

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 40 (1949)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Hallenbeleuchtung  
**Autor:** Schneider, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056368>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Fig. 4 stellt einen Spannungswandler der Reihe 20 kV dar, beide Pole isoliert, von 200 VA Leistung in Klasse 0,5.

Die Isolation aller dieser Wandler entspricht der SEV-Publikation Nr. 183: «Regeln und Leitsätze für die Koordination der Isolationsfestigkeit in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen».

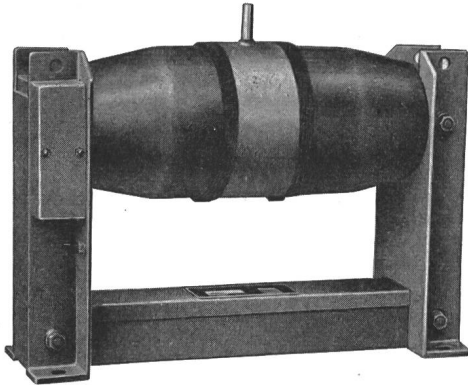


Fig. 2  
20 kV Trocken-Spannungswandler  
mit einpoliger Erdung

Der tonnenförmige, harte Körper enthält die Wicklungen. Diese sind als Lagenwicklungen mit von aussen nach innen wachsender Länge ausgeführt, derart, dass das Potentialgefälle gegen Erde sowohl auf der Oberfläche, als auch im Innern linear verläuft.

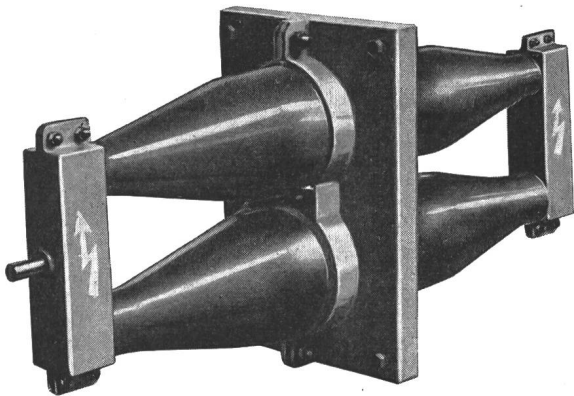


Fig. 3  
60-kV-Trocken-Spannungswandler  
Leistung 300 VA

Für Spannungen bis 30 kV liegt der Spannungsanschluss der einpolig geerdeten Wandler aussen, das an Erde liegende Ende innen, also am Eisenkern. Für höhere Spannungen wäre das Fenster des Eisenkerns zu gross. Hier liegt der Spannungs-

anschluss am Eisen, das Potential baut sich nach aussen schrittweise ab bis zum geerdeten Flansch; die Unterspannungswicklung liegt also aussen. So entstand ein Spannungswandler, der in seinem Aufbau dem Schleifenstromwandler gleicht. Er kann wie dieser eine Wand oder einen Boden durchstossen, oder er kann auf einer Konsole in beliebiger Lage montiert werden.

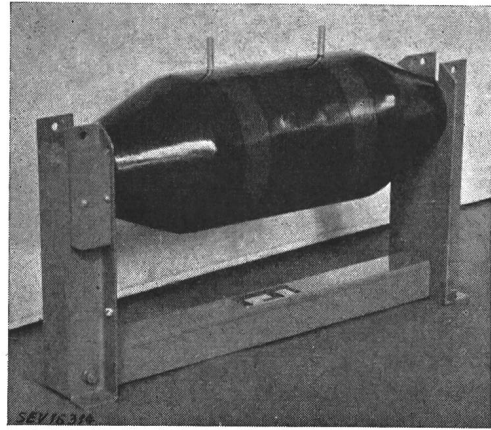


Fig. 4  
20-kV-Trocken-Spannungswandler  
Leistung 200 VA; beide Pole isoliert

Mit den hier in aller Kürze erstmals in der Literatur bekannt gegebenen Spannungswandlern wurden in mehr als einer Hinsicht grundsätzlich neue Wege beschritten: Durch die Verwendung neuer Baustoffe einerseits, die wiederum neue, ihnen angepasste Arbeitsverfahren bedingten, andererseits durch das Abgehen von jeder Bindung an Gewohntes in der konstruktiven Behandlung, wobei lediglich sachliche Überlegungen massgebend waren. Mit den zugehörigen Entwicklungsarbeiten wurden Erfahrungen gewonnen, die sich auch auf andern Teilgebieten des Transformatoren- und Apparatebaues mit Vorteil anwenden lassen. In deutlicherem Masse als dies bisher der Fall war, wurde ein Stück Technik aufgebaut, welches sich die höchst mannigfaltigen Errungenschaften der Chemie beim Werden des komplexen Fabrikationsobjektes weitgehend zu Nutze zieht. Dem Ingenieur stellen sich durch solche Arbeitsweise ausserordentlich reizvolle Aufgaben, denn sie veranlassen ihn zu Vorstössen in noch wenig begangenes Grenzland zwischen Elektrotechnik, Chemie und chemischer Technologie.

Adresse des Autors:

A. Imhof, dipl. Ingenieur, Winzerstrasse 67, Zürich 49.

## Hallenbeleuchtung

Von E. Schneider, Basel

628.972.7

Der Verfasser versucht, an einigen typischen Hallenbauten mit individuellem Verwendungszweck darzustellen, welche Gesichtspunkte bei der Projektierung der künstlichen Beleuchtung massgebend sein sollen. Die im Aufsatz erwähnten Lösungen geben eine Möglichkeit, sich über die Anordnung und die Art der Lichtquellen und das System der Beleuchtung klar zu werden, die den zu Grunde liegenden Verhältnissen und Anforderungen am besten entsprechen.

Pour différents types de halles destinées à des usages déterminés, l'auteur examine quels sont les points essentiels qui doivent être considérés lors de l'établissement d'un projet d'éclairage électrique. Les solutions indiquées permettent de se rendre compte de la disposition et du genre des sources lumineuses, ainsi que du système d'éclairage, qui répondent le mieux aux conditions et aux exigences posées.

### Allgemeines

Es dürfte gegenwärtig von Interesse sein, das Problem der Beleuchtung von Hallen zu behandeln, weil infolge der starken Bevorzugung des Fluoreszenzlampen-Lichtes häufig Lösungen gesucht und ausgeführt werden, die nachträglich in der Praxis die ursprünglich gestellten Erwartungen nicht ganz erfüllen. In den folgenden Beispielen soll gezeigt werden, welche Punkte massgebend sein sollen, um eine wirklich einwandfreie, rationale Lösung zu finden. Vor allem sei darauf hingewiesen, dass es sich als zweckmässig erwiesen hat, die Beleuchtung von hohen Hallen nach dem Punktlicht-Verfahren zu lösen, da man so die Möglichkeit hat, mit den Lichtquellen ausserhalb des Blickbereiches zu gelangen und dadurch jede störende Blendung zu vermeiden. Das Raumbild wird nicht gestört. Durch Verwendung geeigneter Reflektoren ist es möglich, den Entfernungskoeffizienten zu überbrücken, da die punktförmige Lichtquelle optisch einwandfrei zu erfassen ist, während dies bei den stabförmigen Lichtquellen nicht oder nur ungenügend geschehen kann. Um daher mit stabförmigen Lichtquellen eine genügend grosse Aufhellung solcher Hallenbetriebe zu erreichen, ist man gezwungen, entweder die Beleuchtungskörper tief zu hängen oder eine so grosse Zahl von Röhrenleuchten zu verwenden, dass die Anlage in sich unwirtschaftlich wird. Das Licht würde dabei in der Hauptsache die oberen Partien der Halle stark aufhellen, was unerwünscht ist, und die Leuchtdichte der Umgebung wäre um ein Vielfaches grösser als die Leuchtdichte am Arbeitsplatz, was nach den neuesten Erkenntnissen auf jeden Fall zu vermeiden ist, wenn man gute Sehbedingungen schaffen will.

Die Aufgabe des projektierenden Lichttechnikers, der ausführenden Elektrizitätsfirma und der entscheidenden Instanz, des Bauherrn, besteht darin, eine Lösung zu finden, die in arbeitstechnischer, ästhetischer und ökonomischer Hinsicht alle gestellten Ansprüche befriedigt. Um zu der einfachsten und wirtschaftlichsten Lösung solcher Hallenbeleuchtungen zu kommen, ist eine genaue Kenntnis der für den gedachten Zweck nötigen Erfordernisse wichtig, und bei Maschinenhallen wenn irgendmöglich ein Montageplan der Maschinen und das Spezialstudium der an diesen Maschinen zu verrichtenden Arbeiten.

Bei zweckmässiger Anordnung der Brennstellen und Wahl der Art der Reflektoren kann man für die Arbeiten bei künstlicher Beleuchtung einen ähnlichen Lichteinfall erzielen, wie er bei natürlichem Tageslicht vorhanden ist, so dass die Arbeitsvorgänge auch bei künstlichem Licht unter ähnlichen Bedingungen ausgeführt werden können. Dieses Moment ist ausserordentlich wichtig bei der Projektierung, und die Erfahrung hat gezeigt, dass es möglich ist, durch einwandfrei projektierte Anlagen zu bewirken, dass die Arbeitsleistung bei künstlicher Beleuchtung gleich bleibt wie bei Tageslicht. Da die meisten solcher Industriehallen-Bauten mit grossen Fensterflächen ausgestattet sind,

um möglichst günstige Arbeitsbedingungen bei Tag zu schaffen, muss bei der Projektierung darauf Rücksicht genommen werden, dass bei der künstlichen Beleuchtung nicht zuviel Licht durch diese Fensterflächen verloren geht. Diese Bedingung kann mit Hilfe des gerichteten Lichts durch Reflektoren weitgehend erfüllt werden.

Sofern für die Reflektoren exakte Lichtkurven vorliegen, erleichtern sie die Projektbearbeitung unter Berücksichtigung der bau-, installations- und lichttechnischen Erfordernisse.

Es sei an vier Beispielen von Hallen mit verschiedenem Verwendungszweck gezeigt, wie in der Praxis solche Hallenbeleuchtungen projektiert und ausgeführt werden.

#### Projekt 1: Beleuchtung einer Wagenhalle

Grundriss und Schnitt (Fig. 1) vermitteln die Raumverhältnisse.

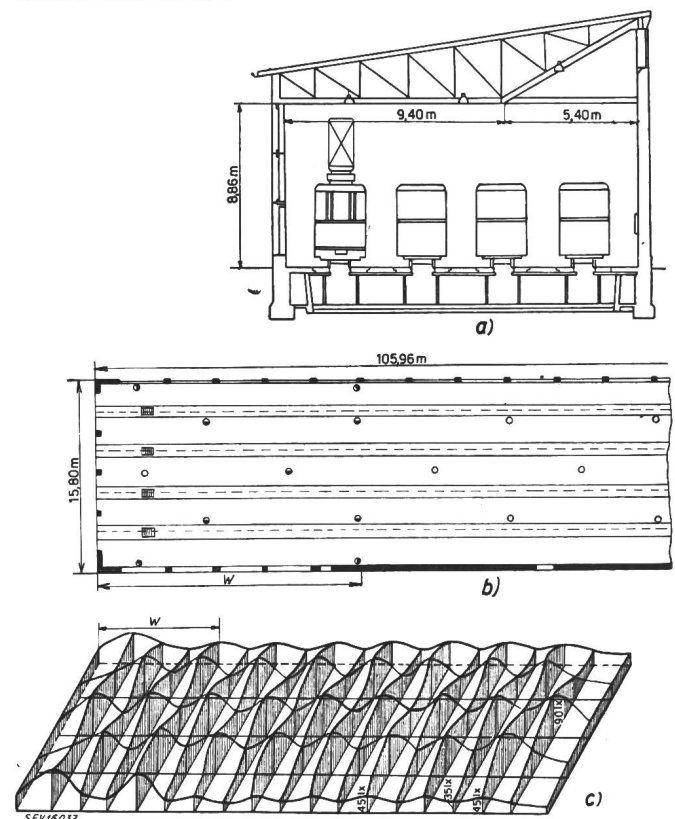


Fig. 1

#### Beleuchtung einer Wagenhalle

- a) Aufriss im Schnitt
- b) Grundriss
- c) Lichtverteilung über dem Grundriss
- W Waschplatz
- o Glockenspiegel
- Zonenspiegel
- Schrägstrahler

Die Beleuchtung sollte folgenden Forderungen gerecht werden:

1. Mittlere Beleuchtungsstärke in der Halle: rund 60 Lux;
2. Genügende Helligkeit in den Gehwegen;
3. Minimale Schattenwirkung;
4. Gute Gleichmässigkeit;
5. Minimale Reflexbildung an den Fahrzeugen;
6. Keine Blendung;
7. Einfache Installation und wirtschaftliche Schaltmöglichkeit.

Es handelte sich hier darum, eine der Architektur und vor allem dem Zweck der Halle Rechnung tragende Lösung zu finden, die eine Aufhellung garantiert, bei der alle vorkommenden Arbeiten ohne Störung ausgeführt werden können. Die Beleuchtung des Waschplatzes musste besonders gelöst werden. Geringste Anschaffungskosten und grösste Wirtschaftlichkeit im Elektrizitätsverbrauch waren Grundbedingung. Es war nötig, bereits auf Grund theoretischer Überlegungen die beste Lösung zu finden, die Leitungsführung, den Leitungsquerschnitt und die Brennstellen definitiv festzulegen, bevor der Rohbau fertig war.

#### Vorschlag A (Ausführung):

Direkte Beleuchtung mit 20 Breitstrahlern  
von 300 W, und zusätzlich  
für den Waschplatz mit 5 Tiefstrahlern  
von 500 W, und  
4 Schrägstrahlern  
von 500 W  
Leistungsaufwand: 10,5 kW 6,4 W pro m<sup>2</sup>

Die Montage der Glassilberspiegel-Reflektoren erfolgte im versetzten System (Fig. 1 b). Die Geräte wurden in Aussparungen der Decke eingebaut, so dass sie dem Blickbereich entzogen sind. Das Licht wird auf die ganze Hallengrundfläche gleichmässig verteilt. Die Beleuchtungsstärke ist im Mittel rund 62 Lux, die Gleichmässigkeit gut, die Schattenwirkung gering (Fig. 2). Die Reflexbildung ist infolge des Einfallwinkels von rund 45° gegen die Vertikale gering. Die Beleuchtungsstärke beim Waschplatz wird wie vorgeschrieben erhöht.

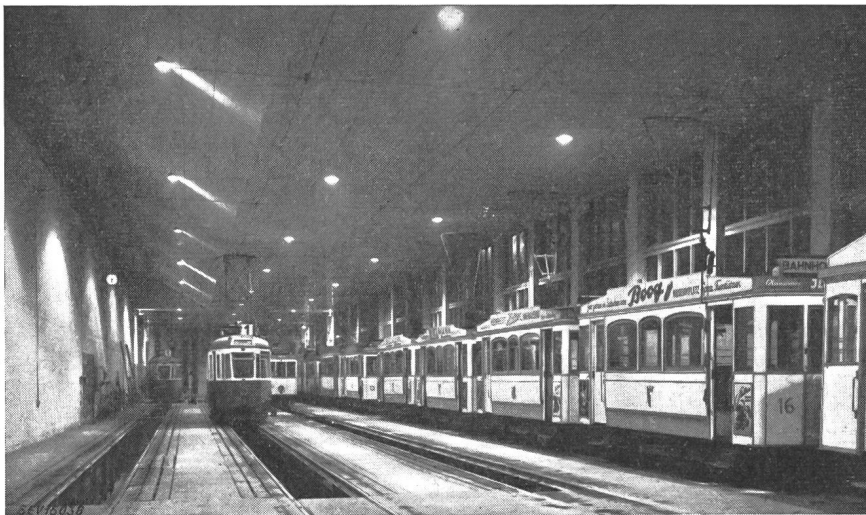


Fig. 2  
Ansicht der beleuchteten  
Wagenhalle Fig. 1  
Hinten links der Waschplatz

Diese Beleuchtung wurde von allen eingegangenen Projekten als die technisch und wirtschaftlich beste Lösung zur Ausführung empfohlen und angenommen. Fig. 2 zeigt, dass man praktisch von einer idealen Lösung sprechen kann.

#### Vorschlag B:

Direkte Beleuchtung mit 40 Email-Breitstrahlern von 300 W

Die Anordnung der Brennstellen quer zur Längsachse bedingt, dass die Aufhellung streifenförmig erfolgt, was eine starke Ungleichmässigkeit mit

sich bringt, sowie starke Reflexbildung an den Fahrzeugen. Die hohe Leuchtdichte der einzelnen Beleuchtungskörper hätte ferner eine starke Blendung bewirkt. Der Waschraum blieb unberücksichtigt.

#### Vorschlag C:

Beleuchtung mit 104 Leuchtstoffröhren (Fluoreszenzlampen) von 40 W

Um die Möglichkeit zu haben, gegenüber den ersten beiden Vorschlägen mit Glühlampenlicht in Reflektoren die Lösung des Problems mit Fluoreszenzlampen zu vergleichen, wurde auch ein solches Projekt ausgearbeitet. Vorgesehen wurden total 104 Lampen von 40 W, montiert in der Querrichtung der Halle.

Der Anschaffungspreis stellte sich ungefähr doppelt so hoch wie bei Vorschlag A. Die viel grössere Zahl der Brennstellen komplizierte und verteuerte die Leitungsführung und bedeutete auch eine Erhöhung der Unterhaltskosten.

Bei diesem Vorschlag wurde allerdings ein wesentliches Moment nicht berücksichtigt. Infolge der Farbtonung des Fluoreszenzlampenlichtes und des nicht kontinuierlichen Spektrums tritt für das Sehen mit dem menschlichen Auge der sogenannte Purkinje-Effekt auf (Verschiebung des maximalen Seheffektes im Spektrum gegen den Ultraviolett-Sektor um rund 500 Å [= 0,05 µm = 50 nm<sup>1</sup>]). Dieses Phänomen bedeutet für die Praxis, dass man, um bei Röhrenlicht die gleichen Sichtverhältnisse wie bei Glühlampenlicht zu erzielen, bei Röhrenlicht mindestens den doppelten gemessenen Helligkeitswert anstreben soll wie bei Glühlampenlicht. Dies bedeutet aber, dass im vorliegenden Fall nicht 104, sondern 208 Lampen von 40 W hätten vorgesehen werden sollen. Der Anschaffungspreis wäre dadurch noch viel höher gekommen, und zwar ungefähr auf das Dreifache desjenigen nach Vorschlag A.

Bei Montage der Röhren in der Querrichtung der Halle wäre diese kürzer erschienen, das Bild wäre unruhig gewesen, die Gleichmässigkeit gut, aber es hätten sich sehr starke Reflexe auf den Fahrzeugen gebildet (grosse Blendung).

Bei Anordnung der Röhren in der Längsrichtung wäre die Halle länger erschienen, das Bild wäre

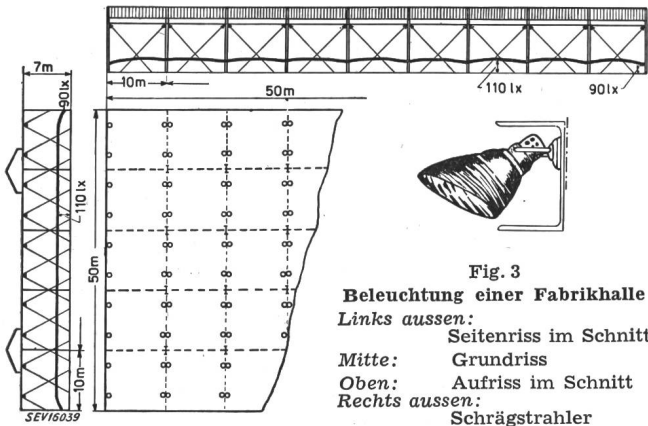
<sup>1</sup>) 1 Å (Ångström) = 10<sup>-10</sup> m  
1 nm (Nanometer) = 10<sup>-9</sup> m  
1 µm (Mikrometer) = 10<sup>-6</sup> m = 10<sup>-3</sup> mm (1 Tausendstel Millimeter).

ruhiger, aber die Gleichmässigkeit ungenügend gewesen.

Wie bereits erwähnt, schied diese Lösung wegen der zu hohen Kosten von vorneherein aus.

**Projekt 2: Beleuchtung einer Fabrikhalle**

Die schematische Darstellung Fig. 3 veranschaulicht die Situation, die Anordnung der Brennstellen, sowie die Lichtverteilung. Die Halle hat folgende Dimensionen: Länge 90 m, Breite 50 m, Totalhöhe 7,40 m.



Da bei der Projektierung die genaue Position der Maschinen noch nicht festlag und dem Umstand Rechnung getragen werden musste, dass spätere Veränderungen in der Aufstellung der Maschinen vorzunehmen wären, wurde als Grundbedingung eine völlig gleichmässige, schattenarme Beleuchtung mit einer Helligkeit von rund 100 Lux in Arbeitshöhe verlangt. Die Anlage sollte ferner auf die Kranbahn Rücksicht nehmen, so klar und einfach wie möglich in der Linienführung und blendungsfrei sein.

Um diesen Bedingungen zu entsprechen, wählte man *Schrägstrahler* (Glassilberreflektoren), die in die schweren Differdinger-Träger verlegt, fast völlig aus dem Blickfeld verschwinden (ästhetisches Moment). Durch die charakteristische, optisch berechnete Form dieser Schrägstrahler war es möglich, das Licht so zu richten, dass die Hauptachse der

Fig. 4  
Ansicht einer beleuchteten Montagehalle



Lichtkegel in das zweite Drittel der zu beleuchtenden Partie fällt und die Lichtstrahlen der jeweils kombinierten Geräte (4 pro Feld) sich über der Mitte des Feldes kreuzen (Lichtausgleichsebene rund

3 m über Boden). Das Resultat ist eine fast völlig gleichmässige Aufhellung der ganzen Halle. Insgesamt sind 180 Schrägstrahler von 300 W montiert, so dass also *pro m<sup>2</sup> Grundfläche rund 12 W* aufgewendet werden. Aus der Lichtverteilungskurve geht hervor, dass die maximale Beleuchtungsstärke 110 Lux in der Mitte des Feldes und 90 Lux in der Achse der Stützen beträgt. Bei einer Besteckung von 500 W pro Gerät würde die Beleuchtungsstärke auf der Arbeitsebene auf rund 165 Lux erhöht werden.

Der Wirkungsgrad dieser Beleuchtungsanlage ist mit  $\eta = 0,4$  errechnet worden, da ja bei einer solchen Halle darauf Rücksicht genommen werden muss, dass keinerlei Reflexion von der Decke und den Wänden zu erwarten ist.

Die ursprüngliche Absicht, diese Halle mit Leuchtstoffröhren zu beleuchten, wurde fallen gelassen, nachdem eine Beleuchtungsprobe den Beweis erbrachte, dass die Lösung des Problems mit gerichtetem Punktlicht wie beschrieben 1. alle gestellten Anforderungen erfüllte, 2. sich für die vorzunehmenden Arbeiten als zweckmässiger erwies, 3. im Preis wesentlich günstiger war, sowohl hinsichtlich der Leitungsführung, als auch der Montage und der Anschaffungskosten der Geräte.

**Projekt 3: Montagehalle einer grossen Unternehmung der schweizerischen Elektroindustrie**

Es handelt sich um eine neu gebaute Halle (Architekten Debrunner & Blankart, SIA, BSA, Zürich), rund 50 m lang, 20 m breit und 15 m hoch, mit sehr grossen Fensterflächen.

Die künstliche Beleuchtung sollte folgende Bedingungen erfüllen:

1. Keine Behinderung der Kranbahn;
2. Schattenarme und gleichmässige Beleuchtung;

3. Eine genügend grosse Helligkeit in Arbeitshöhe, damit die nötigen Arbeiten ohne zusätzliche Beleuchtung ausgeführt werden können;

4. Verhinderung von Lichtverlust durch die grossen Glasflächen.

Die Aufgabe wurde, wie Fig. 4 zeigt, einwandfrei gelöst mit 40 Tiefstrahlern (Spiegelreflektoren) von 500 W, in einer Höhe von 13,8 m montiert (spezielle Leistung: 20 W/m<sup>2</sup>).

Die erzielte Helligkeit, die fast durchwegs gleichmässig ist, beträgt rund 110 Lux, 1 m über Boden gemessen. Die Schatten sind völlig weich aufgelöst, so dass selbst an den grossen Arbeitsstücken genau so wie bei Tag ohne zusätzliche Aufhellung die Montage durchgeführt werden kann. Das Raumbild ist ruhig, die Lichtquellen sind ausserhalb des Blickbereiches, wodurch jede Gefahr der Blendung ausgeschaltet ist.

Die ursprüngliche Absicht, die Tiefstrahler in 15 m Höhe, d. h. in den Scheitelpunkten der Oberlichter zu montieren, wurde fallen gelassen, da dadurch die Linienführung der Leitung kompliziert worden wäre. Auch wäre die Bedienung der Beleuchtungskörper von der Kranbahn aus erschwert gewesen. Die Geräte wurden an einem Spanndraht aufgehängt, mit Spiegel-Unterkannte 13,8 m über Boden. Zuleitung und Spanndraht wurden mit einem Bleirohr überzogen. Auf diese Weise konnte die Installation sachgemäss und ohne grosse Kosten ausgeführt werden.

Mit dieser Anlage ist ein weiterer Beweis erbracht, wie vorteilhaft die Verwendung von Punktlicht bei solchen Objekten ist, und wie klar und einfach bei geringem Kostenaufwand sich solche Aufgaben lösen lassen.

#### Projekt 4: Beleuchtung einer Festhalle

Diese Halle ist 50 m breit, 99 m lang, eingeteilt in 10 Felder (je 9 m ein Binder).

Die gestellten Forderungen waren:

1. Kontrastreiches aber blendungsfreies Licht;
2. Mittlere Beleuchtungsstärke nicht unter 45 Lux;
3. Geringster Energieaufwand;
4. Einfache Leitungsführung;
5. Leichte Bedienung.

Es mussten auf Wunsch des Bauherrn verschiedene Beleuchtungsvorschläge eingehend studiert, Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen werden.

#### Vorschlag A:

##### Indirekte Beleuchtung

Zur Lösung der ästhetischen Frage wurde von einer Firma die indirekte Beleuchtung der Halle vorgeschlagen. Dieser Vorschlag wurde aber schon nach kurzer Prüfung aus folgenden Gründen abgelehnt:

1. Die völlig indirekte Beleuchtung, die vorgeschlagen wurde, hätte eine schattenarme, akzentlose Wirkung ergeben, während eine Fest- und Ausstellungshalle zur Hebung der Stimmung zumindest vorwiegend direktes Licht verlangt, damit Brillanz und Schatten entstehen.

2. Die Halle war durchschnittlich 13 m hoch projiziert, und da der Wirkungsgrad der Anlage schätzungsweise 10 % bis maximal 20 % betragen hätte, wäre ein unverhältnismässig hoher Energieaufwand nötig gewesen, um auf Tischhöhe einen halbwegs ausreichenden Helligkeitswert zu erzielen.

3. Der Deckenanstrich hätte von Zeit zu Zeit erneuert werden müssen, da ja von ihm die Horizontal-Beleuchtungsstärke (auf der Gebrauchsebene) abhängt.

4. Es wäre ebenfalls nötig gewesen, die Seitenwände weiss zu halten.

5. Ein starker Lichtverlust durch die Glasflächen in der Decke und den Seitenwänden wäre unvermeidlich gewesen.

6. Um mit einer möglichst geringen Zahl von Brennstellen auszukommen, hätte man spezielle asymmetrische Reflektoren konstruieren müssen, die mit einer geeigneten Glasabdeckung zur Vermeidung der Staubablagerung hätten versehen werden müssen.

#### Vorschlag B:

Direkte Beleuchtung mit Email-Breitstrahlern

Leistungsaufwand: 44 kW = 11,4 W pro m<sup>2</sup> Grundfläche (Fig. 5)

Der Vorteil dieses Vorschlages war, dass die Anlagekosten gering gehalten waren.

#### Nachteile:

1. Das Projekt erfüllte weder in ästhetischer, noch in lichttechnischer Hinsicht die gestellten Forderungen. Die vorgeschlagenen, fest an den einzelnen Binderkonstruktionen montierten offenen Beleuchtungskörper (Email-Breitstrahler) hätten der Festhalle den Charakter einer Montagehalle verliehen. Die Halle wäre niedrig erschienen und hätte das Gefühl der Höhe überhaupt nicht zur Geltung kommen lassen.

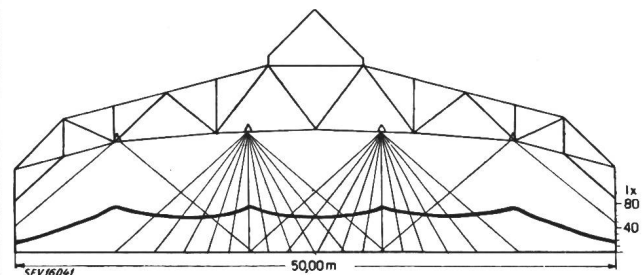


Fig. 5  
Beleuchtung einer Festhalle  
mit Email-Breitstrahlern

2. Die Beleuchtungskörper sind ungeeignet, da sie stark blenden: die Glühlampe mit ihrer grossen Leuchtdichte wäre schon unter einem Winkel von 30° sichtbar gewesen, sodass der Festhallenbesucher in der normalen Blickrichtung nichts als Leuchtpunkte gesehen hätte.

3. Die Schaltungsmöglichkeiten wären völlig unzureichend gewesen: die Abschaltung der Hallenbeleuchtung hätte bei der vorgesehenen Teilvermietung der Grundfläche (kleine Ausstellungen) in der Hallenbreite statt in der Hallenlänge erfolgen müssen.

**Vorschlag C:**

Direkte Beleuchtung mit 2 Reihen Zonenspiegel von 1000 W (Fig. 6)  
 Leistungsaufwand: 20 kW = 4,4 W pro m<sup>2</sup> Grundfläche

Im Lauf der Verhandlungen wurde die Frage aufgeworfen, ob es nicht möglich sei, mit nur 2 Reihen Beleuchtungskörpern auszukommen, d. h. die Mitte völlig frei zu lassen, was auch einem Wunsche des Architekten entsprochen hätte, der die Mitte der Decke für Dekorationszwecke frei haben wollte. Das Problem wurde nachträglich von

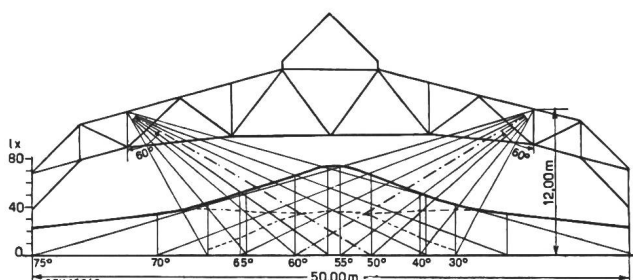


Fig. 6  
 Beleuchtung einer Festhalle  
 mit 2 Reihen Zonenspiegel

diesem Gesichtspunkt aus von neuem studiert und es ergab sich, dass man bei Verwendung von 2 x 10 = 20 Fernleuchtgeräten mit Glassilber-Zonenspiegel von 1000 W eine zufriedenstellende Lösung erzielt hätte. Die Lichtverteilung auf Grund dieser Disposition ergibt für die Hallenmitte eine Beleuchtungsstärke von rund 76 Lux und an den Seiten noch eine solche von rund 25 Lux, also durchschnittlich rund 45 Lux. Dieser Berechnung lagen folgende Daten zugrunde:

- Aufhängehöhe: 12 m über Boden,
- Neigung des Gerätes: 60° gegen die Vertikale.

Die errechneten Werte sind Bodenwerte, so dass also für die normale Messebene rund 1 m über Boden die Resultate etwas günstiger ausfallen.

Tabelle I gibt die errechneten Werte wieder, die unter Berücksichtigung der für den verwendeten Zonenspiegelreflektor charakteristischen Lichtkurve leicht kontrolliert werden können. Es ist zu bemer-

Berechnung der Beleuchtungsstärke für Vorschlag C

$$\left( E_h = \frac{I \varepsilon \cos^3 \alpha \cos^3 60^\circ}{h^2} \right)$$

Tabelle I

Winkel gegen die Mittelachse	Aus der Lichtverteilungskurve I-K	Umrechnungsfaktor für 1000 W	I <sub>c</sub> I-K	cos <sup>3</sup> α	cos <sup>3</sup> 60°	h <sup>2</sup>	E <sub>h</sub> I <sub>x</sub>
30°	500	21	10 500	0,65	0,125	144	5,93
20°	1 000	21	21 000	0,83	0,125	144	15,30
10°	2 000	21	42 000	0,95	0,125	144	34,70
5°	2 100	21	44 100	0,99	0,125	144	37,80
0°	2 000	21	42 000	1,00	0,125	144	36,70
5°	2 100	21	44 100	0,99	0,125	144	37,80
10°	2 000	21	42 000	0,95	0,125	144	34,70
15°	1 500	21	31 500	0,90	0,125	144	24,60

ken, dass in der Tabelle der Wert cos<sup>3</sup> zweimal in Erscheinung tritt. Der erste Wert betrifft die Winkelabweichung der Strahlen des Gerätes von dessen Hauptachse, während der zweite Wert, der bei allen Punkten konstant bleibt, den Winkel darstellt, den die Hauptachse des Gerätes gegen die Vertikale bildet (60°). Die Lichtverteilungskurve der einzelnen Geräte und die resultierende Lichtkurve zeigt Fig. 6.

Diese Lösung erwies sich günstiger als jede andere. Es waren nur noch 2 Linien für die Kabelführung vorgesehen, insgesamt nur 20 Brennstellen von 1000 W, spezifische Leistung also 20 kW = 4,4 W pro m<sup>2</sup> Grundfläche.

Dies bedeutete: Ersparnis im Leitungsquerschnitt, vereinfachte Schalttafelanlage, geringe Wartung, geringer Ersatz der Glühlampen, geringe Anschaffungskosten, Ökonomie im Energieverbrauch bei maximaler Lichtausbeute. Diese Lösung hatte auch den Vorteil, dass die Geräte so zwischen den Bindern montiert werden konnten, dass sie fast gar nicht in den Blickbereich kamen, und dass die Blendungsgefahr vermindert war, da der Lichteinfallwinkel senkrecht zur allgemeinen Blickrichtung lag.

Die ideale Lösung für diese Hallenkonstruktion wäre eine vorwiegend direkte Beleuchtung gewesen, mit Hilfe von Spezialleuchten, die 80% des Lichts nach unten und 20% nach oben gerichtet hätten, zur mässigen Aufhellung von Decke und Wänden. Diese Lösung, wie übrigens auch die eben besprochene, kam aber aus rein finanziellen Gründen nicht in Frage.

**Schlussbemerkung**

Wir haben an einigen Beispielen gezeigt, welche grundsätzlichen Überlegungen nötig sind, um zu einer alle Teile befriedigenden Lösung des Beleuchtungsproblems zu kommen, und dass es auf Grund rein theoretischer Überlegungen, sofern diese alle Momente erfassen, immer möglich sein wird, vor Vollendung des Baues die Beleuchtungsfrage endgültig zu klären. Damit ist also auch die Möglichkeit gegeben, nicht nur die Kostenfrage bis ins letzte Detail abzuklären, sondern auch Leitungsführung, Querschnitt der Leitung und Anlage der Schalttafel rechtzeitig festzulegen, so dass in der Bauausführung von dieser Seite keinerlei Verzögerung und Störung zu befürchten sind.

Es sind im Laufe des letzten Jahres bei sehr grossen, bedeutenden Hallenbauten in Industriebetrieben der Schweiz Anlagen nach dem Prinzip der Punktlicht-Beleuchtung mit Hilfe von Reflektoren erstellt worden, und die Praxis hat den Beweis erbracht, dass diese einfachen und ökonomischen Lösungen sehr gute Arbeitsbedingungen schaffen.

Adresse des Autors:

E. Schneider, dipl. Ingenieur, Direktor der Lumar A.-G., Basel.