

BIBLIOTEKA KLIN. NEUR. PSY.
Dr. Exner 87
UNIWI. JAGIELL.
Exner 87

Weitere Untersuchungen

über

die Regeneration in der Netzhaut
und über Druckblindheit.

Von

Prof. Sigm. Exner,

Assistenten am physiologischen Institute in Wien.

Bonn 1879.

Druck aus Pflüger's Archiv f. d. gesammte Physiologie. Bd. XX.

Verlag von Emil Strauss.

6

WW E96w 1879

Z-138713

Akc. zI. 2023 nr 518.....

Weitere Untersuchungen über die Regeneration in der Netzhaut und über Druckblindheit.

Von

Prof. **Sigm. Exner,**

Assistenten am physiologischen Institute in Wien.

Im 16. Band von Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie, pag. 407 u. ff. habe ich zwei Versuche publicirt, die mir geeignet schienen, für die lebendige Netzhaut des Menschen den Nachweis zu liefern, dass der Sehaect in ihr chemische Vorgänge bedingt, und dass beim Sehen ein Vorrath von Stoffen, der in der Netzhaut angehäuft ist, verzehrt wird.

Es waren dies kurz folgende Versuche:

I. Es erscheint eine in schwarze und weisse Sectoren getheilte Scheibe, die mit einer solchen Geschwindigkeit gedreht wird, dass sie das normale Auge eben flimmernd sieht, einem Auge, auf welches ein Druck von gewisser Grösse ausgeübt wird, gleichmässig grau, und verdunkelt sich allmählig bis man sie kaum mehr sieht¹⁾.

1) Modificirt man den Versuch so, dass die Reizung nicht die lichtempfindlichen Organe der Netzhaut trifft, so übt der Druck auf den Bulbus keinen Einfluss auf die Erscheinung aus. Ich habe die Netzhaut durch Inductionsströme direct gereizt, die Reizung so schwach gemacht, dass eben ein Flimmern bemerkbar war und dann gedrückt. Wenn das Auge längst für äussere Objecte blind war, so erschien das Flimmern noch in unveränderter Weise. Nach der Reizung wurde das Auge noch druckblind | gefunden zum

II. Theilt man das Sehfeld in eine weisse und eine schwarze Hälfte, drückt dann den Bulbus, indem man einen Punkt der Halbirungslinie fixirt, so lange bis die weisse Sehfeldhälfte nahezu dunkel erscheint, und deckt dann in der schwarzen Sehfeldhälfte ein weisses Quadrat auf, so erscheint dasselbe noch in einem deutlichen Weiss von normaler Intensität und nimmt jetzt erst allmählich an Helligkeit ab.

Wie mir schien, lassen sich diese Versuche „ungezwungen“ erklären, wenn man annimmt, dass in der Netzhaut oder ihrem Epithel oder in beiden, ein gewisser Vorrath von Stoffen angehäuft ist, der normaler Weise durch das Blut auf seiner Höhe erhalten wird, wenn aber die Blutzufuhr durch gesteigerten intraoculären Druck vermindert, oder gar unterdrückt wird, so dauert das Sehvermögen nur mehr so lange, als der Vorrath eben ausreicht. Ist wie in dem zweiten Versuche ein Theil der Netzhaut vor Licht geschützt, so conservirt sich hier der Vorrath länger und kann, wenn die übrige Netzhaut schon mehr oder weniger erblindet ist, noch zu einer Lichtempfindung führen.

Diese Versuche sind wegen der bekannten Gefährlichkeit der künstlichen Steigerung des intraocularen Druckes nicht weiter ausgedehnt worden, wurden aber von Kühne¹⁾ wieder aufgenommen, bestätigt, und erweitert, aber in anderer Weise gedeutet. Ich komme später auf diese Deutung zurück.

Ich bin jetzt in der Lage einige neue Versuche über das Sehen mit gedrücktem Bulbus mittheilen zu können, von denen der erste geeignet ist, die Rolle, welche jener Netzhautvorrath beim Sehen spielt, von einer anderen Seite als dieses von den früheren Versuchen geschehen ist, zu beleuchten.

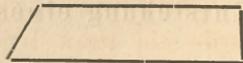
III. Es lässt sich durch Druck auf den Bulbus die Entstehung eines Nachbildes erschweren und ganz ver-

Beweise, dass der Druck während der Dauer der Reizung nicht nachgelassen hatte. Da hier vermuthlich die Opticusschichte der Netzhaut direct gereizt wird, so geht aus diesem Versuch hervor, dass die Vorgänge, welche das Resultat des oben angeführten Versuches bedingen, sich jedenfalls peripherwärts von der Opticusschichte abspielen, und dass die Nervenfasern der Opticusschichte durch Druck auf den Bulbus nicht an ihrem Vermögen verlieren, intermittirende Eindrücke zu leiten.

1) Beobachtungen über Druckblindheit. Untersuchung d. physiol. Instituts d. Universität Heidelberg. Bd. II. p. 46.

hindern. Bekanntlich erhält man sehr schöne negative complementär gefärbte Nachbilder, wenn man auf einem grauen Grunde einen aufgelegten Streifen farbigen Papiers von hinlänglicher scheinbarer Grösse gut fixirt, dann den Streifen wegzieht, und mit der Fixation fortfährt; anstatt den Streifen fortzuziehen kann man auch mit einer plötzlichen Augenbewegung zu einem neuen Fixationspunkte auf demselben Grund übergehen. Ich bestimmte nun für ein ausgeruhtes Auge, das eine gemessene Anzahl von Secunden den Gegenstand fixirt hatte, die Dauer des Nachbildes. Dann wurde das Auge im Dunkeln gedrückt, und wenn zu vermuthen war, dass es nahezu druckblind ist, wurde dasselbe Object — natürlich im wieder erhellten Zimmer — fixirt während der Druck fort dauerte. Da man im ersten Momente noch deutlich, und später, wenn der Druck nicht zu heftig ist, noch andeutungsweise sieht, da überdies der Bulbus durch den aufgedrückten Finger bis zu einem gewissen Grade fest gehalten ist, so gelingt das Fixiren recht gut. Diese Exposition dauert wieder so lange wie die erste, dann wird mit dem Druck nachgelassen und das Nachbild beobachtet. Ein ganz plötzliches Nachlassen des Druckes habe ich nie gewagt, doch ist vom Beginn der Lüftung bis zur vollkommenen Freigebung des Bulbus und Beobachtung des Nachbildes kaum je mehr als eine Secunde vergangen. Es ist selbstverständlich, dass bei diesen Versuchen ein Gehülfe nöthig ist, der die Secunden zählt, und dem der Experimentirende den Moment des Verschwindens des Nachbildes angiebt.

Im folgenden gebe ich in einer Tabelle meine sämmtlichen Versuchsergebnisse. Aus nahe liegenden Gründen sind die Versuche nicht so zahlreich, wie es wohl wünschenswerth wäre. Mit „Dauer der Exposition“ ist die Zeit bezeichnet, während welcher die Spitze eines rothen Papierstreifens von beistehender



Form fixirt wurde. „Dauer des Nachbildes“ giebt die Zeit vom Ende der Fixation bis zum Verschwinden des Nachbildes. Zwischen je zwei Versuchen ruhte das Auge im Dunkeln. Die Zeit ist in Secunden angegeben.

Datum.	Bulbus.	Dauer der Exposition.	Dauer des Nachbildes.
17. 10. 78	normal	60"	20"
	gedrückt	60"	5"
	normal	30"	17"
	gedrückt	30"	3—4"
	gedrückt	30"	3—4"
18. 10. 78	normal	30"	18"
	normal	30"	12"
	gedrückt	30"	3"
	gedrückt	30"	0"
	normal	30"	12"
25. 5. 79	normal	30"	15"
	gedrückt	30"	0"

Diese Versuchsreihe genügt den obigen Satz zu rechtfertigen. Doch ist nicht zu verhehlen, dass die Bestimmung des Momentes, in welchem ein Nachbild eben verschwunden ist, Schwierigkeiten macht, und dass der Experimentirende fast jedesmal in die Lage kommt an der Richtigkeit seiner Angabe zu zweifeln. Er hat immer schliesslich einen verwaschenen Fleck vor sich, von dem er nicht recht weiss, ob er ihn wirklich sieht oder ihn sich nur einbildet. Doch nimmt man, wie dies auch auf anderen Gebieten der Sinnesphysiologie halb unwillkürlich geschieht¹⁾ bei einem gewissen Grad der Unsicherheit seines Urtheils die Gränze an und vermag diese in verschiedenen Versuchen ziemlich gut inne zu halten.

Nun glaube ich zwar nicht, dass irgend Jemand die Resultate der obigen Tabelle auf Fehler der angedeuteten Art beziehen wird, die ich mir hätte zu Schulden kommen lassen — dazu sind die Zahlen doch zu schlagend — dennoch aber schien es mir wünschenswerth diesen Versuch noch so zu modificiren, dass an einen solchen Fehler auch im Entferntesten nicht gedacht werden kann.

Als Fixationsobject, dessen Nachbild beobachtet werden sollte, wurde ein stark leuchtendes nahezu quadratisches Feld benützt, das hergestellt war, indem hinter einen Schirm mit passendem Ausschnitt eine leuchtende Gasflamme gesetzt wurde. Das Auge sah durch denselben direct einen Antheil der Flamme. Der Ausschnitt ist durch eine Klappe verschlossen, die der Gehülfe, wenn der Experimentator angiebt, druckblind zu sein, hebt, und nach Beendigung der Exposition wieder fallen lässt. Das Nachbild

1) Vergl. Fechner, Elem. d. Psychophysik I. p. 75.

wurde dann auf einen grauen Schirm projicirt, und die Dauer desselben mit Zuhilfenahme von abwechselndem Zu- und Abdecken des Auges beobachtet. Ich fand nämlich, dass sich die Dauer des Nachbildes genauer angeben lässt, wenn man in dieser Weise verfährt. Man kann so noch die letzten Spuren der Netzhauterregung insbesondere an den Rändern des Nachbildes erkennen, und entgeht den Täuschungen, denen man durch das Schwinden und Wieder-Auftauchen des Nachbildes ausgesetzt ist. Man muss selbstverständlich in Versuch und Controllversuch dieses Mittel in gleichem Maasse verwenden. Ferner wurde der Kopf, um das Fixiren zu erleichtern, durch Einbeissen festgestellt, in der Weise wie es bei ophthalmometrischen Messungen üblich ist. Im Uebrigen ergibt sich die Versuchsordnung aus dem, was von der ersten Versuchsreihe gesagt wurde.

Hier die sämmtlichen auf diese Weise gefundenen Resultate.

Bulbus.	Dauer der Exposition.	Dauer des Nachbildes.
normal	15"	220"
gedrückt	15"	0"
gedrückt	15"	78"†
gedrückt	15"	0"
normal	15"	312"

Diese Versuche, bei welchen das normale Nachbild wegen der grösseren Intensität des Objectes um Vielfaches länger dauert als in der ersten Versuchsreihe, lassen an unserem Satze keinen Zweifel mehr.

Es ist zu bemerken, dass in dem mit † bezeichneten Versuche der Druck auf den Bulbus wegen unangenehmer Empfindungen, welche in Folge der Art, wie der Finger aufgesetzt war, eintraten, zwei- oder dreimal ein wenig gemindert wurde, so dass das fixirte Feld deutlich aufleuchtete. Darauf beziehe ich es, dass hier überhaupt ein Nachbild zur Beobachtung kam. In den beiden andern Fällen war der Druck derart, dass zu Ende der Exposition das helle Feld überhaupt nicht mehr gesehen wurde¹⁾.

Ich glaube diese Versuche folgendermaassen deuten zu sollen:

1) Dass auch in solchem Falle gut fixirt wird, ersieht man daraus, dass das Object eben nicht gesehen wird; bei kleinen Augenbewegungen tauchen die Ränder desselben auf.

Die Zufuhr der in Rede stehenden Vorrathsstoffe in die unter erhöhtem Druck stehende Netzhaut (bezgl. ihr Epithel) ist in hohem Grade vermindert, der vorhandene Vorrath wird, sobald das Bild auf die betreffende Stelle der Netzhaut einwirkt, an dieser aufgezehrt und führt dadurch zum deutlichen Sehen des Gegenstandes in den ersten Momenten; er schwindet aber auch (wie ich aus der zuerst von Kühne¹⁾ erwähnten Thatsache, dass das Auge auch im Dunkeln druckblind wird, folgern zu dürfen glaube) 'an den nicht belichteten Netzhautstellen; hier nur langsamer²⁾. Es sind also bei Beendigung der Exposition sowohl an der belichteten wie an der nicht belichteten Netzhautregion nur wenig Vorrathsstoffe, und ebenso an beiden Orten wenig Zersetzungsproducte derselben vorhanden; jedenfalls ist die Differenz in der Quantität der letzteren an diesen beiden Orten eine viel geringere als unter normalen Verhältnissen. Es ist also zu erwarten, dass die Unterschiede im chemischen Verhalten der von Licht getroffenen und der von Licht nicht getroffenen Netzhautstellen minimale sind, und dadurch die Nachbilder schwach oder ganz unmerklich.

Wie man sich auch des Näheren diese Verhältnisse denken mag, so scheinen mir die Versuche abermals in hohem Grade für chemische Vorgänge in der Netzhaut und die Abhängigkeit des Netzhautvorrathes von der Circulation zu sprechen. Bemerken will ich, dass diese Deductionen keinen Boden unter den Füßen hätten, wenn nicht schon durch anderweitige Versuche nachgewiesen wäre, dass die materiellen Veränderungen, welche den Nachbildern zu Grunde liegen, wirklich in der Netzhaut, nicht etwa in den Opticusfasern derselben oder in centralwärts vom n. opticus gelegenen Nervenapparaten ihren Sitz haben³⁾.

Wer diese Versuche einmal angestellt hat, der wird auch den sonst naheliegenden Verdacht nicht hegen, dass bei denselben das

1) l. c. p. 50.

2) Wenn man will, kann man in diesem Schwinden der Vorrathsstoffe als Folge des Drucks eine Analogie finden mit der durch Donders nachgewiesenen schnellen Resorption von Flüssigkeit aus dem Bulbus, welche unter erhöhtem Druck eintritt (Gräfes Arch. I. 2.), und die Erklärung der letzteren Erscheinung auch für die erstere annehmen.

3) Vergl. Sigm. Exner, *Experim. Unters. d. einfachsten psychischen Prozesse* Abth. IV: Die Empfindungszonen des Sehnervenapparates. *Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol.* Bd. XI, p. 581.

Nachbild darum schwächer oder gar nicht gesehen wird, weil das Auge sich nach dem Druck in einem Zustand befindet, in welchem es überhaupt unfähig ist eine so schwache Lichtempfindung zu vermitteln. Denn erstens sieht man ja, wie aus den Versuchen hervorgeht, gerade Anfangs das Nachbild häufig, zweitens befindet sich das Auge nach einigen Secunden in so günstigem Zustande, dass es jede objective Helligkeitsdifferenz merklich so gut wie das normale Auge erkennt, und sich von diesem überhaupt nicht mehr unterscheidet.

IV. Es lässt sich durch Druck auf den Bulbus die Dauer eines wohl ausgebildeten Nachbildes verkleinern.

Ich gebe im Folgenden die Zahlen aus welchen dieser Satz gefolgert ist. Als Object diente wieder eine durch einen quadratischen Ausschnitt im Schirm fixirte Gasflamme. Das ungedrückte Auge fixirte einen Winkel des Quadrates. Nach der Exposition wurde im 1. und 4. Versuche die Dauer des Nachbildes beobachtet, im 2. und 3. Versuche wurde nach der Exposition erst der Bulbus gedrückt, und dann die Dauer des Nachbildes beobachtet. Bei der Angabe von letzterer ist die Druckdauer mit eingerechnet, d. h. die angegebene Secundenzahl bezeichnet in jedem Falle die Zeit des Verschwindens des Nachbildes vom Ende der Exposition an gerechnet. Die Dauer des Nachbildes wurde in derselben Weise wie in der zweiten Versuchsreihe des vorhergehenden Versuches III bestimmt.

Dauer der Exposition.	Dauer des Druckes.	Dauer des Nachbildes.
15"	0	255"
15"	23"	140"
15"	40"	140"
15"	0	300"

Die Deutung dieses Versuchesresultates muss ich Andern überlassen¹⁾.

In derselben Lage befinde ich mich in Bezug auf folgenden Satz:
V. Das Plateau'sche Gesetz²⁾ gilt nicht für den Fall,

1) Vergleiche übrigens die vorstehende Anmerkung pag. 619, 2.

2) In der Form, welche ihm Helmholtz (Physiol. Optik pag. 339)

dass eine rotirende Scheibe in Folge von Druck auf den Bulbus in gleichmässigem Tone erscheint.

Man verfertigte sich eine rotirende Scheibe, welche an ihrer äusseren Zone in schwarze und weisse radiär begrenzte Felder getheilt ist, und in der inneren Zone ein Grau von jener Intensität hat, welches die äussere Zone bei so schneller Rotation zeigt, dass der Eindruck, den sie liefert, ein gleichmässiger ist.

Eine solche Scheibe, hinlänglich schnell gedreht, erscheint also durchaus gleichmässig grau. Nun vermindere man die Rotationsgeschwindigkeit so weit, dass die äussere Zone deutlich flimmert. Drückt man jetzt den Bulbus, mit dem man beobachtet, so erscheint diese, — wie aus Versuch I bekannt ist — wieder gleichmässig grau, und nimmt jetzt, so wie alle anderen äusseren Objecte (hier also speciell die innere graue Zone) scheinbar an Helligkeit ab, bis sie verschwindet. Diese Abnahme der Helligkeit geschieht nun in beiden Zonen in verschiedener Weise.

Fixirt man einen Punkt der Grenze zwischen innerer und äusserer Zone, so kann man nämlich beobachten, dass zu Beginn des Druckes die äussere Zone deutlich heller erscheint als die innere; ehe beide verschwinden, schlägt das Verhältniss um und wenn man, sobald sie verschwunden sind, den Druck aufhebt, so taucht die äussere Zone abermals dunkler auf, als die innere. Letzteres Stadium dauert nur sehr kurze Zeit, da diese Zone alsbald wieder zu flimmern anfängt.

Die Veränderung welche der Opticusapparat bei Reizung durch gleiche Lichtquantitäten erfährt, ist also in Folge der Vertheilung dieser bestimmten Quantität, und der Einwirkung des Druckes eine ungleiche, obzwar in beiden Fällen ein gleichmässiger Gesichtseindruck hervorgerufen wird. Die Intensität der Empfindung ist auf Seite des intermittirenden Lichtes anfangs eine grössere, später eine kleinere als auf Seite der continuirlichen Reizung.

Uebrigens muss hervorgehoben werden, dass, wie sich bei diesem Versuch zeigte das Grau, in welchem eine flimmernde Scheibe bei Druck auf den Bulbus erscheint, (nach Versuch I) nie-

gibt, lautet dasselbe: Wenn eine Stelle der Netzhaut von periodisch veränderlichem und regelmässig in derselben Weise wiederkehrendem Lichte getroffen wird, und die Dauer der Periode hinreichend kurz ist, so entsteht ein continuirlicher Eindruck, der dem gleich ist, der entstehen würde, wenn das während einer jeden Periode eintreffende Licht gleichmässig auf die ganze Dauer der Periode vertheilt würde.

mals so gleichmässig und ruhig ist, wie das zum Vergleich daneben gestellte wirkliche Grau.

Ich habe oben schon erwähnt, dass Kühne die Versuche meiner ersten Mittheilung¹⁾ anders deutet, als ich das gethan habe. Ich zog aus ihnen den Schluss, dass ein Netzhautvorrath wirklich existirt, dass er aber durch die Circulation sehr rasch und fortwährend erneuert werden muss, soll das Sehvermögen nicht leiden²⁾. Was ich mir unter diesem Netzhautvorrath dachte, geht aus folgendem Absatz meiner ersten Mittheilung³⁾ hervor:

„Erstens nämlich ist es durch die Forschungen von Boll-Kühne und Ewald, trotz dem Resultate, dass das Sehroth nicht ohne Weiteres als Sehstoff betrachtet werden darf, in hohem Grade wahrscheinlich geworden, dass wir es in der Netzhaut mit einer photochemischen Wirkung zu thun haben, da man es doch nicht als Spiel des Zufalls betrachten kann, dass mehrere so exquisit lichtempfindliche Stoffe gerade in der Netzhaut vorkommen. Auch haben uns jene Arbeiten gezeigt, dass die lichtempfindlichen Stoffe, und diejenigen, aus welchen sie entstehen, in der Netzhaut und ihrem Epithel als Vorrath angehäuft sind⁴⁾, und dadurch den Gedanken nahe gelegt, dass auch jene Stoffe, welche beim Sehen in unmittelbare Action treten, ebenso in der Netzhaut einen Vorrath bilden“.

Kühne nun anerkennt den für das lebendige menschliche Auge erbrachten Nachweis eines Vorrathes von chemischen Stoffen, welcher beim Sehen verzehrt und bei durch Druck behinderter Circulation erschöpft wird. Er verlegt diesen Vorrath aber in den „Leitapparat“ der Netzhaut und denkt dabei zunächst an die Körner- und Ganglienzellen derselben, deren physiologische Leistungen zweifellos von chemischen Vorgängen begleitet werden.

Dies ist, wenn ich Kühne richtig verstanden habe, der Unterschied in unseren Auffassungen. Ich habe für meine keine Beweise anführen können, Kühne hat auch keine Beweise für die seine, wir haben beide nur Wahrscheinlichkeitsgründe angeführt. So hielt ich es für überflüssig, diese Meinungsverschiedenheiten weiter zu besprechen.

1) Dieses Archiv Bd. XVI pag. 407.

2) l. c. pag. 408.

3) l. c. pag. 407.

4) Im Original ist hier ein Druckfehler, indem statt „sind“ „wird“ steht.

Wenn ich heute nach Jahr und Tag darauf zurückkomme, so geschieht es, weil ich einen mir sehr triftig erscheinenden Wahrheitsgrund für meine Anschauung ins Feld führen kann.

Doch ehe ich dies thue, mögen noch einige Worte über Kühne's gegen meine Anschauung gerichteten Einwände Platz finden.

Zunächst muss ich hervorheben, dass ich die Annahme, der nachgewiesene Netzhautvorrath liege im Leitapparat, nie verworfen habe, wie Kühne¹⁾ sagt. Ich habe von derselben nie gesprochen, somit kann ich sie auch nicht verworfen haben, denn von einer Annahme schweigen, und dieselbe verwerfen, sind verschiedene Dinge. Ich bin vielmehr vollkommen der Ansicht Kühne's, dass im Leitapparat sich chemische Vorgänge abspielen müssen, und habe nie anders gedacht. Doch glaube ich Recht gehabt zu haben, als ich von dieser Annahme schwieg, und voraussetzte, dass der Netzhautvorrath mit dem ich es zu thun hatte, derselbe ist, der durch die Arbeiten über Photochemie der Netzhaut wahrscheinlich gemacht wurde.

Durch jene Arbeiten war uns nämlich bereits ein Netzhautvorrath eine geläufige Vorstellung geworden, welcher in seinen Eigenschaften passte auf den durch meine Versuche eruirten Vorrath. Mit Hülfe dieses liess sich alles erklären, was ich beobachtete. Sollte ich diesen Netzhautvorrath nicht zur Erklärung herbeiziehen, und auf den allgemeinen Satz hin, dass die Nervenleitung mit Verbrauch chemischer Stoffe einhergeht, in den inneren Netzhautschichten einen zweiten Vorrath annehmen, dem ich jene Eigenschaften als hypothetisch zuschrieb, welche der photochemische Netzhautvorrath als selbstverständlich besass? Für diesen war es in der That selbstverständlich, dass er in letzter Instanz aus dem Blutstrom stammte, und nach Behinderung desselben durch Einwirkung des Lichtes verzehrt wird; dem gegenüber weiss ich keine Erscheinung, welche Analoges an den Centralgebilden des Nervensystems aufweisen würde, keine Erscheinung, welche zeigte, dass diese Gebilde bei mangelhafter Blutzufuhr ganz allmählich ihr Leitungsvermögen einbüßen und dass sie dieses schneller verlieren, wenn sie erregt werden. Auch Kühne scheint ein Analogon zu dem von ihm vermutheten Vorgang nicht zu kennen²⁾.

Nach dem Mitgetheilten wird man sich fragen, was denn

1) l. c. pag. 42 heisst es, „darin dass Exner die letztere Annahme ganz verwirft“.

2) Bemerken muss ich, dass es mir nicht klar geworden ist, was Kühne

Kühne bestimmt hat, meine Deutung für so unwahrscheinlich zu halten. Es ist folgendes. Nach meiner Deutung der Erscheinungen ist der Vorrath von Sehstoffen in bedeutendem Grade abhängig von der Circulation, ist bei Behinderung der Circulation in Folge von Lichteinwirkung bald erschöpft, und schwindet auch, obzwar viel langsamer, wenn kein Licht einwirkt. Alles dieses thut der „Sehpurpur“ nicht. „Es heisst also“, sagt Kühne „den „Sehstoffen“ ein wesentlich anderes Verhalten als ihrem Modelle, zuschreiben, wenn man die Druckblindheit nicht auf Störung des Leitapparates zurückführt.“

Dies ist der Wahrscheinlichkeitsgrund der für Kühne so schwer ins Gewicht fällt. Mir schien er, und scheint er von keinem so bedeutenden Gewicht, denn es war, als ich meine kurze Mittheilung schrieb, schon nachgewiesen, dass der Sehpurpur mit dem Sehen im gewöhnlichen Sinne des Wortes in keinerlei directer Beziehung steht. Warum sollte ich mich also so strenge an dieses „Modell“ halten, das ja schon im allerwichtigsten Punkte von den vorausgesetzten photochemischen Vorrathsstoffen abwich?

Schliesslich will ich nicht unerwähnt lassen, dass die Ergänzung, welche Kühne meinem Versuche II hinzufügte, zu einem Missverständniss Veranlassung gegeben hat.

Kühne war nämlich auf den Gedanken gekommen, dass dieser ganze Versuch, in welchem das schon nahezu erblindete Auge den aufgedeckten weissen Kreis noch deutlich sah, auf einer Contrastwirkung beruhe, und dass ich mich durch diese hätte täuschen lassen. Er überzeugte sich durch einen Controllversuch, dass diese Befürchtung überflüssig war. Während ich nämlich die Erscheinung mit den Worten beschrieb: „es erscheint mir nun (nach dem Abdecken) der weisse Kreis deutlich weiss, von normaler Intensität, und erblasst nun erst allmählig“ sagt Kühne von seinem Controllversuch: „das (eine weisse Blättchen), welches weiss verdeckt war (es ist dieses das Controllblättchen) erscheint grau gegen das andere“; und gleich darauf: „als die genannten Helligkeitsunterschiede beim Sehen mit gedrücktem Bulbus unvergleichlich beträchtlicher ausfallen, als wenn man sich des normalen

mit den auf Seite 53 beschriebenen Erscheinungen klar machen wollte. Ich sehe nur, dass er sie auch auf die Functionsweise des Leitungsapparates bezieht, sehe aber nicht, mit welchem Rechte das geschieht. So viel ich weiss, hat noch Niemand gezeigt, dass sie in dieser Weise gedeutet werden müssen.

Auges und dessen Ermüdung durch langes Hinstarren bedient“. Ich habe mich also nicht täuschen lassen, mein Versuch erklärt sich nicht durch Contrastwirkung. Ich glaube aber auch in meiner Beschreibung keine Veranlassung zu der Vermuthung gegeben zu haben, dass ich an eine derartige Täuschung nicht gedacht habe. Ich habe wohl gewusst warum ich nicht schrieb, „der Kreis ist sichtbar“ sondern „er erscheint deutlich weiss, von normaler Intensität“.

Wer einen derartigen Versuch einigemale macht, und in subjectiven Beobachtungen nicht ganz ungeübt ist, kennt diese Art von „Contrasterscheinungen“, und dass auch ich sie gekannt habe, geht daraus hervor, dass ich eine solche beschrieben habe. Ich sagte nämlich vom Sehen mit gedrücktem Bulbus „dass die Gegenstände theils ganz entschwinden, theils und zwar die helleren eben noch sichtbar bleiben. Insbesondere gilt das von den Grenzen zwischen hellen und dunklen Feldern“ ¹⁾.

Ich kann also mir keine Schuld daran zuschreiben, dass Kühne sich der Mühe eines Controllversuches unterziehen zu müssen glaubte. Umsomehr musste es mich überraschen zu bemerken, dass der nicht sehr aufmerksame Leser von Kühne's Abhandlung den Eindruck bekam, dass ich mich eines groben Fehlers schuldig gemacht habe, dass mein Versuch eigentlich nichts bedeute, und dass erst in „dem modificirten Exner'schen Versuche“ Kühne's der Beweis für einen Vorrath von zum Sehen dienenden Stoffen geliefert ist. Ich führe als Beispiel dieses Missverständnisses das Referat an, welches L. Hermann in Hofmann's und Schwalbe's Jahresbericht (1878 III pag. 141) von Kühne's Abhandlung giebt. Darin heisst es, dass „Exner's Erklärung nur mit wesentlichen Einschränkungen richtig ist“; und „im Exner'schen Versuche ist die stärkere Helligkeit des einen Quadrates auf schwarzem Grunde lediglich Erscheinung des Contrastes“; ferner „Exner vergass, dass auch ohne dieselbe (Beihülfe des Lichtes) in ganz kurzer Zeit „Druckblindheit“ entsteht“.

Der Umstand nun, der mir in so hohem Grade für meine, und gegen Kühne's Anschauung zu sprechen scheint, liegt in dem Resultat des oben unter III beschriebenen Versuches. Er wurde zu dem Zwecke zwischen den beiden Auffassungen zu entscheiden ausgedacht, und sprach für meine.

1) Vergl. über Druckblindheit die Bemerkung Plateau's Bull. de l'Acad. de Belgique, Juli 1879.

Beruht nämlich, wie Kühne meint, die Druckblindheit darauf, dass ein Netzhautvorrath im Leitungsapparat erschöpft werde, so ist zu erwarten, dass sich ein Nachbild auch im druckblinden Auge entwickelt, wenn auch nicht zur Perception kommt. Gerade so wie sich voraussichtlich im Sehpurpur des druckblinden Auges ein Optogramm entwickeln muss, wird sich, wenn Kühne's Anschauung richtig ist, auch das Nachbild entwickeln und sobald der Druck beseitigt ist zur Perception gelangen können¹⁾, oder um das hypothetische, das in der Heranziehung des Begriffes Nachbild enthalten ist, zu vermeiden: es werden auch im druckblinden Auge an den stark belichteten Stellen die photochemischen Sehstoffe in hohem Grade schwinden, und diese Verminderung (bezgl. Veränderung) später nach Beseitigung des Druckes und Anblick einer gleichmässigen Fläche durch scheinbare Ungleichmässigkeit derselben bemerkbar werden, und zwar, man kann sich dies wohl kaum anders vorstellen, in ganz analoger Weise wie das negative Nachbild.

Beruht aber, wie ich meine, die Druckblindheit auf dem Schwinden des photochemischen Vorrathes selbst, dann findet das Licht, das die druckblinde Netzhaut trifft, überhaupt keinen Angriffspunkt mehr, es kann sich das Nachbild gar nicht mehr entwickeln.

Wie wir oben sahen, trifft das letztere zu. Es ist selbstverständlich, dass diejenigen oben angeführten Resultate, bei welchen das Nachbild nicht ganz unterdrückt, sondern nur in seiner Dauer verkürzt wurde, ebenso für meine Anschauung sprechen, wie die, bei welchen ersteres der Fall war, und dass sie ihre Erklärung darin finden, dass ich aus naheliegenden Gründen²⁾ den Druck niemals so weit steigerte, dass die Blutcirculation vollkommen unterbrochen war. Ich hatte es eben auf einen extremen Fall gar nicht abgesehen.

1) Wie oben erwähnt, ist der ganze Leitungsapparat gleich nach Beseitigung des Druckes wieder von merklich normaler Leitfähigkeit.

2) S. meine erste Abhandlung.

