahm (eine von *Vogt* erstmals bewiesene Tatsache). In einem Teil der Fälle von Erythropisie kann ein zentraler gelber Fleck beobachtet werden, der als spätere Phase des Nachbildes infolge der stärkeren Blendung im Zentrum aufzufassen ist. (Das Rot der Peripherie geht später jeweilen auch in Gelb über.) Erythropisie ist also kein besonderer physiologischer oder pathologischer Vorgang, sondern die Rotphase des Blendungsnachbildes, wie *Vogt* als erster angab.

In einer letzten Arbeit über Erythropisie versuchte *Vogt*¹⁵ mit sehr intensivem reinem Ultraviolett einer Starkstrombogenlampe mit *Lehmannschem* Filter Erythropisie zu erzeugen; sie ließ sich aber nie nachweisen, auch wenn das zweite Auge nicht geblendet und als Kontrollauge benutzt wurde. Mit dem grünen Licht derselben Lichtquelle dagegen, unter Ausschaltung aller anderen Strahlen, ließ sich wieder mit Leichtigkeit bei allen Versuchspersonen Erythropisie erzeugen, so daß *Vogt* das grüne Licht als unentbehrlich zum Hervorrufen von Erythropisie ansprach. Ebenso wenig trat bei 5 Aphakischen Erythropisie auf nach Bestrahlung mit Ultraviolett, ja nicht einmal bei 2 besonders von Erythropisie belästigten Aphakischen konnte diese durch Ultraviolett hervorgerufen werden, in allen Fällen dagegen durch grünes Licht.

Die immer wieder als Beweis für die ursächliche Bedeutung des Ultravioletts bei Erythropisie hervorgehobene besondere Erythropisiebereitschaft Aphakischer erklärt *Vogt* folgendermaßen: Die Netzhaut des Kataraktauges befindet sich in einem ständigen Zustand der Dunkeladaptation und außerdem besonderer Empfindlichkeit für Grün und Blau, da die Katarakt einen Teil des auffallenden Lichtes reflektiert (grauweiße Pupille) und Grün und Blau weitgehend absorbiert (Kataraktlinsen erscheinen im durchfallenden Licht gelb, da die Komplementärfarben Blau und Grün absorbiert werden). Auch beim Normalen liegt

die maximale Empfindlichkeit der Netzhautzapfen im Gelbgrün (nach *Lummer*¹⁶ bei etwa $560 \mu\mu$). Endlich ist in vielen Fällen von Aphakie die Pupille größer und verengerungsunfähig infolge des Iriskoloboms, so daß Blendung viel eher möglich ist. Sowohl beim Aphakischen wie beim Normalen kann also Erythropsie auftreten, wenn die notwendigen Bedingungen, Blendung durch grelles Licht und ein zweites normales Kontrollauge, vorhanden sind.

Durch die Arbeiten von *Vogt* und *Wylder* war die Bedeutungslosigkeit des Ultravioletts für die Erythropsie erwiesen. Trotzdem behauptete *Gualdi*¹⁷ von neuem (1930), daß die ultravioletten Strahlen die Hauptrolle beim Auftreten dieser Erscheinung spielten, und zwar auf Grund folgender Versuche:

Vom Licht einer Bogenlampe wurden benutzt: Sichtbares Licht ohne Ultraviolett, sichtbares Licht und Ultraviolett, nur Ultraviolett bis $280 \mu\mu$, blauviolett Licht von $450-397 \mu\mu$ ohne Ultraviolett, endlich rotfreies Licht ohne Ultraviolett.

Zur Untersuchung kamen 7 linsenhaltige Augen, von denen nur eines mit besonderer Disposition nur durch Ultraviolett Erythropsie bekam, und 4 aphakische Augen, von denen nur 2 disponierte nach Blendung nur mit Ultraviolett und Violett, wie sie im Sonnenspektrum vorkommen, Erythropsie bemerkten, nie nach Blendung mit anderem Licht.

Als wichtigste, aber nicht notwendige Bedingung für das Auftreten der Erythropsie betrachtete *Gualdi* die Pupillenerweiterung und die Aphakie.

Gualdi lehnte also auch die von *Fuchs* und seinen Mitarbeitern beobachtete Erythropsie als „unechte Blendungserythropsie“ ab, die mit derjenigen der Aphakischen nichts zu tun habe.

II. Eigene Untersuchungen.

Wie aus der kurz wiedergegebenen Arbeit *Gualdis*¹⁷ hervorgeht, gelangte derselbe zum Schluß, daß die Erythropsie sowohl bei Leuten mit normalen Augen als auch bei Aphakischen ausschließlich und einzig durch die ultravioletten Strahlen hervorgerufen werde, und daß die von *Vogt* beschriebene Erythropsie mit echter Blendungserythropsie nichts zu tun habe.

Nun war es aber *Vogt*¹⁰ und *Wylder*¹⁴ gelungen, bei ihren Versuchspersonen mit normalen Augen trotz Ausschaltung sämtlicher ultravioletter Strahlen im Blendungslicht typische Erythropsie zu erzeugen. Zweitens bekamen Aphakische und zur Erythropsie disponierte Aphakische, die *Vogt*¹⁵ mit reinem, hochkonzentriertem Ultraviolett bestrahlte, wie es *Gualdi* gar nicht zur Verfügung stand, keine Spur von Rotsehen, weder unmittelbar nach der Bestrahlung, noch, was *Gualdi* übersieht, später, sondern es traten nur gelbliche Nachbildphasen auf.

Es handelt sich also im wesentlichen darum, zu untersuchen, ob Aphakische, die nach Blendung mit Tageslicht typische Erythropsie

bekommen, nach Ausschaltung sämtlicher ultravioletter Strahlen aus dem Blendungslicht erythrop werden oder nicht. Wenn es gelingt, trotz Ausschaltung sämtlicher Ultraviolettstrahlen bei einem in gewöhnlichem Tageslicht erythrop werdenden Aphakischen Erythropse zu erzeugen, so ist ja der Beweis doppelt geleistet, daß die ultravioletten Strahlen nicht die Ursache der Erythropse sein können.

Um das Ultraviolett vollständig aus dem Blendungslicht zu eliminieren, konstruierte Vogt folgende *Brille aus Schwerflint*. Es wurde eine vordere Schwerflint-Glasplatte zu beiden Seiten rechtwinklig mit einer seitlichen verbunden. Der Aphakische erhielt also gefiltertes Licht von vorn und von der Seite. Andere als gefilterte *ultraviolettfreie* Lichtstrahlen konnten nicht zum Auge gelangen, die Brille schloß hermetisch ab. Der von Vogt¹¹ im Jahre 1907 eingeführte Schwerflint 0,198 besitzt das *Maximum der Absorption* für ultraviolette Strahlen. Er absorbiert nicht nur vollkommen diese, sondern auch einen Teil der violetten und blauen Strahlen. Somit ist das Licht, das durch diese Brille zur Netzhaut des betreffenden Auges gelangt, sicher frei von ultravioletten Strahlen.

1. Versuchsmethodik.

Die Versuche wurden mit 20 älteren Aphakischen durchgeführt, bei denen die Kataraktoperation 10.–14. Tage oder länger zurücklag. Am Versuchstag wurde vor dem Versuch das Auge verbunden gehalten. Die Aphakischen wurden bei Sonnenschein zu einer bestimmten Mittagszeit 1 Stunde und länger mit offenem Auge auf einem freien Platze spazierengeführt. In die Klinik zurückgekehrt, mußten sie in einem verdunkelten Raum abwechselnd mit dem operierten und dem nichtoperierten Auge weiße und farbige Gegenstände betrachten, wodurch diejenigen festgestellt werden konnten, welche Erythropse bekamen. Dauer und Ablauf dieser Erythropse wurden dann während des ganzen Bestehens genau beobachtet.

Diejenigen Aphakischen, die typische Erythropse bekommen hatten, wurden nun an einem anderen Tag, ungefähr bei gleichen Witterungsbedingungen, wieder 1 Stunde auf sonnenbeschienenem Platz und um die Mittagszeit spazierengeführt, erhielten aber diesmal vor beide Augen die oben beschriebene Brille aus Schwerflint.

Von den 20 Aphakischen bekamen 5 nach der Blendung auf dem sonnenbeschienenen Platz Erythropse, somit konnten diese für die weiteren Versuche in Betracht kommen.

Diese geringe Anzahl Erythroper läßt die Frage auftauchen, ob nicht doch eine Disposition der Aphakischen zur Erythropse im Sinne Beckers¹⁸ vorliegen müsse, eine Disposition, wie sie auch Gualdi des bestimmtesten annimmt. Vogt¹⁵ hat eine solche „Disposition“ der Aphakischen abgelehnt, und auch die Gründe dafür angegeben, warum nur ein geringer Prozentsatz der Aphakischen Erythropse bekommt. Bei der Nachkontrolle der 15 Aphakischen, die, nach 1 Stunde dauernder Blendung durch Sonnenlicht, keine Erythropse angegeben hatten, konnten seine damaligen Angaben bestätigt werden. Der größte Teil dieser Aphakischen hatte nämlich auf dem nichtoperierten Auge ebenfalls einen fortgeschrittenen Star, und 2 Patienten waren auf diesem Auge blind. Somit konnte das zweite Auge nicht als *Kontrollauge* verwendet werden,

und die Beobachtung von Farbempfindungsdifferenzen zwischen beiden Augen war unmöglich. Des weiteren war bei einzelnen die Beobachtungsfähigkeit durch senile Demenz hochgradig reduziert. Auch war mir während des einstündigen Spazierganges aufgefallen, daß bei mehreren Aphakischen das Gefühl der Blendung so stark war, daß sie fortwährend die Augen geschlossen hielten, so daß eine Blendung des operierten Auges unmöglich war. Auf Aufforderung, die Augen offen zu halten, geschah dies nur während Sekunden.

2. *Versuche mit Aphakischen, die schon beim ersten Versuch typische Erythroopsie bekommen hatten.*

Fall 1. Sch. G., 76jährig. Linkes Auge: Cataracta fere matura. Kataraktoperation am 3. 12. 31. Am 17. 12. 31 Spaziergang von 1 Stunde Dauer. *Witterung:* Klar, keine Bewölkung, Sonnenschein. *Ort:* Großer, offener Platz vor der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich. *Zeit:* Von 10—11 Uhr. Nachdem der Patient in einen halbverdunkelten Raum gebracht worden war, erklärte er sofort, daß die Decke und die weißen Mäntel ganz rot seien. Die Farbe eines grünen Buches bezeichnete er als grau, die Glanzlichter darauf als rötlich. Ein gelber Kasten erschien ihm orange, ein blaues Heft violett, eine dunkelrote Tapete braun. Nach $\frac{1}{4}$ Stunde war das Rotsehen noch intensiver geworden. Weiße Gegenstände wurden nun als tiefpurpurrot bezeichnet. Nach 1 Stunde war das Rot schon bedeutend heller geworden und nach 4 Stunden wurde die Farbe weißer Gegenstände als violett angegeben. Nach 5 Stunden war die Erythroopsie verschwunden. Am 26. 12. 31 Spaziergang von 10—11 Uhr am gleichen Ort und ungefähr bei gleicher Witterung mit abschließender *Schwerflintbrille*. Im halbdunkeln Untersuchungszimmer trat nach Abnahme der Brille nach 1 Min. typische Erythroopsie auf, die sich in nichts von derjenigen vom 17. 12. 31 unterschied, als in der Dauer und in der Intensität. (Der seitliche Abschluß und der Rahmen der Schwerflintbrille sowie deren Reflexion bedingen naturgemäß eine starke Schwächung auch des sichtbaren Lichtes!) Weiße Gegenstände wurden als hellrot bezeichnet, grüne als grau usw. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden war noch ganz schwaches Rotsehen vorhanden, nach 2 Stunden war jedes Rotsehen ganz verschwunden.

Fall 2. Bl. V., 63jährig. Linkes Auge: Linse: Vorn subcapsuläre Vakuolen, in der vorderen Rinde Trübungen, am hinteren Pol zweischichtige Poltrübung mit Zapfen in der hinteren Rinde, subcapsuläre Vakuolen hinten. Leichtes Farbenschildern. *Glasmacherstar*. Rechtes Auge: Ähnliche Veränderungen wie links, aber viel schwächer ausgeprägt. Kataraktoperation am 26. 2. 31. Spaziergang ohne Brille am 14. 3. 31 von 10—11 Uhr bei zeitweise bedecktem Himmel, aber bei Sonnenschein. Nach Rückkehr in den Untersuchungsraum trat intensives Rotsehen auf, welches 2 Stunden dauerte und gegen Abend allmählich abblaßte. Spaziergang mit Schwerflintbrille am 16. 3. 31 von 10—11 Uhr 30 Min. bei sehr schönem Wetter. *Nachher typische Erythroopsie von 3 Stunden Dauer.*

Fall 3. G. A., 58jährig. Rechtes Auge: Linse: Feine, subcapsuläre Trübungen in der vorderen Rinde, tiefere Rindenschicht relativ klar, Kern dicht getrübt, hinten nochmals lucides Intervall, dann Speichen. Dichte, gelbe hintere Schalen-trübung. Cataracta nuclearis mit hinterer Schalen-trübung. Linkes Auge: Linse: Dieselben Veränderungen wie rechts. 1. Kataraktoperation am rechten Auge am 29. 7. 31. 2. Kataraktoperation am linken Auge im November 1931. 8 Tage nach der Operation trat nach einstündigem Spaziergang bei sehr schönem Wetter eine intensive Erythroopsie auf, die über 1 Monat andauerte, und besonders gegen Abend leicht auftrat, *wenn sich der Patient tagsüber im Freien aufgehalten hatte.* Am 15. 12. 32 Spaziergang von 10—11 Uhr mit *Schwerflintbrille*. Es hatte an

diesem Tage leicht geschneit, so daß der Platz mit einer leichten Schneeschiicht bedeckt war. Sonnenschein. Nach der Rückkehr trat *sehr intensives Rotsehen auf*, das bis gegen Abend anhielt, bei Eintritt der Dämmerung sogar noch etwas intensiver wurde und auch am anderen Morgen nach dem Erwachen noch bestand. Im Laufe des Tages verschwand es dann allmählich.

Fall 4. Pf. G., 58jährig. Rechtes Auge: Linse mit Rindentrübnngen, Cataracta nuclearis mit hinterer Schalentrübnng. Linkes Auge: Linse mit bläulichem Asbestglang, subcapsuläre Vakuolen. Kataraktoperation am rechten Auge am 14. 7. 32. Am 12. 8. 32 nach einem Spaziergang von 10—12 Uhr bei schönem Wetter trat intensive Erythroopsie auf, die den ganzen Nachmittag andauerte und erst gegen Abend verschwand. Am 13. 8. 32 Spaziergang mit *Schwerflintbrille* von 10—12 Uhr bei gleicher Witterung wie am Vortag. Nach Rückkehr trat wieder Erythroopsie auf von derselben Intensität und Dauer wie am 12. 8. 32.

Fall 5. V. A., 70jährig. Rechtes Auge: Linse: Leichter Asbestglang, vordere Rinde mit zahlreichen Trübnngen, noch wenig klare Partien, Kern dicht getrübt. Hintere Rinde nicht sichtbar. Cataracta nuclearis. Linkes Auge: Cataracta intumescens. Kataraktoperation am rechten Auge am 27. 7. 32. Am 12. 8. 32 Spaziergang von 10—12 Uhr bei schönem Wetter. Im Anschluß daran trat starkes Rotsehen auf, das den ganzen Tag anhielt und erst gegen Abend verschwand. Am 13. 8. 32 Spaziergang von 10—12 Uhr mit *Schwerflintbrille* bei gleicher Witterung. Auch hier trat nach Rückkehr in den Untersuchungsraum typische Erythroopsie auf, von derselben Intensität und Dauer wie am Vortage.

Epikrise.

Alle 5 Aphakischen, bei denen nach Blendung mit Sonnenstrahlen typische Blendungserythropsie spontan aufgetreten war, *bekamen trotz Vorschalten einer Schwerflintbrille, die alles Ultraviolett extinguierte, typische Blendungserythropsie von annähernd derselben Dauer und Intensität, wie sie dieselbe ohne Brille bekommen hatten, so daß die Ultraviolettstrahlen als Ursache der Erythroopsie in diesen Fällen gar nicht in Betracht gekommen waren.*

Zu den hier mitgeteilten 5 Fällen kommen 2 Fälle aus der Privatpraxis von Herrn Prof. Vogt, welche ebenfalls senile Aphakische mit spontaner Blendungserythropsie betrafen. Die Blendungserythropsie trat auch bei diesen Fällen an Tagen von stärkerer Helligkeit auf, besonders nach Wanderungen im Freien. Die Schwerflintbrille wurde in diesen Fällen von morgens früh bis abends getragen. Trotz des völligen Abschlusses des Ultravioletts trat die Erythroopsie auf.

Nachdem es nun erstens weder Vogt¹⁵ noch Wydler¹⁴ gelungen war, durch direkte Bestrahlung mit Ultraviolettstrahlen (mit Ultraviolettstrahlen des Sonnenlichts, einer Bogenlampe und mit konzentriertem, reinem Ultraviolett sowohl bei Leuten mit Linse als auch bei Aphakischen, *darunter bei Aphakischen, welche spontan Erythroopsie gezeigt hatten*) auch nur eine Spur von Rotsehen zu erzeugen, und es zweitens möglich war, *trotz Ausschaltung sämtlicher ultravioletter Strahlen aus dem Blendungslicht* sowohl bei Leuten mit Linse (Vogt^{10, 15}, Wydler¹⁴) als auch bei Aphakischen echte, lang anhaltende Blendungserythropsie zu erzeugen, *darf als sicher erwiesen gelten, daß den ultravioletten Strahlen nicht die geringste Bedeutung bei der Entstehung der Erythroopsie zukommt.*

Daher ist es auch vollkommen ausgeschlossen, daß die von *Gualdi* beschriebenen Fälle von Erythroopsie durch Blendung mit ultravioletten Strahlen entstanden sind, und seine Schlußfolgerung, daß die Erythroopsie bei Leuten mit normalen Augen und bei Aphakischen durch die ultravioletten Strahlen im Blendungslicht hervorgerufen werde, entspricht nicht den Tatsachen.

Aus unrichtigen Angaben, welche die *Gualdische* Arbeit enthält, sei noch hervorgehoben, daß er schreibt, *Vogt* hätte nur die *unmittelbare* Reaktion (*reazione immediata*) in Betracht gezogen. Von einer solchen Reaktion ist weder in den Arbeiten von *Vogt* noch von *Wydl*er die Rede, sondern beide geben übereinstimmend mit *Fuchs* ⁵ an, daß man nach der Blendung beim Eintreten in einen verdunkelten Raum oder beim Blick auf den weißen Papierschirm im verdunkelten Raum im ersten Moment keine Farbwahrnehmungen hat, denn das Auge ist noch zu stark geblendet, um feinere Farbunterschiede wahrzunehmen. Erst wenn ein gewisser Grad der Adaptation an das veränderte bzw. herabgesetzte Licht erreicht ist, können Farbwahrnehmungen auftreten. Wie lange es dauert, ist natürlich nach Dauer und Intensität des blendenden Lichtes verschieden. Die sog. unmittelbare Reaktion bietet also wenig Charakteristisches und es ist auch vollkommen unmöglich, zu dieser Zeit bereits Rotsehen zu beobachten.

Einen Anlaß zur Selbsttäuschung *Gualdis* bot der Umstand, daß er seine Versuchspersonen den weißen Schirm im verdunkelten Raum nur 1—2 Min. fixieren ließ, um sie dann dem *grelle*n Außenlicht auszusetzen, damit er bei dieser Beleuchtung die weiteren Nachbildbeobachtungen als *reazione successiva* und *reazione tardiva* machen könne. Erstens ist es ausgeschlossen, im hellen Außenlicht den klassischen Ablauf sowohl einer Erythroopsie als auch andersfarbiger Nachbildphasen zu studieren. Schon frühere Autoren hatten auf diesen Fehler hingewiesen. *Vogt* und *Wydl*er ¹⁴ studierten dann in zahlreichen Versuchen den Einfluß von Dauer und Intensität des primären Lichtes einerseits und der Intensität des reagierenden Lichtes andererseits auf Ablauf, Dauer und Intensität der farbigen Nachbilder und der Erythroopsie. Übereinstimmend kamen sie zum Schluß, daß die Dauer und Intensität des primären Lichtes, vor allem aber die Intensität des reagierenden Lichtes für die Nachbildphase von größter Bedeutung ist. So war es *Wydl*er gelungen, bei $\frac{1}{4}$ stündiger Blendung durch Fixieren blendender Flächen und bei geeignetem reagierendem Licht Rotsehen zu erzeugen, welches länger dauerte als die von *Fuchs* nach Schneeblendung erzielte Erythroopsie. Die Wichtigkeit eines geeigneten reagierenden Lichtes (d. h. vor allem genügender Herabsetzung), um Erythroopsie und andersfarbige Nachbilder richtig beobachten zu können, wird von *Vogt* und *Wydl*er immer wieder betont.

Zweitens übersieht *Gualdi*, daß dies grelle Außenlicht nun erst recht geeignet war — viel besser als sein vorheriges Ultraviolett — die Blendungserythropisie zu erzeugen. So wird er das Opfer der Selbsttäuschung.

Schlußfolgerungen.

1. Bei 7 Aphakischen, die nach Aufenthalt in intensivem Tageslicht Erythropisie bekamen, trat diese trotz Ausschaltung sämtlicher ultravioletter Strahlen aus dem Tageslicht auf.

2. Das häufigere und intensivere Auftreten der Erythropisie bei Aphakischen, kurz nach Staroperation, findet seine Erklärung in der vorangegangenen dauernden hochgradigen Dunkeladaptation der Netzhaut und in der durch die Adaptation gesteigerten Empfindlichkeit für grünes Licht.

3. Es wird experimentell an Aphakischen bestätigt, daß von den das frisch aphakisch gewordene Auge treffenden Strahlen des Tageslichtes es in erster Linie die sichtbaren sind, welche die echte Blendungserythropisie von Staroperierten erzeugen. Fälle mit Blendungserythropisie bekommen diese auch dann, wenn aus dem Tageslicht alles Ultraviolett entfernt wird. Damit ist die Unhaltbarkeit der Behauptung *Gualdis* (und der früheren Autoren) endgültig erwiesen, nach welchen die Blendungserythropisie eine Wirkung des Ultravioletts sein sollte.

4. Daß bei Erythropisie zeigenden Aphakischen auch höchste Intensitäten von reinem oder nahezu reinem Ultraviolett (wie sie das *Lehmansche* Ultraviolettfilter erzeugt) keine Spuren von Erythropisie zu erzeugen vermögen, war schon durch die Versuche von *Vogt* und *Wylder* dargetan worden.

Es ist mir ein Bedürfnis, auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. *A. Vogt*, für die Anregung zu dieser Arbeit und die wertvolle Unterstützung herzlich zu danken.

Großen Dank schulde ich auch Herrn Oberarzt Dr. *H. Schläpfer* für das rege Interesse, das er meiner Arbeit stets entgegengebracht hat.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Galezowski*: Recueil d'ophthalm., p. 534. 1879. — ² *Hirschler*: Wien. med. Wschr. 1883, Nr 4, 6, 5. — ³ *Dobrowolski*: Graefes Arch. 33 II, 213 (1887). — ⁴ *Purtscher*: Zbl. prakt. Augenheilk. 1883, 164; Zbl. prakt. Augenheilk., Febr./März, 1885, 48, 72. — ⁵ *Fuchs, E.*: Graefes Arch. 42, H. 4 (1896). — ⁶ *Snellen*: Niederl. Ges. Ophthalm., Sitzg 13. Dez. 1896. Ref. Annales d'Ocul. 117, 55. — ⁷ *Koster*: Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1, 86 (1899). — ⁸ *Pino*: Nederl. Tijdschr. Geneesk. 1, 1022 (1902); Graefes Arch. 58, 45 (1904). — ⁹ *Birch-Hirschfeld*: Graefes Arch. 58, 548. — ¹⁰ *Vogt, A.*: Arch. Augenheilk. 60, H. 1, 91. — ¹¹ *Vogt, A.*: Arch. Augenheilk. 59, 48. — ¹² *Vogt, A.*: Ber. 35. Verslg ophthalm. Ges. Heidelberg 1908, 185. ¹³ *Birch-Hirschfeld*: Z. Augenheilk. 20, 1. — ¹⁴ *Wylder*: Z. Augenheilk. 27, 291. — ¹⁵ *Vogt, A.*: Arch. Augenheilk. 78, H. 1/2, 93 (Nov. 1915). — ¹⁶ *Lummer*: Farbeempfindlichkeit und Leuchttechnik in Licht und Lampe, H. 5—7. 1912. — ¹⁷ *Gualdi*, V.: Boll. Ocul. 1930, 89. — ¹⁸ *Becker*: Handbuch der Augenheilkunde von *Graefe-Saemisch*, Bd. 5, S. 465. 1877.