

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 69/70 (1917)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Durchleuchtung von armiertem Beton mit Röntgenstrahlen  
**Autor:** Stettler, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33841>

### **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](#)

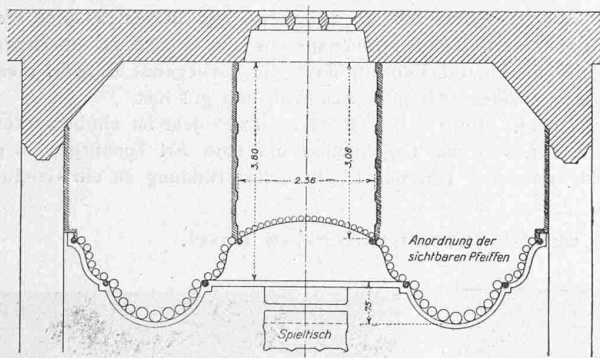
**Download PDF:** 22.02.2026

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

Auf schön durchgearbeitetem hölzernen Unterbau stehen die Pfeifen frei als metallischer Kubus, der seine Stabilität augenscheinlich in seiner Masse findet. Belebendes Element ist das mannigfach reflektierte Licht und die ornamental schön verwendeten Labien der Pfeifen. Die starke Eigenart des Entwurfes bedingte die Prämiierung des Entwurfes, obwohl die im Programm verlangte Pfeifenhöhe nicht eingehalten ist. Hätte der Projektverfasser mit ihr gerechnet, so ist es fraglich, ob er den imponierenden Eindruck des Kubus erreicht hätte, ob nicht vielmehr in der Linie von den grössten zu den kleinsten Pfeifen auffallende Lücken entstanden wären und ob nicht die in Wirklichkeit stark differierende Höhe der verschiedenen Pfeifen den Eindruck der freien Standfestigkeit beeinträchtigt hätte.

Nr. 19. Motto: „Kilchmann“. Hier ist die Ueberleitung von der Wand zur Orgel gut gelöst. Im Grundriss berührt der Rhythmus der ein- und ausbiegenden Linien angenehm, wenn auch — im Interesse von Klangwirkung und Raumaussnützung — die Konkaven weniger tief sein sollten. Die beiden Pilonen sind durch angemessene Betonung der Mittelaxe wirkungsvoll gegliedert. Die glatten Flächen des sehr einfach behandelten Holzwerkes ergeben in Verbindung mit den bewegten, reflektierenden Metallpartien ein reizvolles Gegenspiel von Licht und Farbe. Unnötig sind die gewundenen Säulen und Pfeifen und die starke Ueberhöhung der mittleren Pfeifenbündel durch die zylindrischen Aufsätze.

Nr. 31. Motto: „Friede!“. Wie bei Nr. 19 ist der Gesamteindruck einheitlich und würdig. Der Mittelteil mit den kleineren Pfeifen ist als einfacher Bogen vor das Fenster gelegt, das hier, in der ruhigen Wirkung als Lichtquelle, durch keinerlei ornamentale Orgelteile beeinträchtigt wird. Die Linie der Pfeifenlabien ist als schmückendes Element gut zur Wirkung gebracht. Der Grundriss hält überraschenderweise nicht alles, was das Schaubild verspricht. Der Bogen der Nische erweist sich als zu tief: die Pfeifen kämen für die Untersicht nur ungenügend zur Geltung und das Gegen-einanderspiel der Stimmen in einem so stark konkaven Raum ist klanglich und auch ästhetisch unvorteilhaft. Die Rundung der Mittelaxen beider Pilonen erscheint ungenügend, was für die Gestaltung des Bekrönungsgesimses nachteilig in Erscheinung treten müsste.



Grundriss zum verbesserten Entwurf Nr. 31. — Masstab 1:120.

Einen I. Preis hat die Jury nicht erteilt; sie begnügte sich damit, die Entwürfe Nr. 14, 19 und 31 als gleichwertig in den ersten Rang, die Nr. 5, 6 und 12 in den zweiten Rang zu stellen, wie wir am 23. Dezember 1916 berichtet hatten. Unter den erstgenannten wurde dann zwecks Erlangung eines Ausführungs-Entwurfs noch ein engerer Wettbewerb veranstaltet. Wegen des bei mässiger Höhenentwicklung leichtern Gesamteindrucks und der guten Berücksichtigung des Lichteinfalls aus dem grossen Fenster der Rückwand ging schliesslich der Entwurf Nr. 31, als in seinem ernsten Stil dem gegebenen Raum am besten angepasst, als Sieger hervor. Da jedoch die Verfasser dieses Projektes, die Herren Hack und Leu, wegen Militärdienst, bzw. Krankheit, sich leider genötigt sahen, auf dessen Ausführung zu verzichten, hat der Kirchenrat die Architekten Suter & Burckhardt in Basel mit der Ausführung des prämierten Entwurfes betraut.

## Durchleuchtung von armiertem Beton mit Röntgenstrahlen.

Ein erster Versuch, über den hier berichtet worden ist<sup>1)</sup>, hat die Möglichkeit dargetan, im Röntgenbild die Eiseneinlagen des armierten Betons zu erkennen. Weitere Untersuchungen des Einsenders erstreckten sich sowohl auf den Grad der Durchlässigkeit von Betonmischungen für Röntgenstrahlen, als auch auf die Verbesserung der Bilder zum Zweck der Erkennung verschiedener Rostgrade des Eisens. Es ist klar, dass am Eisen nur solche Aenderungen erkennbar werden, die die Umrisslinien merkbar beeinflussen. Schwache Verrostungen zu erkennen wird kaum je möglich werden. Was die Durchlässigkeit des Betons für die Röntgenstrahlen anbetrifft, so scheint festzustehen, dass sie mit wachsendem Zementzusatz abnimmt.

Die Platte, deren Röntgenbild hier wiedergegeben ist, wurde aus einem Beton hergestellt, der 300 kg Zement auf 1 m<sup>3</sup> Kies- und Sandmischung enthielt, Kies und Sand nicht getrennt, unter Ausscheidung grösserer Steine. Das Alter der Platten betrug rund vier Monate.

Die Eiseneinlagen sind durch die Anzahl der umgebundenen Drahtringe unterschieden, und zwar bezeichnet ein Ring den blanken Stab, zwei Ringe erhielt der Stab mit Walzhaut, mit drei Ringen sind die Stäbe mit Rostanflug bezeichnet, die Stäbe mit vier Ringen sind stark verrostet und lassen einige Verdickungen erkennen; an den Stäben mit fünf Ringen war der Rost abgeklöpft worden, die Oberfläche zeigt daher einige Rostgruben. Die Betonplatte ist 8 cm dick, die Eisen liegen in der Mitte der Dicke. Das Bild wurde in entgegenkommender Weise von Herrn Ing. Buchmüller im Schweiz. Amt für Mass und Gewicht aufgenommen.

Weitere Versuche zielen dahin, die Dicke der Betonschicht zu ermitteln, aus der noch brauchbare Bilder erhältlich sind; ferner soll untersucht werden, ob und wie scharf sich verschiedene Abstände der einzelnen Armaturen von der Oberfläche erkennen lassen.

Sodann wären bestimmte Unterlagen dafür festzulegen, wie bei gegebener Plattendicke die Bilder von Betonmischungen mit verschiedenem Zementgehalt ausfallen; wenn dies gelänge, wäre an Bruchstücken von Beton ein Nachweis des Zementgehalts möglich. Dazu ermutigt das im Vergleich mit dem ersten Versuch hinsichtlich der Betonstruktur ganz wesentlich aufschlussreicher ausgefallene, hier vorgeführte neuere Bild.

Die Frage betreffend Auffindung oder Erkennung von Rissen im Beton wurde schon früher gestreift und wäre weiter zu verfolgen.

Bern, Januar 1917.

E. Stettler, Kontrollingenieur  
des Eisenbahn-Departements.

## Die Verwendung von Flusseisenblech für Lokomotiv-Feuerbüchsen.

Während in den Vereinigten Staaten, dem grössten Kupferproduzenten der Welt, seit Jahren die Feuerbüchsen der Lokomotiven aus Flusseisenblech hergestellt werden, war man umgekehrt in Europa, obwohl man in Bezug auf die Kupferversorgung vom Auslande stark abhängig ist, bis vor kurzem in der Hauptsache bei der kupfernen Feuerbüchse geblieben. An Versuchen, dem amerikanischen Beispiel zu folgen, hat es zwar nicht gefehlt, doch waren deren Ergebnisse in der Mehrheit wenig günstig. Vor allem zeigte sich, dass die Haltbarkeit der flusseisernen Feuerkiste noch nicht halb so gross sei, wie jene einer kupfernen. Andererseits wird der Mehrpreis der kupfernen Büchse grösstenteils ausgeglichen durch die leichtere, und infolgedessen billigere Bearbeitung und das leichtere Ausbessern; ausserdem brennt Kupfer wenig ab, rostet nicht und hat auch noch als Altmaterial einen erheblichen Wert.

Wenn man in den letzten Jahren auch in den europäischen Staaten dem Flusseisenblech trotzdem erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt hat, so ist der Grund, abgesehen von den seit Kriegsausbruch

<sup>1)</sup> Band LXVIII, Seite 18 (8. Juli 1916).

eingetretenen Schwierigkeiten in der Kupferbeschaffung, darin zu suchen, dass mit der Zeit die Heiz- und Rostflächen der Lokomotivkessel bedeutend grössere Abmessungen erhalten haben und die Betriebsdrucke erhöht worden sind. Dadurch wurde die Lebensdauer der kupfernen Büchsen herabgedrückt, einesteils weil die Festigkeit des Kupfers mit steigender Temperatur stark abnimmt (bei 300° C beträgt sie nur noch etwa  $\frac{2}{3}$  der bei Zimmertemperatur gemessenen), andernteils weil es sich auch stärker ausdehnt als Eisen. Flusseisen ist nun ein Material, das eine bedeutend höhere Festigkeit aufweist, nur ist eben dessen Zähigkeit für die bisher übliche Bauart und grosse Beanspruchung der Feuerbüchsen nicht genügend.

In einem vor kurzem im „Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure“ gehaltenen Vortrag hat nun Dr. Ing. Klug auf Grund der bisher bei europäischen Bahnen mit flusseisernen Feuerbüchsen gemachten, keineswegs als befriedigend zu bezeichnenden Erfahrungen die Frage erörtert, ob und unter welchen Umständen die Verwendung des Flusseisens an Stelle des Kupfers zurzeit Aussicht auf Erfolg hat. Wir geben hier in gedrängter Form die interessanten Ausführungen des Vortragenden wieder.

Bei dem gewöhnlichen Flusseisen steigt die Festigkeit mit zunehmenden Temperaturen bis auf etwa 250° erheblich an, die Dehnung und insbesondere die Einschnürung, die ein Mass für die Sprödigkeit des Materials ist, nehmen dagegen ab, das Eisen wird also härter, zugleich aber auch spröder. Entsprechend der sich bei etwa 250 bis 300° zeigenden Anlauffarbe des Eisens spricht man von Blauwärme. Es hat sich herausgestellt, dass in Eisen, das in der Blauwärme Formänderungen erleidet, erhebliche Wärmespannungen auftreten, die im Verein mit der bei dieser kritischen Temperatur vorhandenen Sprödigkeit zu Rissen Veranlassung geben.

Auf diese Eigenschaft ist schon bei der Herstellung der Feuerbüchsen sorgfältig Rücksicht zu nehmen. Bei der Auswahl des Baustoffes sollte beachtet werden, dass hauptsächlich dessen Eigenschaften bei den im Betriebe vorkommenden Temperaturen massgebend sein sollten, und nicht jene bei Zimmertemperatur, wie in den Prüfungsvorschriften vorausgesetzt.

Die Temperaturen, die die Feuerkistenbleche während der Fahrt annehmen, hängen ausser von der Einstrahlungstemperatur von der Dicke des sich auf den Wandungen angesetzten Kesselsteins ab. Bei reinen Heizflächen ergeben sich bei 1000 bzw. 1400° Einstrahlungstemperatur Wandungstemperaturen von 250 bzw. 340°, bei 2 und 5 mm Kesselsteinansatz steigen sie auf 360 bzw. 630 und 500 bzw. 915° C. Man ersieht also, dass sowohl durch hohe Einstrahlungstemperaturen (bei Stichflammenbildung z. B.) als auch durch Kesselsteinansatz stets die kritische Blauwärme im Betrieb überschritten wird. Wenn nun beim Öffnen der Feuertüre kalte Luft in die Feuerkiste einströmt, so ziehen sich die Bleche infolge der Abkühlung zusammen; da diese Formänderungen in der Blauwärme vorgenommen werden, so müssen sie nach längerer oder kürzerer Zeit zum Bruch führen.

Risse nehmen ihren Verlauf vielfach von den Stehbolzen-Löchern aus, was seine Ursache darin hat, dass das Blech beim Gewindeschneiden leicht leidet, besonders wenn nicht sehr sorgfältig gearbeitet wird. Es treten dabei feine Haarrisse auf, die sich im Betriebe bei der kritischen Blauwärme infolge der erheblichen Lochleibungsdrücke, die die starr eingespannten Stehbolzen beim Verschieben der beiden Bleche infolge der Wärmedehnungen aus-

üben, leicht erweitern. Hierdurch werden Undichtigkeiten und grössere Anrisse hervorgerufen.

Zur Verminderung dieses Uebelstandes werden in Amerika an den besonders gefährdeten Stellen stets bewegliche Stehbolzen, wie der von Tate, benutzt. Auch die mit Längsschlitz versehenen Stehbolzen der Patterson Allan Engineering Company und die nur 11 mm starken Stehbolzen aus Federstahl sind in diesem Sinne bemerkenswert. Bezüglich der Bauformen der Feuerbüchse kommen die Amerikaner den Eigenschaften des Flusseisens ebenfalls mehr entgegen, als man es in Europa mit der der kupfernen Büchse ent-

lehnten Ausführung tut. Auf die Lebensdauer der eisernen Feuerkiste günstig wirkt auch der, seines hohen Gewichts wegen jedoch bei unsern europäischen Lokomotiven nicht anwendbare selbsttätige Rostbeschicker durch Abhaltung falscher Luft ein. Als vorteilhaft ist die Verwendung der Marcottyschen Rauchverminderer anzusehen, ebenso der Einbau von Feuerschirmen, die durch Strahlung beim Öffnen der Türe die Wärmeschwankungen vermindern.

Es wurde versucht, durch Zusätze von Nickel dem Eisen günstigere Eigenschaften in der Wärme zu geben. Obwohl dies möglich

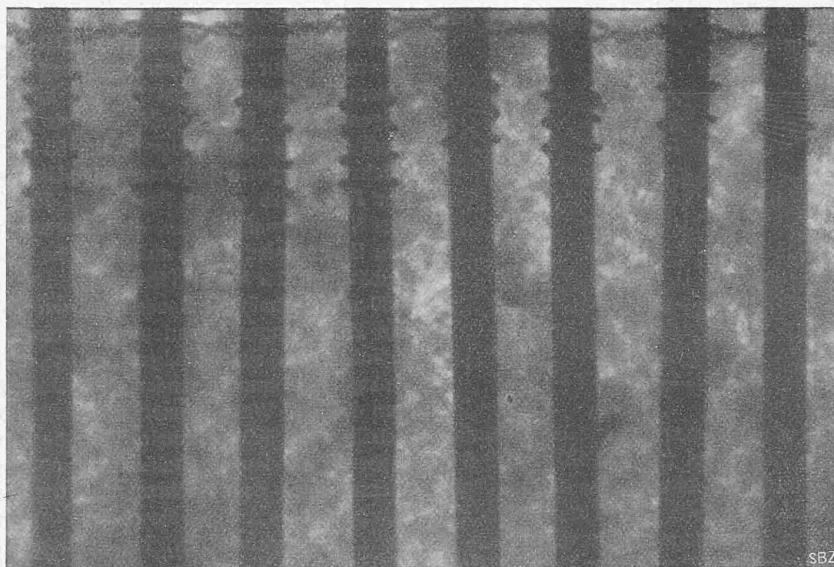
ist, hat das Nickeleisen doch die unangenehme Beigabe, dass es schon bei gewöhnlicher Temperatur beträchtlich härter und daher schwerer zu bearbeiten ist als gewöhnliches Eisen. Neuerdings wird von Krupp ein besonderes Feuerkistenblech auf den Markt gebracht, das bisher mit gutem Erfolg verwendet worden ist. Es lässt sich darüber jedoch noch kein abschliessendes Urteil abgeben.

Als weitere unangenehme Eigenschaft des Eisens hat sich herausgestellt, dass es bei Ueberhitzungen durch Aufnahme von Kohlenstoff und Schwefel spröder wird und dabei sehr zu Rissbildungen neigt, weshalb es von wesentlicher Bedeutung ist, die hohen Blechtemperaturen, die besonders durch den Kesselsteinansatz verursacht werden, zu vermeiden, indem mit möglichst kesselsteinfreiem Wasser gespeist wird. Hierzu werden in neuester Zeit mit sehr gutem Erfolg sogen. Kesselsteinabscheider verwendet, bei denen die Ausscheidung der Beimengungen ohne Chemikalienzusatz, lediglich durch Erwärmung des Wassers auf etwa 150 bis 160° C in besonderen Behältern auf der Lokomotive selbst bewirkt wird. Der Vortragende wies hier insbesondere auf einen Kesselsteinabscheider der Knorr-Bremse A.-G. in Berlin-Lichtenberg hin, der in Verbindung mit einer Fördereinrichtung seitlich auf dem Umlaufblech angebracht wird.

Wenn auch durch zweckentsprechendere Bauarten und bessere Formgebung, sowie Anwendung der genannten Mittel zur Verhütung des Kesselsteinansatzes eine längere Lebensdauer der flusseisernen Feuerkiste zu erzielen ist, so lässt es der Vortragende doch als zweifelhaft hingestellt, ob das Eisen auch nach dem Kriege, wenn erst wieder grössere Mengen Kupfer vorhanden sein werden, dieses als Baustoff für den hochbeanspruchten Kesselteil verdrängen wird. Der Vortrag wird demnächst in extenso in Glasers Annalen erscheinen.

Zum Schluss wollen wir noch auf eine kurze Abhandlung von Oberbaurat Kittel in der „Z.d.V.D.I.“ vom 9. September 1916 hinweisen, der einige wissenschaftliche Mitteilungen über die Eignung von Flusseisen zu Lokomotiv-Feuerbüchsen, insbesondere Versuchsergebnisse über das im Vorgehenden erwähnte, von den Krupp-Werken hergestellte Spezial-Flusseisen enthält.

### Durchleuchtung von armiertem Beton mit Röntgenstrahlen.



Röntgenbild einer Eisenbeton-Platte von 8 cm Dicke mit verschiedenartigen Eiseneinlagen ( $\frac{3}{4}$  nat. Grösse).