

# Vorausbestimmung der Tagesbeleuchtung in Industriebauten

Autor(en): **Wuhrmann, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **125/126 (1945)**

Heft 9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83609>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Inhalt: Vorausbestimmung der Tagesbeleuchtung in Industriebauten. — Schalltechnische Untersuchungen an Decken für Schulhäuser der Stadt Zürich. — Tunnelgeologie. — Holzhaus an der Zollikerstrasse in Zollikon. — Alessandro Volta. — Gegenläufige Luftschrauben für Flugzeuge. — Mitteilungen: Schweiz. Vereinigung für Landesplanung. Die Notwendigkeit von Speicherwerken in der Schweiz. Die Restauration der Kirche San Nicolao in Giornico. Zeitschriften. Kurzschluss als Brandursache. Das

Gaswerk der Stadt Genf. — Nekrologe: Jean Perret. Werner Lang. Walter Wyssling. Hans Buss. Ernst Vonderwahl. — Literatur: Probleme des Wohnungswesens, des Städtebaues und der Raumordnung im Hinblick auf den Wiederaufbau und die Planung neuer Stadtanlagen in der künftigen Friedenszeit. Die Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie. — Mitteilungen der Vereine. — Vortragskalender.

Band 125 Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verelnsorgane nicht verantwortlich Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 9

### Vorausbestimmung der Tagesbeleuchtung in Industriebauten

Von Dipl. Arch. ERNST WUHRMANN, S. I. A., Zürich

Im allgemeinen war es bisher, auch bei Industriebauten, üblich, die Anordnung und Grösse der Lichtöffnungen mehr oder weniger gefühlsmässig, oder nach Erfahrungen an ausgeführten Beispielen, zu bestimmen, wobei entweder mit zu grossen Wärmeverlusten und Kosten infolge zu grosser Lichtöffnungen, oder mit zu geringer Tagesbeleuchtung zugunsten von Wärme- und Kostenersparnissen gerechnet werden musste. Erst in neuerer Zeit wird von der Möglichkeit Gebrauch gemacht, sich durch Vorausbestimmung der an den Arbeitsplätzen zu erwartenden Tagesbeleuchtung gegen später auftretende Mängel zu sichern und den Mittelweg zu finden zwischen guter Tagesbeleuchtung und ökonomischer Heizung.

In Band 123, Nr. 2 der SBZ wurde von Prof. R. Spieser (Winterthur) eine neue elektrische Websaalbeleuchtung im Neubau eines Textilbetriebes eingehend behandelt. Nachstehend soll auf die Tagesbeleuchtung im Websaal dieses Unternehmens näher eingegangen und dabei ein Vergleich der theoretisch ermittelten Tageslichtquotienten mit den durch unmittelbare Messungen gewonnenen Ergebnissen durchgeführt werden. Die Messungen wurden auf Veranlassung der Firma Siegfried Keller, Glasdachwerke Wallisellen, die die Oberlichter ausgeführt hat, an Ort und Stelle vorgenommen, um diesen Vergleich zu ermöglichen und damit ein Urteil über die Zuverlässigkeit theoretischer Vorausbestimmung der Tageslichtquotienten an einem Beispiel zu gewinnen.

Die Situation ist folgende: Auf jeder Seite des, durch einen 3 m breiten Längs-Mittelgang geteilten, 72 m langen und 47 m breiten Websaales befinden sich, in Abständen von je 7,20 m, 9 je rd. 21,5 m lange und 3,55 m i. L. breite Satteldachoberlichter (Abb. 1). Ausserdem sind an den Längswänden, zwischen den Oberlichtern, wie auch an den Stirnwänden, einzelne Seitenfenster vorhanden, die aber, infolge der grossen Raumtiefe und der gebirgigen Umgebung, nur einen unbedeutenden Anteil an der Gesamtbeleuchtung des Raumes vermitteln; die lichte Höhe des Saales beträgt 4,10 m.

Die Oberlichter weichen insofern von den üblichen ab, als die Dachbinderkonstruktion in sie hinein verlegt ist, derart, dass die Firste über den Binderaxen liegen. Ferner sind die Staubdecken nicht, wie gewöhnlich, horizontal oder nach den Seiten abfallend, sondern mit Gefälle nach der Bindermitte angeordnet, der eine Schwitzwasserrinne entlang läuft.

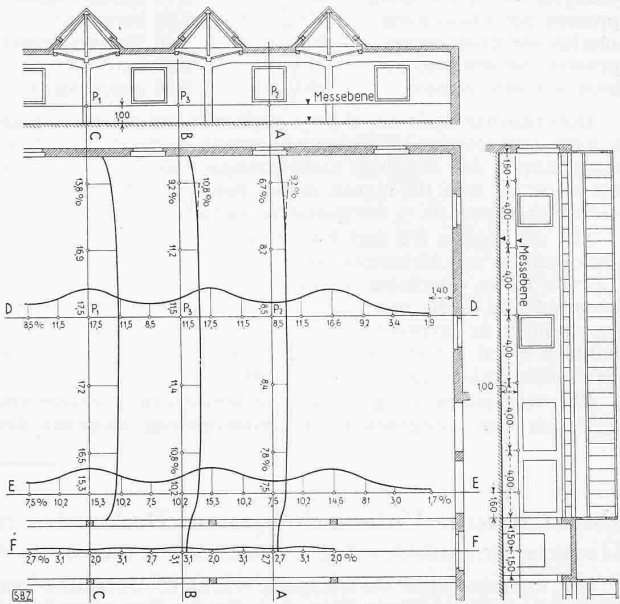


Abb. 1. Grundriss, Quer- und Längsschnitt eines Teils des Websaales 1:400 mit eingetragenen Tageslichtquotienten. Die vorliegenden Ergebnisse genügen den für die Tagesbeleuchtung in Webereien geforderten Beleuchtungsstärken auch bei einer Mindestbeleuchtung im Freien von 3000 Lux (mittlere Tagesbeleuchtung im Dezember, etwa zwischen 9 und 15 h bei bedecktem Himmel)

Als Folge des Bindereinbaues ergibt sich eine Verkleinerung des Lichtdurchlasses nach den Seiten, die sich durch eine verhältnismässig grössere Herabsetzung des Tageslichtquotienten an den zwischen den Oberlichtern liegenden Raumpunkten auswirkt. Abbildung 1 zeigt einen Teil des Websaales, in dem die Messungen gemacht wurden, im Grundriss, Längsschnitt und Querschnitt<sup>1)</sup>.

Es wurden drei Messreihen, je 1,0 m über dem Fussboden, durchgeführt: Unter einer Oberlichtaxe, unter einer seitlichen Längskante der Staubdecke und unter der Mittelaxe eines zwischen den Oberlichtern liegenden Deckenstreifens. Ausserdem wurden noch einige Punkte in der Nähe einer Stirnwand untersucht, sowie in der Längsaxe des Mittelganges (Abb. 1). Aus den hierbei ermittelten Beleuchtungsstärken und den entsprechenden, jeweils sofort darnach festgestellten Beleuchtungsstärken unter freiem Himmel wurden die Tageslichtquotienten für die verschiedenen Messpunkte berechnet. Die Kurven dieser Tageslichtquotienten sind im Grundriss auf Abb. 1 eingetragen. Auf die zur Ermittlung der Aussenbeleuchtung angewendete Methode soll hier nicht näher eingegangen werden, sondern deren Erläuterung einer späteren Gelegenheit vorbehalten bleiben.

Unabhängig von den Messungen an Ort und Stelle wurden die Tageslichtquotienten der Punkte P 1, P 2 und P 3 auf der Linie D-D mit Hilfe von Raumwinkelprojektionen ermittelt. Abb. 2 zeigt diese Projektionen, und darunter die Kurven der zugehörigen Tageslichtquotienten, sowie die Kurve der durch die Messungen erhaltenen Tageslichtquotienten in gleicher Darstellung. Die gestrichelte

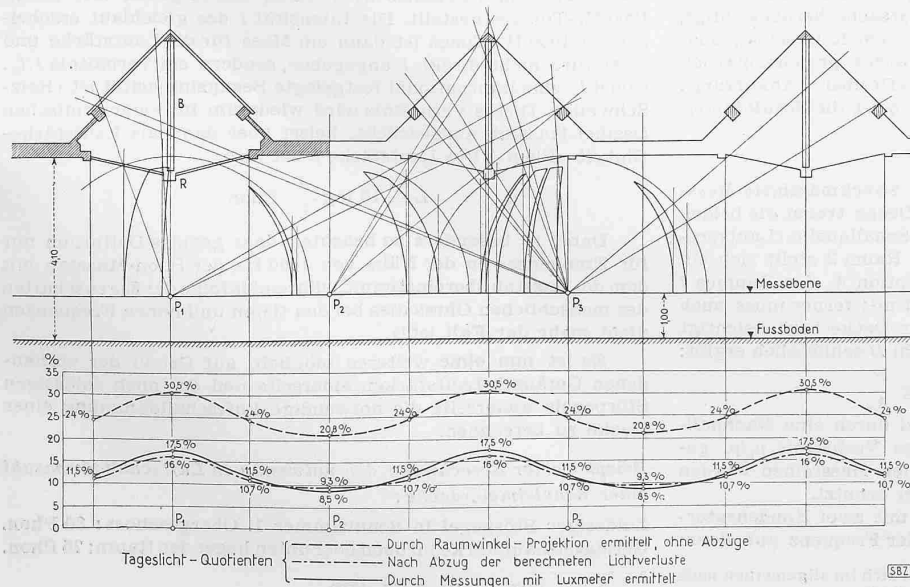


Abb. 2. Vergleich der berechneten und der gemessenen Tageslichtquotienten

<sup>1)</sup> Vgl. die Bilder in Bd. 123, S. 19 (Abb. 4).

Linie bezeichnet den Verlauf der durch Raumwinkelprojektion erhaltenen Tageslichtquotienten, ohne Abzug der Lichtverluste, also unter der Annahme völlig freien Lichtdurchlasses der Glasflächen. Die strichpunktierte Kurve bezeichnet dieselben Tageslichtquotienten, jedoch nach Abzug der durch die Oberlichtkonstruktion verursachten Lichtverluste.

Für die Lichtverluste im Punkt P 1 wurden folgende Werte angenommen:

	Lichtverlust	Lichtdurchgangszahl
Drahtglas der Eindeckung	25 %	0,75 Erfahrungssatz
Sprossen der Eindeckung	7 %	0,93 berechnet
Rohglas der Staubdecke	10 %	0,90 Erfahrungssatz
Sprossen der Staubdecke	7 %	0,93 berechnet
Staub auf den Gläsern	10 %	0,90 geschätzt <sup>1)</sup>

Gesamtlichtverlust rd. 47,5 %; Gesamt-Lichtdurchgangszahl rd. 0,525 (die Gesamt-Lichtdurchgangszahl wird erhalten durch Multiplikation der einzelnen Lichtdurchgangszahlen. Die Differenz zwischen dem 100-fachen dieser Zahl und 100 ergibt den Gesamtlichtverlust in % der gesamten einfallenden Lichtmenge).

Für die Punkte P 2 und P 3 mussten die Lichtverluste vermehrt werden um diejenigen, verursacht durch die Binderkonstruktion B des Oberlichts — geschätzt mit 15 %, Lichtdurchgangszahl 0,85 — die für Punkt P 1, unterhalb der Wasserrinne liegend, nicht in Betracht kommen. Es ergab sich damit für die Punkte P 2 und P 3 ein Gesamt-Lichtverlust von rd. 55,5 %, bei einer Lichtdurchgangszahl von rd. 0,445.

Bei Berücksichtigung dieser verschiedenen Lichtverluste zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den

durch Raumwinkelprojektion gewonnenen und den durch Messung an Ort und Stelle ermittelten Werten der Tageslichtquotienten (Abb. 2), und zwar beträgt die Differenz für Punkt P 1 rd. — 8,5 %, für Punkt P 2 rd. + 9,5 % und für Punkt P 3 rd. — 10 %, jeweils bezogen auf die gemessenen Werte. Mit anderen Worten: Die Differenz zwischen den berechneten und den gemessenen Werten beträgt rd. ± 10 %.

Dieses Ergebnis muss als sehr zufriedenstellend bezeichnet werden, im Hinblick darauf, dass die Ungenauigkeit neuer Luxmeter allein schon mit 5 ÷ 10 % nach oben und unten angegeben wird, aber variiert und auch grösser sein kann. Solche Differenzen fallen aber nicht ins Gewicht, da es sich bei derartigen Voraussetzungen in der Regel nicht um die Ermittlung fester Werte, sondern um Mindestwerte handelt, die später nicht unterschritten werden sollen. Man wird daher vorsichtshalber die Lichtverluste eher etwas zu hoch einsetzen, um später keine Unterschreitung der errechneten Werte gewärtigen zu müssen.

Aus dem Ergebnis der oben beschriebenen Untersuchung kann aber der Schluss gezogen werden, dass es möglich ist, mit hinreichender Genauigkeit für die Praxis, die zu erwartenden Tageslichtquotienten zum voraus zu bestimmen und damit, namentlich für Industriebauten, bei denen mit bestimmten Mindestbeleuchtungen, entsprechend den zu verrichtenden Arbeiten, gerechnet werden muss, die nötigen Voraussetzungen für die Anordnung, Grösse und bauliche Gestaltung der Lichtöffnungen zu schaffen. Dies gilt übrigens nicht nur für Oberlichter, sondern auch für Seitenfenster, mit dem Unterschied allerdings, dass hier noch andere, die Tagesbeleuchtung bestimmende Faktoren zu berücksichtigen sind.

## Schalltechnische Untersuchungen an Decken für Schulhäuser der Stadt Zürich

Von P.-D. Ing. W. FURRER, E. T. H., und Bau-Ing. P. HALLER, E. M. P. A., Zürich

Die kriegsbedingte Verknappung wichtiger Baustoffe, insbesondere von Eisen führte dazu, dass für den Bau neuer Schulhäuser der Stadt Zürich nicht die üblichen Decken in Eisenbeton in Frage kommen konnten, sondern dass *Holzbalkendecken* vorgesehen werden mussten. Da über das schalltechnische Verhalten solcher Decken sehr wenig bekannt war, wurden im Auftrag von Stadtrat H. Oetiker, Vorstand des Bauamtes II der Stadt Zürich und unter Führung von Arch. A. C. Müller (Zürich) mehrere Holzbalken-Versuchsdecken auf ihr akustisches Verhalten untersucht, mit dem Zwecke, ihre Durchlässigkeiten gegenüber Luftschall und Trittschall zu messen und sie mit Eisenbetondecken zu vergleichen.

### 1. Theoretische Grundlagen

#### a) Luftschall

Als Mass für die Luftschalldämmung einer Wand dient das Verhältnis  $q$  der totalen auf die Wand auftreffenden Schalleistung  $N_1$  zu dem auf der Gegenseite abgestrahlten Anteil  $N_2$ , also  $q = N_1/N_2$ . Die Verhältniszahlen  $q$  können dabei sehr gross werden, sodass es bequem ist, sie durch eine Masstabverzerrung auf einen handlichen Zahlenbereich zusammenzudrängen, indem nicht  $q$  selbst, sondern der Wert  $10 \log q$  benützt wird. Gleichzeitig wird dadurch die physiologische Tatsache berücksichtigt, dass die Hörempfindung des Ohres nicht dem Reiz selbst, sondern angenähert dem Logarithmus des Reizes proportional ist. Eine so ausgedrückte Verhältniszahl wird «Dezibel» (Abkürzung:  $db$ ) genannt und das in  $db$  ausgedrückte  $q$  ist die *Schalldämmzahl D*:

$$D = 10 \log \frac{N_1}{N_2} db$$

Aus dieser Definition ergibt sich das zweckmässigste Messverfahren: Die zu messende Wand oder Decke trennt die beiden Räume 1 und 2. Im Raum 1 erzeugt eine Schallquelle (Lautsprecher, Heulton) einen Schalldruck  $p_1$ . Im Raum 2 stellt sich ein Schalldruck  $p_2$  ein. Da  $p_2$  von der Absorption  $A_2$  des Raumes 2 abhängig ist, wird  $p_2$  bezogen auf  $A_2 = 1 m^2$ ; ferner muss auch die abstrahlende Fläche  $F$  der Wand oder Decke berücksichtigt werden, sodass sich für die Schalldämmzahl  $D$  schliesslich ergibt:

$$D = 20 \log \frac{p_1}{p_2} + 10 \log \frac{F}{A_2}$$

Die Absorption  $A_2$  des Raumes 2 wird durch eine Nachhallmessung bestimmt, sodass nur noch das Verhältnis  $p_1/p_2$  gemessen werden muss. Bei den vorliegenden Messreihen wurden hierzu zwei etwas verschiedene Verfahren benützt.

Beim Verfahren 1 werden  $p_1$  und  $p_2$  mit zwei Kondensator-Mikrophonen gemessen und in Funktion der Frequenz auf einem

<sup>2)</sup> Die Verstaubung von Oberlichtern richtet sich im allgemeinen nach der Art des Betriebes, der Lage und dem Unterhalt.

Registriergerät mit logarithmischer Skala aufgezeichnet. Die Differenz der beiden Kurven ergibt unmittelbar den Wert  $20 \log p_1/p_2 db$  für jede Frequenz.

Beim Verfahren 2 liegt im Stromkreis des Mikrophons 1, das  $p_1$  misst, ein in  $db$  geeichtes Dämpfungsglied, mit dem die von den beiden Mikrophonen gelieferten Spannungen gleich gross gemacht werden können. Die Einstellung des Dämpfungsgliedes liefert wiederum unmittelbar den Wert  $20 \log p_1/p_2 db$ .

Da die Schalldämmzahl  $D$  je nach der Konstruktionsart der Wand oder Decke stark von der Frequenz (Tonhöhe) abhängen kann, ist es für die Beurteilung wertvoll, einen ersten Mittelwert für den tiefen Frequenzbereich 100 bis 500 Hz und einen zweiten für den hohen Frequenzbereich 500 bis 3200 Hz zu bilden. Für die Berechnung der notwendigen Schalldämmzahl einer Wand oder Decke genügt dagegen ein einziger Mittelwert über den ganzen Frequenzbereich.

Die in einem bestimmten Fall für eine Wand oder Decke erforderliche Luftschalldämmzahl  $D$  kann aus der im zweiten Raum zulässigen *Lautstärke* berechnet werden. Die Einheit der Lautstärke ist folgendermassen definiert: Die zu bestimmende Lautstärke eines Schalles wird durch Hörvergleich mit einem 1000 Hz-Ton festgestellt. Die Intensität  $I$  des gleichlaut erscheinenden 1000 Hz-Tones ist dann ein Mass für die Lautstärke und zwar wird nicht direkt  $I$  angegeben, sondern ein Verhältnis  $I/I_0$ , wobei  $I_0$  eine international festgelegte Bezugsintensität ist (Reizschwelle). Dieses Verhältnis wird wiederum im logarithmischen Dezibel-Masstab ausgedrückt, heisst aber dann als Lautstärke-Einheit «Phon». Die Lautstärke  $L$  ist also:

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ Phon}$$

Dabei ist besonders zu beachten, dass gemäss Definition nur für Frequenzen in der Nähe von 1000 Hz der Phon-Masstab mit dem  $db$ -Masstab übereinstimmt, während infolge der Eigenschaften des menschlichen Ohres dies bei den tiefen und hohen Frequenzen nicht mehr der Fall ist<sup>1)</sup>.

Es ist nun ohne weiteres möglich, auf Grund der vorhandenen Geräusch-Lautstärken einerseits und des noch zulässigen Störpegels andererseits die notwendige Luftschalldämmung einer Decke zu berechnen.

*Beispiel einer Berechnung der notwendigen Luftschalldämmzahl einer Schulzimmerdecke:*

Zulässiger Störpegel in Schulzimmer 1. Obergeschoss: 30 Phon. Geräusch-Lautstärke im oben oder unten liegenden Raum: 75 Phon.

<sup>1)</sup> Vgl. SBZ, Bd. 111, S. 99\* (1938).