IV. Vergleichung der Beleuchtungskräfte des von zwei Lichtquellen verschiedener Farbe herührenden diffusen Lichtes. Man bestimmt zunächst genau wie unter II das Verhältniss der dem rothen Lichte des Apparates entsprechenden Beleuchtungskräfte, ermittelt sodann, genau wie unter III angegeben, den Factor k , mit dem jenes erste Verhältniss zu multipliciren ist.

Bei photometrischen Messungen, bei denen man es immer mit Lichtquellen von constanten Färbungen zu thun hat, kann man natürlich eine Bestimmung jenes Factors k durch Vorversuche machen, wobei die Unsicherheit einer Beobachtung durch eine grössere Zahl von Vergleichen entsprechend herabgemindert wird. Man hat dann für die eigentlichen photometrischen Messungen nicht blos den Vortheil schnellerer Beobachtung, sondern auch anderen photometrischen Methoden gegenüber den Vortheil, nur Intensitätsunterschiede gleicher Farbe beobachten zu brauchen. Dieser letztere Vortheil wird dort ganz besonders ins Gewicht fallen, wo es sich nur um relative Helligkeitsunterschiede einer und derselben mit dem Normallicht verglichenen Lichtart handelt, wie z. B. bei der Untersuchung der Helligkeit des diffusen Lichtes an verschiedenen Stellen eines bewohnten Raumes oder der nach verschiedenen Richtungen variablen Intensität des electrischen Bogenlichtes.

Breslau, 3. Juli 1883.

XI. *Ueber „Die Darlegung der Abhandlung über das Licht“ von Ibn al Haiṭam; von Eilhard Wiedemann.*

Vor einem Jahre etwa ist in der Zeitschrift der deutschen morgenländischen Gesellschaft¹⁾ der Text, sowie die Uebersetzung der Abhandlung über das Licht von Ibn al Haiṭam oder al Hazen, aus der ich selbst schon früher einige Bruchstücke mitgetheilt habe, von Hrn. Baar-

1) Z. d. D. M. G. 36. p. 195. 1882.

Ann. d. Phys. u. Chem. N. F. XX.

mann publicirt worden. Die Uebersetzung ist nur mit Vorsicht zu benutzen und ich beabsichtige später in dem obigen Journal einige Berichtigungen zu geben, auf die näher einzugehen hier nicht der Ort ist. Statt einen Auszug derselben in den Beiblättern mitzutheilen, ziehe ich es vor, hier eine Uebersetzung der „Darlegung des Inhaltes der Abhandlung über Licht“ (تحرير مقالة الضوء) von Ibn al Haiṭam zu publiciren, welche uns arabisch in einem Codex der Leydener Bibliothek¹⁾ erhalten ist und in Kürze alle Hauptpunkte der grösseren Schrift enthält.

Hrn. Geheimrath Fleischer in Leipzig, der mich bei der Uebersetzung auf das Freundlichste unterstützte, erlaube ich mir meinen besten Dank zu sagen.

Darlegung der Abhandlung über das Licht.

Zwölf Abschnitte.

Einleitung. Er sagt (nämlich Ibn al Haiṭam), dem Gott barmherzig sei, wisse, dass die Erörterung über das Was des Lichtes in die Naturwissenschaften gehört und die Erörterung über das Wie des Leuchtens des Lichtes der Mathematik bedarf und zwar wegen der Linien, längs deren sich das Licht fortpflanzt.

Ebenso gehört die Untersuchung über das Wie der Strahlen in die Naturwissenschaft und diejenige über seine Form und Erscheinung in die Mathematik. Ebenso verhält es sich mit dem Was der Durchsichtigkeit und dem Fortschreiten des Lichtes, deren Erörterung in die Naturwissenschaft und die Mathematik gehört. Und wir sagen:

1) Jedes Merkmal, das an einem natürlichen Körper gefunden wird, gehört zu den Merkmalen, aus welchen sich das Was dieses Körpers zusammensetzt. Dieses Merkmal heisst eine wesentliche Eigenschaft seines Wesens. Denn das Wesen dieses Körpers setzt sich aus allen Merkmalen zusammen, welche in ihm enthalten sind. Keines derselben kann von dem Körper losgetrennt werden, ohne dass sich

1) Cod. 201 Gol. fol. 316 v bis 318 r Catal. Codicum orientalium bibliothecae academiae Lugduno Batavae. 3. p. 61.

sein Wesen verändert. Das Licht aber eines jeden selbstleuchtenden Körpers gehört zu diesen wesentlichen Merkmalen. Dagegen ist das zufällige Licht, welches auf den durchsichtigen Körpern erscheint und ihnen von einem anderen zugestrahlt wird, eine accidentelle Eigenschaft. Dies ist die Ansicht der in der Philosophie gründlich bewanderten.

Was die Mathematiker anbelangt, so glauben sie, dass das von einem Selbstleuchter ausgehende Licht feurige Hitze darstelle und in dem Selbstleuchter enthalten sei. Denn sie fanden, dass, wenn das Sonnenlicht von einem Hohlspiegel (المراة المقعرة) reflectirt (انعكس) wird, und in einem Punkte sich sammelt, in welchem sich ein entzündlicher Körper befindet, dieser Feuer fängt. Dass ferner, wenn das Licht eine Zeit lang auf die Luft oder einen anderen Körper scheint, dieser warm wird. Sie glauben, dass alle Lichtarten¹⁾ von gleicher Natur seien und sich nur durch ihre Stärke und Schwäche unterscheiden. Diejenigen, welche Feuer erzeugen, thun dies infolge ihrer Stärke und bei denen, welche dies nicht thun, geschieht dies infolge ihrer Schwäche; wie man ähnliches auch bei der Hitze des Feuers findet.

2) Die Selbstleuchter, welche die Sinne wahrnehmen, gehören zu zwei Gattungen, den Sternen und dem Feuer. Ihr Licht scheint auf die sie umgebenden Körper, und ein jeder Körper, auf welchen Licht trifft, hat die Fähigkeit, Licht aufzunehmen.

3) In einigen Körpern schreitet das Licht fort und dies sind die durchsichtigen, in anderen schreitet es nicht fort und dies sind die undurchsichtigen. Die Eigenschaft des Fortleitens des Lichtes in den Körpern ist die Durchsichtigkeit und sie gehört zu den Eigenschaften, aus welchen das Was der Durchsichtigkeit sich zusammensetzt. Die Durchsichtigkeit ist ein Merkmal der Substanz der durchsichtigen Körper.

4) Die durchsichtigen Körper sind nach ihrer Durchsichtigkeit und ihrer Aufnahmefähigkeit für das Licht verschieden, wie wir erläutern werden.

1) Nicht Lichterscheinungen, wie Hr. Baarmann in der oben citirten Abhandlung übersetzt.

5) Die Art des Fortschreitens des Lichtes durch die umgebenden durchsichtigen Körper geschieht, so weit als es möglich ist, in der Art, dass das Licht von einem jeden Punkte nach allen Seiten in der Richtung gerader Linien fortschreitet bis dahin, wo es endigt.

6) Die Körper, welche man gewöhnlich durchsichtig nennt, bilden zwei Kategorien. Die eine enthält diejenigen Körper, bei denen das Licht alle Theile durchdringt, wie bei der Luft, dem Wasser, dem Glas, dem Bergkrystall (بلور), und die zweite diejenige, bei denen das Licht nur durch einige Theile hindurchgeht, wie bei feinen Geweben und diesen ähnlichen Stoffen. Bei ihnen geht das Licht durch die Löcher zwischen den Fäden. Da aber die Fäden von feinen Geweben sehr dünn sind, so kann das Auge nicht das Licht, welches durch die Löcher geht, von demjenigen unterscheiden, das auf die Fäden fällt.

Die zuerst besprochene Durchsichtigkeit ist eine andere als die zuletzt erörterte und die Durchsichtigkeit im strengen Sinne des Wortes ist die erste. Die zweite ist der ersten ähnlich. Das Licht wird an allen Stellen eines Körpers erkannt, heisst, dass, wenn man an eine Stelle einen undurchsichtigen Körper bringt, man auf ihm Licht erblickt. Aus dem, was wir erörtert haben, geht mit Nothwendigkeit hervor, dass alle Körper die Fähigkeit besitzen, Licht aufzunehmen und in allen durchsichtigen die Fähigkeit vorhanden ist, das Licht fortzuleiten, d. h. dass es nicht gehindert ist, auf allen geraden Linien fortzuschreiten, welche wir in diesen Körper ziehen.

7) Das Licht, welches in dem durchsichtigen Körper auf geraden Linien fortschreitet, heisst „Strahl“. Die geraden Linien sind gedachte (mathematische) Linien, die nicht gefühlt werden können. Sie selbst nebst dem auf ihnen fortschreitenden Lichte bilden die Strahlen. Die Strahlen sind ein Bild des Wesens des Fortschreitens auf geraden Linien.

8) Die Mathematiker nennen Sehstrahlen (Gesichtsstrahlen) Strahlen, die denen der Sonne und des Feuers ähnlich sind; da die Alten von ihnen glaubten, dass das

Sehen in Strahlen bestehe, die von dem Auge zu dem angeschauten Gegenstande gehen. Es soll ferner die Sehkraft eine feurige Kraft von der Art des Lichtes sein. Sie soll vom Auge aus auf geraden Linien fortschreiten, deren Anfang der Mittelpunkt des Auges ist. Wer aber glaubt, dass das Sehen mittelst eines Bildes stattfinde, welches von dem Gesehenen zu dem Auge sich fortpflanze, der nimmt an, dass die Strahlen, nämlich diejenigen, vermittelt deren die Wahrnehmung stattfindet, das von dem erblickten Körper auf geraden Linien fortschreitende Licht ist, welches in dem Mittelpunkt des Auges von der Seite des Lichtes her zusammentrifft. Denn diejenigen, welche diese Ansicht haben, glauben, dass das Auge von Natur aus zu dem Empfinden nur dieser Lichtarten bestimmt sei. Das Licht auf diesen gedachten Linien mit ihnen zusammen, heisst Strahl und die Sehstrahlen sind bei allen Mathematikern das Licht, welches auf diesen Linien fortschreitet. Das Licht ist Licht der Sterne oder des Feuers oder des Blickes.

9) Dann sagen wir, dass die durchsichtigen Körper in zwei Abtheilungen getheilt werden, die ätherischen und die unterhalb des Aethers. Die ätherischen bestehen aus einer einzigen Art, da sie nur eine einzige Beschaffenheit besitzen. Die unter dem Aether befindlichen bestehen aus drei Classen. Erstens der Luft, zweitens dem Wasser und den durchsichtigen Flüssigkeiten, zu denen das Eiweiss und die durchsichtigen Flüssigkeiten des Auges gehören und drittens den durchsichtigen Steinen, wie dem Glas und dem Bergkrystall. Und dies sind die verschiedenen Arten der durchsichtigen Körper.

10) Die vorher genannten Körper zeigen Verschiedenheiten in der Durchsichtigkeit und jede Art derselben ist wieder in sich verschieden, eine Ausnahme macht die Durchsichtigkeit des Aethers. Auch die Durchsichtigkeit der Luft ist verschieden. Es gibt dichte, wie dicker Nebel und Rauch, und die mit Staub und Rauch gemengte Luft, und es gibt dünne Luft, wie die Luft zwischen Mauern¹⁾ und die Luft nahe

1) Diese Angabe beruht wohl auf der Beobachtung, dass, wenn wir auf eine Landschaft zwischen zwei Mauern hinblicken, diese uns infolge

am Aether. Ebenso zeigen das Wasser und die durchsichtigen Flüssigkeiten Verschiedenheiten in ihrer Durchsichtigkeit. Dünner (feiner) ist das Seewasser, dichter dagegen das fließende Wasser und das Wasser, zu dem ein Farbstoff gefügt ist. Aber die Sachen lassen sich besser bei den durchsichtigen Flüssigkeiten und Steinen erkennen.

11) Alle durchsichtigen Körper unter dem Aether besitzen auch eine gewisse Undurchsichtigkeit. So oft nämlich auf sie das Licht der Sonne trifft, senden sie secundäres Licht (wörtlich ein zweites Licht¹⁾) aus, nur dass dieses secundäre Licht um so schwächer ist, je dünner der Körper. Dass auch von der Luft Licht reflectirt wird, ergibt sich aus dem Licht der Morgendämmerung. Dass auch von dem Wasser und den durchsichtigen Körpern Licht ausgeht, das kann man mit den Sinnen wahrnehmen, wenn man ihnen einen weissen Körper von der anderen Seite nähert, als derjenigen, nach welcher das auftreffende Licht fortschreitet. Man findet dann auf dem Körper unter diesen Umständen Licht, das vorher nicht vorhanden war, freilich ist es nur schwach.

Das secundäre Licht geht ebenso gut von den durchsichtigen wie den undurchsichtigen Körpern aus: freilich ist es bei ersteren schwächer und je grösser die Durchsichtigkeit, um so schwächer wird es.

Es ist sicher, dass das secundäre Licht nicht etwa von dem Lichte ausstrahlt, welches den durchsichtigen Körper durchdringt, denn letzteres bewegt sich in Richtungen, die von der Lichtquelle abgewandt sind, während man findet, dass das secundäre Licht sich gerade nur in Richtungen fortpflanzt, die diesen entgegengesetzt sind. In einem durchsichtigen Körper ist aber kein anderes Licht vorhanden, als das hindurchgehende und das darin bleibende, daher muss das secundäre Licht von dem im Körper verbleibenden herühren. Das Bleiben des Lichtes in dem Körper hat aber als einzigen Grund die Undurchsichtigkeit. Besitzt ein

der Abblendung des seitlichen Lichtes heller erscheint, als wenn wir sie direct betrachten.

1) Es ist dies diffus an der Oberfläche oder im Inneren der Körper reflectirtes Licht.

Körper den äussersten Grad der Durchsichtigkeit und gar keine Undurchsichtigkeit, so durchdringt ihn das Licht vollkommen und es bleibt gar kein Licht in ihm. In den Körpern unterhalb des Aethers ist Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit gemischt.

12) Nach der Ansicht des Logikers (sc. Aristoteles) hat der Aether die grösstmögliche Durchsichtigkeit und es gibt keinen durchsichtigeren Körper, als ihn, dagegen glauben die Mathematiker, dass die Durchsichtigkeit keine Grenze besitze, und dass es in Bezug auf einen jeden durchsichtigen Körper möglich sei, dass es einen noch durchsichtigeren als ihn gebe. Dies hat Abû Sa'id al'Alâ ben Sahl¹⁾ bewiesen und zwar auf geometrischem Wege. Wir wollen dies beweisen, indem wir die Hauptpunkte seines Beweises stärker hervorheben und die Quintessenz desselben ist in dem Folgenden enthalten.

Wir nehmen einen durchsichtigen Körper von mittlerer Feinheit und umgeben ihn mit einem anderen von anderer Dichtigkeit, die aber grösser als die seinige ist. Ziehen wir dann einen Strahl, der in dem Dichteren auf die Oberfläche des Dünnen unter einem bestimmten Einfallswinkel schief auftrifft, so wird er von dem Lothe abgelenkt und es entsteht der sogenannte Brechungswinkel.

1) Ueber die Person des oben erwähnten Gelehrten ist uns nichts bekannt, (bei Hrn. Baarman heisst er Ibn Suhail, was mit ben Sahl so gut wie identisch ist) dagegen ist uns die von Ibn al Haiṭam erwähnte Schrift erhalten. In seinem Katalog der Handschriften des orientalischen Institutes zu St. Petersburg bemerkt Baron von Rosen nach dem Wortlaut eines dort befindlichen Codex.

„Den Beweis, dass der Aether nicht die äusserste Durchsichtigkeit besitzt, hat Abû Sa'd Al'Alâ ben Sahl bei der Durchsicht des Buches des Ptolemäus über die Optik entwickelt und er wollte diese genau in der Darlegung des fünften Buches dieses Werkes behandeln.“ Nach Rosen fängt die Schrift an: „Er sagt es sei die Kugel der Elemente اب und ihr Mittelpunkt der Punkt س und die Oberfläche des Himmels س , etc.

In der That behandelt das fünfte Buch des Ptolemäus die Brechung des Lichtes, also gerade Gegenstände, die mit den von Abû Sa'd erörterten sich nahe berühren.

Interessant ist obige Mittheilung noch deshalb, weil sie uns einen weiteren Beweis dafür liefert, dass die Araber die Optik des Ptolemäus benutzt haben.

Wenn wir aber die Durchsichtigkeit des dünnen Körpers grösser wählen, so wird der Ablenkungswinkel¹⁾ grösser und der Brechungswinkel²⁾ kleiner und für jede Kategorie der Düntheit des dünneren tritt entsprechend einem bestimmten Einfallswinkel ein besonderer Ablenkungs- und Brechungswinkel auf. Haben wir eine Reihe von Durchsichtigkeiten, so unterscheiden sie sich entsprechend den Ablenkungs- und Brechungswinkeln. Der Brechungswinkel eines bestimmten Einfallswinkels ist der Theilbarkeit ins Unendliche fähig und so oft er kleiner wird, wird die Durchsichtigkeit grösser. Es gibt daher keine Durchsichtigkeit, in Bezug auf welche nicht eine noch grössere Durchsichtigkeit gedacht werden könnte. Die Durchsichtigkeit hat daher keine Grenze, bei welcher sie stehen bliebe. Dies ist die Ansicht der Mathematiker.

Die Naturforscher sagen, dass die an Naturkörpern beobachteten natürlichen Eigenschaften sich bis zu einer bestimmten Grenze erstrecken und dass der Winkel, der am Naturkörper sich findet, wohl in der Einbildung, nicht aber in der Wirklichkeit bis zu jeder Grenze getheilt werden kann. Ebenso ist auch der Körper, an welchem der Winkel angenommen wird, nicht ins Unendliche theilbar. Denn der Naturkörper ist bis zu einer bestimmten Grenze theilbar und dies beruht auf einer ihm eigenthümlichen Eigenschaft, wenn er sich aber weiter theilen liesse, verlöre er seine Eigenschaft. Der Logiker (sc. Aristoteles) meint, dass unter den Naturkörpern keiner gefunden wird, der durchsichtiger sei als der Aether; es ist aber nicht denkbar, dass dies wirklich eintritt, weil ja angenommen wird, dass alle Naturkörper, deren Existenz überhaupt möglich ist, auch wirklich in das Dasein getreten sind. An und für sich sind beide Annahmen denkbar.

Dies was wir gesagt haben, genügt für die Wissenschaft über die Zustände des Lichtes und der Durchsichtigkeit. —

1) زاوية الانعطاف. 2) زاوية الباقية. Diese beiden Ausdrücke sind nicht stets von Hrn. Baarmann richtig wiedergegeben.

Wenn nun auch der Inhalt der obigen Schrift vollkommen sich selbst erklärt, so möchte ich doch auf zwei Punkte aufmerksam machen.

Einmal auf die scharfe Gegenüberstellung der Ansichten der Mathematiker und der Naturforscher und ferner, dass Ibn al Haiṭam die Bedeutung der Lichtstrahlen unabhängig von den Sehstrahlen gar nicht als etwas besonderes hinstellt. In der That war diese Auffassung des Lichtes, wie ich bei einer späteren Gelegenheit zeigen werde, im elften Jahrhundert im Orient vielfach vertreten.

**XII. „Die Kölner Luftpumpe v. J. 1641“;
eine historische Notiz von Dr. G. Berthold
in Ronsdorf.**

„Die Luftpumpe wurde um das Jahr 1650 von O. von Guericke erfunden“, heisst es in den landläufigen Compendien. „Das eigentliche Jahr der Erfindung ist unbekannt,“ setzte jedoch bereits Lichtenberg hinzu. Zu letzterem Resultate ist auch Hr. Gerland gelangt¹⁾, welcher neuerdings sich vielfach, wiewohl vergeblich, in dieser Sache bemüht hat. Im Gegensatz zu dem vorsichtigen Verhalten Hrn. Gerland's stellt Hr. Zerener mit grosser Emphase die Behauptung auf²⁾, „die Entdeckung der Luftleere, Erfindung der Luftpumpe und anderer anschliessender Apparate sind aber ganz entschieden vor das Jahr 1646 zu datiren,“ ohne im Stande zu sein, auch nur ein einziges authentisches Document beizubringen. Seine ganze Beweisführung läuft vielmehr darauf hinaus, es sei unwahrscheinlich, dass Guericke, mit Geschäften überhäuft und zu dem in den Jahren 1646 bis 1660 meistens von seiner Vaterstadt abwesend, die

1) Bericht über die wissensch. Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung i. J. 1876. Braunschweig 1878. p. 33. — Beiträge zur Geschichte der Physik. Halle 1882. Fol. p. 5. Anm. 1. — Der leere Raum, die Constitution der Körper u. der Aether. Berlin 1883. p. 37. Anm. 3.

2) Historisches Nachwort, beigelegt einer Reimpression eines Theiles von Otto von Guericke's Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica. Leipzig, W. Drugulin. 1891. Fol. p. VI.