

**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. 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:** 17.03.2025

**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 Berührungsdruk, 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 Momente 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):

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

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 Durchganges (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  $100 \text{ cms}^{-2}$  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 stand<sup>5)</sup>.

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 Uebereinstimmung mit der allgemeinen Erfahrung, dass ein vollkommen zuverlässiger Kontakt bei kleinem Kontaktdruk auf die Dauer nur in einem her-

metisch abschliessbaren Raume erreicht werden kann<sup>6)</sup>. Deshalb wurden die Kontakte vollständig in ein Glasgefäss eingeblassen.

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 Kontaktdruk  $P$  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 molekularer Anziehungskräfte stark aneinander, sodass  $P_h$  in (6) sehr gross wird. Durch ein Spezialverfahren gelingt es aber, die Kontaktoberflächen 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 wird<sup>7)</sup>. Ein Stromdurchgang ist dann nach der Wellenmechanik trotzdem noch möglich, da die de 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 Kontaktoberfläche ständig diese, das Zusammenkleben verhindernde 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 Erschütterungsherden herühren).

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 Drahthindernissen 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 Luftschutz-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 Luftschutz-Innenleuchten sorgen insbesondere solche mit indirektem Lichtaustritt für eine gleichmässige schwache Beleuchtung von Magazinen u. dergl. Einen unbemerkten 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

<sup>5)</sup> R. Holm: Zur Theorie der ruhenden metallischen Kontakte. Wiss. Veröff. aus dem Siemens-Konzern 10 (1931), 4 S. 1 bis 65.

<sup>7)</sup> R. Holm a. a. O.

<sup>6)</sup> R. Jung: Kleine Erdbebenkunde, Springer, 1938, S. 38.

abdecken. Aussenabdeckungen sind Witterungseinflüssen (Schneelast!) ausgesetzt, Innenabdeckungen bieten keinen Splitterschutz und lassen im Mondschein blitzende Glasflächen unverdeckt. Glasdächer einfach anstreichen, hiesse ihren Tageszweck verteilen; die Verdunkelungsvorrichtung ist wenigstens teilweise entfernbar 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 gesiebtetem 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 Werkplatzeleuchten, 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  $5^\circ$  gegen die Waagrechte bei Richtleuchten, von mehr als  $1^\circ$  bei Automobil-Scheinwerfern) und eine allzu weite Aufhellung der Strassendecke (in einem Umkreis von über  $30 \div 40$  m) vermeidet, wie auch eine über  $0,01$  Lux (schwache Mondscheinbeleuchtung) hinausgehende Beleuchtungsstärke. Vorhandene Leuchten können bei Herabsetzung der Spannung oder Verminderung der Glühkörperzahl, Verwendung von Trübglassingen u. dergl. und bei Abdeckung des unmittelbaren Lichtaustritts nach unten als Luftschutz-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 Luftschutz-Glühlampen oder Glimmlampen erhellt, 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 Farbenstrichen, 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 Blaulächenglimmlampen. — Automobilscheinwerfer sollen für andere Verkehrsteilnehmer bis auf  $100$  m Abstand sichtbar sein. Der von der deutschen Wehrmacht benutzte, i. c. in Zeichnung dargestellte Tarnscheinwerfer wird auf dem linken vorderen Kotflügel angebracht. Innerhalb eines Fächers von rd.  $120^\circ$  Oeffnung erzeugt er bis auf etwa  $50$  m Entfernung eine gleichmässig schwache Horizontalbeleuchtung, dagegen eine erheblich stärkere Vertikalbeleuchtung, die das Erkennen von Hindernissen ermöglicht.

## Neuzeitliche Grosskolbenmaschinen

Auf dem Gebiete der Dampfkraftanlagen hat sich für industrielle Betriebe bekanntlich die Kolbenmaschine als Gegendruck- oder Entnahmedampfmaschine<sup>1)</sup> in neuer Zeit wieder durchzusetzen vermocht, wo hohe Dampfdrücke, kleiner Dampfdrucksatz und verhältnismässig geringe Drehzahlen zur Anwendung kommen, während man zur Verarbeitung grosser Dampfolumina heute dort ausschliesslich die Dampfturbine aufstellt. Einzig im Berg- und Hüttenwerkbetrieb 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 geringerem Wärmeverbrauch und kleineren Anlagekosten der Dampftrieb mit schnellaufenden, mehrkurbigen Kolbenmaschinen 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 mehrkurbigen schnellaufenden Gleichstromdampfmaschinen, ausgerüstet mit Oeldruckregulatoren und druckölgesteuerten 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  $\pm 270$  U/min als Maximaldrehzahl, wobei sie eine Höchstleistung von  $30000$  PS abzugeben vermag. Der Frischdampfdruck beträgt  $37$  at bei  $380^\circ$  C Ueberhitzung. Durch Zahnradgetriebe wird eine Reduktion der höchsten Drehzahlen auf  $\pm 60$  U/min an den Walzen erreicht, wo ein maximales Drehmoment von  $450$  t 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

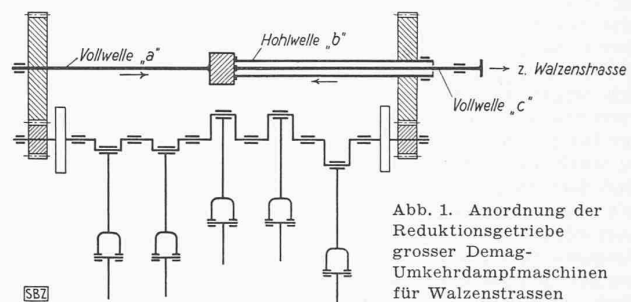


Abb. 1. Anordnung der Reduktionsgetriebe grosser Demag-Umkehrdampfmaschinen für Walzenstrassen

(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 Schwingscheibe.

Kolbendampfmaschinen grosser Abmessungen finden neuerdings auch Verwendung für den Antrieb der sogenannten Ferngasverdichter, mit denen im Hütten- oder Zechenbetrieb überschüssiges Gas in ein Verteilnetz 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 Aenderung der Drehzahl bewirkt wird, sodass sie bei jeder Fördermenge einen guten Wirkungsgrad aufweisen. Bemerkenswert 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 zweikurbigen Maschine wirken, sodass die treibenden Dampfzylinder ihre Leistung unmittelbar an die Gaszylinder abgeben und die Kurbelwelle nur den Arbeitsausgleich zwischen beiden Maschinenseiten vermittelt. Solche Maschinen wurden gebaut mit einem Hub von  $1400$  mm; die Bohrungen der Kompressorzylinder 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;  $\eta_{\text{mech}}$  erreicht dabei Werte bis zu  $93\%$ . Die Gruppe ist bis zu  $17$  U/min herab regelbar.

<sup>1)</sup> Vgl. Bd. 115, S. 291 (29. Juni 1940).