

Auch das blendende Licht der unmittelbaren Sonnenstrahlen muß abgehalten oder genügend gemildert werden.

Es ist sehr schwierig, allen diesen Forderungen gleichzeitig Rechnung zu tragen; und doch ist in ihrer Erfüllung die Lösung der Aufgabe zu suchen. Diese Bedingungen bilden daher den Gegenstand der nächstfolgenden Darlegungen.

Denelben liegt die Annahme von diffusem Tageslicht, also eines nach allen Strahlenrichtungen gleichmäÙig starken, ruhigen Aetherlichtes überall da zu Grunde, wo nicht auf die Lichterscheinungen der unmittelbaren Sonnenstrahlen eingegangen werden muß.

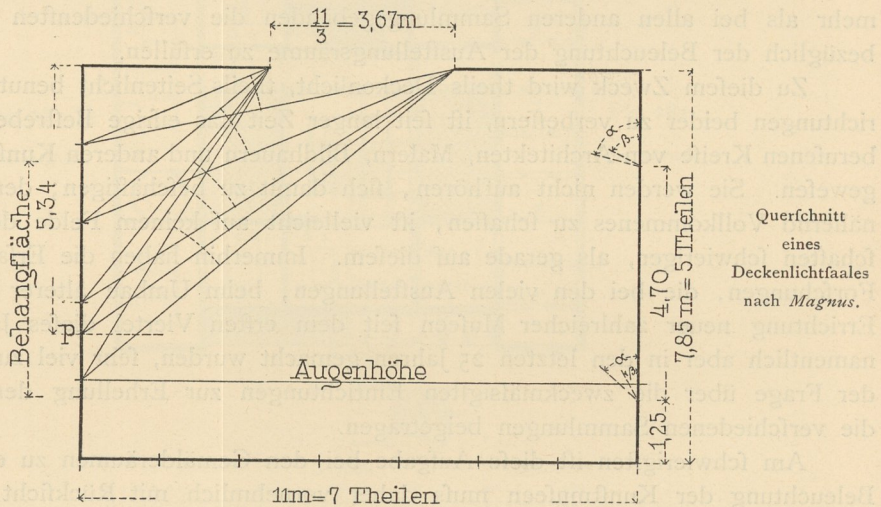
1) Deckenlicht und Deckenlichtfäle.

Magnus war der erste, der ein auf wissenschaftlicher Grundlage beruhendes Verfahren für die Ermittlung passender Verhältnisse zwischen den GröÙenabmessungen des Gemälderraumes und seiner Deckenlichtöffnung erfunden hat ²⁴⁶⁾. Er giebt hierfür die folgenden Regeln an (Fig. 284).

201.
GröÙen-
verhältnisse.

Fig. 284.

$\frac{1}{150}$ n. Gr.



Die Deckenlichtöffnung erhält $\frac{1}{3}$ der Breite des zu erhellenden Raumes und wird in der Höhe von $\frac{5}{7}$ dieser Breite angebracht. Die Länge der Oeffnung ergibt sich, wenn man von der Länge des Raumes an beiden Enden auch je $\frac{1}{3}$ der Raumbreite abträgt, also einen unverglasten Deckenfretzen von gleicher Breite an den vier Seiten des Raumes beläßt.

Die Behangfläche beginnt 1,25 m (4 Fufs preufs.) über dem Fußboden und erstreckt sich von da ab um höchstens 4,70 m (15 Fufs) aufwärts, so daß der Beschauer, dessen Auge in der Höhe von 1,57 m (5 Fufs) über dem Fußboden angenommen wird, in geeigneter Entfernung von der Bilderwand, den Blick ohne große Anstrengung bis zur oberen Grenze der Behangfläche, also bis zur Höhe von 5,95 m vom Boden erheben kann.

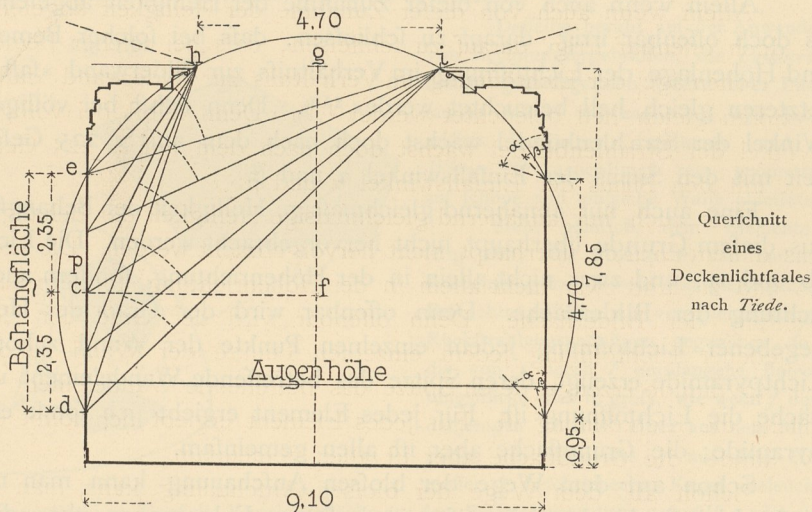
Da diese Höhen durch die mittlere Körpergröße und Sehkraft des Menschen bedingt sind, so konnten sie nur in absoluten Zahlen ausgedrückt werden. Deshalb hat *Magnus* die von ihm ermittelten GröÙenverhältnisse des Saales und seiner Licht-

²⁴⁶⁾ Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1864, S. 202.

öffnung auch in absolute Mafse überfetzt, indem er die Saalbreite zu 11 m (35 Fufs) annahm, hiernach das Deckenlicht 3,67 m weit machte und es in der Höhe von 7,85 m ($= \frac{5}{7} 11 \text{ m}$) über dem Fußboden anordnete. Er hat fodann aus der in Fig. 284 verdeutlichten Construction geschlossen, dafs die gröfste Helligkeit in der Entfernung von ungefähr 5,34 m (17 Fufs) von der Decke vorhanden sei, weil in diesem Punkte p die Lichtstrahlenbündel den gröfsten Winkel $\alpha-\beta$ bilden. Letzterer nimmt allerdings nach oben und unten mehr und mehr ab; dagegen nimmt der Einfallswinkel α , bezw. β der Lichtstrahlen mit der Bilderfläche nach oben zu, und mit dem Sinus desselben wächst bekanntlich, unter sonst gleichen Umständen, auch die Helligkeit.

Dafs von diesem letzteren Factor, aufser anderen Einflüssen, die Helligkeit irgend eines Punktes der Bilderfläche wesentlich mit abhängt, ist *Magnus* nicht entgangen; denn er gründet hierauf einen Theil seiner Betrachtungen²⁴⁷⁾ und bemerkt fodann ausdrücklich, dafs in Folge der unter gröfserem Winkel einfallenden oberen Lichtstrahlen der Gröfswerth der Helligkeit in Wirklichkeit eigentlich höher liege,

Fig. 285.

 $\frac{1}{150}$ n. Gr.

als in dem angegebenen Punkte p in 5,34 m Abstand von der Decke. Dennoch hat er diesen Factor bei der mitgetheilten Anleitung nicht weiter berücksichtigt.

Ein anderes Verfahren wendete *Tiede*²⁴⁸⁾ bei Herstellung des ersten, im Alten Museum zu Berlin 1869—71 eingerichteten Deckenlichtfaales an, und auf Grund der hieraus gewonnenen günstigen Ergebnisse wurde in der Folge für die meisten übrigen Säle dieser Gemälde-Sammlung Deckenlicht angeordnet und 1876—84 von *Merzenich* durchgeführt. Wäre hierbei die *Magnus*'sche Regel benutzt worden, so würden Gröfse und Höhenlage der Lichtöffnungen dieser Säle, bei den gegebenen Abmessungen und der Bauart derselben, zu gering ausgefallen sein; die Erhellung wäre ungenügend geworden.

Die Breite des *Tiede*'schen Saales in Fig. 285 beträgt 9,1 m (29 Fufs preufs.), die Länge 16,6 m (53 Fufs). Die Behangfläche beginnt 0,95 m (3 Fufs) über dem Fußboden und endigt 4,7 m (15 Fufs) höher²⁴⁹⁾. Auf ihrer Mitte c ist eine Senk-

²⁴⁷⁾ Siehe ebendaf., S. 205 (unter 1), ferner S. 203.

²⁴⁸⁾ Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 185; 1886, S. 165.

²⁴⁹⁾ Bei den in demselben Gebäude später eingerichteten Deckenlichtfälen liegt die untere Grenze der Behangfläche 1,02 m über dem Fußboden, die obere Grenze 5,14 bis 5,40 m höher, also 6,16 bis 6,42 m über demselben.

rechte zur Wand errichtet und aus dem Schnittpunkt f dieser Senkrechten mit der Mittellinie des Saalquerschnittes ein Kreis geschlagen mit dem Halbmesser fd , bzw. fe , gleich der Entfernung dieses Mittelpunktes von den Grenzen der Behangflächen. Falls die Höhenlage der Decke fest steht, so giebt die Sehne hi , nach welcher die wagrechte Deckenlinie den Kreis durchschneidet, das Mafs der Deckenlichtweite. Oder wenn letztere bestimmt ist, so ergiebt sich daraus die Höhe des Gemälderaumes. Bei dem in Rede stehenden Saale des Alten Museums zu Berlin wurde $fg = fc$ gemacht, und in Folge dessen ist die Deckenlichtweite gleich der Höhe der Behangfläche; also gleich 4,7 m; die Höhe der Lichtöffnung berechnet sich (wie in Fig. 284) zu 7,85 m.

Die auf dieser Sehne hi stehenden Peripheriewinkel $he i$ und $hd i$, welche die Strahlenbündel am oberen und unteren Ende der Behangfläche einschließen, sind einander gleich, während die Winkel der Strahlenbündel, deren Spitzen zwischen e und d liegen, von diesen Punkten aus nach einem etwas über der Mitte c liegenden Punkte p zunehmen.

Allein wenn auch von dieser Zunahme der Helligkeit abgesehen wird, so wäre es doch offenbar irrig, darauf zu schließen, dafs bei solcher Bemessung der Gröfse und Höhenlage der Lichtöffnung im Verhältnifs zur Bilderwand »fast jeder Punkt der letzteren gleich hell beleuchtet werde«²⁵⁰). Denn selbst bei völliger Gleichheit der Winkel der Strahlenbündel wächst doch nach dem auf S. 225 Gefagten die Helligkeit mit den Sinus der Einfallswinkel α und β .

202.
Helligkeits-
Abtufung.

Eine auch nur annähernd gleichmäfsige Helligkeit der Behangfläche kann schon aus diesem Grunde überhaupt nicht hervorgebracht werden. Die Lichtwirkung nimmt ab und zu, und zwar nicht allein in der Höhenrichtung, sondern auch in der Längsrichtung der Bilderfläche. Denn offenbar wird der Grad der Helligkeit, der bei gegebener Lichtöffnung jedem einzelnen Punkte der Wand zukommt, durch eine Lichtpyramide erzeugt, deren Spitze das betreffende Wandelement und deren Grundfläche die Lichtöffnung ist. Für jedes Element ergiebt sich somit eine andere Lichtpyramide; die Grundfläche aber ist allen gemeinsam.

Schon auf dem Wege der blofsen Anschauung kann man nun die Wirkung dieser Lichtstrahlenbündel prüfen und daraus Folgerungen über die Abtufung der Helligkeit auf der Wandfläche ziehen.

Betrachtet man zunächst diejenigen Strahlenbündel, deren Spitzen alle auf der lothrechten Mittellinie der Wandfläche (durch die Mitte des Deckenfensters gezogen) liegen, so ergiebt sich ohne Weiteres, dafs von einem zu bestimmenden Punkte p^m dieser Geraden aus die Helligkeit der Wand nach oben und unten abnimmt. Eben so verhält es sich auf jeder anderen Lothrechten derselben Wand, auf der indess der hellste Punkt nie die Lichtstärke von p^m erreicht. Zieht man sodann diejenigen Lichtpyramiden in Vergleich, deren Spitzen auf irgend einer Wagrechten der Wand mehr oder weniger von der Mitte entfernt liegen, so findet man, dafs auch die Helligkeit nach beiden Seiten zu gleichmäfsig abnimmt. Somit kommt dem Punkte p^m der Gröfstwerth der Helligkeit zu, der für die Wandfläche unter gegebenen Umständen überhaupt entsteht, und die lothrechte Mittellinie der Wand ist Axe der Symmetrie für die Curven gleicher Helle, die um den Punkt p^m gezogen werden können.

²⁵⁰) Siehe: TIEDE, A. Ueber die Einrichtung eines Oberlichtsaales in der Bilder-Galerie des alten Museums zu Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1871, S. 190.

Behufs Darstellung derselben muß der Grad der Erhellung, der auf jedem Punkt der Wandfläche durch die zugehörige Lichtpyramide hervorgebracht wird, ermittelt werden. Dies kann in verschiedener Weise geschehen.

Mentz beschäftigte sich mit Lösung dieser Aufgabe²⁵¹⁾, gelangte aber im Verlauf der Arbeit zu Folgerungen, die nicht durchweg richtig sind. Seine Ausführungen beruhen auf der auch hier (siehe Art. 201, S. 224) gemachten Annahme einer solchen Lichtbeschaffenheit, daß keine bestimmte Strahlenrichtung überwiege, vielmehr die absolute Lichtstärke in allen Strahlenrichtungen gleich groß sei. Ferner ist hierbei der Zutritt des unmittelbaren Wolkenlichtes durch keinerlei Hindernisse im Dachwerk beschränkt, auch Verglafung und Sprossenwerk desselben fortgenommen gedacht.

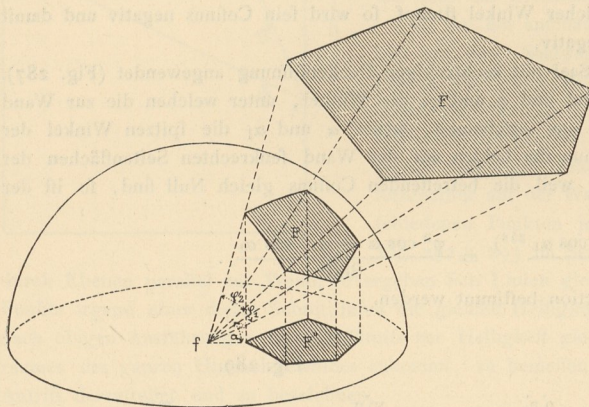
Unter den gleichen Voraussetzungen hat derselbe Verfasser eine »Berechnung der Tagesbeleuchtung innerer Räume und Maßstäbe dazu«²⁵²⁾ aufgestellt.

*Mohrmann*²⁵³⁾ hat bei feinen Untersuchungen über denselben Gegenstand den Einfluss der Verglafung auf die Tagesbeleuchtung innerer Räume in Ansatz gebracht.

Auch mit Hilfe des in diesem »Handbuch« (Theil III, Band 4, 2. Aufl., S. 14) beschriebenen *Weber'schen* Raumwinkelmessers²⁵⁴⁾ wird man in den Stand gesetzt, in bereits ausgeführten oder im Entwurf vorliegenden Gebäuden den Erhellungsgrad jedes Flächenelementes annähernd zu bestimmen.

Zur genauen graphischen Ermittlung der Linien gleicher Helle auf Wand- und Bodenflächen innerer Räume dient das folgende Verfahren²⁵⁵⁾.

Fig. 286.



Dasselbe beruht auf der Anwendung von Rechnungsergebnissen, die *Lambert* in seinem grundlegenden Werke über Photometrie schon vor mehr als 130 Jahren mittels Integration bestimmte und die *Wiener*²⁵⁶⁾ neuerdings rein geometrisch auf schöne und einfache Weise ableitete.

Steht nämlich dem Element f (Fig. 286) eine Fläche F von endlicher Ausdehnung und sowohl von gleichmäßiger Beleuchtungsstärke, als von gleichmäßigem Rückstrahlungsvermögen gegenüber, so ist die von f durch F empfangene Beleuchtungsstärke eben so groß, wie wenn f durch denjenigen Theil F' einer aus dem Mittelpunkt des Elementes f mit dem Halbmesser 1 beschriebenen Kugel beleuchtet

würde, welcher die Projection von F auf die Kugeloberfläche aus dem Projectionscentrum von f ist; oder auch eben so groß, wie von der senkrechten Projection F'' der F' auf die Ebene von f , wenn F'' senkrecht auf der Normalen von f und mit jedem seiner Punkte im Abstände 1 von f aufgestellt wäre, so wie wenn diese Elemente und f senkrecht auf der Abstandslinie der Mittelpunkte von F und f ständen — vorausgesetzt, daß F' und F'' dieselbe Beleuchtungsstärke und dasselbe Rückstrahlungsvermögen, wie F besäßen.

Wird nun der Quotient $\frac{F''}{\pi}$ (also das Verhältniß von F'' zu einem Kreise mit dem Halbmesser 1) mit R bezeichnet und nach *Wiener* der Beleuchtungsraum, welcher der Fläche F dem Element f gegenüber zukommt, genannt, so kann $R = \frac{F''}{\pi}$ als Maß der Erhellung von f durch F gelten, wenn es sich nicht um die absolute Helligkeit des Flächenelementes f , sondern um die Vergleichung seiner Helligkeit

251) In: Beitrag zur Frage der Beleuchtung durch Oberlicht und Seitenlicht, mit spezieller Rücksichtnahme auf Oberlichtfälle und Seitenlichtcabinette in Gemäldegalerien. Deutsche Bauz. 1834, S. 488 u. 499.

252) Siehe: Deutsche Bauz. 1887, S. 257.

253) In: Ueber die Tagesbeleuchtung innerer Räume. Berlin 1885.

254) Siehe auch: Zeitschr. f. Instrumentenkunde, Jahrg. 4 (1884), S. 343.

255) Von Herrn Professor Dr. *Mehlnke* in Darmstadt erfunden und dem Verfasser für die Zwecke des »Handbuches der Architektur« freundlichst zur Verfügung gestellt. Die Veröffentlichung ausführlicherer Darlegungen des genannten Herrn über diesen Gegenstand steht bevor.

256) In: Lehrbuch der darstellenden Geometrie. Band 1. Leipzig 1884. S. 401.

mit derjenigen anderer Elemente unter sonst gleich bleibenden Umständen handelt. Der Beleuchtungsraum des ganzen Himmelsgewölbes hat den Werth 1.

Denkt man sich sodann die Öffnung eines Deckenlichtfaales durch eine leuchtende Fläche von gleicher Beleuchtungsstärke und gleichem Rückstrahlungsvermögen wie das Himmelsgewölbe ersetzt, dann wird die leuchtende Fläche das Element f in demselben Mafse erhellen, wie der zugehörige Ausschnitt des Himmelsgewölbes. Ist diese leuchtende Fläche ein geradliniges Vieleck und

heifsen die Winkel, unter welchen die Seiten der Figur von f aus erscheinen, $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3 \dots$, ferner die Neigungswinkel der Ebenen dieser Winkel gegen die f -Ebene $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$, so ist der Beleuchtungsraum ²⁵⁷⁾

$$R = \frac{1}{2\pi} (\varphi_1 \cos \alpha_1 + \varphi_2 \cos \alpha_2 + \dots + \varphi_n \cos \alpha_n),$$

$$= \frac{1}{360^\circ} (\varphi_1^0 \cos \alpha_1 + \varphi_2^0 \cos \alpha_2 + \dots + \varphi_n^0 \cos \alpha_n).$$

Die Winkel α sind so zu nehmen, dafs jeder mit der leuchtenden Fläche auf verschiedenen Seiten des zugehörigen Winkels φ liegt. Ist also ein solcher Winkel stumpf, so wird sein Cosinus negativ und damit auch das betreffende Glied in der Summe negativ.

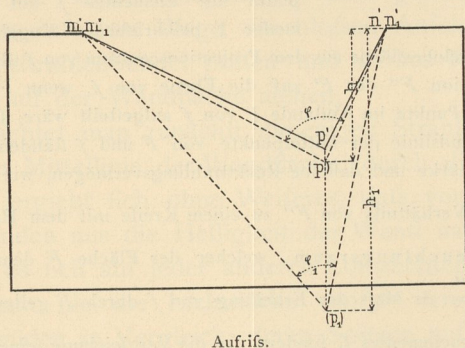
Diese Formel sei nunmehr auf einen Saal mit rechteckiger Deckenöffnung angewendet (Fig. 287).

Für einen beliebigen Punkt p der Wand sind φ und φ_1 die Winkel, unter welchen die zur Wand parallelen Seiten der Deckenöffnung von p aus erscheinen, ferner α und α_1 die spitzen Winkel der Ebenen von φ und φ_1 mit der Wand. Da nun die beiden auf der Wand senkrechten Seitenflächen der Lichtstrahlen-Pyramide keinen Beitrag geben, weil die betreffenden Cosinus gleich Null sind, so ist der Beleuchtungsraum

$$R = \frac{\varphi \cos \alpha - \varphi_1 \cos \alpha_1}{2\pi} \stackrel{258)}{=} \frac{\varphi^0 \cos \alpha - \varphi_1^0 \cos \alpha_1}{360^\circ}.$$

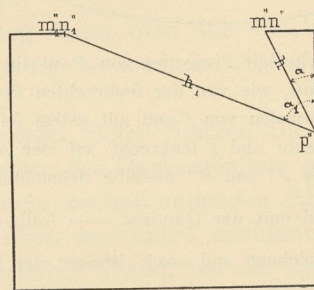
Hiernach kann R auch durch Construction bestimmt werden.

Fig. 288.



Aufriß.

Fig. 289.



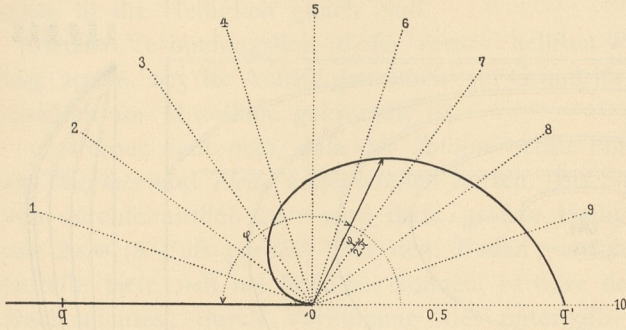
Seitenriß.

In Fig. 288 u. 289 sind die Winkel α und α_1 ohne Weiteres im Seitenriß zu messen, φ und φ_1 durch Herunterchlagen der Dreiecke mnp und m_1p_1p im Aufriß zu bestimmen, zu welchem Zweck die Höhen h und h_1 genannter Dreiecke aus dem Seitenriß entnommen werden. Das Messen der Winkel φ und φ_1 , d. h. ihre Umwandlung in Strecken, kann mit Hilfe einer auf Pauspapier gezeichneten Archimedischen

²⁵⁷⁾ Siehe: WIENER, a. a. O., S. 402.

²⁵⁸⁾ Nach obiger Formel sollte im zweiten Gliede des Zählers eigentlich der Nebenwinkel zu α_1 eingeführt werden; der Cosinus desselben ist aber gleich $-\cos \alpha_1$. — Irrthümlicher Weise hatte Magnus die Gröfse $\alpha_1 - \alpha$ als Mafs der Helligkeit in p genommen und Metz die Gröfse $\cos \alpha - \cos \alpha_1$ für die Beleuchtung durch eine Lamelle angesetzt.

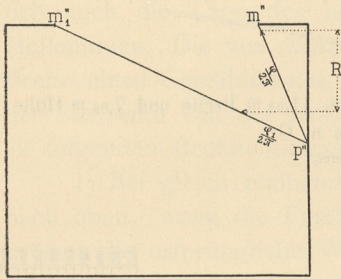
Fig. 290.



Spirale gefeehen (Fig. 290). Man theilt den flachen Winkel qoq' etwa in 10 Theile, trägt auf dem ersten Strahl $\frac{1}{10}$ der halben Längeneinheit, auf dem zweiten $\frac{2}{10}$ u. f. w. ab, schließlich auf oq' die halbe Längeneinheit²⁵⁹⁾ und verbindet die Endpunkte durch eine Curve. Legt man jetzt die ganze Pauspapier-Zeichnung auf den Winkel φ , so dafs oq mit dem einen Schenkel von φ zusammenfällt, fo wird durch die Curve auf dem anderen Schenkel fofort das Stück $\frac{\varphi}{2\pi}$ abge-

fchnitten. Hat man in folcher Weise die Strecken $\frac{\varphi}{2\pi}$ und $\frac{\varphi_1}{2\pi}$ ermittelt, fo müffen fie noch mit $\cos \alpha$, bezw. $\cos \alpha_1$ multiplicirt werden. Dies geschieht, indem man die fraglichen Strecken im Seitenriß von p'' aus auf den Linien $p''m''$, bezw. $p''m_1''$ abträgt (Fig. 291) und dann auf die Senkrechte projectirt. Der Unterschied R ist alsdann der gefuchte, als Strecke dargestellte Beleuchtungsraum R , giebt also das Mafs der Erhellung des Punktes p an.

Fig. 291.



Um ein anschauliches Bild von den Abstufungen der Helligkeit auf einer Saalwand zu bekommen, denke man sich in jedem Punkte der Wand auf derselben das Loth errichtet und auf demselben eine Strecke proportional der in diesem Punkte vorhandenen Helligkeit abgetragen; alsdann bekommt man eine Fläche. Einen Begriff von dieser Fläche erhält man, wenn man für eine Anzahl lothrechter auf der Wand gezogener Linien die Helligkeiten in verschiedenen Punkten jeder dieser Lothrechten ermittelt und wie in Fig. 292 u. 293 im Seitenriß aufträgt. Schneidet man diese Fläche

durch Ebenen parallel zur Wand, fo ergeben sich Linien gleicher Helle; denn offenbar herrscht in jedem Punkte irgend einer dieser Schnittlinien die gleiche Helligkeit. Und zwar ist der Grad dieser Helligkeit nach obigen Ausführungen im Verhältniß zur Helligkeit gleich 1, welche dem Werth des Beleuchtungsraumes des ganzen Himmelsgewölbes zukommt, zu bemessen²⁶⁰⁾ und dem entsprechend im Seitenriß und Aufriß darzustellen und zu bezeichnen.

In folcher Weise sind die Linien gleicher Helle in Fig. 292 u. 293 ermittelt und hierdurch die Abstufungen der Helligkeit auf den Langwänden zweier Gemäldefäle, deren Länge und Höhe gleich und deren Weite und Deckenfenster nach der *Magnus'*schen, bezw. nach der *Tiede'*schen Regel bemessen wurden, veranschaulicht. Der Vergleich beider ergibt, dafs bei Anwendung des letzteren Verfahrens eine viel gröfsere Helligkeit, als bei der des ersteren erzielt wird, fomit die *Tiede'*sche Regel den Vorzug vor der *Magnus'*schen verdient.

Doch soll nach den seit 1871 mit dem *Tiede'*schen Saale gemachten Erfahrungen die Lichtfülle sich mitunter fast zu grofs erwiesen haben²⁶¹⁾.

Einige weitere, allgemeinere Folgerungen lassen sich aus den vorhergegangenen Darlegungen ziehen.

Zunächst findet man die gleich von vornherein (in Art. 202, S. 226) angeestellten Vorbetrachtungen bestätigt: Aufser dem auf der Wand-Mittellinie befindlichen Punkt,

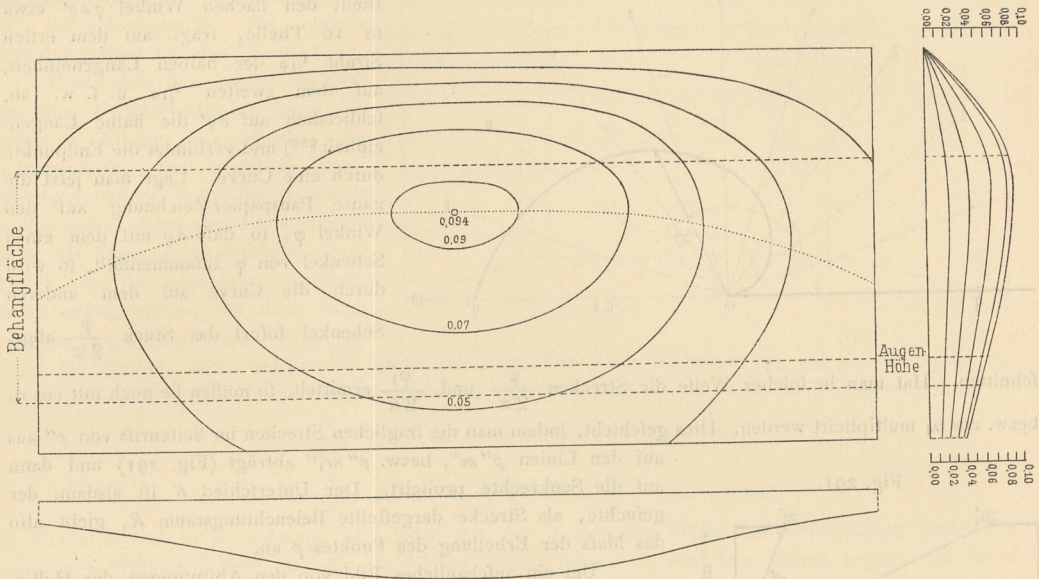
204.
Helle
Punkte
der
Saalwände.

²⁵⁹⁾ Die Längeneinheit ist beliebig, wird aber am besten so grofs angenommen, dafs die behufs Construction der Hellenlinien (in den nächstfolgenden Fig. 292 u. 293) im Seitenriß aufzutragenden Streckenunterschiede R sehr stark gekrümmte Curven ergeben.

²⁶⁰⁾ Bei der hier angewendeten Construction nach Theilen der Längeneinheit der Archimedischen Spirale im Seitenriß.

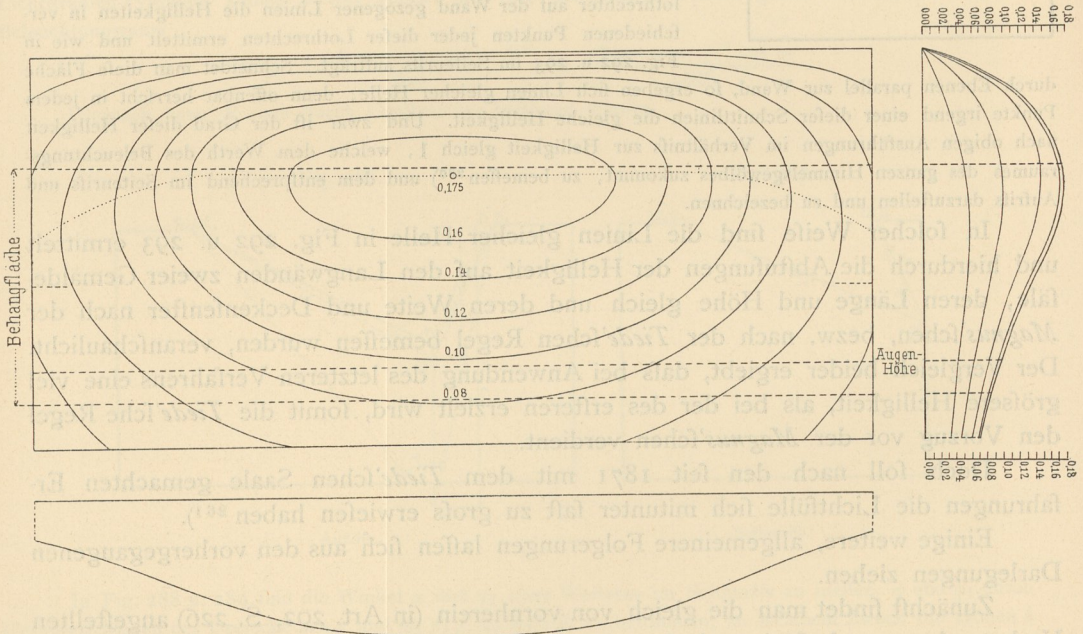
²⁶¹⁾ In diesem Sinne sollen sich *Kaulbach*, *Magnus* u. A. ausgesprochen haben.

Fig. 292.



Linien gleicher Helle für die Langwand eines Saales von 16,60 m Länge, 11,00 m Breite und 7,85 m Höhe;
 das Deckenlicht mißt $9,27 \times 3,67$ m. — $1/150$ n. Gr.
 Längeneinheit der Archimedischen Spirale 125 mm.

Fig. 293.



Linien gleicher Helle für die Langwand eines Saales von 16,60 m Länge, 9,10 m Breite und 7,85 m Höhe;
 das Deckenlicht mißt $12,20 \times 4,70$ m. — $1/150$ n. Gr.
 Längeneinheit der Archimedischen Spirale 107 mm.

in welchem der Größtwerth der Helligkeit der ganzen Wandfläche herrscht, giebt es für jede Lothrechte derselben einen relativ hellsten Punkt, von dem aus die Hellig-

keit nach oben zu rascher, als nach unten zu abnimmt. Da, wo die Decke erreicht wird, ist die Helligkeit gleich Null.

Die Verbindungslinie dieser relativ hellsten Punkte ist eine Curve ²⁶²⁾, die in Fig. 292 u. 293 im Aufriss gefrichelt, im Grundriss ausgezogen angegeben und symmetrisch zur Mittellinie gekrümmt ist.

Ferner sieht man, daß der absolut hellste Punkt der Saalwand viel höher liegt, als *Magnus* und *Tiede* angenommen hatten. Bei Sälen von der jetzt üblichen Breite von durchschnittlich 10 m wird diese größte Helligkeit in der Höhe von ungefähr nur 2,5 m (8 Fufs preufs.) über dem Boden, welche Lage *Magnus* für die vorteilhafteste hielt, sich nie befinden können, es wäre denn, daß man die Höhenlage des Deckenlichtes, durch Verkürzung des unterhalb des hellsten Punktes gelegenen Theiles der Wände, so verminderte, daß die Räume für die Zwecke einer Bilder-Galerie überhaupt zu niedrig würden.

Die Höhenlage des Deckenfensters wird (außer den erst in Art. 206 zu erörternden Bedingungen) vor Allem zu seiner Lichtweite in Beziehung stehen, sodann auch zu seiner Länge, also kurz zu seiner Größe. Wird diese geändert, so ändert sich auch die Lage des hellsten Punktes und damit auch die Lage sämmtlicher Hellenlinien. Die von *Mehmke* angefertigten Tafeln ²⁶³⁾, durch welche, bei gegebener Breite eines Gemäldefaales, die Abhängigkeit der Lage des absolut hellsten Punktes der Saalwand von der Größe der Deckenöffnung veranschaulicht wird, veranlassen zu folgenden Beobachtungen:

1) Bei gleich bleibender Länge des Deckenlichtfensters rückt der hellste Punkt nach oben, wenn die Fensterweite vergrößert wird, und zwar um so schneller, je größer die ursprüngliche Weite ist.

2) Bei gleich bleibender Weite des Deckenlichtfensters rückt der hellste Punkt nach unten, wenn die Länge des Fensters vergrößert wird.

3) Die Veränderung der Länge des Deckenlichtfensters ist von geringerem Einfluß auf die Höhenlage des hellsten Punktes der Saalwand, als die Lichtweite.

4) Die größte Helligkeit (d. h. die Helligkeit im hellsten Punkte) nimmt mit jeder Vergrößerung der Öffnung zu.

Dem Satze 3 ist hinzuzufügen, daß lange Deckenlichtfenster immerhin günstiger sind, als kurze, vorausgesetzt, daß die Lichtweite gleich bleibt. Der absolut hellste Punkt der Wand, also auch sämmtliche Hellenlinien derselben rücken nicht allein nach unten, was eine gleichmäßigere Abstufung der Helligkeit nach oben und unten zur Folge hat; sondern die Hellenlinien werden mehr in die Länge gezogen und laufen gegen die Mitte zu nahezu wagrecht.

Wenn man nun, wie gewöhnlich, um die Lichtöffnung an allen Seiten des Gemälde- raumes eine große Hohlkehle oder einen Deckenfretzen mit Gefims, durchweg von gleich bleibender Breite, anordnet, so entspricht einer langen Deckenöffnung auch ein länglicher Saal, einer quadratischen Deckenöffnung ein quadratischer Saal. Letzterer erfordert begreiflicher Weise eine entsprechend größere Lichtweite des Deckenfensters, als ein Saal von rechteckiger Grundform, damit die Lichtfläche der Öffnung eben so ausgiebig ist. Unter derselben Voraussetzung ist die achteckige, überhaupt die vieleckige Grundform für einen Deckenlichtsaal günstiger, als die

205.
Höhenlage
und Größe
der
Deckenöffnung.

²⁶²⁾ Keineswegs also eine Wagrechte, wie *Mentz* (a. a. O., S. 490) annahm und die er als »Intensitäts-Polare« bezeichnete.

²⁶³⁾ Mittels dieser Tafeln kann z. B. für jede beliebige Länge und Weite des Deckenfensters eines Saales von gegebener Breite sofort die Lage des hellsten Punktes der Wand abgelesen werden.

quadratische, weil bei Vermehrung der Seitenzahl nur die mittleren, flach gekrümmten Stücke der Hellenlinien in Betracht kommen.

Nach Alledem ist einleuchtend, daß die lichte Weite und Länge des Deckenfensters nicht bloß nach der Breite des Saales bemessen werden dürfen. Damit den Bildwänden die für alle Fälle ausreichende Lichtmenge mittels der Deckenöffnung zugeführt werden könne, muß diese genügend groß sein, und diese Größe pflegt kurzweg mit der Größe der Grundfläche des betreffenden Gemälde- raumes verglichen zu werden.

Beispielsweise würde nach der *Magnus'*schen Regel (siehe Art. 201, S. 224) das Deckenfenster eines Saales von quadratischer Grundform nur $\frac{1}{9}$ seiner Bodenfläche, dasjenige eines Saales, der doppelt so lang als breit ist, dagegen $\frac{2}{9}$ seiner Bodenfläche messen. Das Verhältniß beider stellt sich zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{2}$ bei einer Anzahl der bedeutendsten Gemäldefäle der Neuzeit, deren Hauptmaße auf S. 237 zusammengestellt sind.

Nach der in England giltigen Regel²⁶⁴⁾, die seit Errichtung der Galerien des South-Kensington-Museums bei den meisten neueren Gemäldefälen des Landes angewendet wurde, soll das Verhältniß des Deckenlichtes zur Bodenfläche eines Gemälde- saales $\frac{1}{2}$ betragen. Auch pflegt die Oeffnung bis an die Schmalseiten verlängert zu werden. Letztere Anordnung ermöglicht zwar eine für die beiden Langwände sehr vortheilhafte Beleuchtung, da die gegen die Ecken der Saalwände sich umbiegenden und immer runderlicher werdenden Hellenlinien zum Theile in Wegfall kommen²⁶⁵⁾, hat aber dagegen den Nachtheil, daß die Schmalseiten des Raumes vollkommen lothrecht herabfallendes Streiflicht empfangen und deshalb so beleuchtet erscheinen, wie Wandflächen unter freiem Himmel. Auch sind die Schmalseiten der Spiegelung (siehe Art. 206, S. 233) sehr ausgesetzt. Sie pflegen deshalb in englischen Gemälde- Galerien nicht mit Bildern behängt zu werden.

Eines der wenigen deutschen Beispiele von Gemäldefälen, deren Deckenlicht auf die ganze Saal- länge durchgeführt erscheint, ist der südliche Mittelsaal des Städtischen Museums zu Leipzig (siehe Fig. 277, S. 217).

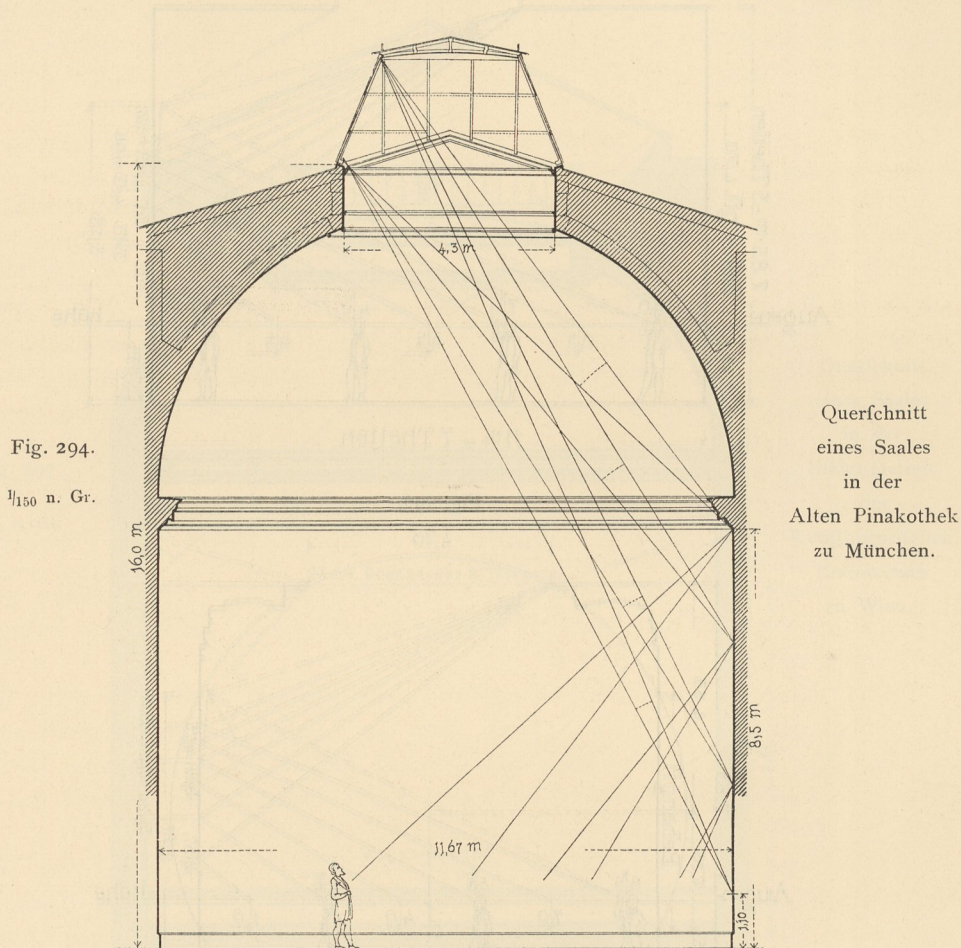
Aus der auf S. 231 gemachten Darlegung über die Höhenlage des absolut hellsten Punktes der Wand und der darum gezogenen Linien gleicher Helle nach Fig. 292 u. 293 geht ohne Weiteres hervor, was es mit der Forderung einer »gleichmäÙigen« Beleuchtung der Saalwände für eine Bewandniß hat. Die Behangfläche, von der *Magnus* glaubte, daß sie unten eben so hell sei wie oben, ist in Wirklichkeit an diesem oberen Ende fast doppelt so hell, als an dem unteren Ende. Und dies ist für die thatsächliche Benutzung eigentlich nicht mißständig. Denn man pflegt naturgemäÙ die obere Wandzone mit größeren, die untere mit kleineren Gemälden zu behängen, und letztere brauchen, weil sie in beliebiger Nähe betrachtet werden können, weniger helles Licht, als die nur von weiterer Entfernung zu überblickenden größeren Bilder.

Die Höhenlage des Deckenfensters eines Gemälde- saales fest stellen, heißt mit anderen Worten, die Höhe des Saales selbst bestimmen. Da nun nach dem unmittelbar Vorhergehenden der untere Theil der Wandfläche viel weniger hell erleuchtet ist, als der obere, so würde man wohl die Gemälde- räume besser niedrig machen, wenn deren Höhe nur mit Rücksicht auf die Helligkeit der Bildwände zu bemessen wäre. Diese Höhe hängt aber noch von verschiedenen anderen Factoren ab. Besonders auch von der Nothwendigkeit, die bei niedrigen Sälen oft vorkommende Spiegelung möglichst zu vermeiden; sodann von dem baukünstlerischen Erforderniß schöner Raum-

²⁶⁴⁾ Nach Mittheilungen von † *R. Redgrave*, früher am South-Kensington-Museum zu London.

²⁶⁵⁾ Beispielsweise würden in Fig. 292 an beiden Enden der Wand lothrechte Streifen von 3,87 m Breite, in Fig. 293 solche von 2,20 m Breite abgechnitten.

wirkung, die bei grösserer Höhe des Saales erzielt wird. Alle diese Bedingungen müssen bei Feststellung der Höhe des Gemälde-raumes berücksichtigt werden. Sie soll nach Magnus ⁵/₇ (siehe Fig. 284, S. 224), nach Tiede ⁶/₇ (siehe Fig. 285, S. 225) der Breite betragen, und nach englischer Regel ²⁶⁶) fogar gleich der Breite gemacht werden. In mehreren der nachfolgenden Beispiele ist die Höhe noch über letzteres Maß hinaus beträchtlich gesteigert, allerdings auf Kosten der Lichtmenge. Schon deshalb muß, gleiche Saalbreite vorausgesetzt, bei grösserer Höhenlage des Deckenfensters die Oeffnung desselben entsprechend grösser gemacht werden.



Die glatte, glänzende Oberfläche der Oelgemälde wirft die Lichtstrahlen bekanntlich unter dem gleichen Winkel zurück, unter dem sie einfallen, und wenn diese reflectirten Lichtstrahlen in das Auge des Beschauers gelangen, so hat er die Empfindung der Spiegelung und wird hierdurch an der Betrachtung des Bildes gehindert. Diese Wirkung ist besonders häufig und störend bei den unter Glas aufbewahrten Gemälden ²⁶⁷). Die Spiegelung, welche in jedem Normalchnitt zur Wand

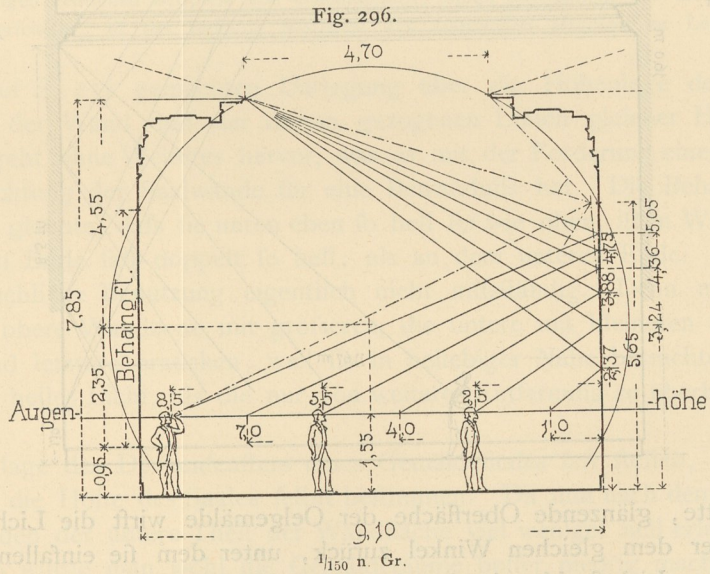
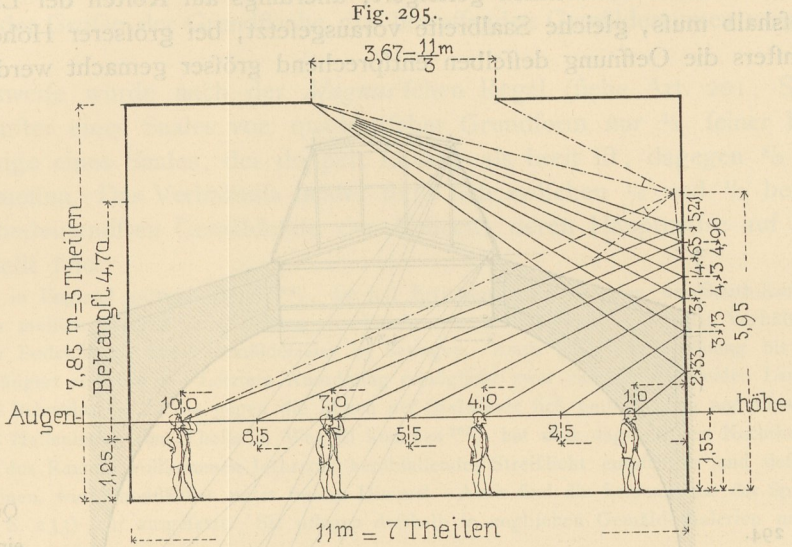
206.
Spiegelung.

²⁶⁶) »The height of the gallery to its skylight should be equal to its width.« Nach Mittheilungen des Herrn + R. Redgrave, früher am South-Kensington Museum zu London, wird bei folchem Verhältniß die Wirkung der Spiegelung vermieden, wenn zugleich (nach S. 232) die Weite des Deckenlichtes gleich der halben Saalbreite ist.

²⁶⁷) In den großen englischen Galerien sind die meisten Gemälde, in anderen Museen die werthvollsten Bilder verglast.

entstehen kann, tritt leicht bei verhältnismäßig weitem und niedrig gelegnem Deckenfenster ein; sie ist dagegen bei verhältnismäßig schmaler, hoch gelegener Lichtöffnung nicht wahrnehmbar.

So z. B. bei den Sälen der Alten Pinakothek zu München. Die in Fig. 294 eingezeichneten reflectirten Lichtstrahlen fallen vor dem Beschauer nieder.

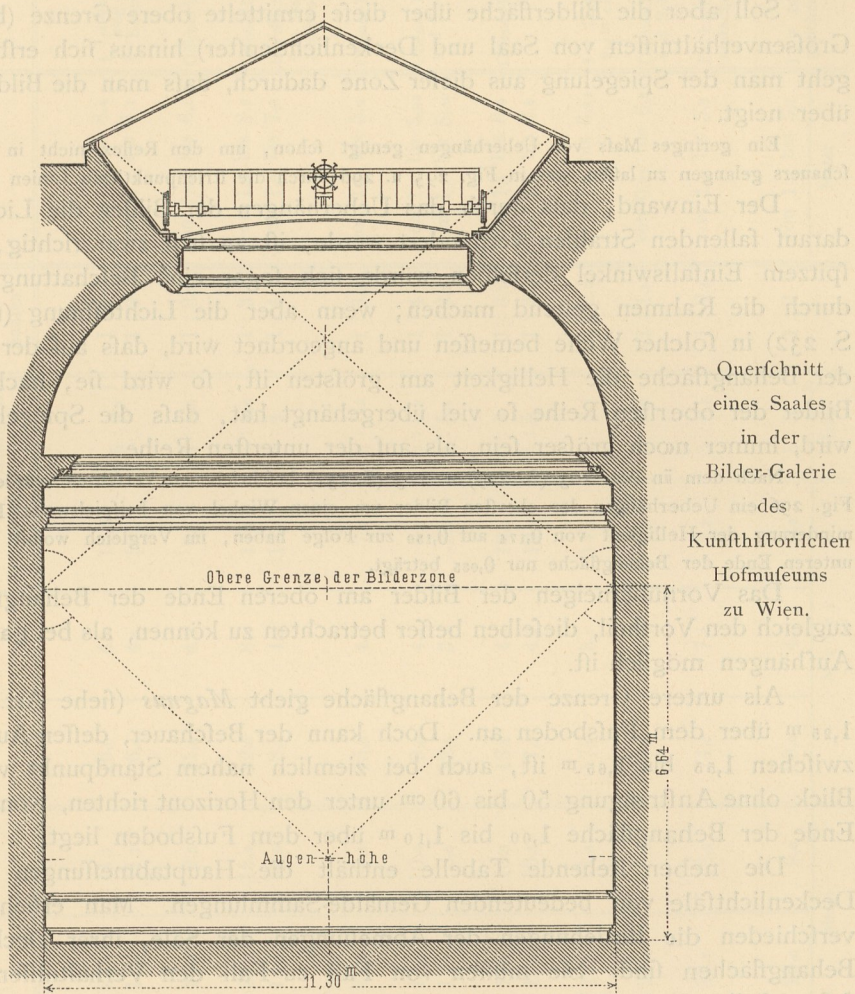


Letztere Anordnung hat aber wieder den großen Mifsstand zur Folge, daß sowohl die Menge, als die Wirkung der Lichtstrahlen stark vermindert wird, und zwar mitunter in folchem Grade, daß der Saal bei trübem Wetter für Zwecke einer Gemälde-Sammlung kaum tauglich erscheint.

Aber auch ohne in diesen Fehler zu verfallen, kann die Spiegelung bei richtiger Bemessung und Anordnung der Lichtöffnung des Saales ganz vermieden oder doch kaum bemerkbar gemacht werden. Fig. 295 u. 296 veranschaulichen dies.

In den Sälen des Alten Museums zu Berlin (Fig. 296), deren Deckenfenster nach *Tiede's* Anleitung angebracht sind, kann der Beschauer, wenn nur 1,00 m entfernt von der Bilderwand, diese bis zur Höhe von 2,37 m ohne störende Rückstrahlung des Lichtes sehen. Er muß aber, um höher hinaufreichende Gemälde überhaupt betrachten zu können, sich ohnehin von der Bilderwand weiter entfernen. Im Abstand von 2,50 m von derselben reicht der Blick des Beschauers schon bis zur Höhe von 3,24 m u. f. w., endlich im Abstand von 8,50 m bis zur Höhe von 5,05 m, ohne daß die von der glänzenden Oberfläche der Bilder wiedergespiegelten Lichtstrahlen sein Auge treffen. Viel näher darf man nicht stehen, um die bis zu dieser Höhe sich erstreckenden Gemälde ohne Anstrengung übersehen zu können. Dagegen giebt es, für weniger hoch hängende einzelne Bilder, immer auch nähere Standpunkte, als die in Fig. 296 angegebenen,

Fig. 297.

 $\frac{1}{150}$ n. Gr.

von denen aus man durch den Reflex gar nicht gestört ist. Es verbleibt somit in diesem Saale nur die oberste, ungefähr 60 cm hohe Zone der Behangfläche, bei welcher der in Rede stehende Mißstand eintritt. Dafs derselbe auch bei dem nach *Magnus'scher* Regel angelegten Saal in ziemlich gleichem Mafse vorkommt, erhellt aus Fig. 295.

Aus beiden neben stehenden Abbildungen geht hervor, dafs man bei ähnlichen Gröfsenverhältnissen von Raum und Deckenlicht, so wie bei angemessener Entfernung von den Gemälden der Spiegelung entgehen kann, wenn man die Wand nicht höher, als etwa 5,0 m in Fig. 296 und 5,2 m in Fig. 295 über dem Fußboden mit Bildern behängt. Bei gröfserer Weite des Saales und entsprechend bemessener Lichtöffnung können die Gemälde höher gehängt werden.

207.
Grenzen
der
Behangfläche.

Im Kunsthistorischen Hofmuseum zu Wien liegt die obere Grenze der Bilderzone der 11,30 m breiten Galerie in der Höhe von 6,64 m über dem Fußboden. Sie ist nach Fig. 297 derart bestimmt worden, daß der Beschauer sich der Bilderwand bis zur Mitte des Saales nähern kann, ehe ein vom oberen Ende zurückgeworfener Lichtstrahl sein Auge trifft.

Die Höhe der Behangfläche ist somit immer von der Breite des Saales, von der Höhenlage des Deckenlichtfensters und der Weite derselben abhängig und in der oben dargestellten Weise fest zu stellen, damit Spiegelung vermieden werde.

Soll aber die Bilderfläche über diese ermittelte obere Grenze (bei schicklichen Größenverhältnissen von Saal und Deckenlichtfenster) hinaus sich erstrecken, so entgeht man der Spiegelung aus dieser Zone dadurch, daß man die Bilder etwas vornüber neigt.

Ein geringes Maß von Ueberhängen genügt schon, um den Reflex nicht in das Auge des Beschauers gelangen zu lassen, was in Fig. 295 u. 296 durch die strichpunktirten Linien verdeutlicht ist.

Der Einwand, daß durch das Ueberhängen der Bilder die Lichtwirkung der darauf fallenden Strahlen vermindert werde, ist an sich zwar richtig, und bei sehr spitzem Einfallswinkel derselben würde sich sogar eine Beschattung der Gemälde durch die Rahmen geltend machen; wenn aber die Lichtöffnung (siehe Art. 205, S. 232) in solcher Weise bemessen und angeordnet wird, daß auf der obersten Zone der Behangfläche die Helligkeit am größten ist, so wird sie, nachdem man die Bilder der obersten Reihe so viel übergehängt hat, daß die Spiegelung vermieden wird, immer noch größer sein, als auf der untersten Reihe.

Nach dem in Art. 203 (S. 229) u. 223 (S. 251) beschriebenen Verfahren würde bei dem Saal in Fig. 296 ein Ueberhängen der obersten Bilder um einen Winkel von beispielsweise 10 Grad eine Verminderung der Helligkeit von 0,174 auf 0,150 zur Folge haben, im Vergleich womit die Helligkeit am unteren Ende der Behangfläche nur 0,085 beträgt.

Das Vornüberneigen der Bilder am oberen Ende der Behangfläche gewährt zugleich den Vortheil, dieselben besser betrachten zu können, als bei ganz lothrechtem Aufhängen möglich ist.

Als untere Grenze der Behangfläche giebt *Magnus* (siehe Art. 201, S. 224) 1,25 m über dem Fußboden an. Doch kann der Beschauer, dessen Augenhöhe meist zwischen 1,55 bis 1,65 m ist, auch bei ziemlich nahem Standpunkt vom Bild, den Blick ohne Anstrengung 50 bis 60 cm unter den Horizont richten, wonach das untere Ende der Behangfläche 1,00 bis 1,10 m über dem Fußboden liegt.

Die neben stehende Tabelle enthält die Hauptabmessungen einer Anzahl Deckenlichtfälle von bedeutenden Gemälde-Sammlungen. Man ersieht daraus, wie verschieden die Beziehungen der Abmessungen der Säle, ihrer Deckenlichter und Behangflächen sind. Sie müssen von Fall zu Fall den Verhältnissen entsprechend fest gestellt werden ²⁶⁸).

Die in diesem Verzeichniß angegebenen Höhen der Behangflächen sind oft nicht ganz beansprucht, so z. B. in Cassel, wo die Wände, anstatt nach 6 der Tabelle bis 5,85 m, nur bis 4,89 m mit Bildern bedeckt sind. In der Londoner National-Galerie hängen die Gemälde meist in einfacher Reihe, selten zweifach über einander.

208.
Freies
Himmelslicht.

Auch unter den günstigsten Umständen ist es begreiflicher Weise nicht möglich, das Tageslicht unmittelbar aus dem Aetherraum den Gemälderäumen zu

²⁶⁸) Vergl. auch: VISSER, E. Ueber die Beleuchtung von Gemäldesälen durch Oberlicht und Konstruktion derselben. HAARMANN'S Zeitschr. f. Bauhdw. 1892, S. 92.

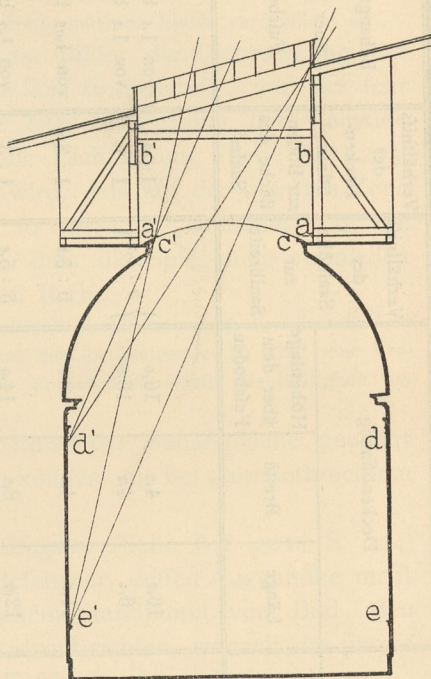
zuführen, ohne auf Hemmnisse zu stoßen. Schon das Sproffenwerk der Verglasung, so wie stärkere Constructionstheile des Dachstuhl und der Fenster hindern den freien Zutritt des Lichtes. Die Helligkeit desselben, welche ohnehin durch doppelte, zum Theile mattirte Verglasung abgeschwächt zu sein pflegt, wird durch Staub, Rufs, Feuchtigkeit u. s. w. noch mehr vermindert. Nach den von *Mohrmann* und *Herzberg*²⁶⁹⁾ angestellten Versuchen wird im Ganzen etwa die Hälfte (für Dach- und Deckenfensterverglasung 40 Procent, für eiserne Sproffen beider 10 Procent, zusammen 50 Procent) zu rechnen sein. Bei dieser beträchtlichen Einbusse an Licht ist es um so nöthiger, Dach- und Deckenwerk, so wie deren Fenster in solcher Weise zu construiren, daß wenigstens die durch sie wirklich einfallenden Lichtstrahlen unmittelbar und ungehemmt zur Wirkung kommen können. Allein gerade hiergegen ist bei vielen Deckenlichtfäden von Gemälde-Sammlungen, darunter bei manchen, die in neuerer Zeit errichtet wurden, gefehlt.

Ein Beispiel solcher Art ist der in Fig. 298 im Querschnitt dargestellte Saal der Kunsthalle zu Hamburg²⁷⁰⁾. Die eingezeichneten Lichtstrahlenbündel am oberen und unteren Ende der Behangfläche verdeutlichen, wie wenig wirklich gutes Licht auf dieselbe treffen kann.

Die fehlerhafte Einrichtung besteht gewöhnlich darin, daß das Dachfenster, wie in Fig. 298, ziemlich hoch über dem Saale angebracht ist und, im Grundriß gemessen, nur ungefähr die Größe des Deckenfensters hat. Dabei sind beide Oeffnungen nicht selten durch einen Schacht mit weiß angestrichenen Wänden mit einander verbunden, als ob es darauf ankäme, den Saalfußboden anstatt der Behangflächen zu beleuchten. Es entsteht in Sälen dieser Art der doppelte Nachtheil, daß bei Sonnenschein die dem Licht abgekehrte Wand *ab* des Schachtes auf das matte Glas des Deckenfensters *cc'* einen tiefen Schatten wirft, während die von der Sonne beschienene Wand *a'b'* ein blendendes Licht auf die gegenüber befindliche Bilderwand *de* zurückstrahlt. Das hiervon betroffene Bild steht zwar in Folge dessen mitunter in höchst wirkungsvoller, magischer Beleuchtung, allein auf Kosten der Erscheinung der Bilder an der verhältnißmäßig dunkeln Wand *d'e'*, welche, nachdem man sich umgewendet hat und durch das grelle Reflexlicht fast geblendet ist, für den Augenblick kaum wahrnehmbar sind.

Auf Grund dieser und ähnlicher Beobachtungen der Mängel einer Anzahl ausgeführter Deckenlicht-Gemäldefäden²⁷¹⁾ ist man zu der Folgerung gelangt, die Ein-

Fig. 298.



Querschnitt eines Gemälde-
raumes
der Kunsthalle zu Hamburg²⁷⁰⁾.

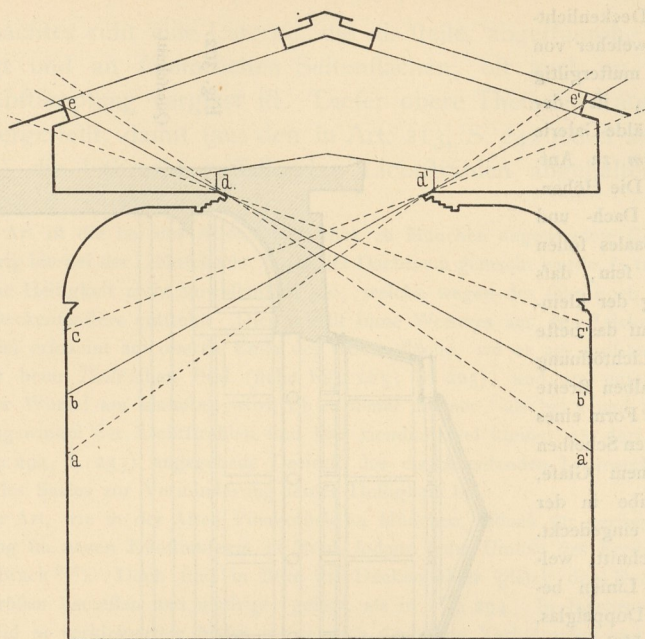
$\frac{1}{150}$ n. Gr.

²⁶⁹⁾ Siehe hierüber Theil III, Band 3, Heft 1 (Abth. IV, Abfchn. 1, A, Kap. 1) und Band 4, 2. Aufl. (Abth. IV, Abfchn. 4, A, Kap. 1) dieses »Handbuchs«.

²⁷⁰⁾ Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1868, Bl. 5.

²⁷¹⁾ Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1879, S. 15–24.

Fig. 299.

 $\frac{1}{150}$ n. Gr.

Querchnitt
eines Saales
der Gemälde-
Galerie
zu Cassel.

richtung dieser Räume in folcher Weise zu treffen, dafs die Behangfläche in ihrer ganzen Ausdehnung vom Himmelslicht erhellt werde.

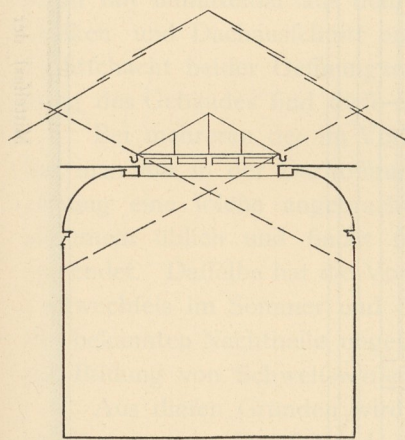
Um dieser Forderung voll zu genügen, will *Tiede* das Dachfenster so grofs bemessen haben, dafs nach Fig. 299 die durch die Oberkanten c, c' der Bilderfläche und durch die gegenüber liegenden Aufsenkanten d', d des Deckenfensters gelegten Ebenen den Auschnitt des Dachwerkes, fomit auch die Grenzen ee' des Dachlichtes bezeichnen ²⁷²⁾. *Dehn-Rothfelser* beschränkt den Auschnitt nach den Linien $bd', b'd'$ ²⁷³⁾ und *Magnus* nach den Linien $ad', a'd$, die er von den Mitten a, a' der Behangflächen ²⁷⁴⁾ ausgehen läßt.

Dachauschnitt und Dachverglafung werden, bei Einhaltung der genannten Forderung, um fo kleiner, je niedriger der Dachraum ist, d. h. je mehr Decken- und Dachöffnung einander genähert werden. Dies ist auf verschiedene Weise zu erreichen versucht worden.

Oft wird die Anordnung ähnlich, wie in Fig. 299 u. 300 getroffen. Hierbei ist das Anbringen doppelter Verglafung, d. h. besonderer Fenster für Decken- und Dachöffnung, unentbehrlich.

Als Beispiel ist der grofse mittlere Deckenlichtsaal der mehr erwähnten, in den siebenziger Jahren erbauten Gemälde-Galerie zu Cassel genommen, bei der diese Art der Anordnung in sehr zweckmäfsiger Weise durchgeführt wurde.

Fig. 300.



Querchnitt der Gemälde-Galerie des
Confuls Notebohm zu Antwerpen.

²⁷²⁾ Siehe: Deutsches Bauhandbuch. Band II, Theil 2. Berlin 1884. S. 550.

²⁷³⁾ Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1879, S. 15.

²⁷⁴⁾ Siehe: Zeitfchr. f. Bauw. 1864, S. 217.

Ein älterer Deckenlichtfaal derselben Art, welcher von *Dehn-Rothfelder* als mustergiltig bezeichnet wird²⁷⁵⁾, ist der Hauptraum der Gemälde-Galerie des Confuls *Notebohm* zu Antwerpen (Fig. 300). Die Höhenverhältniffe, so wie Dach- und Deckenlicht dieses Saales sollen so günstig bemessen sein, dafs auch die Betrachtung der kleinsten Cabinetsstücke auf das beste ermöglicht ist. Die Lichtöffnung entspricht hier der halben Breite des Saales und ist in Form eines Walmdaches mit starken Scheiben von matt geschliffenem Glase, stets nur eine Scheibe in der Höhe durchgehend, eingedeckt. Der ganze Dachauschnitt, welchen die punktirten Linien begrenzen, ist mit Doppelglas, 4 Scheiben auf die Höhe jeder Dachseite, eingedeckt. In den Futterflächen der Lichtöffnung sind Lüftungsklappen angeordnet. Um das bei Sonnenschein blendende Licht zu mildern, ist eine finreiche, leicht zu handhabende Zugvorrichtung mit durchscheinendem Stoff angebracht.

Eine andere Einrichtung für Deckenlicht unterscheidet sich von den soeben beschriebenen Anlagen hauptsächlich dadurch, dafs Decken- und Dachauschnitt zu einer Oeffnung zusammengezogen sind und die meist in Form eines offenen Spiegelgewölbes hergestellte Decke des Saales beinahe bis unter die Dachdeckung heraufgeführt ist. Auf der oberen Mündung des hierbei entstehenden, mehr oder weniger

209.
Laternen.

²⁷⁵⁾ Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1879, S. 23.

²⁷⁶⁾ Nach: *Building news*, Bd. 52, S. 636.

Fig. 302.
Querschnitt.

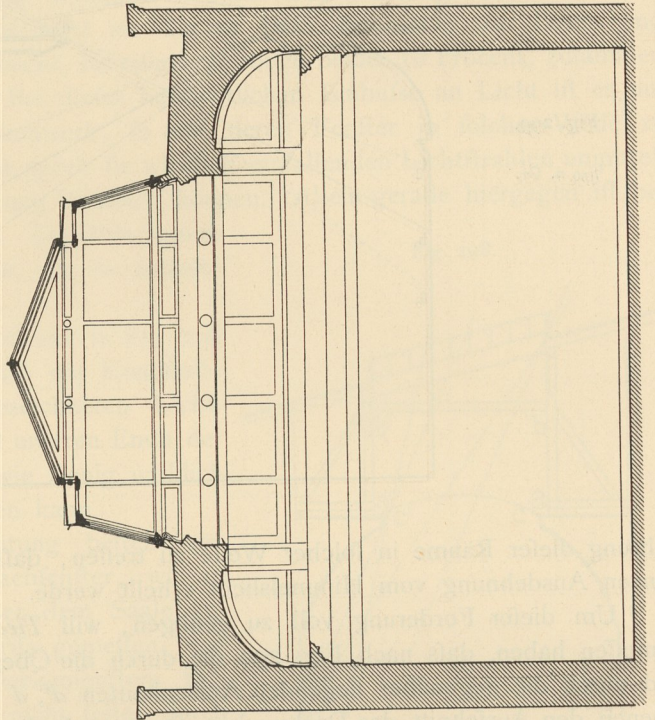
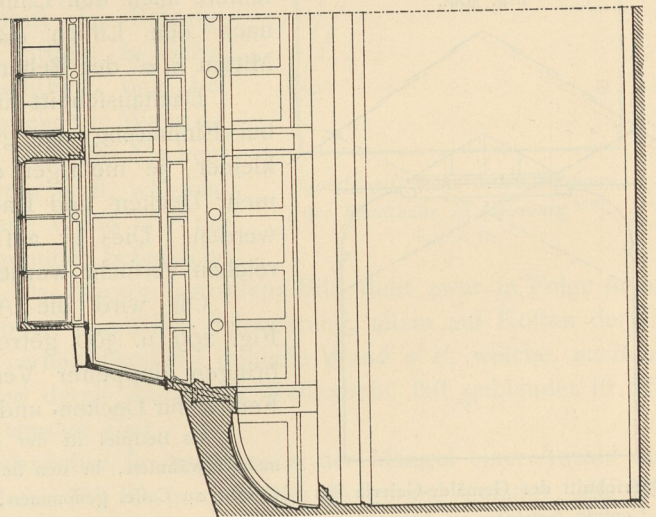


Fig. 301.
Längenschnitt.



Mittelfaal der National-Galerie zu London²⁷⁶⁾. — 1/150 n. Gr.

niedrigen Schachtes ruht eine Laterne, die als steile, abgestumpfte Pyramide gestaltet zu fein pflegt und an fämmtlichen Seitenflächen, oft auch an den oberen Dachflächen der Abstumpfung verglast ist. Diefes obere Theil der Laterne wird mitunter von Metall hergestellt, damit (aus den in Art. 213, S. 242 näher auseinanderzufetzenden Gründen) die lothrecht auffallenden Lichtstrahlen abgehalten werden, in das Innere zu dringen.

Letzterer Art ist die bei der Alten Pinakothek zu München angewendete Construction in Fig. 294 (S. 233). So niedrig hierbei der Lichtschacht, bezw. der Dachraum gemacht wurde, so trägt er doch zur großen Verminderung der Helligkeit nicht unwesentlich bei, welche wegen des sehr hoch gelegenen, verhältnißmäßig kleinen Deckenfensters entsteht. Dies erhellt ohne Weiteres aus der Zeichnung. Der Winkel der Lichtstrahlenbündel erscheint am oberen Ende der Behangfläche, wo er am größten ist, $3\frac{1}{2}$ -mal kleiner, als im Punkte *p* beim Tiede'schen Saal (siehe Fig. 285, S. 225), und am unteren Ende der Behangfläche, wo dieser Winkel am kleinsten wird, ist er 6-mal kleiner, als bei *e* und *d* in Fig. 285 (S. 225). Auch die Neigungswinkel der Lichtstrahlen sind hier ziemlich viel kleiner als dort. Das im Querschnitt der Laterne (Fig. 294, S. 233) angegebene Dreieck des einschneidenden Dachwerkes trägt auch in der Längenrichtung des Saales zur Verminderung feiner Helligkeit bei.

Aehnlicher Art, wie in der Alten Pinakothek zu München, jedoch für geringere Saalbreiten, ist die Deckenbeleuchtung im neuen Kunstmuseum zu Bern, sodann beim Umbau des Ferdinandeums zum Landes-Museum zu Innsbruck²⁷⁷⁾. Doch sind in Bern die Deckenlichter gleich den Dachlaternen verglast und im Verhältniß größer bemessen und niedriger gelegt, als in Fig. 294. In Innsbruck aber findet man das Münchener Vorbild in verkleinertem Maße in ziemlich denselben Verhältnissen von Höhenlage und Weite des Deckenlichtes zu der des Saales wiedergegeben, auch nur einfache Verglasung angeordnet. Sowohl hier, als in Bern scheint die obere Abdachung der Laterne nicht mit Blech, sondern mit Glas gedeckt, also keine Scheitellichtverdunkelung bewirkt zu sein.

Eines der neuesten hierher gehörigen Beispiele ist die Deckenlicht-Laterne des 1887 in Gebrauch genommenen Mittelsaales (*Central gallery*) der National-Galerie zu London von Taylor (Fig. 301 u. 302²⁷⁸⁾. Die Constructionstheile sind meist aus Holz, Dach- und Seitenflächen der Laterne aus Rohglas hergestellt. Nur der äußere Rahmen der oberen Abdachung ist verdunkelt; doch können die Sonnenstrahlen von den Bildern abgehalten, überhaupt gar zu helle Beleuchtungseffekte durch Stoffvorhänge sehr gemildert werden, die von unten hin- und hergezogen, auch nach Bedürfnis unter alle Glasflächen gespannt werden können. Das sehr reichlich bemessene Licht ist von einheitlicher guter Wirkung²⁷⁸⁾.

Die Erhellung mittels solcher Dachlaternen gewährt den Vortheil, daß das Licht fast unmittelbar aus dem freien Aetherraum entnommen werden kann, wenn Decken- und Dachauschnitt entsprechend groß bemessen sind und der verbindende Lichtschacht beider Oeffnungen sehr niedrig gemacht ist. Für die äußere Erscheinung des Gebäudes sind diese Glaspyramiden auf dem Dach allerdings nicht günstig.

Bei mehreren der im Vorhergehenden beschriebenen Deckenlicht-Einrichtungen hat man nur in der Dachöffnung eine Verglasung, nicht aber auch in der Deckenöffnung eine solche angebracht. Dieses Verfahren ist namentlich in England fast allgemein üblich und findet sich auch anderwärts mitunter in Gemäldefälen angewendet. Dasselbe hat die Vortheile der größeren Lichtdurchlässigkeit, des rascheren Luftwechsels im Sommer und der leichten Reinigung der Glasflächen, dagegen auch die bekannten Nachtheile ungenügenden Schutzes gegen Kälte im Winter und gegen die Bildung von Schweißwasser bei raschem Witterungswechsel.

Aus diesen Gründen wird in kälterem Klima in der Regel, mit wenigen Ausnahmen in ganz Deutschland, über den Deckenlichtfälen sowohl die Deckenöffnung, als auch die Dachöffnung verglast. Den hierdurch herbeigeführten Mifsständen: Ablagerung von Staub und Feuchtigkeit auf der unteren Verglasung, Schwierigkeit

²⁷⁷⁾ Siehe: Allg. Bauz. 1881, Bl. 11; 1886, Bl. 43 — so wie Kap. 8.

²⁷⁸⁾ Nach gefälliger Mittheilung des früheren technischen Attachés bei der deutschen Botschaft zu London, Herrn Georg Thür.

der Reinigung derselben, große Steigerung der Hitze im Sommer zwischen den beiden Glasflächen, die sich im Saal selbst geltend macht, fucht man durch geeignete Vorkehrungen am Decken- und Dachfenster und im Dachraum, von denen unter e die Rede sein wird, abzuweichen²⁷⁹).

Das innere Deckenfenster pflegt aus Tafeln von matt geschliffenem Glas zu bestehen. Das letztere bezweckt vor Allem durch seine leichtzerstreuende Wirkung die Beschaffung möglichst milden, gleichmäßigen Lichtes. Diese reicht allerdings nur bis zu einem gewissen Grade. Die matt geschliffene Glasfläche entkräftet zwar zum Theile die unmittelbaren Sonnenstrahlen; dennoch aber dringen dieselben, nur wenig von ihrem Wege abgelenkt, bei grellem Lichte großentheils durch. Man muß diese Lichterscheinungen hinnehmen und ihnen so weit als möglich durch sonstige geeignete Mittel abzuweichen suchen. Anderentheils ist der Lichtverminderung, die in Folge des Anbringens des weniger durchscheinenden Glases, namentlich bei trübem Wetter, entsteht, durch die in Art. 208 (S. 239) verlangte reichliche Bemessung der Lichtöffnung Rechnung zu tragen.

Das matte Glas entzieht dem Auge auch den meist unschönen Einblick in den Dachraum. Die Constructionstheile des letzteren bringen mitunter störende Schlag Schatten auf die untere Mattglasfläche hervor, insbesondere wenn der Zwischenraum zwischen dieser und dem Dachfenster gering ist.

Die obere und die untere Verglasung stellt man aus möglichst großen Tafeln mit wenigen Sprossen her.

Es ist einleuchtend, daß sowohl für das Dachwerk, als für Decken- und Dachfenster die Eisen-Construction der Holz-Construction vorzuziehen ist, da erstere, abgesehen von der Feuerficherheit, naturgemäß viel leichter gehalten wird und daher mehr Lichtstrahlen in den Saal eindringen, als bei Anwendung der letzteren.

Die in Fig. 299 (S. 239) angegebenen Geraden cd' und $c'd$ bilden nicht allein die Grenzlinien des Dachauschnittes nach oben, sondern auch die Grenzlinien des Deckenauschnittes nach unten, über welche Umrahmung und Gliederung der Oeffnung nicht vortreten dürfen, damit den Bilderwänden kein Lichtstrahl, der sonst durch die matte Glasdecke einfallen könnte, entzogen werde.

Zu diesem Behufe sind in den von *Lefuel* eingerichteten Gemäldesälen des Louvre zu Paris die Deckenfenster mit einem breiten, reichen Goldrahmen eingefasst, dessen Profilirung jedoch nicht über jene Grenzlinien vorspringt, und die Einrahmungen der Lichtöffnungen in den Sälen der Gemälde-Galerie zu Cassel sind diesem Muster nachgebildet worden.

Die zu gleichem Zwecke im *Kestner*-Museum zu Hannover getroffene Anordnung zeigt Fig. 303²⁸⁰.

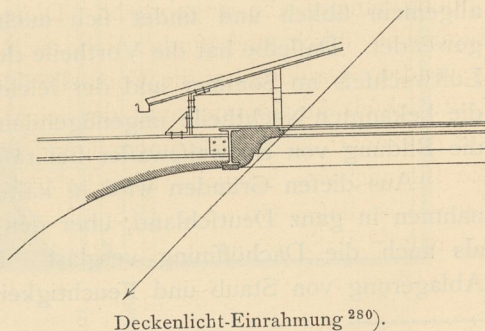
Das in Art. 208 (S. 239) angegebene Verfahren stellt zwar die unteren Grenzen der Dachfensteröffnungen fest; doch soll damit nicht vorgeschrieben sein, daß die ganze zwischen e und e' liegende Dachfläche ausgeschnitten und verglast sein müsse. Vielmehr erscheint die Abhaltung des Scheitellichtes sehr wünschenswerth, weil diese lothrecht oder nahezu lothrecht einfallenden Lichtstrahlen an sich schon blendend

211.
Eisen-
Construction.

212.
Umrahmung
der
Decken-
lichtöffnung.

213.
Scheitellicht-
Verdunkelung.

Fig. 303.



²⁷⁹) Ueber die Construction von Decken- und von Dachlichtern siehe Theil III, Band 2, Heft 3, bezw. 5 dieses «Handbuches».
²⁸⁰) Siehe: MANCHOT. Kestner-Museum zu Hannover. Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1890, S. 749 u. Bl. 36.

auf das Auge des Beschauers einwirken, außerdem auch durch sie das hellste und beste Licht gerade dem Fußboden zugeführt wird, der es am allerwenigsten braucht, da seine Helligkeit im Gegentheil die ruhige Betrachtung der Bilder empfindlich stört.

Dieser Mißstand ist längst erkannt worden, und man hat ihn in verschiedener Weise zu beseitigen gesucht. Dies geschah mit Erfolg schon beim Bau der Alten Pinakothek zu München (siehe Fig. 294, S. 233).

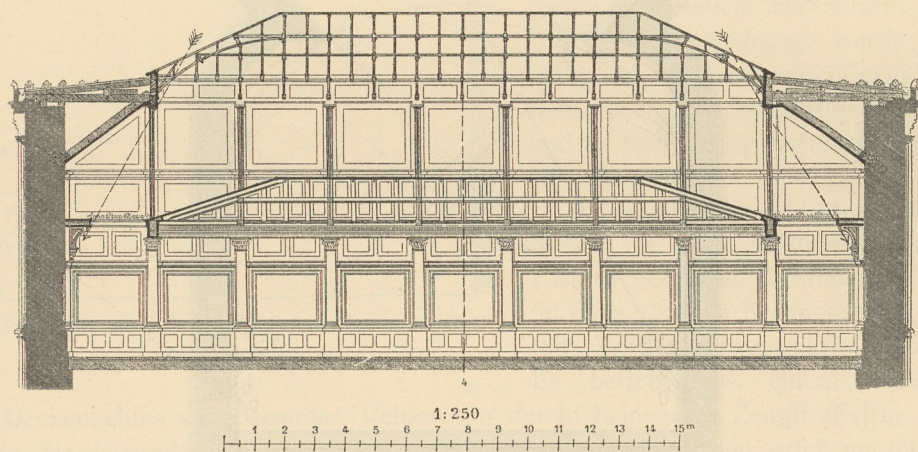
Hierbei wurde die obere Dachfläche der Laterne, die zur Erhellung jedes Gemäldefaales dient, nicht wie die Seitenflächen mit Glas, sondern, wie bereits erwähnt, mit Kupferblech eingedeckt.

In der Gemälde-Galerie der Brera zu Mailand hatte man vor Mitte dieses Jahrhunderts mittels einer anderen, innerhalb des Raumes selbst angebrachten Vorkehrung abgeholfen.

Sie bestand aus einer Pyramide von dunkel violetter Baumwollestoff, die in angemessener Entfernung unter der Deckenöffnung eines jeden Saales hing.

In schönerer und wirkfamerer Weise erfüllt diesen Zweck die Anordnung in Fig. 304²⁸¹⁾, welche v. Voit dem Rottmann-Saal der Neuen Pinakothek zu München gegeben hat.

Fig. 304.



Längenschnitt durch den Rottmann-Saal der Neuen Pinakothek zu München²⁸¹⁾.

Innerhalb des Saales ist ein von Säulen getragenes Zwischendach und um dieses, gleich laufend mit den Behangflächen, ein Deckenauschnitt geschaffen, durch welchen das Licht auf die Bilder in der angegebenen Weise mittels eines über dem Saal angebrachten großen Dachfensters einfällt. Letzteres ist dem Beschauer völlig verborgen; dieser steht unter dem verdunkelnden Dach der Säulenhalle; die einzelnen abgetheilten Bilder aber trifft volles Licht, dessen Wirkung durch den Gegensatz um so mehr gehoben wird.

Diese Einrichtung, obwohl für den Cyclus der Rottmann'schen Bilder ganz vorzüglich geeignet, paßt indess nicht für Gemälde-Galerien im Allgemeinen, wo große und kleine Bilder, oft von ganz verschiedener Art und Stimmung, neben einander hängen.

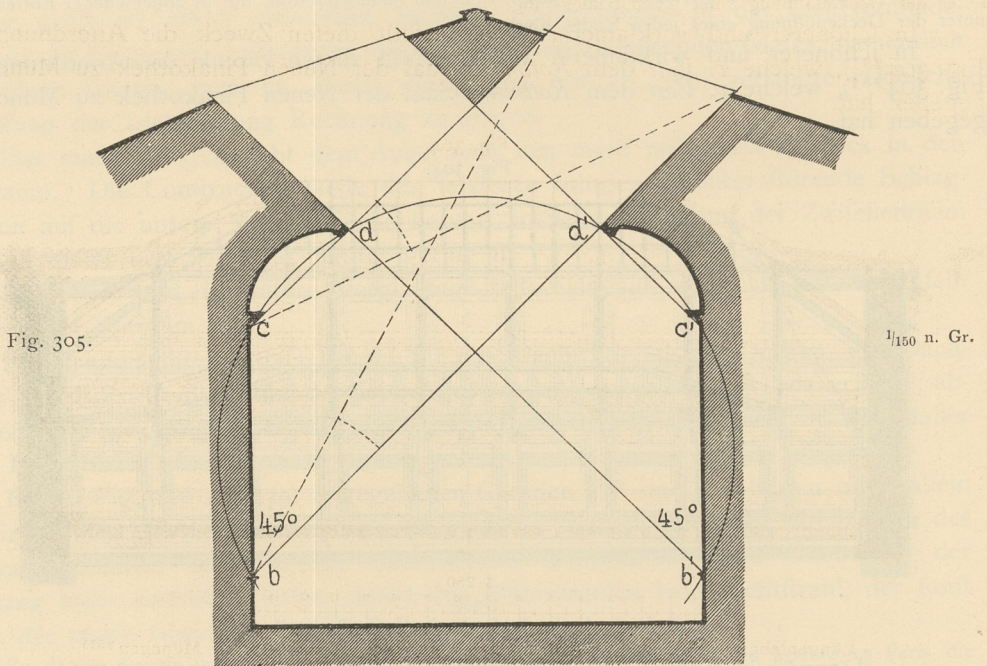
Eine ähnliche Anlage, welche neuerdings beim Umbau der National-Galerie zu London von Barry geplant gewesen sein soll²⁸²⁾, ist nicht zur Ausführung gelangt.

Verdunkelung des Scheitellichtes ist mit gutem Erfolg mehrfach, z. B. in Cassel, Amsterdam u. f. w., dadurch erzielt worden, daß zu beiden Seiten des Firftes je

²⁸¹⁾ Nach: LÜBKE, W. & J. CASPAR. Denkmäler der Kunst. Stuttgart 1856. Bd. 4, Taf. 109.

²⁸²⁾ Siehe: Deutsches Bauhandbuch. Bd. II, Theil 2. Berlin 1884. S. 551.

ein Stück der äußeren Dachfläche mit Metall, Ziegeln, Schiefer u. dergl., je ein weiteres Stück sodann mit Glas eingedeckt ist. Hierbei entstehen nach Fig. 305 zwei einzelne Dachfenster, für welche *Tiede*²⁸³⁾ folgende Regel aufstellte: »Die Größe der Lichtöffnung muß eine solche sein, daß die Lichtstrahlen durch dieselbe unter 45 Grad auf die Bildwand fallen können.« Als ob nicht die Lichtstrahlen von allen Richtungen des Aetherraumes durch die Oeffnung eindringen würden! Der Satz ist also wohl so zu deuten, daß die Dachlichter mit dem Deckenlicht in solche Beziehung gebracht werden sollen, daß die begrenzenden Lichtstrahlen (in Fig. 305 *cd*, *c'd'* und *bd'*, *b'd*) am oberen, bzw. am unteren Ende der Behangflächen unter einem Winkel von 45 Grad einfallen.



Querchnitt der Gemälde-Galerie zu Caffel, abgeändert nach *Tiede*²⁸⁴⁾.

Man vermißt die wissenschaftliche Begründung dieses Satzes; er scheint fomit aus den in der Praxis gemachten Erfahrungen abgeleitet zu sein. In Wirklichkeit sollen, nach *Mersenich's* Beobachtungen, bei folchem Lichteinfall gute Erfolge erzielt worden sein. Dann aber ist die frühere Forderung *Tiede's* (siehe Art. 208, S. 239), die einen größeren Dachauschnitt bedingte, nicht aufrecht zu erhalten. Die Anordnung läßt sich als zweiseitiges Dachlicht bezeichnen und in der Wirkung mit sehr hoch von gegenüber liegenden Seiten einfallendem Seitenlicht vergleichen.

Bei Anwendung dieses Verfahrens auf die kleineren Deckenlichtfälle der Caffeler Gemälde-Galerie²⁸⁴⁾ müßte im Querchnitt (Fig. 305) eine Einschränkung des Dachlichtes durch Verbreiterung der Firftbedachung und zugleich eine entsprechende Erweiterung des Deckenlichtes nach Maßgabe der begrenzenden 45-gradigen Lichtstrahlen vorgenommen werden. Die Helligkeit nimmt, den eingezeichneten Winkeln der Lichtstrahlenbündel gemäß, von unten nach oben etwas zu.

Fig. 306 stellt den Querchnitt der rückwärtigen Säle des Reichsmuseums zu Amsterdam dar²⁸⁵⁾. Sowohl Deckenlicht, als Dachfenster erscheinen sehr reichlich bemessen. Zum Vergleich mit Fig. 305

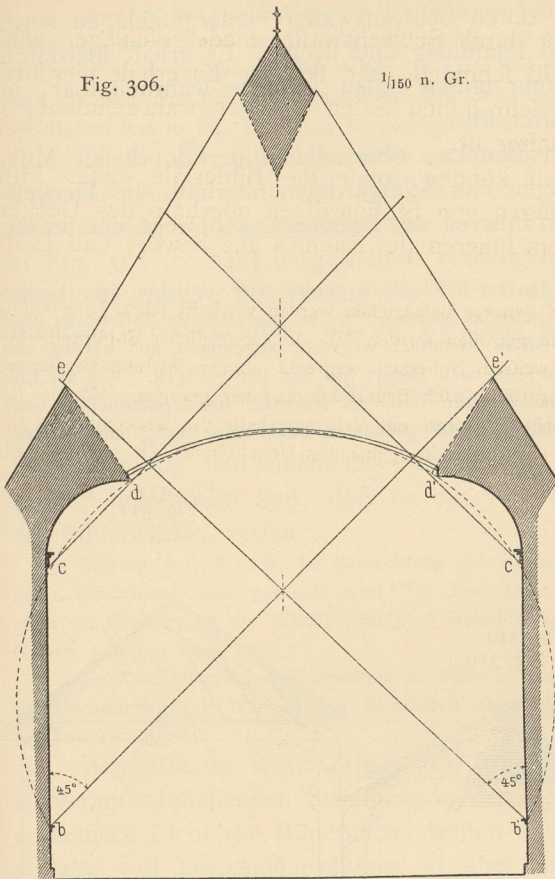
²⁸³⁾ Siehe ebendaf., S. 550 u. 552.

²⁸⁴⁾ Siehe: *Zeitschr. f. Bauw.* 1879, Bl. 2.

²⁸⁵⁾ Siehe unter f, 2 die Grundrisse und Durchschnitte desselben Bauwerkes.

Fig. 306.

1/150 n. Gr.



Querschnitt eines Gemäldefaales im Reichsmuseum zu Amsterdam.

find auch hier vor den oberen und unteren Enden der Behangflächen die unter 45 Grad einfallenden Lichtstrahlen $c d$, $c' d'$ und $b e$, $b' e'$ gezogen.

Im *Rembrandt*-Saal desselben Museums ist u. a. des Meisters großes Gemälde »Die Nachtwacht« in ähnlich wirkfamer Weise, wie im vorerwähnten *Rottmann*-Saal zu München ausgestellt. Unter einem Velum von schwerem, undurchsichtigem Purpurstoff im mittleren Theil des Saales (siehe den Plan unter f, 2) steht der Beschauer im Dunkeln und sieht das Gemälde von hellstem Licht überfrahlt.

Der völligen Verdunkelung des Scheitellichtes wird meist eine Dämpfung desselben vorgezogen.

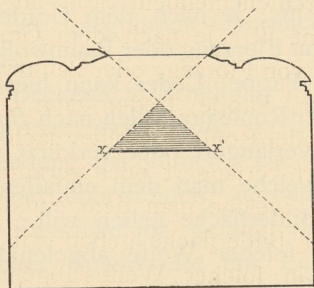
Magnus schlug zu diesem Zweck 1864 vor²⁸⁶⁾, das etwa im dritten Fünftel der Höhe des Saales unter dessen Deckenlicht ein Schirm $X X'$ (Fig. 307) aufgehängt werde, der nicht aus lichtundurchlässigem, sondern aus lichtdurchlässigem Stoffe und in leichter, zierlicher Form herzustellen sei.

Dasselbe Mittel in etwas anderer Weise ist zur Milderung grellen Lichtes bei vielen Kunstausstellungen (in Paris 1867, in Berlin 1872 u. f. w.) mit Vortheil angewendet worden. Es besteht aus einem unterhalb

214.
Lichtschirme
und
Vorhänge.

des Deckenlichtes ausgespannten Velum von durchscheinendem Zeugstoff (Fig. 308). Allein für dauernde Benutzung bei eigentlichen Gemälde-Galerien erscheint dasselbe nicht geeignet. Der Staub, der sich darauf ablagert und im Winter durch den Luft-

Fig. 307.



Schirm nach *Magnus*.

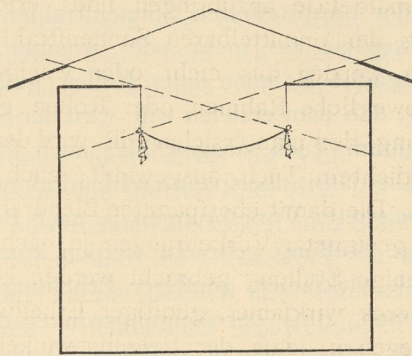


Fig. 308.

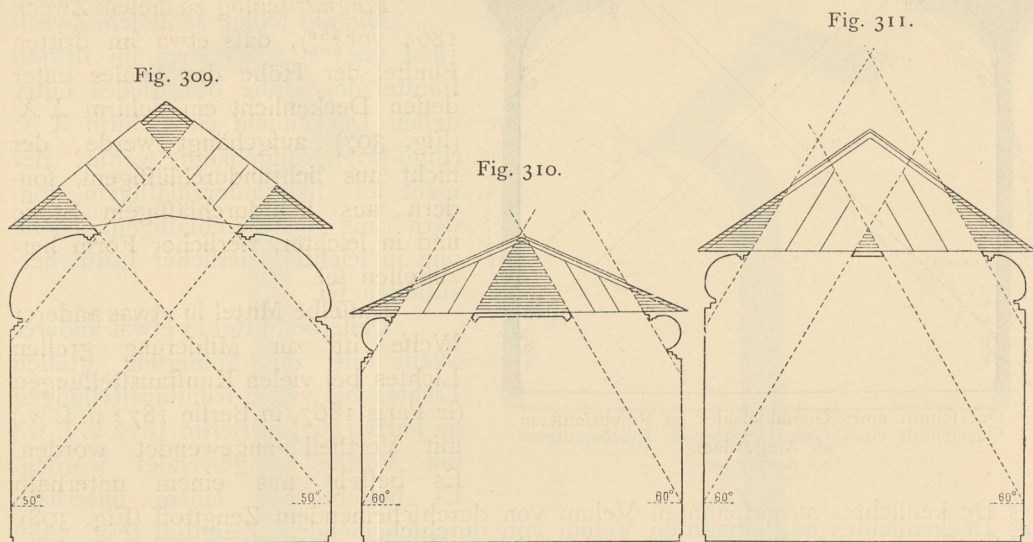
Velum-Anordnung.

²⁸⁶⁾ Siehe: Zeitschr. f. Bauw. 1864, S. 218.

zug der Heizung aufgewirbelt, mitunter durch Schweißwasser niedergeschlagen wird, macht den hellen Stoff des Velums bald schmutzig und fleckig. Es erhält hierdurch ein unschickliches Aussehen, das bei sehr hohen Sälen weniger wahrnehmbar, in niedrigeren Sälen aber um so unstatthafter ist.

Die unmittelbaren Sonnenstrahlen können, ohne die Bilderfäle diesen Mifsständen auszusetzen, durch das Anbringen von Stoffgardinen oberhalb des Deckenfensters abgehalten werden, welche vom Inneren des Raumes aus bewegt und in die gewünschte Lage gebracht werden.

Letztere Einrichtung, welche in Art. 238 genauer beschrieben werden wird, ist schon beim Umbau der Deckenlichtfäle des Alten Museums zu Berlin getroffen worden²⁸⁷⁾. In angemessener Entfernung über der Deckenlicht-Vergrüfung sind Vorhänge aus weißem Neffeltuch wagrecht angebracht und werden von den Saalecken aus mittels Schnüren und Führungsrollen nach Bedarf hin und her gezogen. Vor der Einrichtung solcher Zugvorhänge oberhalb der Glasfläche waren mit Vela unterhalb des Deckenlichtes viele Veruche gemacht, zuletzt aber aufgegeben worden, als die genannten Uebelstände sich immer wieder einstellten.



Anordnung von Blenden nach *Bourdais*²⁸⁸⁾.

215.
Blenden.

Die Anordnung von Blenden, die zwischen Decken- und Dachfenster oberhalb der Gemäldefäle anzubringen sind, erscheint zur nutzbaren Ablenkung und Zerstreuung der unmittelbaren Sonnenstrahlen in gewünschter Richtung geeignet. Die Blenden werden aus mehr oder weniger durchscheinendem Stoff angefertigt, der über bewegliche Rahmen oder Rollen gespannt ist. Je nach dem Grade der Verdunkelung, den man erzielen will, wird der Stoff von Florzeug oder Baumwollengewebe, bis zu dichtem Tuch, ausgewählt; auch Papier, Pappe, Leder kann hierzu benutzt werden. Die damit überspannten Blendrahmen oder Rouleaux sollen nach *Bourdais*²⁸⁸⁾ mittels geeigneter Vorkehrungen je nach Bedarf verlängert oder verkürzt und leicht in diejenige Stellung gebracht werden können, welche man dem einfallenden Licht zum Zweck wirkfamer, günstiger Erhellung der Bilderfläche geben will. Als Regel ist angegeben, daß der Neigungswinkel der in solcher Weise abgelenkten Lichtstrahlen mit dem Horizont zwischen 50 und 70 Grad betrage.

²⁸⁷⁾ Siehe *Merzenich's* Beschreibung in: *Zeitschr. f. Bauw.* 1886, S. 178.

²⁸⁸⁾ Siehe: *Gaz. des arch.* 1869-70, S. 201.

Bourdais will, nach Maßgabe der begrenzenden Lichtstrahlen, welche unter folchem Winkel das obere und untere Ende der Behangfläche treffen, die Oeffnung der Decken- und Dachfenster bestimmen und zwischen diesen äußeren Parallelen, je nach Bedarf, 2, 3 oder mehr Blenden anbringen. Hierbei sind, je nach dem Verhältniß von Breite und Höhe der Säle, verschiedene Fälle zu unterscheiden. Die wichtigsten sind in Fig. 309 bis 311 veranschaulicht.

Die Erfahrung muß darüber entscheiden, ob anstatt des Anbringens wagrechter Zugvorhänge oberhalb der Deckenfenster der Gemäldefäle die Anordnung solcher Blenden den Vorzug verdient oder nicht. Das Verfahren liefse sich leicht mit dem in Fig. 305 (S. 244) dargestellten vereinigen, und offenbar ist die von *Tiede* verlangte 45-gradige Begrenzung der Lichtstrahlen, auch für deren Zerstreuung mittels Blenden, vortheilhafter, als die Richtung nach einem Winkel von 50 bis 70 Grad nach *Bourdais*.

Neuerdings sind behufs Erzielung möglichst gleichmäßiger Erhellung der Gemäldefäle geeignete Scheinwerfer aus Metall hergestellt worden, die zwischen der Deckenöffnung und einem das Scheitellicht abhaltenden Schirm in folchem Winkel geneigt angebracht sind, daß sie das vom Himmelsgewölbe ausgefrahlte Licht auf die Bilderwände werfen.

216.
Scheinwerfer.

Solcher Art ist u. a. die Beleuchtung der großen Mittelgalerie des neuen Antwerpener Museums, deren Einrichtung sehr gerühmt wird²⁸⁹⁾. Das System dieser Beleuchtung soll in der Hauptsache aus unter 45 Grad gegen die Wände geneigten Metall-Reflectoren bestehen, die im Dachwerk der Gemäldegalerie befestigt sind.

Im Kunsthistorischen Hofmuseum zu Wien ist der Raum über der Glasdecke der Gemäldefäle bis zur Dachöffnung mit Wänden aus Eisenblech abgeschlossen, die innen weiß angestrichen sind und als Scheinwerfer dienen.

Begreiflicher Weise dringt das Tageslicht nicht bloß in der durch Zeichnung zu veranschaulichenden Strahlung in den Raum ein; sondern von allen Seiten kann reflectirtes Licht die Bilderfläche treffen und zu ihrer Erhellung beitragen. Für die Anlage von Deckenlichträumen ist aber mit solchen Lichterscheinungen nicht zu rechnen, weil alle daraus folgenden Wirkungen unbestimmbar sind.

217.
Reflexlicht.

Die Anwendung des Deckenlichtes auf Museen überhaupt, abgesehen von Gemäldegalerien, bedarf keiner langen Auseinandersetzungen. Dessen Einrichtung vervielfacht überall weniger Schwierigkeiten, als in Gemäldefälen. Wird in gleicher Weise, wie in letzteren, das Deckenlicht in den Räumen sonstiger Museen bemessen, so ist es sicherlich gut und ausreichend; häufig genügt ein geringeres Maß. Die Rücksichten, die hinsichtlich der Spiegelung der Lichtstrahlen auf den Oberflächen von Oelgemälden zu nehmen sind, fallen bei Alterthümern, Kupferstichen, Münzen und Medaillen, Werken der Kleinkunst u. s. w. meist ganz weg, es sei denn, daß sie unter Glaschränken aufbewahrt werden, in welchem Falle man sich allerdings gegen die Wirkung der spiegelnden Oberfläche des Glases, ähnlich wie bei Gemälden, versehen muß.

218.
Deckenlicht
bei
Museen
überhaupt.

Die Deckenlicht-Erhellung ist neuerdings nicht allein für viele Säle, sondern auch für große, weite Höfe, u. A. für solche von Museen aller Art, mit viel Nutzen zur Verwendung gekommen. Die früher obwaltenden Bedenken und Schwierigkeiten dagegen sind überwunden, seitdem die Eisen- und die Glastechnik zu dem hohen Grad der Entwicklung gelangt sind, daß eiserne Dächer über Räumen von sehr beträchtlicher Spannweite mit Leichtigkeit errichtet und Eindeckungen mit Glas, welche die darunter gelegenen Räume gegen das Eindringen von Regen, Schnee und Feuchtigkeit sichern, darüber hergestellt werden können.

²⁸⁹⁾ Siehe: Kunstchronik. Neue Folge, Jahrg. I (1890—91), S. 179.