

Zur Physiologie des Sehens und der Farbenempfindung / von Hr. du Bois-Reymond.

Contributors

Du Bois-Reymond, Emil, 1818-1896.
Ophthalmological Society of the United Kingdom. Library
University College, London. Library Services

Publication/Creation

[Leipzig] : [publisher not identified], [1877]

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/vgp6xrfy>

Provider

University College London

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by UCL Library Services. The original may be consulted at UCL (University College London) where the originals may be consulted.

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>





Digitized by the Internet Archive
in 2014

<https://archive.org/details/b21642643>

← 6

Fig. 1.

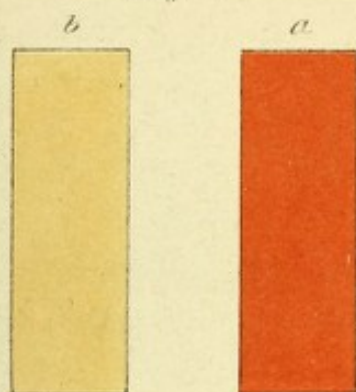


Fig. 2.



Fig. 3.

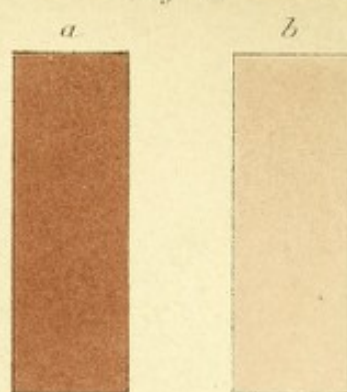


Fig. 4.



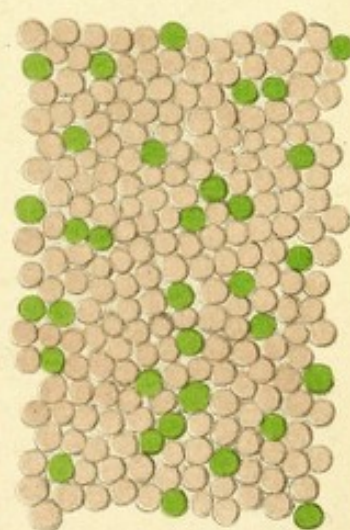
Fig. 5.

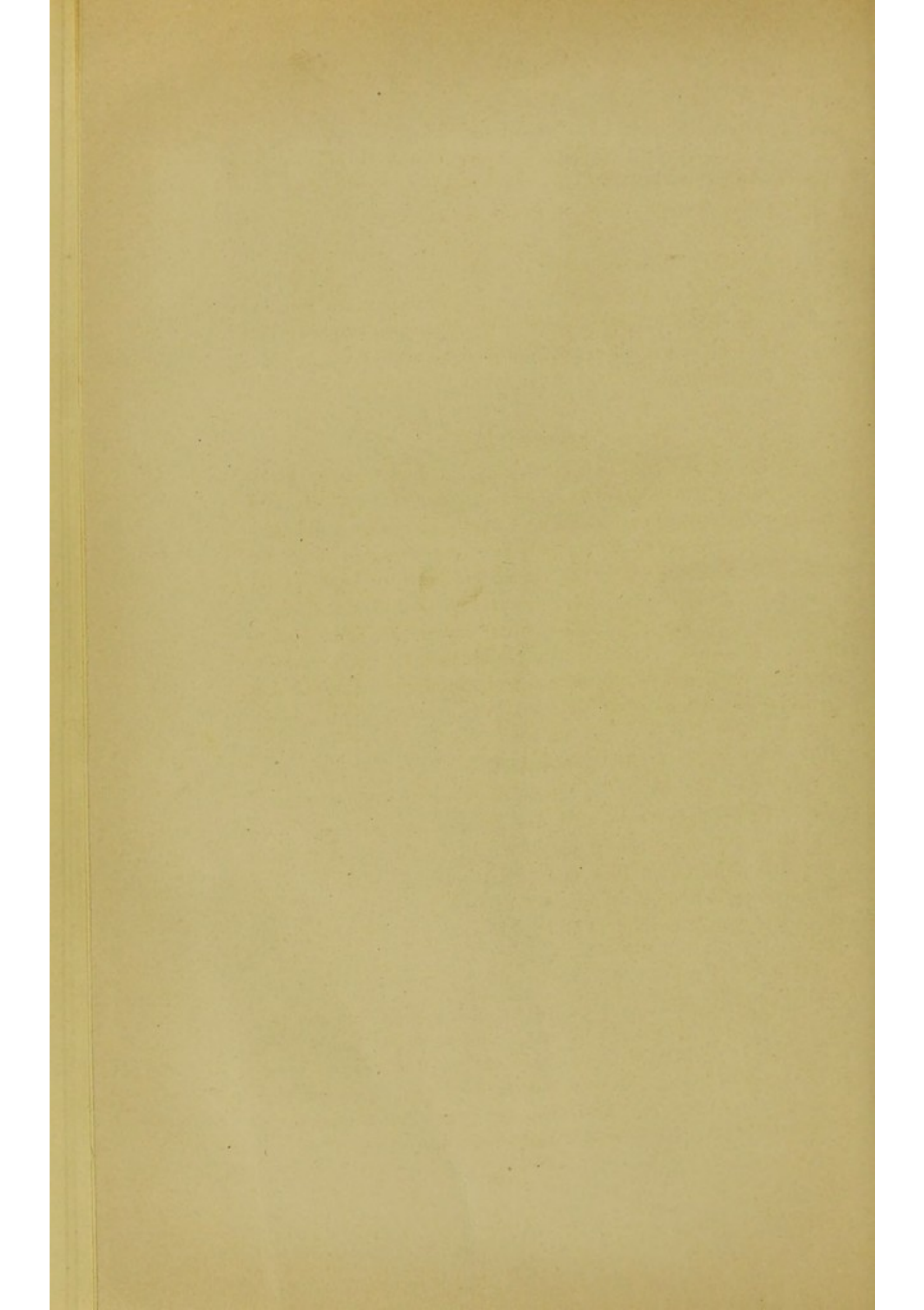


Fig. 6.



Fig. 7.





Verfolgt man unter dem Mikroskop das Abblassen der Retina, so sieht man dass die rothen Stäbchen in dem Maasse als ihre Farbe schwächer wird einen deutlich gelbrothen und zuletzt fast ganz gelben Farbenton annehmen, der in Fig. 1. b. dargestellt ist.

II. Weisses Sonnenlicht.

Die Retina erscheint nach längerer Einwirkung der Sonnenstrahlen oder hellen diffusen Tageslichts vollkommen farblos. Unter dem Mikroskop erscheinen alle Stäbchen ganz gleichmässig farblos und durchsichtig.

III. Farbiges Licht.

Um den Einfluss des farbigen Lichts auf die Retina zu untersuchen, wurden die Frösche in verschiedenfarbigen Glaskästen aufbewahrt, welche dem Tageslichte und der Sonne möglichst ausgesetzt waren. In der Zeit, in welcher diese Versuche angestellt wurden (Monat December 1876), waren graue Wolken und dunkle Tage selten, ebenso selten aber auch länger anhaltender Sonnenschein. Die Tage waren fast alle von der durchschnittlichen Helligkeit des weissen Wolkenlichts, und sind daher die nun folgenden Versuche ausschliesslich als bei einer mittleren Lichtintensität angestellt zu betrachten.

1. Roth's Licht.

Das zu diesen Versuchen dienende Glas (mit Kupferoxydul gefärbtes Überfangglas) absorbirt das äusserste Roth bis *B*, lässt das Roth und Orange von *B* bis *D* hindurch und absorbirt vollständig das Gelb, Grün, Blau und Violett von *D* bis *G*¹⁾.

Makroskopisch erscheint die Grundfarbe der Retina unverändert. Unter dem Mikroskop (Vgl. Fig. 5.) verhalten sich die rothen

¹⁾ Diese sowie die noch folgenden Bestimmungen der Chromasie der farbigen Gläser hat mein College Prof. Blaserna angestellt, dem ich dafür hier meinen herzlichen Dank sage; ebenso wie dem Hrn. L. Sussmann-Hellborn aus Berlin, der die Freundlichkeit hatte, mir bei meinen Versuchen zu assistiren und nach Feststellung der beobachteten Farbennuancen die Tafel anzufertigen, die dieser Mittheilung beigegeben ist.

Stäbchen wie die der im Dunkeln aufbewahrten Retina, blassen auch ganz in derselben Weise zu Gelb ab. Dagegen zeigen die zwischen den rothen vertheilten grünen Stäbchen eine sehr viel lebhaftere Farbe als die grünen Stäbchen der im Dunkeln gehaltenen Retina.

2. Gelbes Licht.

Das gelbe Glas absorbirt vom äussersten Roth bis *C*, lässt von dort ab das Roth, Orange, Gelb und Gelbgrün bis zu *E* hindurch und absorbirt dann alles übrige Grün, Blau und Violett bis zum Ende des Spectrums.

Makroskopisch und mikroskopisch verhält sich die dem gelben Lichte ausgesetzte Retina so wie die Retina nach Einwirkung des rothen Lichts.

3. Grünes Licht.

Das grüne Glas absorbirt vollkommen das Roth und Orange bis *D*, lässt Gelb und Grün von *D* bis *b* hindurch, absorbirt grösstentheils das Dunkelgrün von *b* bis *F* und vollständig den Rest des Spectrums von *F* ab.

Makroskopisch erscheint die Grundfarbe der Retina in das in Fig. 2. wiedergegebene „Purpurroth“ abgeändert. In derselben Farbe erscheinen unter dem Mikroskop die rothen Stäbchen; beim Abblässen gehen sie in eine schöne Rosafarbe über. Die grünen Stäbchen zeigen denselben lebhaften Farbenton wie nach der Einwirkung des rothen und gelben Lichts. Ihre Anzahl erscheint verglichen mit denen der in der Dunkelheit und im rothen und gelben Lichte verweilten Retina nicht unerheblich vermehrt. (Vgl. Fig. 6.).

4. Blaues und violettes Licht.

Das blaue Glas absorbirt fast vollständig das Roth und Orange bis *D*, lässt die gelben und gelbgrünen Strahlen von *D* bis *E* passiren, absorbirt dann wieder ziemlich vollständig das Grün von *E* bis *b* und lässt von dort ab das Blau und Violett vollständig hindurch.

Makroskopisch erscheint die Grundfarbe der Retina in ein schmutziges „Violett“ (Fig. 3.a.) verändert. Das numerische Ver-

hältniss der rothen und grünen Stäbchen ist wie nach der Einwirkung des grünen Lichts. Die letzteren erscheinen eigenthümlich schmutzig grün gefärbt, und bedingt allein ihre Anwesenheit und Farbe die Trübung der violetten Farbe der Retina: denn unter dem Mikroskop (Fig. 7.) erscheint die Mehrzahl der Stäbchen in einer vollkommen klaren bläulich-rothen Farbe, welche beim Abblassen in ein deutliches helles Violett (Fig. 3.b.) übergeht.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass alle diese für die verschiedenen Lichtarten charakteristischen Farbenveränderungen sich in den Versuchen mit einer ganz ausserordentlichen Constanz wiederholten, sodass ich bald dahin gelangt war, aus der objectiven Untersuchung der Retina mit Sicherheit diagnosticiren zu können, ob sie dem blauen oder dem grünen oder dem rothen (oder gelben) Lichte ausgesetzt gewesen war. Eben diese grosse Constanz der Resultate ist es, die mich veranlasst sie schon jetzt zu veröffentlichen, ohne erst ihre Bestätigung durch eine zweite mit wirklich monochromatischen Lichtern angestellte Versuchsreihe abzuwarten. Eine solche bin ich eben zu beginnen im Begriff; ausserdem will ich ausser der bisher allein studirten mittleren Helligkeit der verschiedenen Lichtarten auch die stärkeren Grade versuchen und die Veränderungen feststellen, welche bei möglichst intensiver Einwirkung einfarbigen Lichts (also bei monochromatischer Blendung) in der Stäbchenschicht hervorgebracht werden.

Einer direkten Verwerthung der bisher gewonnenen Resultate für eine Theorie des Sehens und der Farbenempfindung stehen vorderhand noch sehr grosse Schwierigkeiten entgegen. Eine der nächsten Fragen, die sich hier erhebt, ist die nach der Bedeutung der grünen Stäbchen. Soll man in der Retina des Frosches wirklich zwei morphologisch und functionell verschiedene Stäbchenarten, die Majorität der rothen und die Minorität der grünen unterscheiden? Oder soll man nicht vielmehr die fundamentale Identität aller Stäbchen der Retina annehmen und die rothen und grünen Stäbchen nur als verschiedene durch wechselnde physiologische Zustände bedingte Erscheinungsformen gleichartiger Elemente betrachten? Für die letztere Alternative würde der Umstand sprechen

dass in der dem weissen Sonnenlichte ausgesetzt gewesenen Retina kein Unterschied zwischen den Stäbchen nachweisbar und also nur eine einzige Kategorie dieser Elemente vorhanden ist. Auch würden für dieselbe Ansicht die oben mitgetheilten Beobachtungen von der Vermehrung der grünen Stäbchen durch das grüne und blaue Licht anzuführen sein. Leider aber muss bekannt werden, dass gerade diese letzteren Beobachtungen noch nicht als absolut sichergestellt zu betrachten sind. Es ist nämlich aus manchen Gründen sehr wahrscheinlich, dass das Verhältniss der grünen zu den rothen Stäbchen in jeder einzelnen Retina kein constantes, sondern ein in den verschiedenen Regionen der Retina, im Centrum und in der peripheren Zone verschiedenes ist. Dieses aber einmal angenommen, wird es sofort eine sehr missliche Aufgabe, zwei Netzhäute in Bezug auf ihren relativen Reichthum an grünen Stäbchen mit einander zu vergleichen, und ich wage daher nur unter grosser Reserve mich für die Objectivität der oben mitgetheilten Beobachtungen über die Vermehrung der grünen Stäbchen im grünen und blauen Lichte auszusprechen.

So lange aber die Bedeutung der grünen Stäbchen nicht aufgeklärt ist, ja so lange man nicht einmal weiss, ob sie nur den Amphibien oder auch den höheren und höchsten Wirbelthieren, den Säugethieren und namentlich dem Menschen zukommen, wird es sehr schwer sein, die oben mitgetheilten Resultate für eine Theorie der Farbenempfindung zu verwerthen. Die nächste Aufgabe auf diesem Gebiete muss die sein, eine gleiche Untersuchungsreihe wie die am Frosche unternommene bei einem Thiere durchzuführen, dessen Retina der des Menschen möglichst nahe steht, also bei einem Affen. Vielleicht gelangt man dort zu solchen Befunden, welche zu den durch subjective Beobachtung festgestellten That-sachen über die Farbenempfindung in der menschlichen Retina in einer einfachen Beziehung stehen. Aus dieser Übereinstimmung würde dann eine wirklich gesicherte Theorie der Farbenempfindung abzuleiten sein.

Für jetzt lassen sich nur folgende Sätze als feststehend betrachten:

Die Strahlen verschiedener Wellenlänge wirken auf die Retina in verschiedener Weise. Gar nicht verändert wird die rothe Farbe der Retina durch das Licht grösster Wellenlänge (Roth, Gelb). Eine ausgesprochene Veränderung der Grundfarbe erfolgt

bereits durch die Strahlen aus der Mitte des Spectrums (Grün); die stärkste Veränderung¹⁾ wird endlich hervorgebracht durch das Licht kleinster Wellenlänge (Blau und Violett) vom äussersten Ende des Spectrums. Vermuthlich sind diese drei Farbenkategorien identisch mit den durch die Theorie von Young-Helmholtz postulirten drei Grundfarben.

Auf diese Beobachtungen eine Theorie der Farbenempfindung zu gründen ist zur Zeit noch unmöglich, doch mag bereits hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein grosser Theil der beobachteten Thatsachen sich unter den Gesichtspunkt unterordnen lässt:

„Dass durch die Einwirkung der verschiedenen Farben innerhalb der Stäbchenschicht der Retina, also in einem Theile des Nervensystems, objective Farbenveränderungen hervorgebracht werden, welche identisch sind mit dem Inhalte der durch sie erzeugten Empfindungen und subjectiven Vorstellungen.“

Sollte es gelingen, diese Auffassung für die Theorie der Farbenempfindung wirklich vollständig durchzuführen, so würde daraus ganz unmittelbar eine vollkommen neue Lösung der uralten Frage über die Realität des Inhaltes unserer sinnlichen Erkenntniss hervorgehen.

¹⁾ In der Thatsache, dass die grünen Strahlen nur eine geringe, die blauen und violetten aber eine sehr viel stärkere Abänderung der Grundfarbe der Retina bedingen, ist (die Identität dieser Verhältnisse beim Menschen vorausgesetzt) vielleicht die Erklärung enthalten, weshalb die grosse Mehrzahl der Farbenblinden gerade Roth und Grün nicht unterscheiden können, während Roth und Blau nur von sehr wenigen Farbenblinden verwechselt werden; dieser letztere (höhere) Grad der Farbenblindheit scheint übrigens stets die Roth-Grünblindheit als geringeren Grad einzuschliessen.

Die folgenden kritischen Bemerkungen des Hrn. Riefs zu dem Gutachten der Akademie vom 14. December 1876 kamen zur Verlesung.

Über den Blitzschlag auf das Schulhaus in Elmshorn
am 20. April 1876.

Dem akademischen Gutachten über diesen Blitzschlag liegt die Meinung zu Grunde, dass die Beschädigung des Schulhauses von Elmshorn durch den Blitz „durch die ungenügende Ableitung der Elektricität zur Erde“, „durch die zu kleinen Dimensionen der Metallplatte im Brunnen“ verschuldet sei. Dieser Meinung kann ich nicht zustimmen. Aus folgenden Gründen. Die Meinung soll durch eine theoretische Betrachtung begründet werden, in welcher behauptet wird, dass ein an 2 Stellen durch den Blitz geschmolzter Ableiter während der Dauer dieses Blitzes ebenso wirke, als ob er unversehrt geblieben wäre. Nach den von Van Marum an der leydener Batterie angestellten Versuchen (Abh. d. Akad. 1845, S. 125) zu urtheilen, ist Dies sehr unwahrscheinlich. Ferner aber werden in der Betrachtung Gesetze auf den Blitz angewendet, die für schwache Ströme von künstlicher Elektricität gefunden worden sind. Dies erweckt gewichtige Bedenken, die endgültig nur gehoben oder bestätigt werden können durch Erfahrungen bei frühern Blitzschlägen. Um diese zu finden, habe ich das neueste Verzeichniss von Blitzschlägen durchgesehn. (Duprez Statistique des coups de foudre etc. Extrait du tome 31 des mémoires de l'acad. roy. de Belgique. Bruxelles 1859.) Ich habe zwar nur fünf Fälle gefunden, die dem Blitzschlage in Elmshorn ähnlich sind, die aber genügen die Frage endgültig zu entscheiden, ob man die bekannten Gesetze der Elektricitäts-Leitung auf den Blitz anwenden darf. Es ist nämlich in diesen Fällen keine Rede von einer Metallplatte, die an dem Fusse des Blitzleiters angebracht wäre, es wird nur gesagt: der Ableiter tauchte unten in einen Brunnen, oder, er endigte in einem Brunnen. Es war also die metallene Leitstange mit demselben Querschnitte, den sie an der Mauer des Gebäudes hatte, in den Brunnen geführt worden.

Die theoretische Betrachtung des akadem. Gutachtens nimmt die Grösse der Metallplatte am Fusse des Blitzleiters im Brunnen



