

Über Schneeblindheit.

Von

Prof. Dr. Ernst Fuchs.

Vortrag, gehalten den 4. März 1896.

Meine Damen und Herren!

Sie haben gewiss schon alle von Schneeblindheit gehört und sich wohl darunter eine starke Blendung vorgestellt, ähnlich der, welche man empfindet, wenn man z. B. im Sommer aus einem dunklen Stiegenhause auf einen von der Sonne grell beleuchteten Platz tritt, sodass man in den ersten Augenblicken kaum die Augen offen zu halten vermag. Das ist aber die Schneeblindheit durchaus nicht, sondern sie ist eine Entzündung des Auges, welche sich auch nicht einmal unmittelbar während des Aufenthaltes auf der Schneefläche einstellt, sondern erst später, selbst erst am folgenden Tage. Wenn man stundenlang über Schnee gegangen ist, besonders über frisch gefallenen und daher recht weißen Schnee, und bei gleichzeitigem Sonnenschein, so beginnen am Abende die Augen zu brennen und jucken und sich heiß anzufühlen. Am nächsten Morgen erwacht man mit so stark geschwollenen Lidern, dass man dieselben kaum zu öffnen vermag; in heftigen Fällen ist auch die Bindehaut des Auges, jene zarte Schleimhaut, welche das Weiße des Auges bekleidet, so entzündet, dass sie sich als

ein sulzig aussehender Wulst aus der Lidspalte hervordrängt und wohl auch zum Theile über die durchsichtige Hornhaut sich hinüberlegt. Doch betrifft die Entzündung der Bindehaut immer nur jenen Theil derselben, welcher innerhalb der Lidspalte dem Lichte ausgesetzt ist. Die Hornhaut selbst kann gelitten haben, sodass sie anstatt durchsichtig und glänzend, leicht trüb und matt ist. Die Regenbogenhaut ist etwas verfärbt und die Pupille verengert. Dabei hat der Patient die heftigsten Schmerzen und ist so lichtscheu, dass er am liebsten im stockfinsteren Zimmer verweilt und die Augen überdies durch Verbinden vor jedem Lichtstrahle schützt. Nur durch sehr reichliches Einträufeln von Cocain gelingt es dem Arzte, die Empfindlichkeit des Patienten so weit zu lindern, dass man die Augen einigermaßen zu untersuchen vermag.

Ein frischer Fall von Schneeblindheit macht den Eindruck einer schweren und gefährlichen Augenentzündung, aber glücklicherweise lassen die bedrohlichen Symptome rasch nach, und nach wenigen Tagen ist der Kranke wieder vollkommen hergestellt, ohne dass eine Spur der Entzündung zurückbleiben würde.

Die Schneeblindheit wird begreiflicher Weise am häufigsten in jenen hohen Breiten gefunden, welche durch einen großen Theil des Jahres Schneebedeckung zeigen. Unter den Mitgliedern der schwedischen Polar-expedition im Jahre 1872/73 kamen nach Envall sieben Fälle von Schneeblindheit vor, unter den Theil-

nehmern an Nordenskiölds Grönlandexpedition nach Berlin acht Fälle. Die Eskimos, sonst so einfach in ihren Lebensbedürfnissen, sind daher selbst auf die Anwendung von Schneebrillen verfallen, welche aus einer dünnen Knochenplatte, in der Mitte mit einem Loche versehen, bestehen. Auch aus den nordamerikanischen Prairien wurde über einige Fälle von Schneeblindheit berichtet. Die größte Zahl von Schneeblinden hat der russische Augenarzt Reich gesehen. Eine der über den Kaukasus führenden russischen Militärstraßen war tief verschneit gewesen. Hunderte von Arbeitern waren aufgeboten worden, um die Straße freizumachen, aber nach wenigen Tagen lag ein großer Theil der Arbeiter mit stark entzündeten Augen vollkommen arbeitsunfähig darnieder. Reich, welcher aus Tiflis herbeieilte, hatte Gelegenheit, diese Kranken zu beobachten, und ihm verdanken wir eine der genauesten Beschreibungen der Schneeblindheit.

In unseren Gegenden kommt Schneeblindheit in einigermaßen stärkerem Grade außerordentlich selten vor. In der alpinistischen Literatur finden sich hin und wieder kurze Andeutungen darüber, und Prof. Schieß in Basel beobachtete Schneeblindheit, die auf dem St. Gotthard entstanden war.

Die Schneeblindheit soll übrigens nicht bloß die Menschen, sondern auch Thiere befallen. Bei der arktischen Expedition von Kennedy sollen die Hunde schneeblind geworden sein. Nach Nordenskiöld bekommen auch die Polarhasen durch den Schnee entzündete

Augen, und nach Kane sollen die Seehunde, wenn sie um Johanni auf dem Eise liegen, so sehr schneeblind werden, dass man sie leicht schießen kann.

Dass bei uns die Schneeblindheit nach längeren Gletschertouren u. dgl. nur selten vorkommt, hat wohl darin seinen Grund, dass wir bei solchen Gelegenheiten unsere Augen durch eine dunkle Brille zu schützen pflegen. Dagegen ist wohl vielen unter Ihnen eine der Schneeblindheit analoge Erscheinung aus eigener Anschauung bekannt, nämlich das Verbrennen des Gesichtes nach längeren Gletscherfahrten. Wenn man während der touristischen Hochsaison auf einem der größeren Bahnhöfe in Tirol oder der Schweiz das Touristengewimmel beobachtet, sieht man fast immer den einen oder anderen Touristen, dessen geröthete Gesichtshaut von Krusten bedeckt ist oder sich schält; dazu der Eispickel in der Hand und das Gletscherseil um die Schultern gibt das richtige Bild des sogenannten Gletscherfloh. Nicht bloß die zarte Haut des Städters, sondern auch die gegerbte und wettergebräunte Gesichtshaut des Führers widersteht dem Gletscherbrande nicht immer. An den für gewöhnlich durch die Kleidung mehr geschützten und daher empfindlicheren Körperteilen bringt auch ohne Schnee die starke Sonne des Sommers oft ähnliche Entzündungserscheinungen hervor, z. B. am Nacken, an den bloßen Armen oder Knien u. s. w. Widmark erzählt übrigens von einem Fräulein, welches selbst eine der Schneeblindheit gleiche Entzündung der Augen dadurch bekam,

dass sie bei einer Seefahrt durch längere Zeit dem vom Meeresspiegel reflectierten Sonnenlichte ausgesetzt gewesen war.

Die gleichen Erscheinungen der Entzündung der Augen und der Gesichtshaut können auch durch intensives elektrisches Licht hervorgerufen werden. Der erste Fall dieser sogenannten elektrischen Ophthalmie (Augenentzündung) betraf den berühmten Physiker Foucault nach Experimenten, welche er im Juni 1843 mit intensivem elektrischen Lichte angestellt hatte. Seitdem sind sowohl bei Ingenieuren als bei Arbeitern viele derartige Fälle vorgekommen, worauf ich später noch zurückkomme.

Kehren wir zur Schneeblindheit zurück. Der nächstliegende Gedanke ist, dass es sich bei dieser um eine Verbrennung handle, da die gerötheten und geschwollenen Lider ganz dasselbe Aussehen darbieten wie bei einer Verbrennung leichteren Grades. Auch der Umstand lässt an Verbrennung denken, dass man bei Wanderungen über Gletscher oder Schnee überhaupt die strahlende Wärme der Sonne oft unangenehmer empfindet als im Sommer. Aber die Temperatur der umgebenden Luft ist dabei häufig unter dem Eispunkte und verhindert eine zu starke Erwärmung der Haut. Namentlich unterscheidet sich aber die Schneeblindheit, sowie auch der verwandte Gletscherbrand von einer wirklichen Verbrennung dadurch, dass nicht wie bei dieser die Erscheinungen sofort auftreten, sondern erst mehrere Stunden bis einen Tag nachher.

Um nun die wahre Ursache dieser Erscheinungen zu finden, hat Widmark, Professor in Stockholm, eine Reihe von interessanten Versuchen angestellt. Um dieselben zu verstehen, muss ich einige Thatsachen der Optik kurz auseinandersetzen, auf die Gefahr hin, manches Ihnen schon Bekannte hier zu wiederholen.

Wenn man Sonnenlicht durch eine schmale Spalte, welche in einem undurchsichtigen Schirme angebracht ist, auf ein Glasprisma fallen lässt und das durchgefallene Licht auf einem weißen Schirme auffängt, so erhält man auf demselben nicht das Bild der Spalte, sondern einen längeren Streifen von der Breite der Spalte. Überdies ist dieser Streifen nicht farblos wie das Sonnenlicht, sondern in den Farben des Regenbogens gefärbt. Das Sonnenlicht besteht nämlich aus einer großen Anzahl von Strahlen, welche sich durch verschiedene Schwingungsdauer der Äthertheilchen oder, was dasselbe ist, durch verschiedene Länge der Lichtwellen von einander unterscheiden. Durch das Prisma werden diese Strahlen von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt, und zwar umso stärker, je kürzer die Wellenlänge der Strahlen ist. Dasjenige Ende des Spectrums, welches, auf dem Schirme aufgefangen, der ursprünglichen Einfallsrichtung des Sonnenlichtes am nächsten liegt, ist roth gefärbt, weil die rothen Strahlen die größte Wellenlänge haben und daher am wenigsten abgelenkt werden; auf die rothen Strahlen folgen die orangen, gelben, grünen, blauen und violetten, welche letztere die brechbarsten sind. Alle diese

Strahlen zusammengenommen geben wieder farbloses Tageslicht.

Wir nennen diese Strahlen Lichtstrahlen, weil sie vermittels unserer Augen eine Lichtempfindung in uns hervorrufen. Es wäre jedoch irrthümlich zu glauben, dass das Spectrum bloß diese sichtbaren Strahlen enthält. Auf dem Schirme, auf welchem es entworfen wird, sehen wir allerdings jenseits des rothen Endes des Spectrums kein Licht mehr, wohl aber können wir leicht constatieren, dass der Schirm hier noch in einer gewissen Ausdehnung erwärmt wird. Es fallen also auf diesen Theil des Schirmes Strahlen, welche offenbar eine noch größere Wellenlänge besitzen und daher noch weniger abgelenkt werden als die rothen Strahlen, aber von unserer Netzhaut nicht mehr wahrgenommen werden. Sie äußern sich daher nur durch ihre erwärmende Wirkung, und man nennt sie deshalb dunkle Wärmestrahlen oder, weil sie jenseits des rothen Endes des Spectrums liegen, ultraroth Strahlen.

Auch jenseits des violetten Endes des Spectrums ist auf dem Schirme ohne besondere Vorrichtungen kein Licht zu sehen und noch weniger eine Wärmewirkung nachzuweisen. Bringt man aber an diese Stelle ein lichtempfindendes Papier, wie es die Photographen benützen, so zeigt dasselbe durch Schwärzung des darin enthaltenen Silbersalzes die Gegenwart von Strahlen an. Diese Strahlen haben offenbar eine noch kürzere Wellenlänge als die violetten Strahlen, da sie durch

das Prisma noch mehr als diese abgelenkt werden, und auch für sie ist wegen ihrer zu kurzen Wellenlänge unsere Netzhaut fast nicht mehr empfindlich, sodass es nur durch besondere Hilfsmittel gelingt, sie als ganz schwaches Licht wahrzunehmen. Man nennt diese Strahlen die chemisch wirksamen oder die ultravioletten Strahlen.

Kehren wir nun zu Widmarks Experimenten zurück. Derselbe stellte zunächst fest, dass man bei Thieren künstlich die Symptome der Schneeblindheit hervorzurufen im Stande ist. Er bekam eine solche Entzündung bei Kaninchen, wenn er deren Augen stundenlang intensivem Sonnenlichte aussetzte oder dem Lichte einer sehr starken Bogenlampe (von 1200 Normalkerzen Lichtstärke), welche in 20 cm Entfernung vom Auge aufgestellt war. Widmark legte sich nun folgende Fragen vor:

1. Wirkt das starke Licht schädlich auf die Augen, indem es, durch die Pupille in das Augeninnere eindringend, die Netzhaut trifft, also durch Blendung, oder dadurch, dass es die äußeren Theile des Auges (Lider, Bindehaut, Hornhaut) afficiert?

2. Welche von den drei Strahlengattungen sind die wirksamen, die Lichtstrahlen, die Wärmestrahlen oder die chemisch wirksamen Strahlen?

Um die erste Frage zu erledigen, stellte Widmark folgendes Experiment an: Vor jenes Auge des Kaninchens, welches er dem starken Lichte aussetzte, wurde eine undurchsichtige Platte gehalten, welche nur ent-

sprechend der Pupille einen Ausschnitt von der Größe derselben hatte. Es konnte also so viel Licht als sonst durch die Pupille in das Auge hineingehen, während die übrigen Theile des Auges durch die Platte geschützt waren. In diesem Falle entstand keine Augenentzündung. Zur Gegenprobe diente ein anderes Experiment, darin bestehend, dass eine Nadel mit größerem Knopfe so vor dem Auge befestigt wurde, dass der Knopf gerade die Pupille beschattete; das Auge war daher gegen Blendung geschützt, während das Licht unbehindert auf die die Pupille umgebenden Theile des Auges fiel. In diesem Falle kam es nun wie gewöhnlich zur Entzündung des Auges. Durch diese beiden Experimente war also festgestellt worden, dass nicht das in das Augeninnere fallende, Blendung hervorrufende Licht die Ursache der Augenentzündung sei, sondern die die äußeren Theile des Auges treffenden Strahlen.

Zur Beantwortung der zweiten Frage, welche von diesen Strahlen die wirksamen seien, musste man Mittel anwenden, um womöglich jede der drei Strahlengattungen für sich allein wirken zu lassen. Am leichtesten geht dies bezüglich der warmen Strahlen. Eine Lösung von Jod in Schwefelkohlenstoff ist so gut wie undurchsichtig und lässt also keine Lichtstrahlen und, wie ich gleich hinzufügen will, auch keine chemisch wirksamen Strahlen durch, während die Wärmestrahlen ziemlich ungeschwächt hindurchgehen. Wurde eine mit dieser Lösung gefüllte hohle Glaslinse zwischen Licht und Auge gebracht, so blieb das Auge zwar im

Dunkeln, doch konnte man eine starke Erwärmung desselben constatieren. Trotzdem blieb jede entzündliche Reizung des Auges aus; diese kann also nicht durch die Wärmestrahlen verursacht sein.

Die chemisch wirksamen Strahlen allein ohne Lichtstrahlen in genügender Intensität auf das Auge wirken zu lassen, ist nicht möglich, wohl aber kann man bald Lichtstrahlen zusammen mit vielen chemisch wirksamen Strahlen, bald nahezu ohne solche zur Einwirkung bringen. Glas und Quarz sind gleich durchsichtig, lassen also gleich viel Lichtstrahlen durch; Quarz ist auch für chemisch wirksame Strahlen sehr durchlässig, Glas dagegen sehr wenig. Widmark verglich nun bei seinen Experimenten zwei gleich dicke und gleich durchsichtige Glas- und Quarzplatten. Wurde die Glasplatte zwischen das Auge und die Lichtquelle gebracht, so blieb diese ohne schädliche Wirkung; die Quarzplatte dagegen vermochte das Auge nicht gegen die nachfolgende Entzündung zu schützen. Damit war erwiesen, dass den chemisch wirksamen oder ultravioletten Strahlen die schädliche Wirkung zuzuschreiben sei.

Bei der Ähnlichkeit, welche die als Gletscherbrand, Sonnenbrand u. s. w. bezeichnete Entzündung der Haut mit der Schneeblindheit zeigt, war es von vorneherein wahrscheinlich, dass auch die erstere auf die Einwirkung der chemisch wirksamen Strahlen bezogen werden müsse, doch hat sich Widmark der Mühe unterzogen, dies noch speciell durch besondere

Versuche nachzuweisen. Er ließ z. B. auf die Haut seines Unterarmes concentrirtes Sonnenlicht oder elektrisches Licht fallen. War die Haut durch eine Glasplatte geschützt, so entzündete sie sich nicht, wohl aber, wenn eine die chemischen Strahlen durchlassende Quarzplatte zwischen Lichtquelle und Haut eingeschaltet worden war. Ebenso trat die Hautentzündung ein, wenn zwischen Lichtquelle und Haut ein Gefäß mit Wasser gebracht wurde, welches die Lichtstrahlen und die chemisch wirksamen Strahlen hindurchlässt, die Wärmestrahlen aber größtentheils absorbiert. Durch diese Experimente wurde auch für die Haut erwiesen, dass es nicht die Erwärmung der Haut ist, welche die gewöhnlich als Verbrennung bezeichnete Veränderung in derselben bewirkt, sondern die Einwirkung der chemisch wirksamen Strahlen.

In Bezug auf die Wirkung des starken elektrischen Lichtes auf die Augen und die Haut des Menschen, also bezüglich der Untersuchung der *Ophthalmia electrica* hat Maklakoff Versuche in einer russischen Fabrik angestellt. In dieser wurde der elektrische Lichtbogen zum Löthen schwer schmelzbarer Metalle verwendet. Die Stromstärke, welche dabei in Anwendung kam, war eine sehr starke, nämlich bis zu 750 Ampères, und die Temperatur des Volta'schen Bogens wurde auf 2000—6000° geschätzt. Trotzdem fühlten die Arbeiter in der Distanz, in der sie sich von dem elektrischen Bogen befanden, keine besondere Belästigung durch die Hitze, wohl aber bekamen sie

mehrere Stunden nach Schluss der Arbeit in allen jenen Theilen des Gesichtes, welche nicht durch die Schutzbrille geschützt gewesen waren, starke Röthung und Schwellung der Haut, welche Entzündung durch einige Tage anhielt, sodass nur schwer Arbeiter für diese Art von Arbeit zu bekommen waren, obwohl sie nur durch wenige Stunden zu arbeiten hatten und sehr gut bezahlt wurden. Wenn man, wie dies Maklakoff versuchsweise that, bei dieser Arbeit zusieht, ohne die Augen mit Brillen zu schützen, so bekommt man eine heftige Augenentzündung, ganz analog der Schneeblindheit. Da es die im elektrischen Lichte enthaltenen ultravioletten Strahlen sind, welche die Augen und die Haut angreifen, so empfiehlt Maklakoff den Arbeitern, das ganze Gesicht durch einen gelben oder rothen Stoff, also z. B. durch gelben Wachstafel zu schützen, da ja, wie die Photographen wissen, gelb gefärbte Medien die chemisch wirksamen Strahlen nicht durchlassen.

Das elektrische Licht kann nicht bloß dem Menschen und den Thieren, sondern auch den Pflanzen schädlich werden. Die Blätter von Pflanzen, welche viel dem elektrischen Lichte ausgesetzt sind (z. B. in Wintergärten), schwärzen sich; sollen die Pflanzen keinen Schaden nehmen, so müssen sie unter eine Glasglocke gestellt werden, weil das Glas die chemisch wirksamen Strahlen abhält.

Wir haben gesehen, dass die Schneeblindheit und die ihr verwandte Erkrankung der Haut durch die

ultravioletten Strahlen hervorgebracht werden, welche durch ihre chemische Wirkung die lebenden Gewebe schädigen. Wir haben daher das Eintreten nachtheiliger Folgen besonders dann zu erwarten, wenn wir uns einem Lichte aussetzen, welches reich an ultravioletten Strahlen ist. Dies ist der Fall:

1. Beim elektrischen Lichte.

2. Beim Sonnenlichte in größerer Höhe über dem Meeresspiegel. Die atmosphärische Luft hat eine gewisse Absorptionsfähigkeit für ultraviolette Strahlen; durch je dickere Luftschichten das Sonnenlicht dringt, umso ärmer wird es an solchen Strahlen. Daher ist das Sonnenlicht auf den Bergeshöhen, welches nur durch die dünneren oberen Luftschichten gedrungen ist, umso viel reicher an ultravioletten Strahlen als das Licht in der Niederung, und dadurch wird es auch verständlich, dass man Schneeblindheit und Sonnenbrand am häufigsten bei Wanderungen im Gebirge sich zuzieht.

3. Auch das vom Schnee zurückgeworfene Licht ist besonders reich an ultravioletten Strahlen. Dass viel kurzwellige Strahlen, zu welchen auch die ultravioletten gehören, in dem vom Schnee reflectierten Lichte enthalten sind, geht schon daraus hervor, dass der Schnee, in größerer Ausdehnung gesehen, bekannterweise eine bläuliche Farbe zeigt. Schneeblindheit und Gletscherbrand werden sich also vor allem einstellen, wenn starker Sonnenschein, frisch gefallener Schnee und größere Meereshöhe gleichzeitig ihre

Wirkung entfalten, also bei Gebirgstouren auf Neuschnee im Hochsommer.

Die Einwirkung des Schneelichtes auf die Augen bringt noch eine andere Erscheinung mit sich, welche weniger unangenehm ist als die Schneeblindheit, aber nicht minder interessant, nämlich das Rothsehen oder mit einem griechischen Worte die Erythropisie (von ἐρυθρός roth und ὄψ, das Sehen). Ich habe mich in den beiden letzten Wintern speciell mit der genaueren Erforschung dieser Erscheinung beschäftigt, nachdem meine Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden war durch Erfahrungen bei Bergtouren. Am auffälligsten war mir dieses Phänomen geworden, als ich zu Pfingsten 1894 einen Ausflug auf den Hochschwab unternommen hatte. Wegen der frühen Jahreszeit lag so viel Schnee, dass ich stundenlang über Schneefelder wanderte, bevor ich zur Schutzhütte gelangte, welche unweit des Gipfels steht. Beim Eintritt in die Hütte, in welcher es natürlich erheblich dunkler war als im Freien, sah ich alsbald alles wunderschön purpurroth gefärbt; nur ganz schwarze Gegenstände, z. B. eine in einen finsternen Verschlag führende Öffnung, erschien grün. Ich war nicht der Einzige, welcher diese Erscheinung bemerkte, denn einige andere Touristen, welche nach mir kamen, riefen sofort aus, wie merkwürdig roth alles aussehe. Ich hatte schon bei früheren Gelegenheiten dieselbe Erscheinung, wenn auch weniger stark ausgeprägt, beobachtet und erinnerte mich dabei immer einer Erzählung Schaubachs in

seinem bekannten Buche über die deutschen Alpen. Schaubach hatte, von einer Großglocknerbesteigung kommend, einige Stücke schönsten Rosenquarzes auf-gelesen und nach Heiligenblut gebracht; als er sie am nächsten Tage seinen Freunden zeigen wollte, waren sie zu seinem Erstaunen ganz gewöhnlicher weißer Quarz.

Die Erzählung Schaubachs ist die einzige Erwähnung, welche ich über das Rothsehen in der alpinistischen Literatur fand, obwohl diese Erscheinung gewiss schon unzähligen Touristen nach längerer Schneewanderung aufgefallen ist. Dass sie dennoch so gut wie unbekannt geblieben ist, hat wohl in ihrer großen Flüchtigkeit seinen Grund; so lebhaft auch das Rothsehen sein mag, so ist es doch nach 2—3 Minuten vollständig verschwunden und fällt der Vergessenheit anheim. Mich interessierte aber diese Erscheinung doppelt, weil sie schon oft und in besonders intensiver Weise von solchen Personen beobachtet worden war, welche am grauen Staar operiert worden waren. Es legt z. B. ein solcher Mensch im Hochsommer bei grellem Sonnenschein oder im Winter bei frisch gefallenem Schnee einen längeren Weg zurück, ohne sich seiner dunklen Brille zu bedienen. Er kommt nach Hause und tritt in die verhältnismäßig dunkle Stube ein. Als bald sieht er außerordentlich lebhaft roth, namentlich alle hellen Gegenstände, z. B. ein weißes Tischtuch, oder die Fenster; es kann die Erscheinung so stark werden, dass dem Kranken ist, als ob alles in

Flammen stünde und er im höchsten Grade erschreckt wird. Bei derartigen Kranken dauert auch die Erscheinung oft stundenlang und kann an den folgenden Tagen oder Wochen wiederkehren, z. B. morgens beim Erwachen und gegen Abend, wenn das Licht angezündet wird. Erschreckt kommen die Kranken zum Arzte, der aber am Auge keinerlei Veränderungen zu finden im Stande ist.

Ich habe mich nun durch meine Versuche überzeugt, dass die Erscheinung des Rothsehens, welche man bisher für eine krankhafte hielt, eine physiologische ist, d. h. eine solche, welche in jedem gesunden Auge mit Sicherheit eintritt, wenn es unter gewisse Bedingungen gebracht wird. Die Leichtigkeit, mit welcher an einem gesunden Auge das Rothsehen hervorzubringen ist, hängt von individuellen Verhältnissen ab, namentlich von der Farbe des Auges; je heller das Auge ist (blaue Augen bei blonden Personen), desto leichter wird es rothsehend. Die Augen der Staaroperierten zeichnen sich nur dadurch aus, dass sie infolge von Umständen, die ich später erörtern werde, besonders leicht rothsehend werden.

Die Bedingungen, unter welchen auch ein gesundes Auge rothsehend wird, sind dieselben, welche zur Hervorbringung von Schneeblindheit erforderlich sind: man muss sich durch längere Zeit dem vom Schnee reflectierten Sonnenlichte aussetzen, und zwar an einem in größerer Meereshöhe gelegenen Orte. Daher wird auch diese Erscheinung vorwiegend von

Touristen beobachtet, bei welchen diese Bedingungen am häufigsten zutreffen. Besonders empfindliche Augen können auch in der Niederung rothsehend werden, wenn Sonnenlicht und Schnee gemeinschaftlich einwirken. Aber auch normale Augen können unter diesen Bedingungen zum Rothsehen gebracht werden, wenn man die Pupille durch Eintropfen geeigneter Mittel erweitert und dadurch veranlasst, dass eine ungewöhnlich große Menge von Licht in das Augennere eindringt. In diesen Fällen braucht es oft keinen Schnee und keine größere Erhebung über dem Meere, sondern der gewöhnliche Sonnenschein genügt zur Hervorrufung der Erythroptie. Um dieselbe wahrzunehmen, muss man sich aus dem Sonnenlichte in einen weniger beleuchteten Raum, z. B. in ein Zimmer begeben. Es dauert dann $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Minute, bevor das Rothsehen beginnt; dasselbe steigert sich dann immer mehr, so dass man alles wie durch ein intensiv purpurgefärbtes Glas sieht, denn die Farbe der Erythroptie ist eigentlich nicht roth, sondern Purpur, d. h. ein Roth, dem etwas Violett zugesetzt ist. Nach drei, längstens vier Minuten ist die Erscheinung vorüber, kann aber alsbald wieder hervorgerufen werden, wenn man sich neuerdings für kurze Zeit dem blendenden Lichte aussetzt.

Man hat für das Rothsehen, welches man bisher nur an Kranken, namentlich an staaroperierten Augen kannte, verschiedene Erklärungen zu geben versucht. So hat man dasselbe für eine centrale, d. h. vom Ge-

hirn ausgehende Erscheinung angesehen oder als Nachbilderscheinung erklärt. Es würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen, eben diese Erklärungen hier auseinanderzusetzen, und ich kann um so eher hievon Abstand nehmen, als ich ihnen nicht beistimmen kann, sondern selbst eine andere Erklärung aufgestellt habe. Dieselbe stützt sich auf den in der Netzhaut enthaltenen Sehpurpur.

Man hatte die Netzhaut, welche der eigentliche lichtempfindende Theil unseres Auges ist, stets für farblos und durchsichtig gehalten. Da entdeckte Boll im Jahre 1876, dass an einem frischeröffneten Auge die Netzhaut im ersten Augenblicke einen zarten röthlichen Schimmer zeigt, welcher aber in kürzerer Zeit verschwindet. Weitere Untersuchungen von Boll und Kühne haben uns über das Verhalten des Sehpurpurs Folgendes gelehrt: Die Netzhaut besteht aus verschiedenen Schichten, von welchen die am meisten nach hinten gekehrte aus außerordentlich feinen, länglichen Gebilden besteht, welche palissadenförmig nebeneinander stehen. Dieselben besitzen zweierlei Gestalt und werden darnach in Zapfen und Stäbchen unterschieden; beide sind als die letzten Ausläufer der Sehnervenfasern anzusehen, und die Erregung der Sehnervenfasern durch die Lichtstrahlen findet in diesen Endorganen des Sehnerven statt. Der Sehpurpur ist eine Substanz von rother Farbe, welche sich aber nicht in der ganzen Netzhaut findet, sondern bloß in diesen Endorganen, und zwar in jenen, welche

als Stäbchen bezeichnet werden. Der Sehpurpur hat die Eigenschaft, dass er durch das Licht gleich so vielen anderen gefärbten Substanzen gebleicht wird, nur mit dem Unterschiede, dass diese Bleichung außerordentlich rasch vor sich geht. Dies war der Grund, warum er so lange der Entdeckung entgangen war, denn sobald man ein Auge eröffnete, wurde der Sehpurpur durch das darauffallende Tageslicht sofort gebleicht, und die Netzhaut erschien weiß. Am lebenden Auge wird durch das beständig auf die Netzhaut fallende Licht der Sehpurpur beständig gebleicht, aber es wird durch das im Auge circulierende Blut immer wieder Ersatz dafür beschafft und neuer Sehpurpur gebildet, sodass wir immer einen Vorrath davon im Auge haben. Dieser Vorrath nimmt zu, wenn man das Auge durch Aufenthalt im Dunkeln oder durch Verbände gegen das Licht schützt, also den Verbrauch des Sehpurpurs einschränkt. Boll bediente sich dieses Mittels, um den Sehpurpur zu studieren, indem er die dazu verwendeten Thiere zuerst durch längere Zeit in der Dunkelheit einschloss, damit sie, wenn er sie tödtete, purpureiche Netzhäute hätten. Damit aber bei der Eröffnung des Auges der Purpur nicht allzu rasch durch das Licht zerstört werde, nahm er dieselben nicht bei Tageslicht vor, sondern bei gelbem Lichte, wie es die Photographen benützen. Sowie dieses die lichtempfindlichen photographischen Platten erst nach sehr langer Einwirkung verändert, so gilt dies auch für den Sehpurpur.

Die Lichtempfindlichkeit des Sehpurpurs gestattet, die Bilder heller äußerer Gegenstände auf der Netzhaut zu fixieren, gleichsam zu photographieren. Man lässt ein Kaninchen zuerst längere Zeit im Dunkeln, damit es eine purpureiche Netzhaut bekomme, und stellt dann dessen Auge einem Fenster gegenüber. Dadurch wird die Netzhaut an jener Stelle, auf welche das Bild des hellen Fensters fällt, gebleicht, und wenn man nun das Thier rasch tödtet und die Netzhaut betrachtet, sieht man ein verkleinertes und weißes Bild des Fensters auf der im übrigen rothen Netzhaut. Man nennt derartig erhaltene Zeichnungen auf der Netzhaut Optogramme.

Da der Sehpurpur so außerordentlich empfindlich gegen Licht ist, hat er ohne Zweifel eine Rolle beim Sehen zu spielen; man kann ihn als eine der sogenannten Sehsubstanzen betrachten. Die Lichtstrahlen können nämlich als solche nur bis zu den Stäbchen und Zapfen der Netzhaut gelangen; weiter bis zum Gehirn, wo der Sitz der Lichtempfindung ist, können sie wegen der Undurchsichtigkeit der Theile nicht dringen. Es müssen also die Lichtstrahlen, d. h. die Schwingungen des Lichtäthers in den Stäbchen und Zapfen in eine andere Art von Bewegung umgewandelt werden, welche geeignet ist, durch die Nervenfasern bis zum Gehirn sich fortzupflanzen. Dies geschieht dadurch, dass durch die Einwirkung des Lichtes die Sehsubstanzen der Netzhaut zersetzt werden. Man könnte sich z. B. vorstellen, dass durch diesen chemi-

sehen Vorgang Elektrizität erzeugt wurde, welcher die Fähigkeit zukommt, in Kupferdrähten weitergeleitet zu werden. In ähnlicher Weise müssen wir uns den Vorgang bei der Lichtempfindung denken, nur dass wir statt der Metalldrähte die Fasern des Sehnerven setzen, und dass die Art von Bewegung, welche durch die Zersetzung der Sehsubstanz erzeugt wird, jene Art von Bewegung ist, welche in den Nervenfasern abläuft.

Wenn es auch sicher ist, dass der Sehpurpur zum Sehen dient, so kann er doch nicht die einzige Sehsubstanz sein, da wir auch ohne Sehpurpur zu sehen vermögen. Wenn man ein Thier sehr lange dem Sonnenlichte aussetzt, so wird aller Purpur in der Netzhaut schließlich aufgebraucht; die Netzhaut wird gebleicht und erscheint am eröffneten Auge farblos. Dennoch sind solche Thiere durchaus nicht blind, sie sind zwar etwas geblendet, aber sie sehen doch. Ja es gibt sogar viele Thiere — ich nenne nur die Hühner — welche niemals Sehpurpur besitzen und doch gut sehen. Es existiert ferner am menschlichen Auge eine Stelle der Netzhaut, welche stets ohne Sehpurpur ist, und zwar ist dies gerade die für das Sehen wichtigste Stelle, nämlich die Netzhautgrube. Dieselbe liegt in der Mitte der Netzhaut, und wenn wir einen Gegenstand recht genau sehen wollen, wenn wir ihn fixieren, wenden wir unser Auge so, dass das Bild des Gegenstandes auf diese Grube fällt. Die Netzhautgrube also ist es, mit welcher wir lesen und schreiben. Nun be-

finden sich aber gerade in der Netzhautgrube gar keine Stäbchen, sondern nur Zapfen, welche keinen Purpur enthalten; die ganze Netzhautgrube ist daher frei von solchem. Man muss daraus schließen, dass der Sehpurpur nicht die einzige, sondern nur eine von mehreren im Auge vorhandenen Sehsubstanzen ist. Man muss sich wohl vorstellen, dass jeder dieser Substanzen eine bestimmte Rolle beim Sehen zufällt. In Bezug auf den Sehpurpur neigen jetzt viele der Ansicht zu, dass er der Wahrnehmung der Helligkeit diene. Wir unterscheiden an den Gegenständen die Form, die Farbe und die Helligkeit. An einer Lithographie z. B. sehen wir keine Farben, nur Helligkeitsunterschiede; Menschen, welche vollkommen farbenblind sind, sehen die Welt wie eine Lithographie. Die Wahrnehmung der Helligkeit soll nun die Aufgabe der Stäbchen und des darin enthaltenen Sehpurpurs sein, während die Zapfen der Wahrnehmung der Farben zu dienen hätten.

Welche nur immer die Rolle des Sehpurpurs sein mag — er ist einmal da, und man muss sich fragen, ob er nicht von dem eigenen Auge wahrgenommen werden kann. Nicht etwa in der Weise, wie man einen außerhalb des Auges befindlichen Gegenstand ansieht; dies ist sicher unmöglich. Aber das in die Stäbchen eindringende Licht, sowie auch das Licht, welches in solche Zapfen eindringt, die rings von Stäbchen umgeben sind, muss doch die rothgefärbte Substanz der Stäbchen durchsetzen und wird dadurch

zu rothem Licht, ähnlich, als wenn es durch rothes Glas gedrungen wäre. Dass wir nicht beständig einen rothen Schimmer vor den Augen haben, kommt daher, dass unser Auge sich sehr rasch an farbiges Licht gewöhnt und dann dasselbe nicht mehr bemerkt. Wenn wir des Abends, am Schreibtische arbeitend, ein Blatt Papier betrachten, halten wir es für weiß, obwohl es doch gelb ist, weil es das gelbe Licht der Lampe zurückwirft. Das empfinden wir auch, wenn wir aus dem hellen Tageslichte unmittelbar in einen von Lampen beleuchteten Raum treten, z. B. in ein Theater oder in einen Concertsaal. Sobald wir aber längere Zeit in dieser Beleuchtung verweilen, halten wir sie für ebenso farblos wie das Tageslicht und beurtheilen die Farben der Gegenstände darnach. Wenn man ein rothes Glas vors Auge hält, sieht man nur anfangs roth; später erscheinen die Gegenstände wieder in ihrer natürlichen Farbe oder gar in der entgegengesetzten Farbe, grün. Wir sehen also für gewöhnlich den Sehpurpur nicht, weil er immer da ist und wir daran gewöhnt sind. Setzen wir uns nun aber durch längere Zeit einem besonders blendenden Lichte aus, so wird unsere Netzhaut allmählich ausgebleicht, indem der Verbrauch über die Nachschaffung überwiegt. Treten wir nun in einen dunklen Raum, so wird der Verbrauch des Sehpurpurs sofort herabgesetzt; die Nachschaffung überwiegt alsbald, und die Netzhaut wird wieder roth. Jetzt kommt uns dieser, da wir nicht daran gewöhnt sind, als Rothsehen zur

Wahrnehmung, und wir verlegen dasselbe, sowie alle Reize, welche unsere Netzhaut treffen, in die Außenwelt. Dieses Rothsehen dauert nicht lange, weil unser Auge sich bald wieder an die rothe Farbe gewöhnt.

Dass das Rothsehen thatsächlich auf der Wahrnehmung des eigenen Sehpurpurs beruht, schliesse ich daraus, dass die Farbe des Purpurs genau derjenigen entspricht, welche beim Rothsehen bemerkt wird; ferner daraus, dass gerade in der Mitte, entsprechend der purpurlosen Netzhautgrube, das Rothsehen weniger ausgeprägt ist, ja oft ganz fehlt.

Während also das Licht Entzündung (Schneeblindheit) hervorruft, wenn es auf die äußeren Theile des Auges einwirkt, veranlasst es, auf die Netzhaut fallend, Rothsehen. Das Rothsehen normaler Augen tritt daher unter ähnlichen Verhältnissen ein, unter welchen Schneeblindheit zustande kommt, nämlich bei Aufenthalt in der Schneeregion hoher Berge, weil hier das Licht reich an kurzwelligen Strahlen ist. Durch künstliche Erweiterung der Pupillen wird das Eintreten des Rothsehens begünstigt, weil nun um ein Vielfaches mehr Licht auf die Netzhaut fällt. Mit dem Rothsehen jener Personen aber, welche am Staar operiert worden sind, hat es besondere Bewandnis. Der graue Staar besteht in der Trübung der Krystalllinse, deren Entfernung eben die Operation des Staares bezweckt. Die Krystalllinse hat die Eigenschaft, dass sie trotz ihrer vollkommenen Durchsichtigkeit doch in noch höherem Grade als Glas die ultravioletten Strahlen

zurückhält. Dies ist umsomehr der Fall, je älter der Mensch ist, denn mit dem Alter wird die Linse mehr und mehr gelb, was weiter dazu beiträgt, sie für kurzwellige Strahlen undurchgängig zu machen. Ich erinnere auch hier wieder an das gelbe Papier, mit dem der Photograph das Fenster verklebt, um sich die chemisch wirksamen Strahlen fernzuhalten. Die Linse schützt also die Netzhaut in nicht unbeträchtlichem Maße gegen kurzwelliges Licht. Nach Entfernung derselben fallen mehr kurzwellige Strahlen auf die Netzhaut, und thatsächlich sehen solche Augen das Spectrum am violetten Ende etwas verlängert. Man begreift aber auch, dass solche Augen viel leichter durch Blendung ihres Purpurs beraubt werden und daher Rothsehen bekommen als normale Augen. Bei vielen Staaroperierten wird dies noch dadurch begünstigt, dass bei der Operation gleichzeitig ein Stück Iris ausgeschnitten wurde und nun die Pupille dauernd weiter geworden ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Fuchs Ernst

Artikel/Article: [Über Schneeblindheit. 273-299](#)