

V.

Über die Abnahme der Helligkeit im Innern eines Zimmers.

Von

Dr. Emil Detlefsen.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß junge Leute, die anfangen sich mit pflanzenphysiologischen Untersuchungen zu befassen, ihre Versuchspflanzen nicht selten wochenlang einen Meter oder noch weiter vom Fenster entfernt stehen lassen, und daß sie es nicht recht begreifen können, warum man verlangt, daß sie die Pflanzen dicht an oder besser noch vor das Fenster stellen. Keiner zweifelt ja daran, daß grüne Pflanzen zu ausreichender Ernährung Licht von ziemlich bedeutender Intensität brauchen, aber die Abnahme in der Intensität der Beleuchtung mit der Entfernung vom Fenster wird von den Meisten völlig unterschätzt. Darum schien es mir ganz nützlich einmal zu berechnen, wie groß die Energie der Lichtwellen (Intensität der Erleuchtung) an den verschiedenen Stellen einer horizontalen Linie ist, die auf der Mitte des untern Randes einer vertikalen rechteckigen Fensteröffnung von gegebener Form und Größe senkrecht steht. Der Raum hinter dem Fenster soll nur durch dieses Tageslicht erhalten. Da nun in unserem Klima auf Sonnenschein nicht rechnen kann, braucht derselbe bei der Rechnung nicht beachtet zu werden. Das von vor oder hinter dem Fenster befindlichen Gegenständen reflektirte Tageslicht wird als verschwindend gegen die Menge des von der Luft zurückgestrahlten Lichtes gleich 0 gesetzt. Zwischen den erleuchteten Punkten und dem dem Fenster gegenüberliegenden Quadranten des Himmels befinden sich keine das Licht durch Reflektion und Absorption schwächenden Körper.¹⁾

Da die Menge des von jedem Theil des Himmels zurückgestrahlten Lichtes nach dem Stande der Sonne und der Beschaffenheit der Luft wechselt, empfiehlt es sich für unsern Zweck, den Himmel als eine überall Licht-

¹⁾ Ist die Fensteröffnung durch eine Glasscheibe geschlossen, dann muß man die Resultate der im Folgenden mitgetheilten Berechnung alle um den gleichen Theil ihres Betrages verkleinern, bei einer guten Spiegelscheibe circa um $\frac{1}{10}$.

wellen von derselben Energie aussendende Hohlkugel zu betrachten, in deren Mittelpunkt sich der erleuchtete Punkt befindet, der natürlich im günstigsten Falle, nämlich wenn er weit außen vor dem Fenster sich befindet, nur von der Hälfte dieser Kugel erleuchtet wird.

Es ist leicht einzusehen, daß die Energie aller in dem Mittelpunkt einer leuchtenden Hohlkugel zusammentreffenden Wellen von dem Radius der Kugel unabhängig ist und nur durch die Energie der von der Flächeneinheit ausgehenden Wellen bestimmt wird, denn verdoppelt man den Radius der Kugel, so ist die Erleuchtung ihres Mittelpunktes durch ein Element ihrer Oberfläche $\frac{1}{4}$ der vorher vorhandenen geworden, dafür hat sich aber auch die leuchtende Oberfläche auf das Vierfache vergrößert. Man kann also das Himmelsgewölbe durch eine mit beliebigem Radius um den erleuchteten Punkt construirte leuchtende Hohlkugel ersetzen.

Es sei P (Fig. 1) der erleuchtete Punkt, a die Breite, b die Höhe des Fensters AA_1B_1B , E seine Entfernung von der Mitte des unteren Fensterrandes. Man lege durch jede der 4 Seiten des Rechtecks und durch P eine Ebene. Diese 4 Ebenen schneiden aus der Oberfläche einer Kugel vom Radius $PA = r$, deren Mittelpunkt P ist, das sphärische Viereck $ABCD$. AB, AD u. BC sind Bogen größter Kreise.

$$AD = BC.$$

$$\sphericalangle DAB = \sphericalangle ABC = 90^\circ$$

darum ist G der Schnittpunkt der Verlängerungen von AD und BC zugleich der Pol von AB .

Nimmt man die Oberfläche einer Hohlkugel von dem Radius r als Einheit, dann ist J (die Oberfläche des sphärischen Vierecks)

$$J = \triangle ABG - DCG$$

$$J = \frac{AB}{360^\circ} - \frac{C + D + G - 480^\circ}{360^\circ};$$

$$\sphericalangle C = D, \quad \sphericalangle G = AB,$$

also

$$J = \frac{90^\circ - D}{480^\circ}.$$

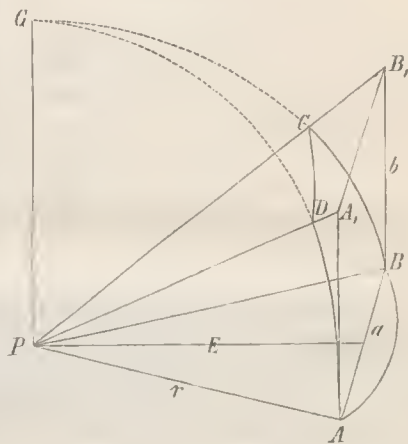
$\sphericalangle D$ kann durch a, b und E bestimmt werden, und zwar ist¹⁾

1) $\text{tang } D = \text{cotg } \frac{G}{2} : \cos GD, \dots \dots \dots 1$

$$\text{cotg } \frac{G}{2} = \text{cotg } \frac{AB}{2} = \frac{2E}{a} \dots \dots \dots 2$$

$$\cos GD = \sin AD,$$

Fig. 4.



$$D = \text{arc tang} \left\{ 2E : a \sin \text{arc tang} \left(\frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E} \right) \right\},$$

also

$$90^\circ - D = \text{arc tang} \left\{ \frac{a}{2E} \sin \text{arc tang} \left(\frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E} \right) \right\}.$$

Man erhält somit:

$$J = \frac{1}{180^\circ} \text{arc tang} \left\{ \frac{a}{2E} \sin \text{arc tang} \left(\frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E} \right) \right\}.$$

Setzen wir die Intensität der Beleuchtung eines Punktes, der von der ganzen Halbkugel fläche Lichtstrahlen erhält, der Einheit gleich, dann ist J , wie leicht ersichtlich, die Intensität der Erleuchtung des Punktes P .

Darnach ist die folgende kleine Tabelle berechnet:

$a = 1,5,$		$b = 2.$	
E		J	
0		0,500000	
0,05		0,477366	
0,25		0,386198	
0,50		0,299023	
0,75		0,230328	
1,00		0,180313	
1,50		0,116414	
2,00		0,079867	

Es bekommt also ein Stück Blattfläche, das sich hinter einer großen Fensteröffnung von 1,5 m Breite und 2 m Höhe wagerecht hinter dem untern Rande des Fensters und 1 m von der Außenfläche der Mauer entfernt befindet, weniger als $\frac{1}{3}$ der Lichtmenge, die es bekäme, wenn es draußen im

Da nun aber

$$\text{tang } AD = \frac{b}{r}$$

und

$$\frac{a}{2r} = \sin \frac{AB}{2} = \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E},$$

also

$$r = a : 2 \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E}$$

$$\text{tang } AD = \frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E},$$

folgt daraus:

$$\cos GD = \sin AD = \sin \text{arc tang} \left(\frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E} \right). \quad \dots \quad (3)$$

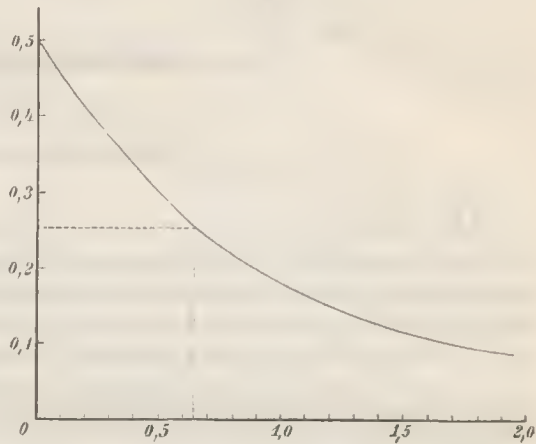
Durch Substitution von (2) und (3) in (4) erhält man

$$\text{tang } D = 2E : a \sin \text{arc tang} \left(\frac{2b}{a} \sin \text{arc tang} \frac{a}{2E} \right).$$

Freien der Bestrahlung durch das ganze Himmelsgewölbe ausgesetzt wäre. Jeder andre Punkt im Innern des Zimmers, der um dasselbe Stück von der äußeren Fläche der Mauer absteht, möge er nun in der Symmetrieebene des Fensters oder seitwärts, höher oder tiefer liegen, bekommt weniger Licht als derjenige, für den unsre Berechnung gilt, was man sofort erkennt, wenn man für ihn die der Fig. 1 entsprechende Konstruktion ausführt.

Der besseren Übersichtlichkeit wegen habe ich die Daten der obigen Tabelle zu einer graphischen Darstellung der Beleuchtungsverhältnisse auf der genannten Linie benutzt (Fig. 2). In derselben bedeuten die Abstände auf der wagerechten Linie Entfernungen gemessen nach der halben Höhe des Fensters. Der senkrechte Abstand der Curve von jedem Punkte der Horizontalen giebt ein Maß der Helligkeit an dem entsprechenden Punkte.

Fig. 2.



Es ist selbstverständlich, daß die obigen Angaben für alle Räume gelten, die Licht vom Himmel durch eine Öffnung von der genannten Form und Lage erhalten, z. B. auch für die parallelepipedischen, einseitig offenen Kästchen, die man für Versuche über die Wirkung einseitiger Beleuchtung braucht.

Nach demselben Verfahren, das ich hier eingeschlagen habe, überzeugt man sich auch leicht, daß, wie ja allgemein bekannt, die zur Fassung der Scheiben dienenden Holzrahmen in der Mitte des Fensters gerade an der denkbar ungünstigsten Stelle sich befinden.

Für rechteckige Fensteröffnungen, deren Ebene schräg nach oben liegt, hat die Linie größter Helligkeit eine andre Lage. Sie trifft nämlich deren Ebene, auf der sie immer senkrecht steht, um so näher der Mitte, je mehr sich die Lage des Fensters der Horizontalen annähert.

Wismar, den 25. Nov. 1883.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten des Botanischen Instituts in Würzburg](#)

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Detlefsen Emil

Artikel/Article: [Über die Abnahme der Helligkeit im Innern eines Zimmers 88-91](#)