

Über den seitlichen Fenster- und Kerzenversuch

Öffentliche Sitzung am 1. Juli 1861.

Das Folgende ist ein Nachtrag zur Erörterung eines kleinen Versuches, den ich in meiner Abhandlung über das binoculare Sehen¹ unter dem Namen des seitlichen Fensterversuches beschrieben habe. Veranlaßt ist dieser Nachtrag durch die Rücksichtnahme auf einige, mir teils erst nach Erscheinen meiner Abhandlung bekannt gewordene, teils erst später erfolgte, Vornahmen desselben Versuches durch Andere, die einigen Bemerkungen und neuen Beobachtungen meinerseits Raum gegeben haben, worüber ich hier Mitteilung machen will.

Das Hauptinteresse des Versuches dürfte vielleicht nur darin liegen, daß er nach einander drei verschiedene Erklärungsversuche hervorgerufen hat, ohne noch bis heute vollständig und sicher erklärt zu sein, denn jede der drei versuchten Erklärungen nötigt zu an sich unwahrscheinlichen, wenn schon an sich möglichen Voraussetzungen, ohne daß, wie es scheint, die Aussicht einer anderen Erklärung übrig bleibt. Und wenn sich nach der folgenden Diskussion die eine, die neueste, dieser Erklärungen erledigen dürfte, vermöchte ich doch nicht sicher zwischen den beiden andern zu entscheiden, was nur nach Versuchen geschehen könnte, die ich nach dem Zustande meiner Augen Anderen überlassen muß. Das Folgende ist daher hauptsächlich nur bestimmt, durch Hervorhebung der Punkte, um die es sich noch handelt, den Gegenstand einer weiteren Aufmerksamkeit zu empfehlen, die er in sofern verdient, als irgend welche Bereicherung der physiologischen Optik dabei zu erwarten ist. Jedoch wird man einigen experimentellen Zuwachs zur Erläuterung des Gegenstandes, so weit ich mich auf diese Seite der Sache einlassen durfte, im Folgenden nicht vermissen.

Zuvörderst rufe ich die wesentlichen Umstände des Versuches unter Zufügung einiger Partikularitäten zurück.

In der Anwendung von Tageslicht besteht der Versuch darin, daß man bei seitlichem Stande gegen das Fenster durch geeignete Kreuzung der Sehaxen das Doppelbild eines kleinen weißen Feldes auf schwarzem Grunde erzeugt, wobei ein auffallender Helligkeitsunterschied und zumeist, namentlich bei hellem Himmel, auch Farbenunterschied beider Bilder beobachtet wird. Das Bild in dem, dem Fenster näheren, also mehr beleuchteten, Auge, welches *A* für allemal *N* heiße, erscheint dunkler und bläulich, bei trübem Himmel für mein Auge jedoch meist nur schwach grünlich, das Bild in dem anderen, vom Fenster entfernten Auge, welches *E* heiße, heller und rötlich oder rotgelblich. Helligkeits- und Farbenunterschied sind bei hellem Himmel sehr auffällig, um so mehr, wenn man die Hand oder eine Tafel als Scheidewand zwischen beide Augen einschiebt, und bisher noch von jedem wahrgenommen worden, den ich den Versuch anstellen ließ; das Blau in *N* aber erscheint intensiver als das Rot in *E* und wird oft allein wahrgenommen, während das Bild in *E* weiß erscheint. Mit der Dauer der Betrachtung oder Fortsetzung und Vervielfältigung des Versuchs scheinen sich im Allgemeinen die Farbenphänomene zu verstärken. Auch macht es einen großen Unterschied, ob man das eine oder andere Bild fixiert, und wenigstens bei ungleichseitigem Doppeltsehen wird die Färbung des blauen Bildes deutlicher, wenn man das andere fixiert, was aber wohl nur von der anderen Wendung der Augen gegen das Fenster, die dabei eintritt, abhängt.

Der Helligkeitsunterschied der Bilder ist von mir aus Kontrastwirkungen erklärt worden; betreffs des Farbenunterschiedes habe ich in meiner Abhandlung offen gestanden, nach manchen vergeblichen Versuchen, demselben auf den Grund zu kommen, daß ich keine Erklärung dafür weiß.

Wie leicht zu erachten, läßt sich das seitliche Fensterlicht auch durch seitliches Lampen- oder Kerzenlicht ersetzen. Ich konnte bei meiner früheren Anstellung in dieser Weise keinen entschiedenen Helligkeitsunterschied der Bilder, sondern nur einen Farbenunterschied finden, was aber bloß daher rührte, daß ich, den Versuch als Parallelversuch zum seitlichen Fensterversuch anstellend, das Licht immer in entsprechender Entfernung vom Auge anbrachte, wie es etwa beim gewöhnlichen Lesen und Schreiben steht, wo der schwache Helligkeitsunterschied bei dem Unterschiede der Färbungen nicht recht sicher beurteilt werden kann; bringe ich aber das Licht nahe am äußeren Augenwinkel an, so ist der Helligkeitsunterschied beider Bilder nicht nur erkennbar, sondern kann ebenso wie der Farbenunterschied sehr bedeutend werden. Die Doppelbildkomponente des weißen Feldes auf schwarzem Grunde im Auge *N* erscheint dann grün, was ich manchmal in intensivster Weise gesehen habe, im andern *E* nach Umständen rötlichgelb, rötlichweiß, manchmal mehr rot als gelb, andermale mehr gelb als rot, was sich bei mir nach Tagen oder unbekanntem Nebenumständen ändert, indes es keinen Unterschied machte, ob ich eine Stearinkerze oder einen gewöhnlichen Wachsstock oder eine Studierlampe als Quell der Beleuchtung anwendete. Das Bild im Auge *N* ist das dunklere, im Auge *E* das hellere. Die Richtung des Unterschiedes ist also in Bezug auf die Helligkeit dieselbe, als bei der Beleuchtung durch das Fenster, in Bezug auf die Färbung scheinbar verkehrt, insofern das blaue Himmelslicht die ihm gleichartige Farbe im Auge *N*, das rotgelbe Kerzenlicht im Auge *E* erzeugt; aber insofern übereinstimmend, als beidesfalls im Auge *N*, was also vom stärkeren Licht getroffen wird, die brechbarere, im anderen die minder brechbare, Farbe erscheint. Da sowohl das blaue Himmelslicht als gelbe Kerzenlicht zum größern Teile aus weißem Licht nur mit einer Farbenzumischung besteht, so scheint diese nach Vorigem keinen anderen Erfolg zu haben, als

den, wesentlich von dem Helligkeitsunterschiede der Beleuchtung beider Augen abhängigen, Farbenunterschied der Bilder zu nuancieren.

55 Stelle ich den seitlichen Kerzenversuch mit einem schwarzen Felde auf weißem Grunde an, so erscheint das Bild im Auge *N* rot, im Auge *E* gewöhnlich rein schwarz, zuweilen doch selten intensiv blau, jenes bei nahe am Auge *N* gehaltenem Licht sehr hell, dieses nächtlich dunkel, so daß man nicht glauben sollte, es seien Bilder desselben Objekts. Bei Anstellung desselben Versuchs jedoch als seitlichen Fensterversuch, kann ich den Helligkeitsunterschied der schwarzen Bilder nicht so entschieden finden, und bei der rötlichen Färbung, welche das schwarze Bild im Auge
60 *N* auch hier hat, indes das andere rein schwarz erscheint, wegen des ganz verschiedenen Charakters, den das Schwarz hierdurch annimmt, oft nicht recht beurteilen, welches das hellere ist, oder nach Umständen dies oder jenes heller finden.

Erst nach Erscheinen meiner Abhandlung bin ich durch eine briefliche Notiz von Dr. Auber darauf aufmerksam geworden, daß der Versuch mit Kerzenlicht nichts Neues, sondern schon früher von Dr. Smith in Fochabers
65 angestellt², später von Brewster³ wiederholt und von einem Erklärungsversuche begleitet, endlich von Brücke⁴ aufs neue in Betracht genommen, abändernden Wiederholungen unterworfen und neu erklärt worden sei, welche Versuche mir entgangen oder vielmehr entfallen waren. Im Faktischen stimmen meine Beobachtungen wesentlich mit denen der genannten Beobachter, die jedoch nur auf den Farben nicht Helligkeitsunterschied Rücksicht genommen haben, überein. Nur findet Brücke bei schwarzem Felde auf weißem Grunde das Bild im Auge *E* grün, indes ich es
70 bemerktermaßen rein schwarz oder manchmal blau finde, so wie auch Volkmann bei einer von mir veranlaßten Wiederholung des Versuches es für rein schwarz erklärte. Dieser Unterschied kann von Zufälligkeiten der Stimmung des Auges oder der äußern Versuchsumstände abhängen.

Als Fensterversuch ist der Versuch nach Erscheinen meiner Abhandlung, doch ohne Kenntnis von derselben oder den vorerwähnten Versuchen Anderer zu haben, von F. Zöllner unter dem Titel: "Über eine neue Beziehung der Retina zu
75 den Bewegungen der Iris" in Pogg. Ann. CXI. S. 481 ff. beschrieben, eine von den früheren abweichende Erklärung davon gegeben, und eine nachträgliche Bezugnahme auf die ihm wie mir erst später bekannt gewordenen Versuche von Smith und Brücke in Pogg. Ann. CXI. S. 660 ff. hinzugefügt worden. Im Faktischen stimmen seine Beobachtungen ebenfalls wesentlich mit den meinigen überein.

So viel vom Tatsächlichen und Historischen des Versuches.

80 Wenden wir uns jetzt zu den Versuchen seiner Erklärung. Sie hat sich einerseits auf den Helligkeits- andererseits auf den Färbungsunterschied beider Bilder zu beziehen. Um mit dem neuesten Erklärungsversuche zu beginnen, so sucht Zöllner den Grund des Helligkeitsunterschiedes wesentlichst in der geringeren Pupillenapertur des mehr beschatteten Auges, und zieht nur subsidiär ein Kontrastverhältnis zu, indes ich umgekehrt (S. 878 ff. meiner Abhandlung) den Einfluß der verschiedenen Pupillenapertur für bedeutungslos erklärt und den ganzen Grund der verschiedenen
85 Helligkeit auf ein Kontrastverhältnis bezogen habe. Das Auge *N* sieht nämlich das weiße Objekt auf dem schwarzen Grunde in Kontrast mit dem vorwiegend von ihm erblickten hellen Himmel und der lichten Gegend draußen, das andere *E* mit dem vorwiegend von ihm erblickten verhältnismäßig dunklen Grunde des Zimmers. Diese Erklärung setzt voraus, daß das Bild in jedem Auge trotz der sog. Identität der Netzhautstellen mit dem Grunde dieses Auges insbesondere in Kontrast treten und dadurch in seiner Helligkeit verschieden vom anderen Auge modifiziert werden
90 könne. In der Tat aber ist durch eine Reihe fremder und eigener Versuche, welche im 7. Abschnitt meiner Abhandlung über das binoculare Sehen angeführt sind, dargetan, daß der Kontrast sich in jedem Auge für sich mit besonderen Wirkungen und zwar in augenfälligster Weise geltend machen könne.

Bei der Ansicht, daß ein Einfluß der verschiedenen Pupillenweite wesentlich hierbei nicht in Betracht komme, stützte ich mich teils auf eine direkte Beobachtung meiner Pupillen bei seitlichem Stande am Fenster durch Volkmann und
95 Heidenhain, welche keinen Unterschied der Weite hierbei wahrnehmen konnten, teils die mir von denselben mitgeteilte Notiz, daß schon Joh. Müller die Gleichheit der Pupillen bei ungleicher Beleuchtung beider Augen als Tatsache anführe. Wirklich findet sich in seinem Handb. der Physiol. (1855) Th. I. S. 663 folgende Stelle: "Ist der Lichteindruck auf beide Augen verschieden, so ist gleichwohl die Größe der Pupille auf beiden Augen gleich und entspricht dem Mittel aus beiden Lichteindrücken." Die gleiche Angabe findet sich in Ruete's Ophthalmol. (2. Aufl.
100 Th. I. 95), welcher mir außerdem sagte, daß auch bei Staarkranken, wo die eine Linse verdunkelt oder die eine Netzhaut gelähmt sei, so lange nur nicht die Ciliarnerven krankhaft afficiert seien, beide Pupillen stets gleich gefunden werden, wie er auf das Konstanteste und Wiederholteste beobachtet. Aber nach Angaben, auf welche Zöllner's Abhandlung verweist, verhält es sich freilich bei gesunden Augen anders, und Beobachtungen an Staarkranken dürften in sofern nicht hinreichend maßgebend sein, als die Gewöhnung an den ungleichen Lichtreiz
105 allmählig eine Ausgleichung der Pupillenweiten herbeigeführt haben könnte, die deshalb nicht notwendig bei ungewöhnten gesunden Augen statt finden müßte. Also ist die Frage näher zu prüfen.

Zöllner bezieht sich auf Budge (über die Bewegungen der Iris S. 172) und die von demselben angeführte Literatur. Budge sagt nämlich in direktem Widerspruch mit Müller und Ruete: "Die Pupille des einen Auges verengt sich, wenn

das andere Auge vom Licht getroffen wird; eine Erfahrung, welche schon Galen kannte. Jedoch erhält niemals das
110 nicht beleuchtete Auge eine gleiche Ausdehnung, zwar führt Budge keine eignen Beobachtungen an, beruft sich aber
seinerseits auf Plempii ophthalmographia I. c. 2⁵ und Porterfield on the eye I. p. 112⁶. Ich bin auch dieser Literatur
nachgegangen, und finde wirklich hier folgende positiven Angaben, die ich nützlich halte, wörtlich anzuführen, da sie
eine an sich interessante und wie man sieht bis jetzt noch nicht entschiedene physiologische Frage betreffen.

*Plempius: »A varietate autem lucis variare quoque pupillae formam, cuius patere potest: nam si hominis latus unum
115 luci obvertas ita, ut uno oculo lucem excipiat, altero ob tuber nasi eandem non admittat, conspici potest clare,
pupillam luci obversam altera esse strictiorem, jucundo omnibus naturalis scientiae cultoribus spectaculo. «
Porterfield : »Tho' our pupils sympathize with each other in their motions, yet they are not thereby made to contract
or dilate equally. « »Let a Person, sitting with his face towards the light, shut one of his Eyes, the Pupil of the other
Eye, tho' it dilates considerably, yet it will not dilate altogether so much as the Pupil of the shut Eye; for, upon
120 opening the shut Eye, you can see, that its Pupil, irnmediately after the Eye is opened, is sensibly larger than the Pupil
of the other Eye. »The same thing may also beproved, by making a Man to sit with his Side to the Window in a
good light, so as the Light may freely shine upon one of this Eyes, while, at the same time, the other Eye is shaded
from the Light by the Projection of the Nose; for, in the Eye that is shaded, the Pupil may be seen more dilated than
the Pupil of the other Eye, upon which the Light shines without any Impediment. To render this Experiment still
125 more sensible, it may be proper to place a small Dale-board, or thin Book, betwixt the Eyes, so as the Shade that falls
upon the Eye may thereby be made stronger. «*

Nach Einsicht dieser Angaben bat ich Prof. Ruete, die Untersuchung, ob sich eine merkliche Verschiedenheit der
Pupillenweite bei seitlichem Fensterstande unter den Umständen, unter denen von mir der seitliche Fensterversuch
angestellt wurde, zeige, direkt vorzunehmen. Er tat dies bei gutem Tageslichte mit 6 seiner Zuhörer, konnte aber
130 weder selbst etwas davon bemerken, noch vermochten es seine Zuhörer.

Diese Beobachtungen wurden Anfangs März an einem nach Süden gelegenen Fenster um Mittag zwar ohne direkt in
das Zimmer fallendes Sonnenlicht, aber bei übrigens hellem Tageslichte mit solcher Stellung der beobachteten
Subjekte, daß eine gute Beleuchtung des Auges N und nur so viel Beleuchtung des Auges E statt fand, um das
Verhältnis der Pupillenweiten sicher beurteilen zu können, angestellt. Ruete hat dieser Wiedergabe seiner Resultate
135 und der Umstände, unter denen sie erhalten wurden, mündlich zugestimmt.

Ich will nun hiermit die Frage nicht im Allgemeinen für entschieden ansehen; sondern überlasse eine vollständige
Entscheidung den Physiologen von Fach. Es wäre ja wohl möglich, und ist wohl selbst wahrscheinlich, daß bei
stärkeren Beleuchtungsunterschieden als von Ruete angewendet wurden oder bei ganz scharfen Maßmittel oder bei
manchen Individuen ein Unterschied der Pupillenweite spürbar wird; denn ich halte es nicht für wahrscheinlich, daß
140 die so positiven Angaben der früheren Beobachter ganz falsch seien. Jedenfalls aber dürften die Autorität Joh.
Müller's und die Beobachtungen Ruete's genügen, zu beweisen, worauf es hier wesentlich ankommt, daß der
Unterschied der Pupillenweite unter den Umständen des seitlichen Fensterversuches, wenn überhaupt vorhanden, nur
gering, und bei fehlendem Sonnenscheine ohne Scheidewand zwischen beiden Augen nach bloßem Augenscheine bei
den meisten Individuen nicht sicher zu konstatieren ist. Nun wird aber der Helligkeitsunterschied beim seitlichen
145 Fensterversuche von allen Personen sehr deutlich gefunden, und ich selbst habe an ein paar Tagen mit ganz grauem
Himmel, wie S. 513 meiner Abhandlung angeführt ist, ohne Scheidewand zwischen den Augen mittelst eines
geeigneten Verfahrens einen Unterschied der Helligkeit der Bilder im Auge. N und E gefunden, welcher äquivalent
war einem objektiven Unterschiede der Helligkeit von 1000 zu 744, was eine gar nicht zu verkennende Differenz der
Pupillenweite erfordern würde. Ich glaube daher, meine frühere Erklärung im Wesentlichen aufrecht halten zu
150 können.

Indes ist zu gestehen, daß die große, wahrhaft frappante, Helligkeit, welche bei Anstellung des Versuches als
seitlichen Kerzenversuch mit einem schwarzen Felde auf weißem Grunde das schwarze Bild im Auge N gegen das im
Auge E annehmen kann, Schwierigkeiten macht. Denn warum sollte es sich nicht auch durch Kontrast mit der hellen
Flamme vielmehr verdunkeln, als erhellen? Es scheint angenommen werden zu müssen, daß, da das Weiß des
155 Grundes, auf dem das schwarze Feld liegt, durch den Kontrast mit der hellen Flamme im Auge N sich verdunkelt,
hierdurch eine sekundär erhellende Kontrastwirkung auf das vom Weiß umschlossene Schwarz hervorgeht; wie man
sich denn von der größern Dunkelheit des Weiß im Auge N als E leicht durch abwechselnden Schluß des einen und
anderen Auges während des seitlichen Kerzenversuches überzeugen kann. Nur ist nicht recht klar, warum dieses
Überwiegen der sekundären Kontrastwirkung des Grundes über die direkte der Flamme dann nicht eben so gut bei
160 weißem Felde auf schwarzem Grunde eintreten sollte, da nach entsprechenden Versuchen auch der schwarze Grund
im Auge N durch den Kontrast mit der Flamme dunkler als im Auge E ist, ja der Unterschied bei abwechselndem
Schluß beider Augen hier eher noch deutlicher erscheint. Es müßte also noch angenommen werden, daß bei weißem
Grunde eine solche sekundäre Wirkung leichter die direkte überwiegt, als bei schwarzem; wofür in der Tat Versuche
zu sprechen scheinen, die ich in meiner Abhandlung über die Kontrastempfindung (diese Berichte 1860. S.105f.) ohne
165 Rücksicht auf unseren jetzigen Versuch anstellte; aber auf's Reine gebracht ist doch der Gegenstand noch nicht.

Unstreitig trägt zu dem großen Helligkeitsunterschiede der zwei Bilder des schwarzen Feldes auf weißem Grunde im Auge *N* und *E* der Umstand wesentlich bei, daß das Bild im Auge *E* sich binocular mit dem weißen Grunde im Auge *N* deckt, welcher durch Kontrast mit der Flamme verdunkelt ist, das Bild im Auge *N* aber mit dem weißen Grunde im Auge *E*, welcher nicht so stark oder bei Anbringung einer Scheidewand zwischen den Augen gar nicht dadurch
170 verdunkelt ist. Schließt man das Auge *E*, ehe man das Licht an die Seite des Auges *N* bringt, so sieht man in diesem nur ein tief schwarzes Bild, indem dann zugleich der Kontrast mit dem dunklen Bilde im anderen Auge, und die binoculare Deckung mit einem weißen Grunde im anderen Auge fehlt. Aber sollten die Verhältnisse der binocularen Deckung allein in Betracht gezogen werden, so würde sich die größere Dunkelheit des Bildes im Auge *N* gegen das im Auge *E* bei weißem Felde auf schwarzem Grunde nicht erklären.

175 Man kann noch folgende Erklärung versuchen: Das durch Sklerotica und Choroidea durchscheinende, im ganzen Augengrund zerstreute Licht, auf dessen Berücksichtigung sich die später anzuführende Erklärung der Farbenerscheinung durch Brücke stützt, wird bei schwarzem Felde auf weißem Grunde der Erhellung des schwarzen Bildes im Auge *N* zu Statten kommen, und zwar mehr zu Statten kommen müssen, als der Erhellung des weißen Grundes ringsum, weil nach einem bekannten Gesetze derselbe Lichtzuwachs auf Schwarz überhaupt leichter gespürt
180 wird, als auf Weiß. Im Auge *E* aber findet keine erhebliche Erhellung des Schwarz der Art statt. Also erscheint das schwarze Bild im Auge *N* relativ erhellt gegen das im Auge *E*. Bei weißem Felde auf schwarzem Grunde andererseits gewinnt der schwarze Grund im Auge *N* vermöge des durchscheinenden Lichtes das Übergewicht der Helligkeit gegen den schwarzen Grund im Auge *E*, daher erscheint jetzt das weiße Feld im Auge *N* durch den Kontrast damit dunkler als im Auge *E*. Aber auch diese Erklärung kann nicht allein akzeptiert werden; weil, wie schon oben bemerkt,
185 wenn man bei Anstellung des Kerzenversuches mit weißem Felde auf schwarzem Grunde abwechselnd das eine und andere Auge schließt, der schwarze Grund sehr beträchtlich sich erhellt, wenn das Auge *N* geschlossen wird, verdunkelt, wenn *E* geschlossen wird, was beweist, daß trotz des durch die Augenhäute durchscheinenden Lichtes der schwarze Grund im Auge *N* nicht heller, sondern dunkler als im Auge *E* ist.

Der ganze Erfolg scheint ein komplizierter, und nach der Weise, wie sich mir der Kerzenversuch bei nahe an den
190 äußern Augenwinkel von *N* gehaltenem Lichte darstellt, möchte ich, allgemein gesprochen, vermuten, daß bei schwarzem Felde auf weißem Grunde sich mehrere Umstände zur Erzeugung des Helligkeitsunterschiedes der Bilder unterstützen, von denen bei weißem Felde auf schwarzem Grunde nur das Übergewicht des einen über den anderen den Erfolg bestimmt; obwohl ich auch hier den Helligkeitsunterschied oft bedeutend genug gefunden habe, und auf ein bloßes Apercu, wie es mir betreffs des Vergleiches beider Fälle nur zu Gebote steht, nichts Sicheres zu bauen ist.

195 Gehen wir jetzt zur Betrachtung des Farbenunterschiedes der Bilder beim seitlichen Fenster- und Kerzenversuche über. Dieser wird von Zöllner ebenfalls wesentlich von der supponierten verschiedenen Pupillenweite beim seitlichen Fensterversuche abhängig gemacht, indem er unter Zuziehung von Versuchen mit künstlicher Erweiterung der Pupille durch Narkotika das Resultat seiner ganzen Untersuchung so ausspricht: "Die Abhängigkeit der Farbenempfindung von der Wellenlänge des Lichtes verändert sich im normalen Zustande der Augen mit der Öffnungsweite der Pupille,
200 so zwar, daß bei abnehmender Öffnung die den stärker brechbaren, bei zunehmender Öffnung die den weniger brechbaren Strahlen zugehörigen Farbenempfindungen überwiegen."

Dies wäre gewiß eine sehr merkwürdige Beziehung; aber abgesehen, daß es mißlich ist, die, wenn nicht ganz fehlende, jedenfalls nur gering anzuschlagende, und unstreitig sehr schnell vollständig zu Stande gekommene, Differenz der Pupillenweiten für die oft sehr auffälligen und im Allgemeinen mit Fortsetzung der Versuche an
205 Intensität zunehmenden Farbenphänomene bei dem seitlichen Fensterversuche in Anschlag zu bringen, widersprechen auch folgende Umstände dieser Erklärung.

Natürlich müßte die stärkste Differenz der Pupillenweite erwartet werden, wenn ein Auge ganz geschlossen wird, und mithin das Bild in dem offenen Auge sich blau oder grün auch bei Vorderstellung gegen das Fenster färben. Dies ist nicht der Fall. Man kann einwenden, und dieser Einwand ist nicht ohne Gewicht, daß dann der begünstigende
210 Kontrast mit dem anderen Bilde wegfalle. Aber diesem Einwande läßt sich begegnen. Nehme ich bei Vorderstellung gegen das Fenster eine Kombination aus meinen farblosesten grauen Gläsern vor ein Auge, welche nur 0,17 Licht durchläßt, und schiebe das Doppelbild eines weißen Feldes auf schwarzem Grunde aus einander, so erscheint das eine Bild rein grau, das andere rein weiß. Hier aber sollte sich das weiße Bild, da es dem hell beleuchteten Auge angehört, blau oder grün, das andere dunkle rötlich färben. Außerdem bemerkt Zöllner S. 484 seiner Abhandlung selbst: "wird die Pupille des einen Auges durch Anwendung von Atropin erweitert, so ist es trotz des hierdurch bewirkten, sehr
215 bedeutenden Unterschiedes der Öffnungen möglich, durch Beleuchtung dieses Auges auf demselben Blau zu sehen." Dies scheint mir, wie ich offen gestehe, in direktem Widerspruche mit der Zöllner'schen Erklärung. Endlich wird sich im Folgenden zeigen, daß eine ungleiche Erleuchtung beider Augen gar nicht einmal wesentlich ist, um die dem Auge *N* eigentümliche Färbungserscheinung hervorzubringen, sondern daß dieselbe unter günstigen Umständen auch bei
220 gleich gehaltener Beleuchtung beider Augen durch den ungleichen Lichteinfluß auf die verschiedenen Stellen der Netzhaut in jedem Auge für sich, in beiden zugleich, entstehen kann. Hiernach glaube ich, daß die Zöllner'sche Erklärung überhaupt zu verlassen ist; wie denn Zöllner selbst in seiner zweiten Notiz nach Kenntnisaufnahme von der

Brücke'schen Erklärung geneigt ist, diese wenigstens mit gelten zu lassen.

Wenden wir uns nun zu dieser und der Brewster'schen Erklärung, welche der Brücke'schen noch vorangegangen ist.

225 Brewster schließt seine Erklärung dahin ab: "aus diesen Resultaten ist klar, daß, wenn die Netzhaut durch starkes Licht gereizt wird, der von dem Lichte nicht getroffene Teil dieser Membran teilweise für alle Farben, im stärksten Grade für die rote, unempfindlich gemacht wird. Hieraus folgt, daß ein weißer Papierstreif eine bläulichgrüne, nämlich die komplementäre Farbe des roten Lichtes annimmt. Die rote Farbe, welche der Papierstreif bei Betrachtung mit dem geschützten Auge zeigt, ist die natürliche Farbe der Lichtflamme, erhöht durch den Kontrast des grünen
230 Streifes."

Brücke stellt seine Erklärung dahin: "daß der Schein des Grünen (im Auge N) veranlaßt werde durch das rote Licht, welches durch Sklerotica und Choroidea auf die Retina fällt, und sie relativ unempfindlich macht gegen die roten Strahlen des durch die Pupille einfallenden Lichtes."

Beide Erklärungen stimmen dahin überein, daß die grüne Farbe des weißen Bildes im Auge N als induziert (in
235 Brücke's Sinne) durch eine nachbarliche Lichteinwirkung in diesem Auge angesehen wird, weichen aber darin von einander ab, daß Brewster für das induzierende Licht das durch die Cornea in das Auge fallende begrenzte Bild der Flamme, Brücke das durch die Sklerotica und Choroidea rot durchscheinende über der ganzen Netzhaut zerstreute Licht der Flamme ansieht; jener die Induktion von der Stärke, dieser von der Farbe des induzierenden Lichtes abhängig macht.

240 Als eine gemeinsame Schwierigkeit beider Erklärungen erscheint nun von vorn herein der Umstand, daß kein Prinzip darin enthalten ist, warum nicht ein von einer Kerze beleuchteter und mit der Kerze zugleich erblickter weißer Streifen auf schwarzem Grunde unter allen Umständen danach grün erscheinen sollte, warum es einer einseitigen Lichtstellung und des Doppelbildes dazu bedarf, wie es doch bei den bisher bekannten Anstellungsweisen und Erfolgen des Versuches der Fall ist.

245 In der Tat kann man sich leicht von der Erfolglosigkeit sämtlicher folgender Versuchsweisen überzeugen:

Man stelle a) das Licht oder die Lampe wie beim gewöhnlichen Lesen oder Schreiben vor sich hin, und betrachte einen davon erleuchteten weißen Streifen auf schwarzem Grunde, den man vor sich hat, einfach oder als Doppelbild, oder stelle b) zwei Lichter zu beiden Seiten von den Augen in entsprechender Entfernung auf, und verfare eben so; oder man schließe c) das Auge *E*, ehe man das Licht zur Seite des Auges *N* stellt und sehe unter Forterhaltung jenes
250 Schlusses einen weißen Streifen auf schwarzem Grunde mit *N* an⁷; oder man behalte d) zwar beide Augen offen, wende aber vor Anbringung des Lichtes an *N* die Hand in der Art als Schirm zwischen beiden Augen an, daß das Auge *E* das weiße Feld nicht sehen kann und daß mithin trotz der Verschiebung der Sehachsen bloß ein Bild erscheint; oder endlich man fixiere e) das weiße Feld in gewöhnlicher Weise mit beiden Augen, so daß es einfach erscheint, während das Licht seitlich von *N* steht.

255

In keinem dieser Fälle wird man entschiedene Färbungsphänomene wahrnehmen.

Nun kann man allerdings die Unwirksamkeit des letzten Falles daraus erklären, daß die im Sehfelde beider Augen coinzidierenden Komplementärfarben im Eindrucke sich neutralisieren, sollte dagegen in allen übrigen Fällen Grün am Bilde im Auge *N* oder den beiden zugleich als *N* angewandten Augen erwarten. Diese Schwierigkeit vermindert
260 sich indes für beide Erklärungsweisen gemeinsam zunächst durch die Bemerkung, daß nach bestimmten Tatsachen, die ich in meiner Abhandlung über das binoculare Sehen mitgeteilt habe (S. 569 no. 9), die Haltbarkeit und mithin auch unstreitig das Erscheinen einer subjectiven Nach- oder Nachbarfarbe in einem Auge sehr dadurch begünstigt werden kann, daß man der komplementären subjectiven Farbe zugleich Anlaß oder doch die Möglichkeit gibt, im anderen Auge mit zu erscheinen (was man unter den allgemeinen Begriff der Kontrastphänomene subsummieren
265 kann), wogegen die Intensität oder Nachhaltigkeit der subjektiven Erscheinung in jedem Auge für sich sehr dadurch beschränkt wird, daß im anderen Auge ein Anlaß zum Erscheinen derselben subjektiven Farbe gegeben ist, wobei mit in Rücksicht kommt, daß nach Tatsachen in eben jener Abhandlung jede im einen Auge entstehende Farbe die komplementäre im anderen induziert, welche jedoch im Allgemeinen schwächer als die induzierende ist.

In allen jenen unwirksamen Fällen nun wird das Erscheinen der komplementären Farbe im Auge *E* zum Grün des
270 Bildes im Auge *N* entweder dadurch unmöglich gemacht, daß man das Auge *E* ganz schließt und hiermit das weiße Licht beseitigt, welches die Komplementärfarbe herzugeben hätte, oder daß man beide Augen als *N* anwendet, indem man beide von beiden Seiten oder von vorn gleich beleuchtet. Wirklich erscheint sofort das Grün im Auge *N*, zugleich mit dem Rotgelb in *E*, wenn man bei Versuch c) das Auge *E* endlich öffnet, so daß ein Doppelbild erscheint, oder bei Versuch d) durch Wegziehen der Hand dasselbe sichtbar macht.

275 Subjektive Farben erscheinen überhaupt nicht unter allen Umständen gleich leicht, und man kann z. B. daraus, daß unter den meisten Umständen beim gewöhnlichen Sehen mit zwei Augen in der Nachbarschaft einer gegebenen Farbe

keine Komplementärfarbe erscheint, nicht schließen, daß sie nicht wirklich induziert werde, sondern nur, daß sie zu schwach sei, um unter den Umständen des Versuches bemerklich zu werden. Sie kann aber zu schwach werden, wenn entweder der Grund, auf dem sie induziert werden soll, zu wenig weißes Licht hergibt, um die Komplementärfarbe durch Neutralisierung der Gleichfarbe darin in merklichem Grade zu erzeugen, oder wenn er zu viel weißes Licht enthält, wodurch die erzeugte Komplementärfarbe zu sehr verdünnt wird, Prinzipien und Erfahrungen zufolge, die ich in meinen Abhandlungen über farbige Schatten dargelegt habe.

Hiernach kann man jene unwirksamen Fälle so deuten, daß die Erzeugung des subjektiven Grün im Auge N oder beiden zugleich als N angewendeten Augen unter den angegebenen Versuchsumständen nicht wirksam genug vonstatten gehe, um nicht der Mitwirkung des Kontrastes gegen eine sichtbare Komplementärfarbe im anderen Auge zum Deutlichwerden zu bedürfen.

Doch würde diese Erklärung, welche sich bloß auf die zu große Schwäche, nicht das Fehlen der induzierenden Wirkung in den angegebenen Versuchsfällen beruft, prekär bleiben, wenn solche nicht durch angemessene Verstärkung bemerklich gemacht werden könnte. Dies nun aber ist auch wirklich der Fall. In den angeführten unwirksamen Fällen war immer vorausgesetzt, daß das Licht oder die Lampe oder die beiden Lichter ungefähr eben so weit vom Auge oder den Augen als beim gewöhnlichen Lesen oder Schreiben stehen, was bei gewöhnlicher Anstellung des Versuches mit einseitiger Stellung des Lichtes unter Offenhaltung beider Augen hinreicht, den Farbenunterschied deutlich zu geben. Nun aber war ich sehr überrascht, als ich zwei brennende Wachsstockstücke ganz nahe an beide äußere Augenwinkel brachte, indes ich ein weißes Feld auf schwarzem Grunde vor mir zum Doppelbilde aus einander geschoben hielt, zu sehen, daß das Grün an beiden Bildern nicht nur merklich, sondern, namentlich bei einiger Verlängerung des Versuches, intensiv, ja leuchtend schön wurden. Diesen Versuch habe ich, ohne ihn gar zu anstrengend für die Augen zu finden, an verschiedenen Tagen immer mit gleichem Erfolge wiederholt. Dasselbe Resultat erhielt ich wiederholt, wenn ich eine einzige Kerze so nahe vor beide Augen hielt, als ich es vertragen konnte, und das Doppelbild eines weißen Feldes unmittelbar vor den Augen betrachtete (Versuch a, S. 38). Auch bedurfte es bei beiden Versuchsweisen nicht des Auseinanderschobens eines Doppelbildes, sondern die grüne Farbe entstand auch am einfach mit beiden Augen fixierten Bilde; doch bemerkte ich, wenn ich abwechselnd das Doppelbild zusammen- und auseinanderschob, daß letzterenfalls unter schwacher Verdunkelung der Bilder die Grünfärbung noch etwas stärker wurde, als ersterenfalls. Nicht minder entwickelte sich allmählich Grün an dem einfachen weißen Bilde, wenn ich (nach Vers. c) das Auge E schloß, oder (nach d) das Bild vom Auge E mit der Hand abblendete, ehe ich ein Licht einseitig an N anbrachte, wenn es nur hinreichend nahe geschahe. Aber die Farbe entwickelte sich langsamer, ward nicht so intensiv als bei zweiseitiger naher Beleuchtung und wuchs bei Versuch c) an Intensität, wenn ich nach Öffnung des Auges E ein Licht zu diesem hinzubachte, so daß die Beleuchtung zweiseitig war. Hingegen konnte ich selbst bei ganz nahem einseitigen Lichte am Auge N keine oder nur eine gelbe Färbung am weißen Felde erhalten, so lange ich es (nach Vers. e) einfach mit beiden Augen fixierte, wogegen die grüne Farbe sogleich oder nach einigem Verweilen sichtbar wurde, wenn ich dann das Auge E verdeckte oder wenn ich durch Näherung eines zweiten Lichtes dann die Beleuchtung zweiseitig machte. Unstreitig ist diese gleiche Wirkung eines gerade entgegengesetzten Verfahrens sehr merkwürdig, aber doch leicht erklärlich, sofern beidesfalls die Kompensation der grünen Farbe im Auge N durch eine komplementäre im Auge E beseitigt war.

Als ich das Doppelbild eines schwarzen Feldes auf weißem Grunde bei seitlich von beiden Augen, ganz nahe daran, gehaltenem Lichte auseinanderschob, notierte ich bei einem ersten Versuche, daß beide Bilder schwarz geblieben seien. Bei genauerer Aufmerksamkeit in späteren Versuchen jedoch konnte ich mir wohl einer rötlichen Nuance des Schwarz bewußt werden, und im Allgemeinen war dieselbe vorwiegend bei einem Bilde, unstreitig in dem Auge, welches zufällig stärker als das andere vom Licht betroffen wurde. Immer aber entwickelte sich um die schwarzen Bilder über der ganzen Ausdehnung des weißen Grundes, wozu ein weißer Foliobogen diente, eine deutlich grünliche Färbung.

Ruete erhielt bei diesen Versuchen, so weit er sie wiederholte, ganz dieselben Resultate. Intensives Grün bei zweiseitiger Beleuchtung der Augen sowohl am ungleich fixierten als zum Doppelbilde auseinandergeschobenen weißen Felde auf schwarzem Grunde, auch bei einseitiger Beleuchtung von N unter Schluß von E , nicht aber bei Offenhaltung von E , wenn das Bild ungleich mit beiden Augen fixiert wurde.

Dabei muß ich freilich ausdrücklich bemerken, daß weder Volkmann, noch Hankel, noch dessen Amanuensis bei Wiederholung des Versuches mit zweiseitigem Lichte ganz nahe an den Augen oder einem Lichte ganz nahe vor den Augen die Grünfärbung des weißen Doppelbildes erhalten konnten, die sie doch bei einseitiger Beleuchtung erhielten. Aber diese negativen Resultate können die von Ruete und mir erhaltenen positiven nicht aufheben, sondern beweisen bloß dasselbe, was ich unter anderer Form selbst finde, daß bei nicht hinreichend kräftiger Wirkung der Erfolg nicht entsteht; unstreitig aber wird zum leichten Eintreten des Erfolgs wie bei allen subjektiven Phänomenen auch eine leichte Empfänglichkeit, gewöhnlich mit sog. Schwäche der Augen verbunden, vorausgesetzt. Volkmanns und Hankels Augen sind aber viel kräftiger als meine.

Als eine ganz wesentliche Vorsicht bei diesen und überhaupt allen Abänderungen des seitlichen Fenster- und Kerzenversuches ist hervorzuheben daß vor Anstellung jedes neuen Versuches die Nachwirkung des früheren
335 erloschen oder durch Anstellung eines Versuches in entgegengesetztem Sinne kompensiert sein muß; sonst kann man
Farbenphänomene, die der Nachwirkung des früheren angehören, fälschlich dem neuen zuschreiben. Auch möchte ich
empfehlen, bei vergleichender Anstellung einer Mehrzahl von Versuchen hinter einander, um die relative Stärke des
Erfolges verschiedener Versuchsweisen zu prüfen, nicht ohne Weiteres die später angestellten mit den früher
angestellten für vergleichbar zu halten, da die Empfindlichkeit durch die Fortsetzung der Versuche selbst abgeändert
340 wird; sondern die Regel des abwechselnden Verfahrens zu befolgen.

Durch den Erfolg vorstehender Versuche wird nun jede Erklärung des seitlichen Fenster- und Kerzenversuches
überhaupt ausgeschlossen, welche die Färbung des Bildes im Auge N von der Verschiedenheit seiner Helligkeit gegen
das Bild im Auge E sekundär abhängig machen möchte oder, wie es bei der Zöllner'schen der Fall ist, eine ungleiche
Wirkung des Lichtes auf beide Augen fordert. Ruete machte mich darauf aufmerksam, daß, wenn man im finsternen
345 Zimmer durch zwei Kerzen zwei Schatten von ungleicher Helligkeit neben einander erzeugt, der dunklere gegen den
anderen bläulich erscheine, was sich wohl daraus erklären läßt, daß die induzierende Wirkung des helleren, rotgelb
erleuchteten, Schattens auf den dunkleren Nachbarschatten dessen direkte Wirkung überwiegt. Es ließ sich also etwa
denken – und bei den Zweifeln, die nach Folgenden sowohl gegen Brewster's als Brücke's Erklärung noch übrig
bleiben, sind anderweite Möglichkeiten zu berücksichtigen – daß auch beim seitlichen Kerzenversuche das helle
350 rotgelbe Bild im Auge E die Komplementärfarbe auf dem dunkleren Bilde im Auge N induziere. Aber abgesehen, daß
diese dann blau nicht grün sein müßte, und daß sich auf diese Weise die Färbung des Bildes im Auge N beim
seitlichen Fensterversuche unter Einwirkung farblosen Tageslichtes nicht erklären würde, so beweisen auch die
vorigen Versuche evident, daß die Entstehung der grünen Farbe selbstständig im Auge N , nicht durch Induktion
seitens E erfolgt, und daß sie keiner ungleichen Helligkeit der Bilder, ja keines Doppelbildes überhaupt bedarf.

Fassen wir nun nach Beseitigung der angegebenen Schwierigkeit die Brewster'sche und Brücke'sche Erklärung näher
ins Auge, so erhebt sich gegen die erstere von vorn herein der Einwand, daß es ein neues, bisher durch positive oder
zuverlässige Tatsachen noch nicht begründetes, Prinzip wäre, daß ein helles Licht abgesehen von aller Färbung (die
wenigstens bei dem seitlichen Fensterversuche, wenn der Himmel trübe ist, nicht in Betracht kommen kann)
vorzugsweise für die minder brechbaren Strahlen, Rot oder Rotgelb, in seiner Nachbarschaft unempfindlich machen
360 und daher Grün oder Blau induzieren soll. Indessen ist diese Erklärung doch nicht ohne Weiteres zu verwerfen; es
wäre an sich sehr möglich, und könnte selbst durch Analogien unterstützt werden, daß, indem der Kontrast zwischen
Licht und Dunkel das Helligkeitsverhältnis abändert, er dies nicht für alle Farbenstrahlen in gleicher Weise täte, und
also hiermit einen Farbenunterschied hervorriefe, der aber aus entsprechenden Gründen als andere subjektive
Phänomene (s. oben) nur unter günstigen Umständen bemerklich würde. Soll sich doch nach Nardo⁸ wirklich jede
365 nachbarliche Ungleichheit der Intensität des Lichtes unter günstigen Umständen von selbst mit einer
Färbungserscheinung assoziieren und das schwächere Licht bläulich erscheinen. Freilich lassen seine Versuche
Einwände zu, und Oppel konnte unter Anwendung wirklich farblosen Lichtes keine Bestätigung der Nardo'schen
Angaben erhalten, daher sich nicht darauf fassen läßt. Indes kann die Sache ohne sehr abgeänderte Versuche, die ich
anderen Augen überlassen muß, doch noch nicht für abgemacht angesehen werden.

Was freilich von vorn herein gar nicht zu Brewster's Erklärung zu passen scheint, indes es der Brücke'schen zur Stütze
gereicht, ist die rote Färbung, welche ein schwarzes Feld auf weißem Grunde beim seitlichen Kerzen- wie
Fensterversuche im Auge N zeigt. Denn, kann man fragen, wie ist es mit Brewster's Prinzip in Übereinstimmung zu
bringen, daß eine Flamme in benachbartem Weiß Grün, in benachbartem Schwarz Rot oder Rotgelb induziert.
Hingegen kann nach Brücke's Prinzip das Rot des schwarzen Feldes einfach als die Farbe des vom rot
375 durchscheinenden Lichte erhellten Augengrundes selbst angesehen werden. Aber durchschlagend ist dies doch auch
nicht gegen Brewster; indem hierbei ähnliche Gesichtspunkte, als bezüglich der Helligkeit in Frage kommen. Einmal
wäre denkbar, daß das Grün, was die Flamme im Auge N in dem weißen Grunde induziert, und was bei Schluß des
Auges E sofort deutlich wird⁹, dann sekundär Rot in dem von ihm umschlossenen Schwarz induzierte; zweitens deckt
sich das Schwarz des Bildes im Auge N binocular mit dem gelb oder rotgelb beleuchteten weißen Grunde im Auge E ,
380 dessen Einfluß dadurch bewiesen wird, daß das Rot im schwarzen Bilde des Auges N nicht oder nicht deutlich
erscheint¹⁰, wenn man die Flamme an das Auge N bringt, nachdem das Auge E zuvor geschlossen war. Daß aber das
Bild vielmehr rot als rotgelb erscheint, wäre immer noch durch seinen Kontrast mit dem umgebenden Grün erklärlich.
Nur daß freilich die Möglichkeit jener sekundären Induktion noch nicht erwiesen ist, und daß nach den im 7. Kapitel
meiner Abhandlung über das binoculare Sehen zusammengestellten Tatsachen ein begrenztes Bild in einem Auge bei
385 binocularer Deckung mit einem ausgedehnten Grunde im anderen Auge zwar gewiß, aber doch nur wenig durch die
Beschaffenheit dieses Grundes modifiziert erscheint.

Sollte nun hingegen die Brücke'sche Erklärung überhaupt zweifelsfrei sein, so wäre es natürlich unnötig, die aus
mehreren Gesichtspunkten unwahrscheinlichere Brew-ster'sche weiter zu beachten. So sinnreich aber und durch so gut
gewählte Versuche unterstützt die von Brücke aufgestellte Erklärung ist, bleiben freilich auch bei ihr manche nicht

390 unerhebliche erst noch zu erledigende Schwierigkeiten, die ich unten hervorhebe, nachdem ich zuvor hervorgehoben, was außer dem eben bemerkten Umstande zu ihren Gunsten spricht, und schließlich doch nötigen könnte, bei ihr stehen zu bleiben.

Unter den mannichfachen Tatsachen, welche der Urheber derselben für sie anführt, erscheint wohl am schlagendsten die, daß seitliches Zwischeneinschieben eines roten Glases zwischen Auge *N* und Kerze den Farbenunterschied der
395 Bilder bestehen läßt, Zwischeneinschieben eines grünen ihn hebt; so wie, daß erbei monochromatisch gelbem Lichte nicht eintritt. Den ersten Versuch habe ich mit gleichem Erfolge wiederholt. Indes könnte man gegen die Beweiskraft desselben einwenden, daß, da bei diesen Versuchen farbiges, respektiv grünes oder monochromatisch gelbes, Licht von der Seite her nicht bloß durch Sklerotica und Choroidea, sondern auch direkt durch die Pupille eindringt, und das
400 Flammenbild selbst diese Farbe damit annimmt, eine Neutralisation oder jedenfalls wesentliche Abänderung der induzierenden Wirkung der Flamme entstehen müsse, falls man diese im Sinne irgend einer Modifikation der Brewster'schen Ansicht in Anspruch nehmen wolle.

Eine bestimmtere Entscheidung schien mir auf eine solche Versuchsweise zu begründen, daß man das Kerzenlicht zum Auge *N* ohne Anwendung von Farbgläsern nur durch die Pupille, aber nicht die Sklerotica und Choroidea, gelangen läßt, indem man es zugleich vom Auge *E* durch einen Schirm zwischen den Augen abhält. Nach Brewster's
405 Erklärung sollte dies keinen Unterschied zwischen der gewöhnlichen Anstellungsweise begründen, nach Brücke's Erklärung sollte der Farbenunterschied der Bilder dann aufhören. Der Erfolg scheint mir mehr für Brücke als Brewster zu sprechen; aber doch nicht so rein, daß ich allein darauf fußen möchte.

Der Versuch wurde von mir in folgender Weise angestellt. In ein Blatt schwarzes Rußpapier wurde ein kleines Loch geschnitten, das Blatt möglichst hart an das Auge *N* so angelegt, daß es frei durch das Loch durchblicken konnte,
410 Sklerotica und Choroidea aber verdeckt waren, und das Blatt übrigens so umgebogen, daß der umgebogene Teil als Schirm zwischen Auge *E* und Licht trat. Dabei ist wesentlich, Acht zu haben, daß das Licht noch wirklich vom Auge *N* gesehen wird, und daß es nicht zugleich vom Auge *E* gesehen wird, was man durch abwechselnden Schluß des einen und anderen Auges verifiziert. Als Objekt diente ein kleines weißes Feld auf einer dem Auge gerade gegenüberstehenden vertikalen schwarzen Fläche. Unter diesen Umständen entstand bei einem Loche von 3 par.
415 Linien Durchmesser, also ungefähr von der Größe der Cornea, am Bilde im Auge *N* eine graugrüne Färbung, und zwar war der grüne Schein bei einiger Fortsetzung des Versuches sehr entschieden; wie ich zweimal an verschiedenen Tagen beobachtete. Nahm ich das Loch nur von 1½ Lin. Durchmesser, also wenig größer als der Pupillendurchmesser, so erschien das Bild im Auge *N* anfangs nur gräulich, nahm aber doch allmählig eine sehr schwache, aber von mir für unzweideutig gehaltene grünliche Nuance an, was ich ebenfalls an zwei verschiedenen Tagen beobachtet habe, jedoch
420 nicht voreinander mit dem vorigen Versuche, da ich solche Versuche überhaupt nicht in Mehrzahl hinter einander anstellen darf. Nahm ich endlich, wieder an ein paar anderen Tagen, das Loch nur von Stecknadelkopfgröße, so schien mir das Grau des Bildes im Auge *N* immer noch mit einer sehr schwachen Farbnuance behaftet, die ich aber nicht recht festzuhalten, und unzweideutig zu bestimmen vermochte, da sie bei kleinen Änderungen der Lage des Auges *N* schwankte. Ich möchte sagen, daß es zwischen Grünlich und Violet war; ohne darauf Gewicht legen zu
425 wollen.

Ruete wiederholte den Versuch mit einem am Auge *N* angebrachten Augenhütchen von Kautschuk, in welchem eine kleine kaum pupillengroße Öffnung zum Durchblicken enthalten war, und konnte auch keine Grünfärbung mehr am Bilde in diesem Auge entdecken.

Unstreitig nun stimmt die Abnahme des Grün fast bis zum Verschwinden mit Verkleinerung der Öffnung bei meinen
430 eigenen Versuche und der fehlende Erfolg bei Ruete's Versuch vielmehr zu Brücke's als Brewster's Erklärung: indes man von anderer Seite die noch übrige grünliche Färbung bei meinen Versuchen in entgegengesetztem Sinne geltend machen könnte. Aber dieser Rest grünlichen Scheins läßt wohl noch eine, mit Brücke's Erklärung verträgliche, Deutung zu. Warum sollte nicht das durch die uvea der (bei mir blaugrauen) Iris durchscheinende Licht gleichen Erfolg haben können, als das durch die Choroidea durchscheinende; bei der corneagroßen Öffnung mußte es aber
435 noch voll durch die Iris durchscheinen, und selbst bei der kleineren Öffnung, namentlich wenn sie nicht gerade zentral die Pupille deckte, noch etwas hindurchfallen; indes bei der kleinsten der grünliche Schein überhaupt nicht mehr unzweideutig, und auch bei der etwas größeren nicht viel über dem Problematischen war. Da ferner der grünliche Schimmer mit der Dauer der Betrachtung zunahm oder sich erst entwickelte, so könnte ja wohl die auf sein Sehen gerichtete Intention etwas zu seiner subjektiven Erzeugung mitgewirkt oder sie verschuldet haben. Beide
440 Möglichkeiten sind anzuerkennen, wenn schon ich der letzteren aus verschiedenen Gründen keine Wahrscheinlichkeit beilege. Inzwischen würde doch noch eine abändernde Wiederholung des Versuches nötig sein, um ihn für ganz entscheidend ansehen zu können (wovon ich selbst abstrahieren muß, weil ich diese Modifikationen des Versuches überhaupt zu anstrengend für mich finde), indem noch folgende Punkte dabei in Rücksicht kommen.

Das Licht muß bei diesen Versuchen, wo das Auge *N* durch eine enge Öffnung sieht, in sehr kleinem Winkelabstande
445 vom weißen Felde stehen, um noch mit ihm zugleich vom Auge *N* durch die Öffnung hindurch gesehen werden zu

können. Es hat mir aber bei einigen Versuchen, die ich doch bei Weitem nicht hinreichend habe vervielfältigen und vergleichbar halten können, um sie für entscheidend anzusehen, geschienen, daß diese Stellung, auch bei Versuchen mit freiem Auge, überhaupt ungünstiger für die Entstehung der Grünfärbung ist, als wenn man das Licht mehr seitlich vom weißen Felde und von der Pupille anbringt, und es wären also, unter Wahrung der angegebenen Vorsichten,
450 Versuche darauf zu richten, ob nicht der schwache Erfolg bei den Versuchen mit enger Öffnung wesentlich nur von diesem Verhältnisse abhängt, womit allerdings die Beweiskraft für Brücke wegfallen würde.

Ferner ist gewiß, daß, wenn man ein Doppelbild erzeugt, während man mit einem Auge durch eine sehr enge Öffnung sieht, Färbungserscheinungen eintreten können, welche bisher nach keinem, auch nach Brücke's Prinzip nicht, hinreichend erklärbar sind, und durch eine Komplikation, die sie mitführen, die Erscheinung der Grünfärbung noch
455 auf einem anderen Wege als durch Abhaltung des Lichtes von Sklerotica und Choroidea beschränken könnten, in welcher Beziehung zu prüfen wäre, ob das Auge N beim Hindurchsehen durch eine enge Öffnung in einem schmalen Streifen, der den größten Teil der Sklerotica noch unbedeckt ließe, nicht eine eben solche Beschränkung der Grünfärbung wahrnehmen würde, als bei Bedeckung der ganzen Sklerotica.

In meiner Abhandlung über das binoculare Sehen (S. 465) habe ich nämlich folgender Erscheinung gedacht, die ich
460 auch bei neueren Versuchen bestätigt finde. Wenn man bei Vorderstellung gegen das Fenster bei blauem oder bedecktem Himmel das Doppelbild eines weißen Feldes auf schwarzem Grunde auseinanderschleibt; indes man mit einem Auge durch ein Nadelloch in einem Kartenblatte sieht, so hat das mit diesem Auge gesehene dunkle Bild oftmals eine violette oder lila Nuance, wie auch Ruete und Grabau fanden. Freilich kann ich sie nicht an jedem Tage gleich deutlich finden, und manchmal möchte ich nur Grau anerkennen. Dagegen erhalte ich sie sicher und intensiv,
465 wenn ich denselben Versuch Abends bei Kerzenlicht anstelle; das dunkle Bild erscheint entschieden lila oder violett; das helle gelblich weiß. Unstreitig kann man in diesem Falle die violette Färbung des dunklen Bildes im einen Auge von einer induzierenden Wirkung Seitens des gelben Bildes im anderen Auge abhängig machen; die aber dann auch als Komplikation bei den obigen Versuchen, welche zur Prüfung der Brücke'schen Erklärung angestellt wurden, anzuerkennen sein würde, und die ich sogar allein in Anschlag bringen würde, wenn der, obschon minder auffällige
470 und sichere, Erfolg bei Tageslichte dieselbe Erklärung zuließe. Denn aus Versuchen in meiner Abhandlung über das binoculare Sehen (Abschn. XIV) geht hervor, daß in der Tat eine solche Induktion von einem Auge zum anderen herüber statt hat, um so leichter, je mehr verdunkelt das Weiß ist, in dem die Farbe zu induzieren ist, und folgende einschaltungsweise Versuche, die an sich einiges Interesse darbieten, stehen damit in Beziehung.

Wenn ich die Lampe wie beim gewöhnlichen Lesen oder Schreiben gerade vor mir habe und ein weißes Feld auf
475 schwarzem Grunde als Doppelbild betrachte, so kann ich bei dieser Entfernung der Lichtquelle keine deutliche Färbung des Bildes erhalten. Nehme ich aber eine recht dunkle graue Glaskombination vor ein Auge, so färbt sich das Bild in diesem Auge unter Verdunkelung sogleich blau- oder rotviolett, indes das andere lichte gelblich weiß ist. Mit der Dauer der Betrachtung habe ich an einem Tage das Violett in wiederholten Versuchen immer röter werden und manchmal aus anfangs fast Blau, zuletzt in fast Rot übergehen sehen, wobei das Gelb des anderen Bildes zugleich
480 deutlicher war. An einem anderen Tage konnte ich einen solchen Wandel nicht deutlich bemerken. Bei schwarzem Felde auf weißem Grunde war das Bild im hellen Auge braunrot, im anderen tief schwarz, wie es mir schien mit einem Stich ins Blaue. Dieser Erfolg rührte nicht von einer schwachen Färbung her, welche die grauen Gläser noch haben, denn er tritt selbst bei meinen farblosesten grauen Gläsern ein, und selbst dann noch in wesentlich gleicher Weise, wenn ich unter meinen Gläsern die wähle, die einen schwach grünlichen Schein haben. Nur muß jedenfalls die
485 Verdunkelung stark genug sein. Ich habe Verdunkelungen angewandt, wodurch das Licht auf $\frac{1}{6}$ oder selbst $\frac{1}{50}$ reduziert wurde.

Ein entsprechender Erfolg läßt sich sehr schön in Nachfarben ohne graue Gläser erhalten. Ich schließe ein Auge etwa $\frac{1}{4}$ Minute und blicke mit dem andern während dessen auf den hellen Milchglasschirm meiner vor mir stehenden Studierlampe Dann öffne ich jenes Auge und schiebe das Doppelbild eines weißen Feldes auf schwarzem Grunde
490 auseinander. Das im ausgeruhten Auge erscheint lichthell und intensiv gelb, das im anderen, ermüdeten und dunkler sehenden, ganz dunkel violett.

Stelle ich den Versuch mit den grauen Gläsern bei Tageslicht unter Vorderstellung gegen das Fenster an, so kann ich unter Anwendung einer Kombination meiner farblosesten Gläser, welche nur 0,17 Licht durchläßt, keine Färbung erhalten; mit dunkleren Kombinationen aber wegen der nicht ganz fehlenden Färbung derselben nichts Sicheres
495 konstatieren.

Unter Anerkennung, daß nach der Gesamtheit der vorigen Tatsachen die Brücke'sche Erklärung sich im Ganzen als die wahrscheinlichere darstellt, gedenke ich schließlich noch der theoretischen Schwierigkeiten, die doch erst noch zu erledigen wären, um Alles dabei auf's Reine gebracht zu finden, ohne damit etwas Bindendes gegen diese Erklärung aufgestellt haben zu wollen, da ich vielmehr selbst versuchen will, den Schwierigkeiten zu begegnen, soweit ich es
500 vermag.

Erstens: Das durch die Augenhäute rot durchscheinende Licht muß sich über die ganze Netzhaut zerstreuen, mithin

auch über das Bild des auf schwarzem Grunde liegenden weißen Feldes im Auge *N* mit verbreiten; und es wird bei Brücke's Erklärung gefordert, daß die Wirkung dieses objektiven Rot auf dem Weiß durch die induzierende Wirkung des nachbarlichen Rot, was sich über den benachbarten schwarzen Grund verbreitet, nicht nur kompensiert, sondern auch überboten werde, da man doch eine Kompensation als Maximum erwarten sollte, um nicht die Wirkung größer als die Ursache erscheinen zu lassen.

Indes kann man bemerken, daß das durch die Augenhäute durchscheinende Rot, was sich über das Bild des weißen Feldes im Auge *N* mit verbreitet, hier durch das Weiß dieses Bildes stark verdünnt ist, in der Umgebung hingegen unverdünnt wirkt, und dies könnte das Übergewicht der induzierenden Wirkung Seitens des letzteren Rot begründen, wozu frühere Versuche von mir (in Pogg. Arm. L. 473) eine gute Erläuterung geben; wogegen freilich andererseits zu bemerken ist, daß auch die induzierte Farbe durch das Weiß verdünnt und dadurch schwerer sichtbar wird; daher bei Versuchen mit farbigen Schatten im finsternen Zimmer, wo ein Doppelschatten durch zwei Öffnungen im Laden erzeugt wird, wovon eine frei, die andere mit einem Farbenglase versetzt ist, die Farbenintensität des Komplementärschattens zwar bis zu gewissen Grenzen mit der Größe der tageshellen Öffnung wächst, über gewisse Grenzen hinaus aber wieder abnimmt. Ist hiernach der Einwand noch nicht ganz erledigt, so wird er doch auch nicht als durchschlagend anzusehen sein. Wichtiger erscheint folgender Einwand:

Zweitens: Bei Anstellung des seitlichen Kerzenversuches mit dem weißen Felde auf schwarzem Grunde nimmt man um die beiden Bilder des weißen Feldes weder als Randschein noch in gleichförmiger Verbreitung das Geringste von Rot wahr; während das Feld im Auge *N* deutlich, ja unter Umständen intensiv grün, im anderen rötlichgelb, erscheint. Auch wo ich nach der Versuchsweise die Bilder in beiden Augen grün sehe, erscheint kein Rot darum. Kann aber wohl, darf man sich fragen, ein nicht sichtbares Rot ein intensives Grün in der Nachbarschaft induzieren? Dies wäre unstreitig sehr merkwürdig, und dürfte, wenn es der Fall sein sollte, schlagend gegen die wesentliche Abhängigkeit induzierter Nachbarfarben von einer Täuschung des Urteils sprechen; aber von vorn herein wahrscheinlich ist es nicht.

Allerdings läßt sich daraus, daß bei Anstellung des seitlichen Kerzenversuches mit einem schwarzen Felde auf weißem Grunde das Bild im Auge *N* rot erscheint, schließen, daß wirklich objektiv oder subjektiv Rot auf dem schwarzen Grunde vorhanden ist, welches nur bei begrenztem Felde leichter sichtbar ist, als bei ausgedehntem; aber die Schwierigkeit, daß bei weißem Felde auf schwarzem Grunde ein nicht sichtbares Rot ein sichtbares Grün induziert, wird dadurch nicht gehoben.

Nun ließe sich allerdings als möglich ansehen, daß die Verbreitung des unsichtbaren Rot über den ganzen Grund des Auges *N* die Schwäche dieses Rot in der Weise kompensiert, daß trotz seiner subjektiven Unwahrnehmbarkeit doch eine wahrnehmbare Induktion von Grün Seitens desselben in dem von ihm umschlossenen begrenzten Weiß statt findet; aber der Nachweis dieser Möglichkeit würde um so mehr erst direkter Versuche bedürfen, als sie eine physiologische oder physische Induktion bei den Simultan-Kontrasterscheinungen voraussetzt, welche ich zwar meinerseits statuieren, die aber von der vorzüglichsten Autorität im Gebiete der physiologischen Optik bestritten ist. Vergleiche über diesen Gegenstand diese Berichte 1860. S. 121..

Noch kann man folgende schon oben gelegentlich geltend gemachte Erfahrung von Brücke zur Erklärung zuziehen. Wenn man bei Anstellung des seitlichen Kerzenversuches mit schwarzem Felde auf weißem Grunde rasch hinter einander wechselnd das Auge *N* und *E* schließt, so wird der weiße Grund im ersten Falle rot oder rotgelb, im zweiten grün, was ich bestätigt finde. Unstreitig sind Rot und Grün auch vorhanden, während *N* und *E* beide offen sind, kompensieren sich aber im gemeinsamen Eindrucke. Also, kann man sagen, wird auch bei der umgekehrten Anordnung des Versuches, wo man ein weißes Feld auf schwarzem Grunde betrachtet, das Rot auf dem schwarzen Grunde im Auge *N* zwar vorhanden sein, und würde für sich merklich genug sein; wird aber durch ein induziertes Grün auf dem Grunde im Auge *E* seinen Eindruck nicht in der Resultante geltend machen können, ohne daß dies hindert, daß es eine seiner Intensität gemäß (immerhin dann doch als physisch zu statuierende) induzierende Wirkung im Auge *N* für sich äußere. Nur verliert diese Erklärung dadurch an Gewicht, daß ich in wiederholten Versuchen mit dem weißen Felde auf schwarzem Grunde oder bloßem schwarzen Grunde durch abwechselndes Verdecken des Auges *N* und *E* nicht eben so wie oben auf dem weißen Grunde einen Farbenwechsel auf dem schwarzen erzeugen konnte; der Grund blieb beidesfalls schwarz. Eben so fand es Volkmann, ungeachtet er bei weißem Grunde auch beide Farben erhielt.

Allerdings, wenn man die Öffnung im Laden eines finsternen Zimmers mit einem roten Glase verschließt, und eine schwarze Scheibe davor hält, erscheint sie grün (Brücke, Pogg. LXXXIV. S. 424). Aber hier findet die Induktion Seitens eines sichtbaren intensiven Rot in dem schwarzen, d. i. durch das innere Augenlicht schwach erhellen, Augengrunde statt. Bei dem seitlichen Kerzenversuche aber ist es ein wegen seiner Schwäche oder Übertäubung durch die Induktion Seitens des direkt einfallenden Kerzenlichtes nicht sichtbares Rot, welches im hellen, und mit demselben Rot vermischten, Weiß sichtbares Grün induzieren soll, was wesentlich andere Verhältnisse sind.

Drittens: Es läßt sich voraussetzen, daß das direkt in das Auge *N* fallende, eine begrenzte Stelle erleuchtende, Lichtbild in der Umgebung Kontrastwirkungen induzieren muß, welche sich über das weiße Feld mit erstrecken, und

wogegen man meinen sollte, daß die des schwachen roten Lichtes, was sich über den Augengrund verbreitet, verschwinden müßte, was der Brewster'schen Erklärung gegen die Brücke'sche zu Statten käme. Der oben bemerkte
560 Versuch, wo man abwechselnd das eine und andere Auge verdeckt, indes ganz nahe an N ein Licht ist, und ein schwarzer Grund betrachtet wird, ist sehr geeignet, die Macht dieser Kontrastwirkung zu beweisen. In der Tat, so wie man das erleuchtete Auge N schließt oder verdeckt, erhellt sich der schwarze Grund augenfällig; so wie man das schattigere E schließt, hüllt er sich in tiefere Nacht.

Viertens: Sowohl beim seitlichen Fenster- als Kerzenversuche bemerkt man im Allgemeinen, wenn schon es nicht
565 immer gleich entschieden sich geltend macht, daß der Färbungsunterschied bis zu gewissen Grenzen mit der Verlängerung und Vervielfältigung des Versuches zunimmt. Dies ist aber der Natur der direkten Kontrastwirkungen, wozu nach Brücke das Phänomen gehören würde, gerade entgegen. Subjektive Komplementärschatten erscheinen im ersten Momente mit voller Stärke und allgemein schwächen sich die durch Kontrast erzeugten Gegensätze mit der Dauer der Betrachtung durch eine Folgewirkung ab und können unter Umständen sogar in den Gegensatz übergehen,
570 worüber man das dahin Gehörige in meiner Abhandlung über Kontrastempfindungen in diesen Berichten (1860. S. 91 ff.) vergleichen kann.

Auch dieser Umstand schiene eher mit der Brewster'schen Ansicht zum stimmen. Denn nach früher von mir mitgeteilten Versuchen¹¹ färbt sich ein weißer Fleck auf schwarzem Grunde selbst bei direkter Betrachtung allmähig und ist also auch ein allmähiger Eintritt einer farbigen Induktion oder einer allmähigen Abänderung derselben Seitens
575 eines an sich weißen Lichtes in der Nachbarschaft zu erwarten, womit jenes Wachstum der Farbenphänomene in Beziehung stehen könnte.

Fünftens: Da nach Brücke das durch die Augenhäute im Auge N rot durchscheinende, den schwarzen Augengrund erhellende, Licht das primäre ist, wovon das Grün erst in Weiß induziert wird, und da das primäre Rot unverdünnt durch weißes Licht ist, indes das im Weiß induzierte Grün durch dieses Weiß verdünnt wird, so sollte man meinen,
580 daß das Rot überhaupt unter vergleichbaren Umständen leichter zur Erscheinung kommen müßte, als das Grün, wovon aber eher das Gegenteil statt zu finden scheint.

Unter denselben Versuchsumständen, wo wegen fehlenden Kontrastes mit dem anderen Auge das Grün im weißen Felde auf schwarzem Grunde nicht erscheint, erscheint auch das Rot bei schwarzem Felde auf weißem Grunde nicht. Bei ganz nahe an beide äußere Augenwinkel gehaltenen Lichtern aber erhalte ich das Grün im weißen Doppelbilde bei
585 schwarzem Grunde deutlicher als das Rot im schwarzen bei weißem Grunde, und ersterenfalls keine deutliche Rotfärbung des schwarzen Grundes um das weiße Doppelbild, hingegen letzterenfalls eine deutliche Grünfärbung des weißen Grundes um das schwarze Doppelbild, was auch mit den Erfolgen übereinstimmt, die man bei einseitigem Lichte mit abwechselnder Verdeckung beider Augen erhält (vergl. oben).

Dieser Einwand könnte seine Erledigung dadurch finden (freilich nur unter Verstärkung des Einwandes unter 3), daß
590 schwache Farbeneindrücke durch nachbarliche stärkere Farbeneindrücke¹² und unstreitig durch nachbarliches intensives Licht überhaupt ausgelöscht werden, wonach wohl denkbar ist, daß das durch die Augenhäute durchscheinende schwache Rot in dem Schwarz nicht so leicht zum Vorschein kommt, wenn dieses Schwarz von Weiß oder überhaupt von größerer Helligkeit umgeben ist.

Nach allem Vorstehenden scheinen die Erfolge des seitlichen Fenster- und Kerzenversuches an komplizierten
595 Bedingungen zu hängen, und die bisherigen Experimente noch so wenig zur vollständigen Analyse derselben auszureichen, daß in der Tat eine neue Vornahme und Untersuchung der Punkte, die dabei noch zu erledigen sind, mit Augen, die der Aufgabe gewachsen sind, erwünscht sein muß, wozu man die Anregung und den unvollständigen Beitrag durch das Vorige gestatten möge, nachdem ich den Versuch doch einmal früher behandelt habe, und eine Erledigung desselben künftig einmal wird statt finden müssen.

600

Recapitulation

Erzeugt man das Doppelbild eines weißen Feldes auf schwarzem Grunde bei ungleicher Beleuchtung beider Augen, so erscheint das Bild in dem stärker erleuchteten Auge N dunkler, in dem minder erleuchteten E heller, als das andere;
605 jenes bläulich oder blau (bei hellem Tageslichte), grünlich oder grün (bei Lampenlicht), dieses rot, rötlich oder rötlich gelb. Der Helligkeitsunterschied der beiden Bilder läßt sich in der Hauptsache, ohne daß doch Alles dabei schon ins Klare gebracht ist, als eine Kontrasterscheinung erklären (s. o.), und die von Zöllner als Hauptgrund angenommene Differenz der Pupillenweite wegen ungleicher Erleuchtung der Augen ist als wesentlich einflußlos anzusehen und selbst nach ihrer Tatsache noch problematisch (s. o.). Für den Farbenunterschied sind drei verschiedene Erklärungen
610 aufgestellt worden. Nach Zöllner hängt er ebenfalls von einem Unterschiede der Pupillenweite ab, indem nach ihm überhaupt bei abnehmender Pupillenweite die Empfindung der brechbareren Farben relativ zu überwiegen anfängt. Nach Brewster hängt er davon ab, daß das durch die Pupille des Auges N direkt gesehene Licht für die Empfindung

der minder brechbaren Strahlen in seiner Nachbarschaft unempfindlich macht, demgemäß Grün, respektiv Blau, induziert; nach Brücke davon, daß das durch die Sklerotica und Choroidea des Auges *N* rot durchscheinende Licht
615 eine solche induzierende Wirkung auf das durch die Pupille einfallende Weiß äußert. Von diesen drei Erklärungen muß die Zöllner'sche schon aus dem Grunde verworfen werden, daß der Farbenunterschied nicht eintritt, wenn man bei Auseinanderverschiebung eines Doppelbildes unter Vorderstellung gegen das Fenster ein Auge mit einem grauen Glase verdunkelt (s.v.); jede anderweit versuchte Erklärung aber (etwa mit Rücksicht auf Nardo's Behauptungen), daß der Farbenunterschied der Bilder von dem Helligkeitsunterschiede der Bilder sekundär abhängt (s.v.) oder überhaupt
620 eine ungleiche Wirkung des Lichtes bei dem seitlichen Kerzenversuche wesentlich sei, um die Grünfärbung im Auge *N* hervorzubringen, wird dadurch ausgeschlossen, daß bei hinreichend starker gleicher zweiseitiger Einwirkung des Lichtes auf beide Augen und hinreichender Empfindlichkeit die Grünfärbung an beiden Bildern entsteht (s.v.). Die ungleiche Beleuchtung wirkt nur dadurch günstig, daß sie das Erscheinen der Farbe im einen Auge durch den Kontrast mit der komplementären im anderen erleichtert (s.v.). Hiermit wird zugleich eine Schwierigkeit sowohl der
625 Brewster'schen als Brücke'schen Erklärung gehoben, als welche kein Prinzip enthalten, warum die ungleiche Erleuchtung beider Augen gefordert sein sollte. Die Brewster'sche Erklärung ist aber prekär, weil zwar behauptet, aber nicht konstatiert ist, daß helles Licht abgesehen von seiner Färbung vorzugsweise für die minder brechbaren Strahlen in seiner Nachbarschaft unempfindlich macht, so daß nach Allem die Brücke'sche Erklärung als die wahrscheinlichste übrig zu bleiben scheint, zumal sich auch positive Tatsachen dafür anführen lassen (s.v.). Jedoch leidet auch sie noch
630 an einigen Schwierigkeiten (s.v.), welche erst künftig zu erledigen sind, und von denen die wichtigste die ist, daß bei dieser Erklärung angenommen werden muß, daß ein nicht sichtbares Rot (im Grunde des Auges *N*) ein sehr deutlich sichtbares Grün in dem von ihm umschlossenen Weiß (dem weißen Bilde im Auge *N*) zu induzieren vermag (vgl. v.). Eine volle Aufklärung des Versuches, sowohl in Betreff des Helligkeits- als Farbenunterschiedes der Bilder, ist erst von künftigen Versuchen zu erwarten.

(9807 words)

Quelle: <https://www.projekt-gutenberg.org/fechner/essays/chap013.html>

¹Abhandl. Der math. phys. Cl. der k. sächs. Ges. d. W. V. S. 574 ff. – ²Edinb. of Sc. Vol. V. p. 25. – ³Pogg. Ann. XXVII. 493. – ⁴Pogg. Ann. LXXXIV. 120. – ⁵Die betreffende Stelle steht vielmehr I. c. 11. P. 17. – ⁶Die betreffende Stelle steht vielmehr T. II. p. 113. – ⁷Der Versuch, wo man das Auge *E* eher verdeckt, ehe man das Licht an *N* bringt, ist wohl von einem solchen zu unterscheiden, wo man es später nach Erzeugung der beiden komplementären Bilder verdeckt. Hier macht sich die bekannte Persistenz geltend. – ⁸"Nota sulle ombre colorate, ottenute col solo concorso di luci bianche, del Dott. Nardo, in den Atti dell' I. R. Istituto venco di scienze, lettere ed arti Vol. IV. Ser. III." – Ich kenne diese Abhandlung nur aus dem kritischen Berichte von Opper darüber in dem Jahresbericht des physikal. Vereins zu Frankfurt. 1859. S. 65. – ⁹Deshalb, weil es sich dann nicht mehr binocular mit dem Rotgelb des Grundes im Auge *E* deckt, was von der direkten Beleuchtung abhängt. – ¹⁰Ich habe nicht Versuche angestellt, um behaupten zu können, daß es hierbei gar nicht erscheinen könne; aber der Unterschied von den Fällen, wo das Auge *E* offen gehalten wird, ist zweifellos. – ¹¹Pogg. Ann. L. 206. – ¹²Vergl. meine Abhandlung über Kontrastempfindungen in diesen Berichten 1860. S. 111.