

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 22

Artikel: Erfahrungen mit Verdunkelungsmassnahmen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51289>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

Molekülen an der Kontaktstelle nicht nur abstossende, sondern auch anziehende Kräfte auf (molekulare Haltekräfte); dazu kommen elektrostatische Anziehungskräfte:

a) Die molekulare Haltekraft P_h hängt von der berührenden Fläche, vom Berührungsdruck, der Dauer der Berührung und vor allem von der Oberflächenbeschaffenheit ab. Diese ist abhängig von dem umgebenden Gase und der Temperatur. Bei normalen elektrischen Kontakten steigt die Temperatur zum mindesten örtlich immer bis zum Schmelzpunkt. Aber auch ohne diese Erwärmung, die die Kontakte zum Schmelzen oder Schweißen bringt, treten erhebliche molekulare Haltekräfte auf. Diese können bei den unten beschriebenen Kontakten zwischen 10^{-5} und 1 gr gewählt werden.

b) Elektrostatische Anziehungskraft P_e . Da bei elektrischen Kontakten eine wenn auch unter Umständen sehr kleine Potentialdifferenz u zwischen den Kontakten liegen muss, entsteht eine unter Umständen erhebliche elektrostatische Anziehungskraft. (Diese Anziehungskraft wird übrigens im Momenten der Kontaktabhebung noch vergrössert, da dann die Spannung notwendigerweise ansteigen muss, damit durch die Kontaktunterbrechung eine Schaltung ausgelöst werden kann.) Diese elektrostatische Anziehungskraft, die zum Teil identisch ist mit dem sogenannten Johnson-Rabeck Effekt, kann bedeutende Werte erreichen und proportional u^2 angenommen werden.

Bei Berücksichtigung der Kräfte a) und b) tritt an Stelle der Gl. (5):

$$b_K = g \sin \varphi + I E \frac{f}{m e^3} + \frac{P_h}{m} + k \frac{u^2}{m} \dots \quad (6)$$

Um einen empfindlichen Kontakt zu bauen, sollen die beiden letzten Glieder gegen die beiden ersten verschwinden. Dazu kann man m gross wählen, oder P_h und u sehr klein nehmen. Im ersten Falle erhält man ein grosses System, das zudem die eigentliche Kontaktstelle leicht beschädigt und deshalb auf die Dauer nicht zuverlässig arbeitet. Durch besondere Massnahmen gelang es, P_h und u soweit zu verkleinern, dass mit sehr kleiner Masse m gearbeitet werden kann.

Versuche ergaben, dass zum sicheren Schutz von Fenstern und Türen ein Apparat notwendig ist, der auf eine Beschleunigung b_K von rd. $500 \div 1000 \text{ cms}^{-2}$ reagiert. Zum Schutze von Zimmern gegen Betreten ist $b_K \approx 50 \div 100 \text{ cms}^{-2}$, zum Schutze eines Durchgangs (durch einen $20 \div 50 \text{ cm}$ in den Boden eingegrabenen Apparat) ist $b_K \approx 5 \div 10 \text{ cms}^{-2}$ zu wählen.

Zum Vergleich sei angeführt, dass die normalen Erschütterungen der Erdoberfläche durch Ebbe und Flut und alle allgemeinen Störungen rd. $0,25 \text{ cms}^{-2}$ betragen, und dass eine Erdbebenstärke zwischen $2,5 \div 5 \text{ cms}^{-2}$ selbst während des vollen Tagesbetriebes und im Freien von zahlreichen Personen gespürt wird. Dabei rasseln schon Möbel, Türen und Fensterladen schlagen auf und zu, Fensterscheiben zerspringen und die Schlafenden erwachen allgemein. Ein Erdbeben mit einer Beschleunigung zwischen 50 und 100 cms^{-2} wirkt verwüstend und zerstört etwa die Hälfte der Steinhäuser. Bei einem Erdbeben, das Beschleunigungen zwischen $500 \div 1000 \text{ cms}^{-2}$ verursacht, hält kaum ein Werk von Menschenhand mehr stand⁵⁾.

Damit durch die oben angeführten Beschleunigungen ein Signal ausgelöst werde, ist es am einfachsten, einen elektrischen Kontakt so zu bauen, dass er einen Stromkreis dann unterbricht, wenn die in günstigster Richtung einwirkende Beschleunigung b_K ihn zu öffnen vermag. Dazu muss eine bewegliche Masse m im Ruhezustand so gegen einen mit dem Apparat fest verbundenen Kontakt drücken, dass (5) erfüllt ist. K kann dabei durch eine Federanordnung erzeugt werden (Abb. 9a und 10a), oder eine Masse kann, wie in Abb. 9b und 10b gezeigt, an einem Pendel aufgehängt werden. Die zweite Lösung bewährte sich für mechanisch hochbeanspruchte Kontakte besser, da dabei keine sich verformenden oder hoch beanspruchten Einzelteile, wie Federn, vorhanden sind.

Derartige Anordnungen sind schon lange bekannt, wurden aber häufig nicht richtig angewandt, da zumeist die notwendige starre Verbindung der Gegenelektroden mit dem Apparat und damit mit der Unterlage fehlt. Eine gewisse Elastizität dieser Unterlage kann für Sonderfälle erwünscht sein, da sie bewirkt, dass das Signal nur bei einer Bewegung mit einer Beschleunigung b_K erfolgt, die zum Abheben des Kontaktes ausreicht und außerdem eine derartige Amplitude A besitzt, dass die Elastizität der Gegenelektrode nicht ausreicht, um der Bewegung folgen zu können.

Eingehende Versuche zeigten nun, in Übereinstimmung mit der allgemeinen Erfahrung, dass ein vollkommen zuverlässiger Kontakt bei kleinem Kontaktdruck auf die Dauer nur in einem her-

metisch abschliessbaren Raum erreicht werden kann⁶⁾. Deshalb wurden die Kontakte vollständig in ein Glasgefäß eingeschlossen.

Damit das Glasgefäß durch die notwendige Masse m bei extrem starken Beschleunigungen, wie sie z. B. beim Zuschlagen von Fenstern oder Türen, oder bei an einer Eisenbahnschwelle befestigten derartigen Kontakten auftreten, nicht zerschlagen wird, muss die Masse m möglichst verkleinert werden, und soll wenn möglich einige 10 gr nicht übersteigen. Der Kontaktdruck P wird nach (4) entsprechend klein.

Damit bei diesen kleinen Kontaktdrücken, bei denen noch keine nennenswerte mechanische Verformung und damit Reinigung der Kontaktstellen erfolgt, ein sicherer Stromdurchgang stattfindet, müssen die Kontaktstellen peinlichst gereinigt werden (durch Ausglühen im Hochvakuum). Derartige reine Metallflächen haften aber im Vakuum infolge molekulärer Anziehungs Kräfte stark aneinander, sodass P_h in (6) sehr gross wird. Durch ein Spezialverfahren gelingt es aber, die Kontaktflächen so zu behandeln, und gewissermassen zu schmieren, dass dies Haften, das eine Art Zusammenschweissen ist, die nichts mit dem Stromdurchgang zu tun hat, verhindert wird, und dass trotzdem noch ein äusserst kleiner elektrischer Uebergangswiderstand vorliegt.

Die Erklärung für dieses auf den ersten Blick unmöglich erscheinende Verhalten liegt wohl darin, dass das Zusammenkleben durch eine nichtmetallische Schicht von nur einer einzigen Moleküllage verhindert wird⁷⁾. Ein Stromdurchgang ist dann nach der Wellenmechanik trotzdem noch möglich, da die der Broglie-Wellenlänge des Elektrons bei den am Kontakt liegenden Spannungen in der Grössenordnung des Moleküldurchmessers liegt, und damit nach dem Tunneleffekt diese Schicht durchdringen kann.

Bei geeigneter Gasfüllung und geeigneter Materialart für die Kontakte ist es möglich, den Kontakt so zu bauen, dass er auch bei andauernder stärkster Beanspruchung und trotz der nicht zu vermeidenden, wenn auch ganz geringen Abnutzung der Kontaktfläche ständig diese, das Zusammenkleben verhindrende Haut neu bildet. Durch diese Massnahme ist es möglich, Kontakte der verschiedensten Empfindlichkeit und für die verschiedensten Zwecke zu bauen, die außerordentlich zuverlässig arbeiten. Man sieht freilich den kleinen und einfachen Kontakten nicht mehr an, dass es zu ihrer Konstruktion ziemlich grundlegender Erkenntnisse der modernen Physik und der bewundernswerten Forschungsergebnisse der Vakuumtechnik bedurfte.

Mit diesen Kontakten lassen sich, indem man sie in ein Gehäuse einbaut und mit Anschlussklemmen versieht, äusserst kleine Einbruchwächter bauen. Diese robusten Apparate, die sich nicht merklich abnutzen und keinen Ersatz verlangen, dienen zum Schutze von Fenstern, Türen und Kästen. Dabei ist es sehr vorteilhaft, dass sie auf harte Erschütterungen (die in der Nähe entstehen) reagieren, und nicht auf weiche Erschütterungen, selbst wenn diese sehr grosse Amplituden besitzen (die von entfernten, sehr starken Erschütterungssherden herrühren).

Ein Modell sehr grosser und einstellbarer Empfindlichkeit kann zum Schutze von Tresor-Räumen oder von Durchgängen dienen. Abb. 11 zeigt einen Einbruchwächter, der in ein kleines Panzergehäuse eingebaut ist und mit Kabelmasse ausgegossen werden kann. Er dient zum Schutze von Drahhindernissen oder von Gittern.

Erfahrungen mit Verdunkelungsmassnahmen

Erfahrungen mit Verdunkelungsmassnahmen sind in der «Z.VDI» 1940, Nr. 30 von E. von der Trappen zusammengefasst. Kleinere Wohn- und Werkräume sind verhältnismässig einfach zu verdunkeln, z. B. durch einzusetzende Holzrahmen von Fenstergrösse, die mit lichtundurchlässigem Karton oder Stoff bespannt sind. Für Treppenaufgänge eignen sich Luftschatz-Glühlampen von $8 \div 15 \text{ W}$ mit schwarzem, eine Lichtaustrittsöffnung freilassendem Glaskolben. Die auch bei schwachem Licht vorhandene Blendungsgefahr ist nicht ausser acht zu lassen. Von den Luftschatz-Innenleuchten sorgen insbesondere solche mit indirektem Lichtaustritt für eine gleichmässig schwache Beleuchtung von Magazinen u. dergl. Einen unbekannten Uebertritt von schwach in hell erleuchtete Räume ermöglichen Lichtschleusen. Große Räume bieten grössere Schwierigkeiten. Für grosse Fenster bilden lichtdichte Klappläden zugleich einen Splitterschutz. Oberlichter kann man mit Ziehvorhängen, Holz- oder Blechplatten

⁶⁾ R. Holm: Zur Theorie der ruhenden metallischen Kontakte. Wiss. Veröff. aus dem Siemens-Konzern 10 (1931), 4 S. 1 bis 65.

⁷⁾ R. Holm a. a. O.

abdecken. Aussenabdeckungen sind Witterungseinflüssen (Schneelast!) ausgesetzt, Innenabdeckungen bieten keinen Splitterschutz und lassen im Mondschein blitzende Glasflächen unverdeckt. Glasdächer einfach anstreichen, hiesse ihren Tageszweck verfeilen; die Verdunkelungsvorrichtung ist wenigstens teilweise entfernbare vorzukehren. Es sei denn, man entschliesse sich zu dem teuren Doppelfilter-Verfahren. Das Fensterglas versieht man dann z. B. mit einem grünen Filterüberzug und filtert das Glühlampen- oder Natriummischlicht der künstlichen Lichtquellen (solche entstehen aber auch beim Schmieden, Schweißen oder Giessen!) orange oder gelb-orange ab. Der Betrieb geht dann nachts bei von dem Dachfilter verschlucktem Orange-Licht vor sich, tags bei grün gesiebtem Tageslicht, womöglich ergänzt durch unverfälschtes Licht aus einer Tagesöffnung. Lackfilter lassen sich auf Glasflächen aufspritzen, Glühlampen in Lackfilter tauchen; im ersten Fall müssen die Lacke wetter-, im zweiten hitzebeständig sein. — Eine völlig lichtdichte Verkleidung der Fenster kann sich z. B. in Reparaturwerkstätten, wo nicht an allen Maschinen gleichzeitig gearbeitet wird, erübrigen bei Abblenden vorhandener Werkplatzleuchten, z. B. mit einem auf die Glühbirne gestülpten Kartonrohr.

In nachts verdunkelten Ländern gilt es, den Strassenverkehr bei einer Beleuchtung aufrechtzuerhalten, die keinen direkten Lichtstrahl aufwärts sendet (in einem Winkel von mehr als 5° gegen die Waagrechte bei Richtleuchten, von mehr als 10° bei Automobil-Scheinwerfern) und eine allzu weite Aufhellung der Strassendecke (in einem Umkreis von über 30 ± 40 m) vermeidet, wie auch eine über 0,01 Lux (schwache Mondscheinbeleuchtung) hinausgehende Beleuchtungstärke. Vorhandene Leuchten können bei Herabsetzung der Spannung oder Verminderung der Glühkörperzahl, Verwendung von Trübglassringen u. dergl. und bei Abdeckung des unmittelbaren Lichtaustritts nach unten als Luftschatz-Richtleuchten an Strassenkreuzungen usw. verwendet werden. Bis auf 150 m Entfernung soll die Richtleuchte an einer oder zwei «Kennungen», d. h. waagrechten, ringförmigen, nach oben abgeschirmten Aussparungen für den direkten Lichtaustritt, zu erkennen sein. Dabei ist durch Lichtschürzen u. dergl. eine starke Aufhellung von Hauswänden zu vermeiden. Friedensmäßig beleuchtete Verkehrs- und Warnungszeichen sollen, z. B. durch Luftschatz-Glühlampen oder Glimmlampen erleuchtet, im Betrieb bleiben. Der Aufrechterhaltung des Verkehrs dienen neben weissem Anstrich von Bordkanten usw. die Lumineszenzverfahren, die entweder das Nachleuchten von durch natürliches oder künstliches Licht aufgeladenen Substanzen benutzen (Leuchtplaketten) oder das Aufleuchten (Phosphoreszenz, Fluoreszenz) anderer, mit unsichtbarem, nämlich ultraviolettem Licht bestrahlter Leuchtstoffe, die man den handelsüblichen Farbanstrichen, wie auch Putz, Beton usw. beimengen kann. Zu ihrer Anregung eignen sich z. B., zur Aufhellung eines Umkreises von etwa 30 m, Quecksilberdampflampen von 130 W mit Blauglaskolben, zum Anleuchten von Schildern u. dergl. kleinere Blauflächenglimmlampen. — Automobilscheinwerfer sollen für andere Verkehrsteilnehmer bis auf 100 m Abstand sichtbar sein. Der von der deutschen Wehrmacht benutzte, l. c. in Zeichnung dargestellte Tarnscheinwerfer wird auf dem linken vorderen Kotflügel angebracht. Innerhalb eines Fächers von rd. 120° Oeffnung erzeugt er bis auf etwa 50 m Entfernung eine gleichmässig schwache Horizontalbeleuchtung, dagegen eine erheblich stärkere Vertikale Beleuchtung, die das Erkennen von Hindernissen ermöglicht.

Neuzeitliche Grosskolbenmaschinen

Auf dem Gebiete der Dampfkraftanlagen hat sich für industrielle Betriebe bekanntlich die Kolbenmaschine als Gegendruck- oder Entnahmedampfmaschine¹⁾ in neuer Zeit wieder durchzusetzen vermocht, wo hohe Dampfdrücke, kleiner Dampfdurchsatz und verhältnismässig geringe Drehzahlen zur Anwendung kommen, während man zur Verarbeitung grosser Dampfvolumina heute dort ausschliesslich die Dampfturbine aufstellt. Einzig im Berg- und Hüttentrieb ist die Grossleistungs-Kolbendampfmaschine nie ganz verschwunden. Lange Zeit schien es zwar, als ob sie auch dort weichen und dem elektrischen Antrieb das Feld ganz überlassen müsse, aber die neuzeitlichen Konstruktionen, insbesondere der «Demag», haben es mit sich gebracht, dass bei geringerer Wärmeaufwand und kleineren Anlagekosten der Dampfantrieb mit schnellaufenden, mehrkurbligen Kolben-Maschinen die wesentlichen Vorteile des elektrischen Antriebes für Walzenstrassen und Schachtförderanlagen auch besitzt, was natürlich die Entwicklung auf diesem Gebiet entscheidend beeinflusst. Wie wir in Bd. 114, S. 73* ausführlich dargelegt haben, hat der elektrische Walzmotor gegenüber der älteren Umkehr-

Dampfmaschine den Vorzug, dass er den Bewegungen des vom Maschinisten betätigten Steuerhebels schnell und eindeutig folgt. Auch entspricht bei allen Belastungen jeder Stellung des Steuerhebels eine angenähert konstante Drehzahl. Durch die Wahl von mehrkurbligen schnellaufenden Gleichstromdampfmaschinen, ausgerüstet mit Oeldruckregulatoren und drückölgesteuerten Ventilen, und das Zwischenschalten von Zahnradreduktionsgetrieben mit Pfeilverzahnung, deren Zahnflanken nur soviel Flächenpressung aufweisen, dass ein zusammenhängender Oelfilm sich bilden kann, sind der Grosskolbendampfmaschine wieder neue, günstige Aussichten eröffnet worden. Die Erfahrungen, die die «Demag» mit schnellaufenden Umkehrdampfmaschinen für Schachtförderanlagen und dann mit einer Dreizylinder-Einheit für den Antrieb von Walzenstrassen machte, liess sie kürzlich eine weitere Grossmaschine für eine Grobblechstrasse bauen, deren Konstruktion sich weitgehend mit den Abbildungen auf Seite 73, Band 114 deckt. Sie hat aber fünf Zylinder mit 630 mm Bohrung, 950 mm Hub und läuft mit ± 270 U/min als Maximaldrehzahl, wobei sie eine Höchstleistung von 30000 PS abzugeben vermag. Der Frischdampfdruck beträgt 37 at bei 380°C Überhitzung. Durch Zahnradgetriebe wird eine Reduktion der höchsten Drehzahlen auf ± 60 U/min an den Walzen erreicht, wo ein maximales Drehmoment von 450 mt verlangt wird. Während im allgemeinen die Leistungen der Dampfmaschine in einem Getriebe übertragen werden können, würde für den Antrieb besonders schwerer Walzenstrassen das Getrieberad so gross, dass es nicht mehr auf der Bahn befördert werden könnte. Für diese Fälle hat die Demag eine sinnfällige Lösung mit zwei Getrieben

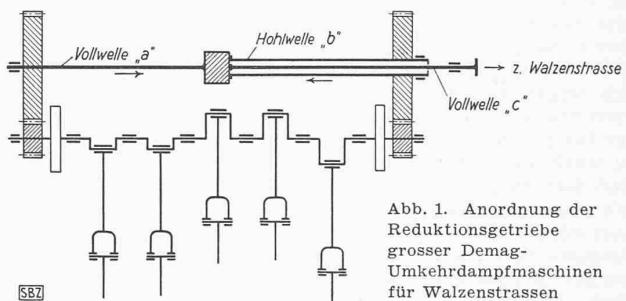


Abb. 1. Anordnung der
Reduktionsgetriebe
grosser Demag-
Umkehrdampfmaschinen
für Walzenstrassen

(Abb. 1) entwickelt und bei der genannten Maschine zur Anwendung gebracht, bei der beide an den Kurbelwellenenden angebrachten Getriebe die gleiche Leistung übertragen, was nicht bei jeder Bauart gewährleistet wäre. Beide Getriebe arbeiten zunächst auf ein Wellenmittelstück, das eine über die Vollwelle «a», das andere über die Hohlwelle «b». Die Verdrehung dieser beiden ist zwangsläufig die gleiche, und da ihre Längen durch die Anordnung und ihre polaren Trägheitsmomente ebenfalls die selben sind, können sie nur gleiche Leistungsanteile übertragen. Vom Wellenmittelstück führt dann durch die Hohlwelle «b» die volle Welle «c» zur Walzenstrasse. Diese Anordnung wirkt sich auch dynamisch in Bezug auf Schwingungen der Kurbelwelle günstig aus. Besondere Schwingungsdämpfer sind nicht notwendig; auf beiden Wellenenden sitzt je nur eine leichte Schwunzscheibe.

Kolbendampfmaschinen grosser Abmessungen finden neuerdings auch Verwendung für den Antrieb der sogenannten Ferngasverdichter, mit denen im Hütten- oder Zechenbetrieb überschüssiges Gas in ein Verteilernetz für den allgemeinen Gasbedarf der Umgebung gepresst wird. Da hier Drücke von 10 bis 20 at zur Anwendung gelangen, das zu verdichtende Gas ein geringes spezifisches Gewicht hat und die Gasdrücke im Netz mit den Belastungsschwankungen stark wechseln, kommen fast nur Kolbenkompressoren in Frage, bei denen die Mengenregelung nur durch Änderung der Drehzahl bewirkt wird, sodass sie bei jeder Fördermenge einen guten Wirkungsgrad aufweisen. Besonderswert ist hier eine Bauart, bei der die Niederdruckstufe des Kompressors und diejenige der Verbunddampfmaschine in Tandemanordnung auf die eine, und die beiden Hochdruckstufen auf die andere Kurbel der zweikurbligen Maschine wirken, sodass die treibenden Dampfzyliner ihre Leistung unmittelbar an die Gaszyliner abgeben und die Kurbelwelle nur den Arbeitsausgleich zwischen beiden Maschinenseiten vermittelt. Solche Maschinen wurden gebaut mit einem Hub von 1400 mm; die Bohrungen der Kompressorzyliner betragen 2000 mm im Niederdruck- und 1130 mm im Hochdruckteil. Auf der Dampfseite betragen die Bohrungen 1200 bzw. 1850 mm. Bei 80 U/min beträgt die indizierte Leistung der Dampfmaschine 3800 PS; η_{mech} erreicht dabei Werte bis zu 93%. Die Gruppe ist bis zu 17 U/min herab regelbar.

¹⁾ Vgl. Bd. 115, S. 291 (29. Juni 1940).