

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 107/108 (1936)
Heft: 16: Zur 20. Schweizer Mustermesse in Basel

Artikel: Das lichttechnische Laboratorium einer Beleuchtungskörper-Fabrik
Autor: Humbel, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-48284>

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: 15.05.2025

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

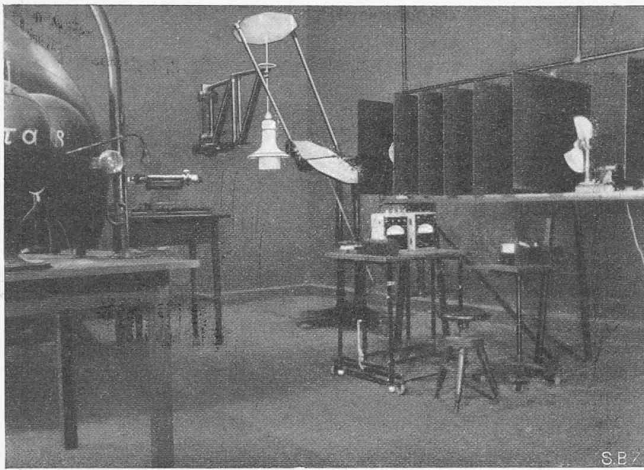


Abb. 2. Schwarzes Laboratorium. Rechts Photometerbank.

Das lichttechnische Laboratorium einer Beleuchtungskörper-Fabrik.

Von E. HUMBEL, Lichtingenieur, Broncewarenfabrik A.-G. Turgi.

Die Beleuchtungstechnik ist ein ganz junger Zweig der technischen Wissenschaften und hat sich in den letzten Jahren geradezu sprunghaft entwickelt. Noch vor verhältnismässig kurzer Zeit war ein Beleuchtungskörper nichts anderes als ein Regendach für Lampen im Freien, ein nutzloser Schirm für Lampen in Innenräumen, der seine Form jeder vorübergehenden Geschmackrichtung anpasste. Heute ist er ein technischer Apparat geworden, der den Lichtstrom der modernen Glühlampen und Gasentladungslampen in bestimmter, dem jeweiligen Verwendungszweck (Strasse, Automobil, Schaufenster, Wohnung) angepasster Weise zu richten und zu verteilen hat. Dabei sind alle die Güte einer Beleuchtungsanlage bestimmenden Faktoren, wie Beleuchtungsstärke, Gleichmässigkeit, Vermeidung von Blendung, richtige Schattenbildung, Lichtfarbe, sorgfältig zu berücksichtigen.

Die Konstruktion moderner, technischer Beleuchtungskörper muss sich deshalb nach den physikalischen Gesetzen richten. Die genaue Kenntnis der optischen Eigenschaften der Baustoffe für die Geleuchte ist dabei von erster Wichtigkeit. Deshalb stellt sich einer Beleuchtungskörperfabrik die zwingende Aufgabe, eine Prüfeinrichtung zur Untersuchung der lichttechnischen Baustoffe zu schaffen. Das lichttechnische Laboratorium liefert die wissenschaftlichen Angaben für die Konstruktion der technischen Beleuchtungskörper und gestattet eine Kontrolle der Lichtwirkung der fertigen Produkte. Nachstehend wird das von der B. A. G. Broncewarenfabrik A.-G. Turgi vor einigen Jahren errichtete Laboratorium beschrieben. Darin werden insbesondere die folgenden Messungen und Beobachtungen ausgeführt: A. *Lichttechnische Baustoffe*: Bestimmung 1. des Reflexionsvermögens von matten und blanken Metallen, Glas, Email, Farbanstrichen, Tapeten; 2. der Durchlässigkeit von Matt- und Trübglässern (Opalglas), Alabaster, Pergament; 3. des Absorptionsvermögens von transmittierenden Stoffen; 4. des Streuvermögens reflektierender und transmittierender Stoffe. B. *Lichtquellen und Geleuchte*: 5. Lichtverteilung von Lampen und Geleuchten; 6. Bestimmung der Lichtausbeute von Lampen; 7. der Leuchtdichte von Geleuchten; 8. der verschiedenen Wirkungsgrade: Geleuchtwirkungsgrad, Raumwirkungsgrad, Beleuchtungswirkungsgrad; 9. Vermessung der Innenraumbeleuchtung und Bestimmung der Gleichmässigkeit; 10. Schattenmessung; 11. Vermessung der Beleuchtung in Abhängigkeit von Geleuchtart und Aufhängehöhe; 12. Wirkungsweise von Transparentkasten und Reklameschriften.

Die Vielgestaltigkeit der Aufgaben erfordert die Zerteilung des Laboratoriums in einen weissen und einen schwarzen Raum. Das weisse Laboratorium, Abb. 1, dient dazu, die Wirkung der Beleuchtungskörper im Raum und den physiologischen und psychologischen Einfluss der Intensität und der Farbe zu studieren. Durch Auskleiden der Decke und der Wände mit Materialien von verschiedenem Reflexionsvermögen und durch Aufstellen von fliegenden Wänden zur Aenderung der geometrischen Dimensionen können für Versuchszwecke ganze Beleuchtungsanlagen den Verhältnissen der Praxis angepasst werden. Der Einfluss von Aufhängehöhe und Distanz auf die Gleichmässigkeit der Beleuchtung wird durch Beleuchtungsmessungen an

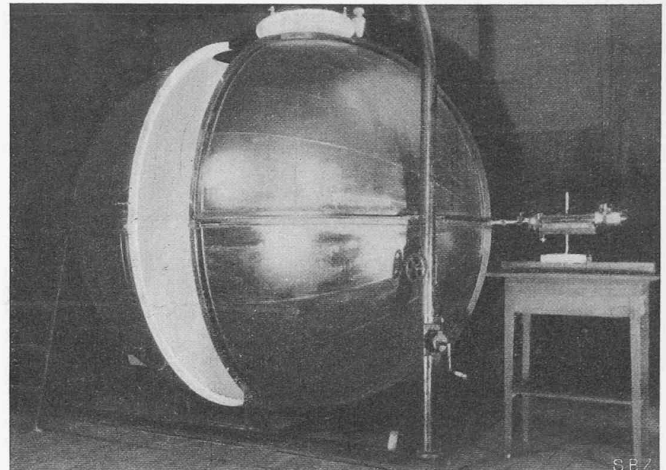


Abb. 4. Ulbricht'sche Kugel zur Bestimmung des Geleuchtwirkungsgrades.

vielen Punkten des Raumes ermittelt. Zu diesem Zweck und zur Berechnung der mittleren Beleuchtungsstärke ist die Bodenfläche in viele (z) gleichgrosse Felder eingeteilt, deren Mittelpunkte (Messpunkte) durch nummerierte Metallknöpfe markiert sind. Die Beleuchtungsstärke E (= Lichtstrom pro m^2 beleuchteter Fläche) wird mit Hilfe eines tragbaren subjektiven oder objektiven Photometers, gemessen, das auf «Lux», die Einheit der Beleuchtungsstärke, geeicht ist. Einer internationalen Vereinbarung gemäss misst man die Beleuchtungsstärken in 1 m Höhe über dem Fussboden; die mittlere Beleuchtungsstärke E_m folgt aus $z \cdot E_m = \Sigma E$. Auch die Gleichmässigkeit g ($= E_{min}/E_{max}$) welche die Güte einer Beleuchtungsanlage ganz wesentlich beeinflusst, kann in diesem Raum bestimmt werden, ebenso die Schattigkeit.

Das schwarze Laboratorium, Abb. 2, ist der eigentliche Photometeraum, in dem die lichttechnischen und physikalischen Eigenschaften der Baustoffe und der Geleuchte geprüft werden. Er enthält zunächst die übliche Photometerbank von 4,5 m Länge für die Abstandsphotometrie, auf der auch alle Eichungen der verschiedenen Apparate und Instrumente ausgeführt werden. Als Eichlampen dienen Vakuum-Metalldrahtlampen mit besonderer Anordnung des Glühdrahtes für photometrische Zwecke; ihre Eichdaten sind durch die Deutsche Physikalisch-Technische Reichsanstalt festgelegt.

Ein grundlegender Bestandteil des Laboratoriums ist das sog. Universalphotometer für subjektive Photometrie, sichtbar auf Abb. 5. Damit kann nicht nur Licht- und Beleuchtungsstärke¹⁾, sondern, bei Verwendung entsprechender Zusatzteile, durch Anvisieren die Leuchtdichte von Geleuchten direkt bestimmt werden.²⁾

Eine weitere unentbehrliche Einrichtung ist der Drehspiegel, sichtbar auf Abb. 2. Er dient zur Aufnahme der Lichtverteilungskurve von Geleuchten und Lampen. Durch Drehen wird das durch den Beleuchtungskörper in den verschiedenen Richtungen in den Raum gestrahlte Licht in die optische Axe der Photometerbank und in das auf Lichtstärken geeichte Tubusphotometer gelenkt. Die Messung erfolgt in einer Ebene durch die Symmetrieeaxe des Beleuchtungskörpers. Durch Auftragen der Lichtstärken in verschiedenen Ausstrahlungsrichtungen in ein Polarkoordinatensystem entstehen die Lichtverteilungskurven (Abb. 3), die allein die Wirkungsweise eines Beleuchtungskörpers eindeutig kennzeichnen.

Wie der Drehspiegel, gehört auch die Ulbricht'sche Kugel zu den unentbehrlichen Messgeräten des photometrischen Laboratoriums. Die U-Kugel ist eine Art physikalischer Integrator, der gestattet, den gesamten von einer Lichtquelle nach allen Richtungen ausgestrahlten Lichtstrom durch eine einzige Messung zu bestimmen. Diese beruht auf der Tatsache, dass der Lichtstrom einer in der Kugel sich befindenden Lampe direkt proportional ist der indirekten Beleuchtung durch Reflexion (unter Abschirmung der direkten Beleuchtung) eines Messfensters der Kugelwand. Am Messfenster wird ein kreisrundes Trübglass ein-

¹⁾ Die Lichtstärke einer Lichtquelle in einer bestimmten Richtung ist der auf die Raumwinkelseinheit bezogene, in «Lumen» gemessene Lichtstrom in dieser Richtung.

²⁾ Die Leuchtdichte B in einer bestimmten Richtung, d. h. das Verhältnis der Lichtstärke I in dieser Richtung einer leuchtenden Fläche zu deren gesehener Grösse, hat als Kriterium für die Intensität der Blendung in der modernen Lichttechnik grosse Bedeutung. Bildet die betreffende Richtung mit der Flächennormalen den Winkel ϵ , so ist $B = I_e / s \cos \epsilon$ (s = Flächeninhalt).

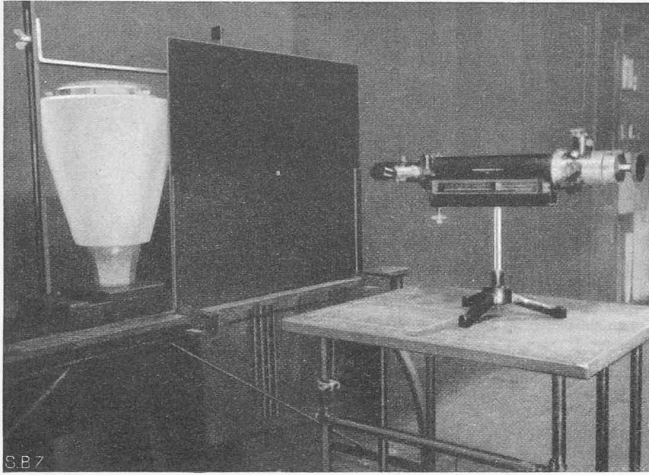


Abb. 5. Einrichtung zum Messen von Leuchtdichten.

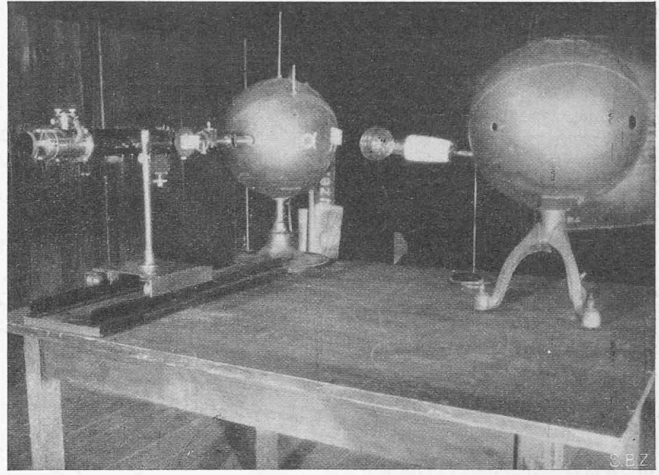


Abb. 6. U-Kugeln zur Bestimmung von Reflexion, Transmission und Absorption an Baustoffen.

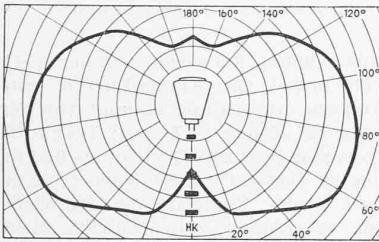


Abb. 3. Lichtverteilungskurve des B. A. G.-Kandelaber-Geleuchts «Plaza».

gesetz, das die Innenwandung tangiert, daran das entsprechend geeichte Tubusphotometer angeschlossen und damit der Gesamtlichtstrom der betreffenden Lichtquelle ermittelt. Der praktische Zweck der U-Kugel ist vor allem der, den physikalischen Wirkungsgrad von Geleuchten rasch und exakt zu bestimmen. Dieser Wirkungsgrad gibt Aufschluss über den durch den Beleuchtungskörper (Kugel, Glocke, Reflektor usw.) verursachten Lichtverlust. Der Geleuchtwirkungsgrad ist bei der Berechnung von Beleuchtungsanlagen von grundlegender Wichtigkeit. Nur mit seiner Kenntnis ist es möglich, zahlenmässige Angaben über das rationelle Arbeiten einer lichttechnischen Anlage zu machen. Anhand der Form und der Gestalt eines Beleuchtungskörpers auch nur annähernd auf seinen Wirkungsgrad zu schliessen, ist unmöglich. So schwanken die Wirkungsgrade von äusserlich gleichen Opalglaskugeln zwischen 50 und 90%. — Die in Abb. 4 gezeigte U-Kugel hat einen Durchmesser von 2,5 m. Dieser grosse Durchmesser ist bedingt durch die Grösse der zur Untersuchung kommenden Geleuchte. Je grösser nämlich die U-Kugel im Verhältnis zur Lichtquelle ist, umso genauer sind die Messresultate.

In neuerer Zeit wird immer mehr die physiologische Seite der Lichttechnik in den Vordergrund gerückt und dabei vor allem der Frage der Blendung und ihrer Ursachen grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Die Blendung hat gefährlichere Folgen, als man gemeinhin annimmt. Sie beeinträchtigt die Sehfähigkeit und verursacht Ermüdung und Unbehagen des Auges. Erste und

wichtigste, wenn auch nicht einzige, Ursache der Blendung ist eine zu hohe Leuchtdichte. Alle lichttechnischen Leitsätze enthalten deshalb Angaben über die Grenzen der zulässigen Leuchtdichten an Beleuchtungskörpern. Die bezüglichen Werte in den Leitsätzen der D.B.G.³⁾ sind die folgenden: a) bei Leuchtgeräten für Arbeitsplatzbeleuchtung: 0,2 Stilb⁴⁾ im Ausstrahlungsbereich zwischen 75° und 180° (gezählt von der Vertikalen als Nullaxe nach unten); b) bei Leuchtgeräten für Allgemeinbeleuchtung: 0,3 Stilb im Ausstrahlungsbereich zwischen 30° und 90°; c) bei Leuchtgeräten für Aussenbeleuchtung: 2 Stilb im Ausstrahlungsbereich zwischen 60° und 90°. Die Einhaltung dieser Werte bei der Konstruktion der Beleuchtungskörper ist von grösster Wichtigkeit. Wichtig ist aber auch die Möglichkeit einer messenden Kontrolle der Leuchtdichte des fertigen Leuchters. Eine solche Messung ermöglicht die in Abb. 5 gezeigte Einrichtung. In der Blende ist ein cm^2 ($= s \cos \epsilon$, Anm. 2) ausgeschnitten; senkrecht davor befindet sich das Photometer, mit dem die Lichtstärken I gemessen werden. Die zu untersuchende Lichtquelle befindet sich verschiebbar hinter der Blende. Durch die Verschiebbarkeit wird ermöglicht, die Leuchtdichteverteilung über die ganze Oberfläche des Beleuchtungskörpers festzustellen.

Durch die beschriebenen Untersuchungen der Lichtstärkeverteilung, des Wirkungsgrades und der Leuchtdichteverteilung ist die Güte und die Zweckmässigkeit eines Beleuchtungskörpers eindeutig bestimmt. Diese Daten bilden die technische Unterlage für das richtige Entwerfen und Berechnen von Beleuchtungsanlagen in physikalischer und physiologischer Hinsicht, sowie ein sachliches Kriterium in der Beurteilung von Beleuchtungskörpern verschiedener Herkunft.

Das Laboratorium hat sich ferner mit der Prüfung der Baustoffe, die zur Herstellung der Geleuchte dienen, zu beschäftigen. Es sind dies die lichtundurchlässigen und lichtdurchlässigen Materialien (blanke und matte Metalle, Aluminium, Email, Glas usw.). Hier gilt es in erster Linie die Reflexion, Absorption und Transmission zu bestimmen.⁵⁾ Der heute wohl wichtigste Baustoff für Beleuchtungskörper ist das lichtzerstreuende Beleuchtungsglas. Es findet auch in der Architektur als Bauelement in vielen Fällen Anwendung (Grossflächengeleuchte, durchleuchtete Decken, Wände usw.). Man unterscheidet «Mattgläser» und «Trübgeläser». Mattgläser werden hergestellt durch Aufrauhung der Glasoberfläche mittels Säure oder auf mechanischem Weg. Das Trübgeläser dagegen ist mit gewissen Fluor-Verbindungen in der Masse getrübt. Zu dieser Gruppe gehören die Milch-, Opal- und Opalüberfanggläser. Es liegt in den Fabrikationsschwierigkeiten und in den damit zusammenhängenden Problemen der Kristallisationsvorgänge, dass die Trübgeläser in ihren optischen Eigenschaften sehr unterschiedlich sind. Von blossen Auge betrachtet sehen sie aber fast gleich aus. Eine Apparatur, die erlaubt, Glasprüfungen einwandfrei durchzuführen, ist deshalb von grösstem Nutzen. Diese Messungen werden mit den in Abb. 6 gezeigten kleinen U-Kugeln in Verbindung mit dem Tubusphotometer ausgeführt. Durch Untersuchungen dieser Art ist man auch auf die interessante Tatsache gestossen, dass es in Bezug

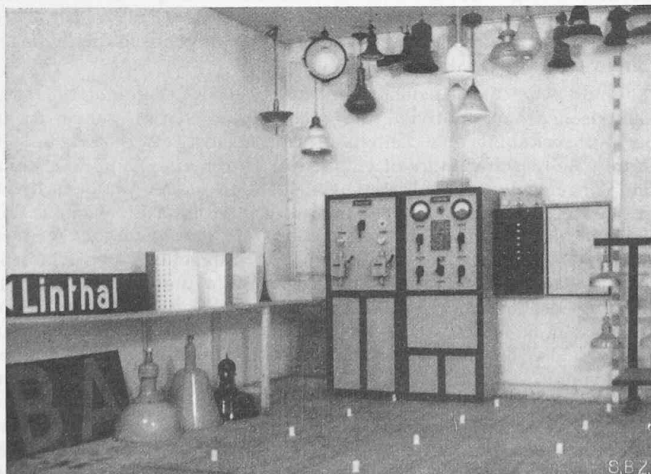


Abb. 1. Weisses Laboratorium. Messpunkte am Boden durch weisse Fassungen kenntlich gemacht.

³⁾ Leitsätze für Beleuchtung mit künstlichem Licht der Deutschen Beleuchtungstechnischen Gesellschaft E. V. Berlin 1931.

⁴⁾ Das «Stilb» ist die Einheit der Leuchtdichte; sie ist dann vorhanden, wenn ein cm^2 leuchtender Fläche die Lichtstärke einer Kerze aussendet.

⁵⁾ Diese Begriffe sind am internationalen Beleuchtungskongress 1928 in Saranac-Inn eindeutig festgelegt worden.

auf den Wirkungsgrad gar nicht gleichgültig ist, welche Seite der Matt- und Trübgeläser der Lichtquelle zugekehrt wird.

Zu der messenden Untersuchung reflektierender und transmittierender Stoffe gehört als wesentlicher Faktor die Bestimmung der streuenden Eigenschaften. Ein Metall z. B. kann den reflektierten Lichtstrom regulär (spiegelnd) oder diffus oder aber gemischt zerstreuen. Desgleichen kann ein Beleuchtungsglas reguläre, diffuse oder gemischte Transmission besitzen. Ein einfacher Versuch zeigt diese Unterschiede im lichttechnischen Verhalten von Gläsern. Lässt man eine mehr oder weniger punktförmige Lichtquelle (Glühlampe) in einem Abstand von einigen Zentimetern durch ein Mattglas hindurchscheinen, so erkennt man die Lage dieser Lichtquelle als einen unscharf begrenzten Lichtfleck mit hoher Leuchtdichte. Diese Leuchtdichte fällt nach dem Rand des Glases sehr stark ab. Ersetzt man das Mattglas durch ein Trübglass, so ist die Lampe nicht mehr zu erkennen und das ganze Glas scheint gleichmässig ausgeleuchtet. (Ein angemessener Abstand der Lichtquelle vom Glas, der von der Grösse der auszuleuchtenden Glasfläche abhängt, ist dabei Voraussetzung.)⁶⁾ Für Beleuchtungskörper und lichtstreuende Verglasungen ist eine vollkommene Streuung bei möglichst geringer Absorption ideal. Der Fall der vollkommenen Streuung ist vorhanden, wenn die Lichtstärke der leuchtenden Fläche mit dem Cosinus des Austrittswinkels abnimmt: $I_e = I_0 \cos \epsilon$. Die Lichtverteilungskurve einer solchen Fläche ist ein Kreis, der die leuchtende Fläche tangiert.

Ein leuchtendes Glas mit vollkommener Streuung erscheint immer mit der gleichen Leuchtdichte, gleichgültig unter welchem Winkel es betrachtet wird. Aus dem gleichen Grund erscheint eine aus vollkommen streuendem Glas bestehende Kugel als gleichmässig leuchtende Scheibe.

Die Untersuchungen der beschriebenen Art lassen sich mit der abgebildeten Messeinrichtung mit einer Genauigkeit durchführen, die den praktischen Bedürfnissen vollauf genügt. Dass solche Untersuchungen sehr oft auch für den Architekten nützlich sein können, z. B. wenn er sich Rechenschaft geben will über die lichtstreuenden Eigenschaften von Decken- und Wandanstrichen usw., versteht sich von selbst.

150 t Lokomotiv-Schiebebühne der SBB im Bahnhof Luzern.

Von Ing. O. SUTER, Luzern.

Die Schiebebühnen dienen zum Verschieben von Lokomotiven, Bahnwagen und anderen Schienenfahrzeugen von einem Geleise auf ein benachbartes, parallel laufendes Geleise. Bei den unversenkten und halbversenkten Schiebebühnen besteht in der Regel kein oder nur ein kleiner Höhenunterschied zwischen den Fahrschienen für die Bühne und dem Versatzgeleise; statt dessen sind die Schienen auf der Schiebebühne gegenüber dem Versatzgeleise erhöht; zum Ausgleich dieses Höhenunterschiedes dienen keilförmige Auflaufschienen oder -Zungen. Die unversenkten und halbversenkten Schiebebühnen haben den Vorteil, dass sie den durchgehenden Verkehr auf der Versatzgeleiseanlage nicht unterbrechen.

Durch die Grube der ganzversenkten Schiebebühnen werden die Versatzgeleise vollständig unterbrochen, sodass ein durchgehender Verkehr nur über die Schiebebühne möglich ist. Der Übergang vom Versatzgeleise zu dem auf gleicher Höhe liegenden Geleise auf der Schiebebühne erfolgt ohne Auflaufschiene, ein bedeutender Vorteil für schwere Fahrzeuge und strengen Rangierbetrieb. Eine solche versenkte, mit den neuesten Sicherheitsvorrichtungen versehene Schiebebühne für 150 t Tragkraft steht seit dem Frühjahr 1932 im Bahnhof Luzern der SBB in ununterbrochenem strengem Betrieb. Es ist die grösste in der

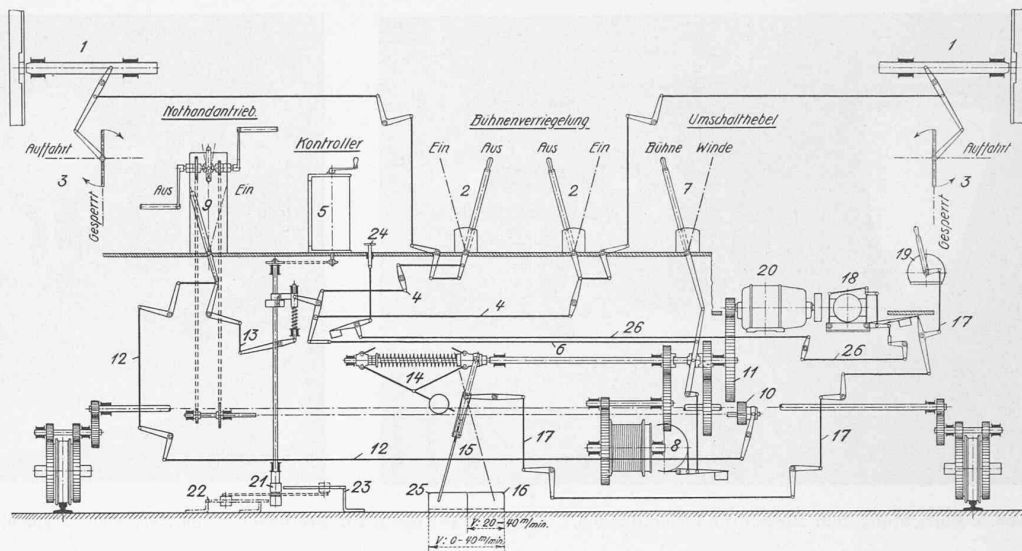


Abb. 3. Schema der Sicherheits- und Verriegelungs-Einrichtungen der Schiebebühne im Bahnhof Luzern.

Schweiz im Freien aufgestellte Anlage. Sie wurde von der A.-G. der Maschinenfabrik von Th. Bell & Cie. Kriens-Luzern entworfen und gebaut; die elektrische Ausrüstung stammt von der Maschinenfabrik Oerlikon. Sie hat folgende Daten: Tragkraft 150 t, Grubenbreite 18,0 m, Grubenlänge 31,2 m, Grubentiefe 0,51 m, Anzahl Schienen in der Grube 2, Abstand der Schienen 16,72 m, Bühnenfahrgeschwindigkeit 40 m/min, Zugkraft der Seilwinde 4000 kg, Seilgeschwindigkeit 40 m/min; zum Antrieb dient Drehstrom von 340 V und 50 Hz.

Der eine der beiden Vollwand-Hauptträger der Schiebebühne (Abb. 1) trägt die seitlich angebaute geräumige Führerkabine zur Aufnahme der Antriebsteile sowie der Steuerapparate; von deren ringsherum angeordneten Fenstern sind die gegen die Lokomotive gerichteten leicht geneigt, damit sich der Maschinist vom Führerstand aus überzeugen kann, ob die Stromabnehmer der zu verschiebenden Lokomotive heruntergelassen sind (Abb. 2).

Die acht Laufrollen der Bühne in Stahlguss mit aufgezogenen Stahlbandagen sind paarweise an jedem Ende der Bühnenträger in Balanciers gelagert; sie haben beim Auffahren einer schweren Lokomotive einen maximalen Raddruck von je rd. 32 t aufzunehmen. Die beiden äusseren, auf der Führerstandsseite angeordneten Antriebslaufrollen haben Zahnkränze und werden über eine durchgehende Transmissionswelle von dem in der Führerkabine untergebrachten Fahrtrieb aus in Bewegung gesetzt (Abb. 3). Das auf dem Motorwellenende aufgekeilte Antriebsritzel aus elastischem Kunstharz-Pressmaterial vermag bei 960 U/min maximal 58 PS über Stirnrädervorgelege auf die Transmissionswelle zu übertragen. Eine auf dem anderen Motorwellenende sitzende Bremscheibe (Abb. 2) mit Bremse gestattet ein sanftes Einstellen der Schiebebühne auf die verschiedenen Anschlussgeleise. Die maximal belastete Schiebebühne kann mit dieser Bremse aus voller Geschwindigkeit auf einem Weg von 0,70 m zum Stillstand gebracht werden; die Bedienung der Bremse erfolgt durch ein beim Führerstand angebrachtes Pedal. Ein besonderer Handantrieb mit zwei Uebersetzungen für leere oder belastete Bühne ermöglicht bei Stromunterbruch die Schiebebühne durch vier Mann zu bewegen.

Zum Auf- und Abziehen von kalten Dampflokomotiven oder elektrischen Lokomotiven, die nicht unter Strom stehen, ist in der Führerkabine eine Seilwinde von 4000 kg Zugkraft bei 40 m/min Seilgeschwindigkeit eingebaut. Durch eine Kupplung kann die Vorgelegewelle nach Belieben auf Fahr- oder Windenantrieb geschaltet werden. Ein besonderer Seilleitapparat wickelt das Seil auf der Trommel in mehreren Lagen geordnet auf; weitere Umlenkrollen dienen zur Führung des Zugseiles. Der Antriebsmotor — ein Asynchronmotor von 960 U/min und 58 PS Maximalleistung bei intermittierendem Betrieb — gestattet die vollbelastete Bühne innert rd. 5 sec auf die Höchstgeschwindigkeit zu bringen. Durch den 8-stufigen Anlass- und Reversierkontroller ist es möglich, zum Manövrieren der Bühne die Motordrehzahl bei Vollast bis auf 40 % der normalen Drehzahl herabzusetzen. Kontroller, Schalttafeln für Kraft, Licht und Heizung, sowie die verschiedenen Bühnenverriegelungs-, Antrieb- und Umschalthebel sind beim Führerstand (Abb. 2) praktisch und übersichtlich angeordnet. Die Hauptstromzuführung für den Motor ist in den beiden I-Trägern der Grubeneinfassung untergebracht. Sie ist

⁶⁾ Frühling: Die Ausleuchtung lichtstreuender Verglasungen. «Licht und Lampe», 1930, Heft 2.