**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
**Band:** 70 (1952)
**Heft:** 44

**Artikel:** Kontaktmetalle
**Autor:** Schiessl, E.
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-59701

**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:** 06.08.2025

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

Tabelle 1

| $P$ | $M$ | $\Delta e$ auf unterer Balkenfläche | $\varepsilon_e$ | $\Delta e$ auf oberer Balkenfläche | $\varepsilon_b$ | $\varphi$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| kg | kg.m | $^1/_{200}$ cm | $^0/_{00}$ | $^1/_{200}$ cm | $^0/_{00}$ | |
| Eig.-G. | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1000 | 660 | 0,70 | 0,050 | 1,20 | 0,086 | 0,037 |
| 2000 | 1160 | 1,44 | 0,103 | 2,58 | 0,184 | 0,079 |
| 2750 | 1535 | 2,06 | 0,147 | 3,81 | 0,272 | 0,117 |
| 3000 | 1660 | 2,36 | 0,169 | 4,32 | 0,309 | 0,133 |
| 4000 | 2160 | 3,48 | 0,249 | 6,29 | 0,449 | 0,194 |
| 5000 | 2660 | 4,78 | 0,342 | 8,75 | 0,625 | 0,270 |
| 6000 | 3160 | 6,10 | 0,436 | 11,82 | 0,856 | 0,365 |
| 7000 | 3660 | 7,87 | 0,562 | 16,72 | 1,194 | 0,515 |
| 8000 | 4160 | 9,93 | 0,710 | 24,09 | 1,720 | 0,741 |
| 8500 | 4310 | 11,64 | 0,832 | 32,29 | 2,320 | 1,000 |

Führt man jetzt noch (5) in (4) ein, so ist der gesuchte Zusammenhang gefunden. Um festzustellen, ob am oberen Balkenrand ein Spannungsabfall im Augenblick des Bruchs vorhanden ist, setzen wir die ersten Ableitungen der Gl. (3) = 0 und lösen nach $\varphi$ auf:

$$(6) \qquad \varphi_{\sigma_{b\,\max}} = -\frac{a_1 + 0{,}5\,\varepsilon_{bB}}{2\,a_2}\left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{2\,a_1\,(a_1 + \varepsilon_{bB})}{3\,(a_1^2 + 0{,}25\,\varepsilon_{bB}^2 + a_1\,\varepsilon_{bB})}}\right)$$

Ist $0 < \varphi_{\sigma_{b\,\max}} < 1$, dann liegt ein Spannungshöchstwert innerhalb des Balkens. Die maximale Spannung erhält man durch Einsetzen von (6) in (3) zu

$$\sigma_{b\,\max} = \varphi'\,\sigma_{bB}$$

Für eine erste praktische Auswertung der rechnerisch hergeleiteten Formeln eignen sich schon vor längerer Zeit durchgeführte Versuche [1]. Aus einer Reihe von Balken wählen wir zur Demonstration den Balken Nr. 328. Die uns in diesem Zusammenhang interessierenden Messungsergebnisse und deren Auswertung, Balkenabmessungen und Belastungsbild gehen aus Bild 2 und der Tabelle 1 hervor. Es werden gebraucht:

1. Stauchungen auf oberer Balkenfläche (siehe Tabelle 1).
2. Dehnungen in Höhe der Eiseneinlagen (siehe Tabelle 1). Da die Dehnungen an der unteren Balkenfläche gemessen wurden ($\varepsilon_u$), waren die Dehnungen der Eiseneinlagen unter der Annahme des Ebenbleibens der Querschnitte bestimmbar.
3. Bestimmung der Würfelfestigkeit (30×30×30) an zwei Würfeln. Im Mittel ergab sich $W_b = 122$ kg/cm².
4. Bestimmung des Spannungs-Stauchungsdiagramms an zwei Prismen 20×20×80. Es interessieren hier die elastischen und plastischen Formänderungen. — Prismenfestigkeit i. M. = 115,5 kg/cm².

Die Funktion $\Phi$ wurde mit der Newtonschen Näherungsmethode in ausreichender Genauigkeit als Parabel 2. Grades bestimmt, dann die gefundenen Konstanten in Gl. (3) bis (6) eingesetzt. Man erhält:

$$\varphi'(\varphi) = 0{,}540\,\varphi^3 - 3{,}945\,\varphi^2 + 4{,}392\,\varphi$$

$$\sigma_{bB} = 91{,}9\,\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{b\,\max} = 123\,\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Trägt man die gefundene Funktion im Spannungs-Stauchungsdiagramm ein (Bild 3), dazu zum Vergleich die an Prismen allerdings nur bis zu einer Stauchung von etwa 0,1 % festgestellten Stauchungslinien, dann gilt für diesen Balken:

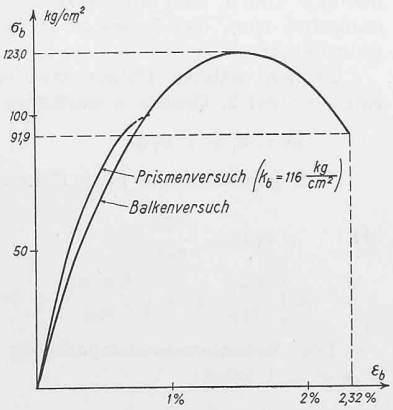



Bild 3. Spannungs-Stauchungs-Diagramm

1. Setzt man $W_b\,(20 \times 20 \times 20) = \dfrac{W_b\,(30 \times 30 \times 30)}{0{,}9}$

so ergibt sich nachstehender Zusammenhang:

$$\sigma_{bB} : k_b : \sigma_{b\,\max} : W_b = 0{,}68 : 0{,}86 : 0{,}91 : 1{,}00$$

Am oberen Balkenrand tritt ein überraschend hoher Spannungsabfall auf. Die maximale Druckspannung liegt zwischen Prismen- und Würfelfestigkeit.

2. Setzt man voraus, dass der wesentliche Unterschied zwischen Prismen- und Biegeversuch in der Stützung der höherliegenden Fasern durch die weniger gestauchten, tieferliegenden (beim Biegeversuch) besteht, dann lassen sich sowohl die höheren Stauchungen am oberen Balkenrand als auch der im aufsteigenden Ast etwas gestrecktere Verlauf der errechneten Spannungs-Stauchungslinie erklären.

3. Allgemein gilt folgende Kontrollmöglichkeit: Ist die errechnete Spannungs-Stauchungslinie richtig, dann müssen sich auch die Momente für jeden beliebigen Belastungszustand bestimmen lassen. Es werden beliebig gewählt:

Stauchungszustand $\varphi = 1$ : Bruchmoment;
Stauchungszustand $\varphi = 0{,}365$.

Die Völligkeit $k$ ist hier auf die Würfelfestigkeit (20×20×20) umgerechnet und nicht wie bisher auf $\sigma_{br}$ bezogen.

| $\varphi$ | $k$ | $\lambda$ | Moment nach | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Rechnung | Versuch |
| 1,000 | 0,707 | 0,423 | 4420 | 4310 |
| 0,365 | 0,430 | 0,357 | 2960 | 3160 |

Zusammenfassung. Versuch und Auswertung nach vorstehendem Beispiel geben die Möglichkeit, auf Tastrechnungen bisheriger Art zu verzichten. Vermutlich werden sie die Auffassung vom «plastischen» Verhalten des Betons nachdrücklich untermauern. Sie könnten, z. B. auf andere Festigkeiten ausgedehnt, weitere interessante Ergebnisse zu Tage fördern und würden es gestatten, Ergebnisse von Spannungs-Stauchungsversuchen an Prismen im Hinblick auf Uebertragung auf den Biegequerschnitt zutreffend einzuschätzen.

**Literaturverzeichnis**

[1] *C. Bach* und *O. Graf:* Versuche mit Eisenbetonbalken, 3. Teil. Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens, Heft 90 und 91. Verlag Springer, Berlin, 1910.
[2] *K. B. Haberstock:* Die n-freien Berechnungsweisen. Berlin 1951. Verlag Wilh. Ernst & Sohn.
[3] *H. Hamann:* Bemessungsverfahren für bewehrten Leichtbeton unter Zugrundelegung einer erweiterten n-freien Theorie. Dissertation. Aachen 1952.
[4] *H. Hamann:* Ueber die Bemessung bewehrten Leichtbetons. «Betonsteinzeitung», Heft 5, 1952.
[5] *A. Pucher:* Lehrbuch des Stahlbetonbaues. Springer-Verlag, Wien, 1949.

## Kontaktmetalle

DK 621.316.5.066.6

Die Probleme der Kontaktmetalle werden in der Literatur relativ wenig behandelt. Trotzdem ist dieses Gebiet der Technik von ungewöhnlicher Bedeutung; man denke nur an die vielen tausend Relaiskontakte einer Telephonzentrale oder an die Kontakte der Schütze, Schalter usw. der Starkstromtechnik, deren Lebensdauer die Betriebssicherheit dieser Apparate entscheidend beeinflusst. Um den Fachleuten einen Gedankenaustausch über diese Fragen zu ermöglichen, veranstaltete der Schweizerische Verband für die Materialprüfungen der Technik (SVMT) zusammen mit dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) am 16. Oktober 1952 in der ETH eine Diskussionsversammlung.

Der erste Referent, Dr. R. Palme vom Metallwerk Plansee GmbH, Reutte (Tirol), untersuchte die massgebenden

Eigenschaften von Kontaktmetallen. Als wichtigste erwähnte er die elektrische und die thermische Leitfähigkeit, die Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Einflüsse des Lichtbogens, die geringe Neigung zur Feinwanderung und die Verschleissfestigkeit. Langjährige Versuche und die Praxis zeigten, dass man von der Verwendung unedler Metalle allmählich zu den Edelmetallen, wie Platin, Silber, Palladium, Gold übergehen muss. Durch Legierung oder Sinterung verschiedener Edelmetalle entstehen Kontaktmetalle mit den verschiedensten Eigenschaften. Die Auslese des für einen bestimmten Zweck zu verwendenden Kontaktmetalls kann jedoch zur Zeit nur auf Grund von Versuchen getroffen werden.

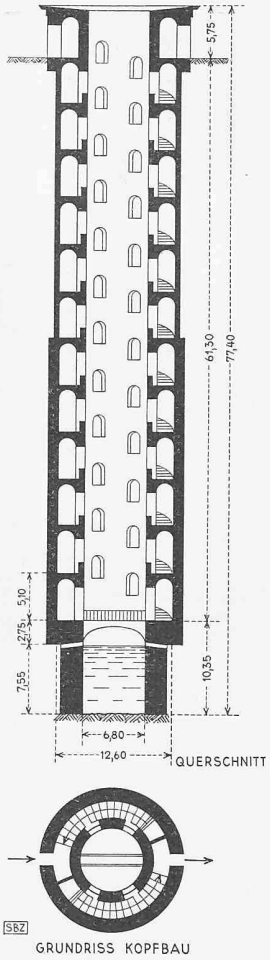
C. L. Meyer, Physiker der Firma E. Dürrwächter in Pforzheim, sprach über die Feinwanderung an Abhebekontakten bei funkenfreien Schaltvorgängen. Trotzdem solche Kontakte nur bei ganz minimalen Spannungen geöffnet werden, schmilzt beim Oeffnen als Folge eines winzigen Lichtbogens ein mikroskopisch kleines Stück der Kontaktfläche. Das geschmolzene Material wandert dann im Lichtbogen je nach Zusammensetzung des Kontaktmetalles auf den einen oder andern Kontakt zu und bildet mit der Zeit sog. Nadeln, grobe Spitzen, Kuppen oder Flächen am Kontakt. Langjährige Versuche und Beobachtungen haben die Zusammenhänge einigermassen geklärt; die Auswahl der Stoffe muss aber noch immer durch Versuche geschehen.

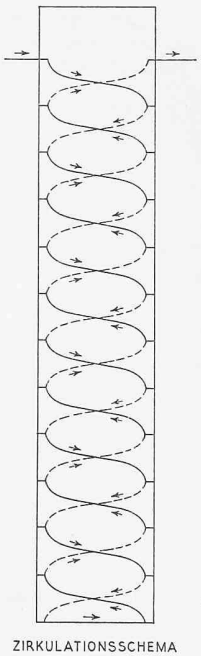
Als nächster Referent sprach J. C. Chaston von der Firma Johnson, Matthey & Co. Ltd., London, in englischer Sprache über schwach und mittelschwach beanspruchte Kontakte. Nach seinen Erfahrungen können auf Silberkontakten auftretende Silbersulfidschichten durch Hitze oder durch Abreiben vermieden bzw. beseitigt werden.

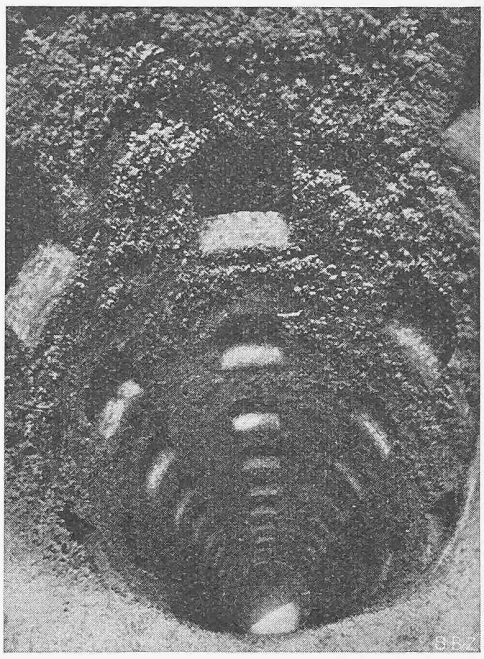
Ueber das Kontaktproblem in der Fernmeldetechnik berichtete Dr. A. Spälti vom Albiswerk Zürich A.-G. Die Fernmeldekontakte sind durch grosse Schalthäufigkeit gekennzeichnet. Ein Telephonrelais muss durchschnittlich eine Million Schaltungen pro Jahr durchführen, wobei die Sicherheit der Schaltung eine der wichtigsten Bedingungen ist. Sie wird durch den Prellvorgang beeinträchtigt, der mit allen Mitteln (künstliche Materialdämpfung usw.) bekämpft wird.

Sehr interessant waren die Ausführungen von Ed. Anderfuhren, techn. Beamter der Generaldirektion der PTT, über neue Methoden zur Schwund- und Geräuschverminderung in Fernsprechanlagen. Kontakte, die nur Sprechströme, also kleine Spannungen führen, arbeiten nicht zuverlässig. Es kommt aber oft vor, dass ohne jeglichen äusseren Einfluss die Spannung zusammenbricht und die Verbindung unterbrochen wird (Schwunderscheinung). Eine Ueberlagerung der Sprechströme mit Gleichstrom höherer Spannung, z. B. 50 V (Frittung), verhindert zwar den Schwund, erregt aber bei Erschütterungen Geräusche. Abhilfe wurde mit der HF-Impulsfrittung geschaffen, welches Verfahren bei Verwendung von Hochpassfiltern von 10 MHz den Schwund sowie die Geräuschbildung verhindert. Das Verfahren ist ganz neu; es ist im Laboratorium erprobt, und die guten Resultate ermutigten die TT-Verwaltung, es in einer Telephonzentrale in der Praxis auszuprobieren.

Zuletzt zeigte Ch. Caflisch, Physiker der Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich, einige Starkstromschalter und Trenner, an Hand welcher er die Probleme der Starkstromkontakte erörterte.



Der Grundwasserbrunnen in Orvieto, Zeichnungen 1:800

Die nachfolgende rege Diskussion war ein Beweis für das grosse Interesse, welches die Fachkreise dem Kontaktproblem entgegenbringen. E. Schiessl

## Der Grundwasserbrunnen von Orvieto

Von Dipl. Arch. F. LARGIADER, Riehen-Basel

DK 628.112.2 (45 Orvieto)

Der Reisende in Umbrien sollte nicht verfehlen, das an der elektrifizierten Direttissima Firenze-Roma gelegene Orvieto zu besuchen. Die gedrängte Stadtsiedelung erhebt sich auf einem 1½ km langen und halb so breitem Felsenplateau, etwa 60 m über dem fruchtbaren Talboden. Eisenbahnstation und Stadt sind daher durch eine Serpentinenstrasse und eine Drahtseilbahn verbunden. Die einst reiche etruskische Stadt wurde durch die Römer erobert, geplündert und später wieder aufgebaut. Im Mittelalter gehörte sie seit jeher zum Kirchenstaat. Die bemerkenswertesten Bauwerke sind der dreischiffige gotische Dom, dessen zweifarbig inkrustierte Hauptfassade derjenigen des Domes in Siena sehr ähnelt, ferner die am Nordostausgang der Stadt erbaute Festung, die heute in eine öffentliche amphitheatralische Anlage verwandelt worden ist.

Gleich daneben und etwas vertieft steht ein kleiner Rundbau, der sich bei näherem Zusehen als der «Pozzo di San Patrizio» entpuppt. Papst Clemens VII. gab hier dem Architekten Antonio da San Gallo dem Jüngeren 1527 den Auftrag, einen Grundwasserbrunnen zu graben, um der Festung das fehlende Wasser zu verschaffen. Vollendet wurde dieses Meisterwerk 1543 durch den Architekten Simone Mosca. Bezeichnend für die damalige Epoche ist, dass solche Aufgaben den Architekten übertragen wurden, die meistens sowohl die Gebiete der Architektur als auch des Tiefbaues in souveräner Weise beherrschten.

Zunächst wurde auf einen Durchmesser von rd. 14 m ein zylindrischer Schacht bis zu einer Tiefe von etwa 61½ Meter im vulkanischen Tuff der Tertiärzeit vorgetrieben (ohne motorisierte Baumaschinen). Nun stiess man auf die wasserführenden Mergelschichten des Talgrundes, in welchen etwa 10½ m tief der Brunnen mit Passerelle gemauert wurde. Die ganze Bauhöhe einschliesslich Kopfbau beträgt 77½ m. Das Wasser entquillt dem Grunde, und der Ueberschuss wird durch Ueberläufe auf einem Wasserstand von 7½ m abgeleitet, so dass der Brunnen stets frisches Wasser enthält. Das aufgehende Mauerwerk von 1,20 m Dicke bildet den inneren Zylinder, worin sich zur Beleuchtung der Spiralrampen 72 grosse Rundbogenfenster befinden. Zwischen dem äusseren natürlichen und dem inneren künstlichen Zylinder wurden gleichzeitig fast 2 m breite Gewölbe eingemauert, welche zwei von einander unab-