

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 117/118 (1941)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Festigkeit und Berechnung der Schweissverbindungen  
**Autor:** Wichser, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-83489>

### **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:** 01.04.2025

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

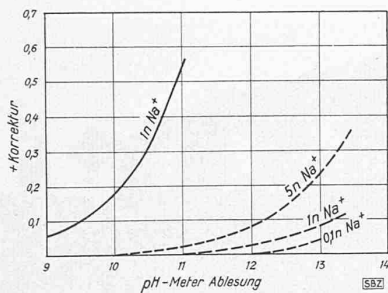


Abb. 9. Natrium-Ionen-Korrektur  
 ————— gewöhnliche Glaselektrode  
 - - - Beckmann Typ E Elektrode  
 ..... Beckmann Typ E Elektrode bei + 25°C

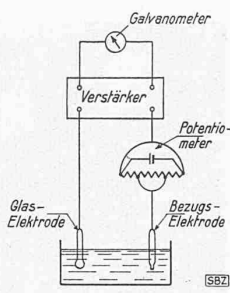


Abb. 11. Schema eines pH-Indikators mit Glaselektrode

Die rasche und aussichtsreiche Entwicklung der Glaselektrode kann ihren vielen Vorteilen gegenüber andern Typen zugeschrieben werden. Allein die Glaselektrode nähert sich der Wasserstoffelektrode bezüglich des pH-Messbereiches. Sind in der Lösung keine Natrium-, Kalium- oder Lithium-Salze vorhanden, so kann u. U. die Glaselektrode für die ganze pH-Skala, also zwischen 0 und 14 verwendet werden. Oxydierende und reduzierende Substanzen, feste Teilchen und gelöste Gase beeinflussen die Ablesungen nicht. Die Glaselektrode ist in klaren, trüben oder gefärbten Flüssigkeiten verwendbar und ist gegen Verunreinigungen unempfindlich.

Für  $pH > 9$  und bei Anwesenheit von alkalischen Salzen ist bei den Messungen mit der Glaselektrode eine Natriumionen-

Korrektur anzubringen. Abb. 9 zeigt diese Korrektur für eine gewöhnliche Glaselektrode, wie auch für die Beckman-Typ E-Elektrode. Weil Glaselektroden in alkalischen Flüssigkeiten mit hohem pH-Wert etwas löslich sind, wird ihre Verwendung für ständiges Eintauchen in solche Flüssigkeiten nicht empfohlen.

Die grosse Nachfrage nach Glaselektroden führte zu umfangreichen Forschungsarbeiten auf diesem Gebiete, deren neueste Entwicklung die in Abb. 10 dargestellte Beckman-Typ E-Glaselektrode zeigt. Diese ist auch für Dauerbetrieb bei Temperaturen zwischen + 50 und + 100°C geeignet. Da die Glaselektrode hohen inneren Widerstand aufweist, muss sie gegen elektrostatische Potentiale abgeschirmt werden. Glaselektroden sind für Dauerbetrieb geeignet und werden gewöhnlich zusammen mit den Bezugselektroden zu einer Einheit zusammengebaut (Abb. 10).

Zu den wichtigsten Problemen bei der elektrometrischen pH-Messung gehört ein genauer Temperaturengleich. Die Temperaturänderungen der zu untersuchenden Flüssigkeit kann automatisch durch Serienschaltung von Widerstandsthermometer und Potentiometer kompensiert werden. Um bekannte Fehler auszuschalten, wie z. B. Verunreinigung der Elektroden, kann ein einstellbarer Widerstand in den Potentiometerkreis eingebaut werden. Der hohe Widerstand der Glaselektrode ist ein Problem für sich, das bei andern Elektrodentypen nicht anzutreffen ist. Der benötigte Verstärker (Abb. 11) muss so konstruiert sein, dass er für den Dauerbetrieb ohne Wartung geeignet ist und er muss mit einer Einrichtung versehen sein, um die Spannungsschwankungen im Netz zu kompensieren.

Abschliessend sind die Charakteristiken verschiedener Elektroden in Tabelle 3 zusammengestellt<sup>5)</sup>.

<sup>5)</sup> Chemical Engineering, Bd. 47, No. 8, S. 554 bis 560, Aug. 1940.

### Festigkeit und Berechnung der Schweissverbindungen

Am 97. Diskussionstag des Schweiz. Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (5. Juli 1941) referierte Prof. Dr. M. Roß, Direktionspräsident der EMPA, über dieses Thema. Die Technik des Schweissens von Stahl im Brücken- und Hochbau, Leitungs- und Behälterbau hat in den letzten Jahren hinsichtlich der Festigkeit der geschweissten Verbindung bedeutende Fortschritte erzielt, die heute bei der Bemessung ihre gerechte Berücksichtigung erfahren sollten. Die EMPA macht daher Vorschläge, in welchem Masse die zulässigen Beanspruchungen nach den heute geltenden amtlichen Vorschriften zu erhöhen sind, um sie den neuesten Versuchsergebnissen anzupassen, und stellt diese Vorschläge zur Diskussion. Den Ausführungen des Referenten über die Festigkeit der geschweissten Verbindungen von Konstruktionsstahl normaler Güte liegen die zahlreichen und interessanten Versuche der EMPA aus den Jahren 1936 bis 1940 über Stumpfnähte, K-Nähte und Kehlnähte in ihren verschiedenen Verwendungsformen zu Grunde. Die statische Festigkeit und auch die Ermüdungsfestigkeit der Schweissverbindungen sind als Folge der Entwicklung in der Schweissttechnik fast durchwegs gestiegen. Das Schweissgut selbst ist heute besser als das zu verschweissende Grundmaterial. Darüber orientiert der soeben erschienene Bericht Nr. 133 der EMPA. Stumpfnähte und K-Nähte erreichen Ursprungsfestigkeiten von 18 bis 22 kg/mm<sup>2</sup>; sie sind demnach der Nietung nicht mehr unterlegen. Der Stumpfstoss hat bei sorgfältiger Ausführung und Nachbehandlung die Äquivalenz in der Festigkeit mit dem ungestossenen Blech erreicht. Die Nachbearbeitung der Nähte zur Erreichung möglicher Kerbentfreiheit erhöht die Ermüdungsfestigkeit um 20 bis 30%; durch spannungsfreies Glühen kann bei guten Voraussetzungen bei der Erstellung der Naht keine wesentliche Verbesserung mehr erreicht werden. Auch K-Nähte weisen längs und quer zur Naht gleich hohe Festigkeiten auf. Wichtig ist, dass das Schweissgut möglichst porenfrei und das zu verbindende Grundmaterial möglichst frei von Schlacken und Seigerungen ist. Die Nachbearbeitung der Nähte ist sehr zu empfehlen. Wo sie nicht durchgeführt werden kann, ist auf möglichst kerbmilde Ausführung zu achten. Stumpfnähte sind jedenfalls immer wurzelseitig nachzuschweissen. Kehlnähte erreichen bei weitem nicht die Festigkeiten der Stumpf- oder K-Nähte. Die Festigkeitswerte für Beanspruchung senkrecht zur Naht bleiben unter der Hälfte der vorstehend erwähnten Werte für Stumpfnähte. Eine Verbesserung dieser Werte ist nicht zu erreichen, es bleibt immer die Kerbe in der Wurzel. Die Festigkeiten längs und quer zur Naht sind stark verschieden, weshalb die Anordnung von Kehlnähten zweckmässig so zu gestalten ist, dass die Beanspruchung quer zur Naht klein wird. Diese Forderung führt zum Schrägstoss, wodurch eine Steigerung der Festigkeit der Verbindung bis zu 175% zu erreichen ist.

In den Ausführungen über die Dimensionierung der geschweissten Verbindungen tritt Prof. Roß kurz auf die Frage der gefährlichen Anstrengung eines zähen Baustoffes und damit auf die Theorie der konstanten Gestaltänderungsenergie von Huber-Henky und der Theorie der grössten Schubspannung von Guest-Mohr ein. Die EMPA hat diesen Fragen seinerzeit eine Reihe von Versuchen gewidmet und als erste unter Beibehaltung des Grundgedankens von Mohr die Schubspannungstheorie verallgemeinert und den Versuchsergebnissen über die gefährliche Anstrengung vor Eintreten des Bruches angepasst<sup>1)</sup>. Die Ergebnisse dieser Theorien finden ihren Ausdruck in der Formulierung der Vergleichsspannung als Mass für die zulässige Beanspruchung eines Bauteiles. Die Uebertragung dieser Erkenntnisse auf Schweissverbindungen hat die EMPA schon im Jahre 1935<sup>2)</sup> vorgeschlagen und über die praktische Anwendung auf Sonderfälle ist in diesem Blatt im Jahre 1936 eine Veröffentlichung erschienen<sup>3)</sup>.

Durch Einführung von Koeffizienten zu den einzelnen Gliedern in der Formel der Vergleichsspannung werden die Festigkeitsunterschiede der Schweissverbindungen nach den verschiedenen ausgezeichneten Richtungen berücksichtigt und dadurch wird es möglich, die verschiedenen räumlichen und ebenen Spannungszustände auf einfache Weise zu erfassen. Alle erforderlichen Koeffizienten sind an der EMPA aus zahlreichen vergleichenden dynamischen Versuchen (Ursprungsfestigkeit) mit geschweissten und genieteten Probstäben ermittelt worden. Sie sind demnach Verhältniszahlen zwischen der Festigkeit der Schweissverbindung und der Nietverbindung, für welche die Vorschriften die zulässigen Beanspruchungen angeben. Dem heutigen Stand der Schweissttechnik angepasst, schlägt Prof. Roß Erhöhungen dieser Koeffizienten und damit Erhöhungen der zulässigen Beanspruchung der Schweissverbindungen vor, die im Stahlbau gegenüber der Verordnung vom 14. Mai 1935 bis 40%<sup>4)</sup>, für Druckleitungen gegenüber den üblichen Bestimmungen 25% und im Kessel- und Behälterbau gegenüber den heute gültigen Vorschriften bis 40% betragen. Voraussetzung hierfür ist einwandfreie saubere Arbeit, wie sie in einer richtig geleiteten Konstruktionswerkstätte geleistet werden kann, sowie zweckmässige Prüfung und Ueberwachung.

Die Ausführungen von Prof. Roß waren sehr interessant und aufschlussreich. Sie gaben Kenntnis von dem unermüdlichen

<sup>1)</sup> Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr; Diskussionsbericht der EMPA Nr. 14 vom September 1926, sowie Nr. 34 vom Februar 1929.

<sup>2)</sup> Festigkeit geschweisster Verbindungen; Bericht Nr. 86 der EMPA vom März 1935.

<sup>3)</sup> Berechnung geschweisster Verbindungen. Von Dipl. Ing. A. Eichinger, «SBZ» Bd. 108, S. 26\* (18. Juli 1936).

<sup>4)</sup> Siehe auch: Gütebewertung und zulässige Spannungen von Schweissungen im Stahlbau. Von Prof. Dr. M. Ros und Dipl. Ing. A. Eichinger. «SBZ» Bd. 112, S. 171\* (1. Okt. 1938).

Bestreben der EMPA, die Entwicklung der Schweisstechnik zu fördern und der Industrie zur Erzielung von Fortschritten die erforderlichen materialtechnischen Unterlagen zu geben.

In der Diskussion kam das Bestreben zum Ausdruck, die Festigkeit der Schweissverbindung weiterhin nicht mehr auf die genietete Verbindung zu beziehen, sondern als Basis den ungelocherten Stab einzuführen. Um die Einführung der Vergleichspannung bei der Dimensionierung von Schweissverbindungen zu erleichtern, wurde das Ersuchen an die EMPA gerichtet, ihre Anwendung an Hand einiger Zahlenbeispiele zu erläutern. Prinzipiell wurde dem Vorschlag, die zulässigen Spannungen zu erhöhen, einheitlich zugestimmt.

O. Wichser

## Das Konservatorium für Musik in Bern

Von Architekt HANS STUDER, Bern

Das Konservatorium für Musik in Bern wurde von der «Stiftung Konservatoriumsgebäude in Bern» als Bauherrin mit Beiträgen von Bund, Kanton, Gemeinde und Privaten erstellt. Es ist ein Schulhaus mit Unterrichtsräumen, hat aber auch Spezialräume, die nicht nur dem Unterricht dienen, wie den grossen Konzertsaal mit Bühne und eingebauter Orgel und den kleinen Saal für rhythmische Uebungen, den sogenannten Solfègesaal. Im grossen Saal hält auch der Stadtrat seine Sitzungen ab.

Für das umfangreiche Programm stand ein Grundstück in der Altstadt von Bern zwischen der südlich liegenden Kramgasse, der nördlich verlaufenden Metzgergasse, dem ostseitigen Schalgässchen<sup>1)</sup> und Brandmauern von Nachbarhäusern im Westen zur Verfügung. Das Schalgässchen, am Süd- und Nordende überbaut, verbindet die Kramgasse mit der Metzgergasse. Sowohl an der Kram-, wie an der Metzgergasse erheben sich viergeschossige Baukörper, die westlich durch einen Korridor Verbindung haben. Zwischen diesen Blöcken liegt zweigeschossig der Konzertsaal, der zum Teil gegen die Metzgergasse über dem I. Stock überbaut ist. Im II. Stock bildet sich ein grosser, offener Hof gegen das Schalgässchen, der den Hofklassenzimmern reichlich Licht und Luft zuführt.

Die Ausführung erfolgte nach einem Projekt des Verfassers auf Grund eines im I. Rang prämierten Entwurfes eines engern Wettbewerbes. Bei der Erstellung der Pläne hat hauptsächlich Arch. W. Schwaar (Bern) wertvolle Mitarbeit geleistet. Die Oberaufsicht übte Stadtbaumeister F. Hiller als technischer Experte der Baukommission aus.

Das Gebäude enthält im Kellergeschoss Räume für Heizung und Ventilation mit Nebenräumen, eine Werkstatt und den Keller des Abwärts, sowie Räume für Akten und anderes mehr.

<sup>1)</sup> Vergl. die alte Schal im «Bürgerhaus» Bd. XI, Tafel 28.



Abb. 4. Das Konservatorium für Musik an der Kramgasse in Bern

Im zweiten Stock, Trakt Kramgasse, ist das Lehrerzimmer und die Direktion mit Sekretariat und Kanzlei an einem Empfangsraum mit grossem Pflanzen- und Blumenbecken. Der Trakt Metzgergasse birgt fünf Schulzimmer mit einem Schülerzimmer und den WC-Anlagen für das ganze Stockwerk. Weitere 13 Schulzimmer mit einem Schülerzimmer und WC liegen im dritten Stock. Der Dachstock enthält an der Kramgasse die Abwart-Wohnung von drei Zimmern mit Küche, Bad, WC, Waschküche, sowie die Bibliothek; an der Metzgergasse fünf Klassenzimmer und einen kleinen Putzraum.

*Konstruktionen und Materialien* sind in der Hauptsache die üblichen. Die Garderobenhalle im Erdgeschoss, die Vorplätze und Treppenhäuser haben Gummibelag, die Korridore Linoleum. In den Schulzimmern, im grossen und im kleinen Saal sind aus akustischen Gründen schwimmende eichene Parkette zur Verwendung gekommen.

*Die Ingenieurarbeiten* wurden Ing. P. Kipfer (Bern) übertragen. Ueber die von ihm gewählten Konstruktionen berichtet er folgendes:

Die Fundamente konnten in der Hauptsache auf guten gewachsenen Kies gestellt werden, nachdem die überlagernden Schuttmassen weggeräumt oder durchfahren waren. Unter dem Kies befindet sich eine feste Lehmschicht, die für die Teile des tieferliegenden Heizkellers benutzt werden musste. Um ungleichmässigen Setzungen vorzubeugen, wurde der Lehm mittels einer sehr einfachen Versuchsanordnung auf seine Tragfähigkeit

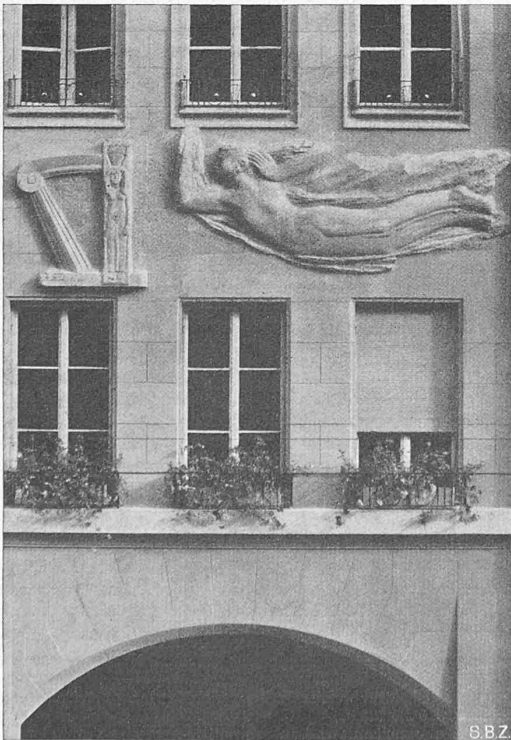


Abb. 5. Detail der Fassade an der Kramgasse mit Relief von A. Probst

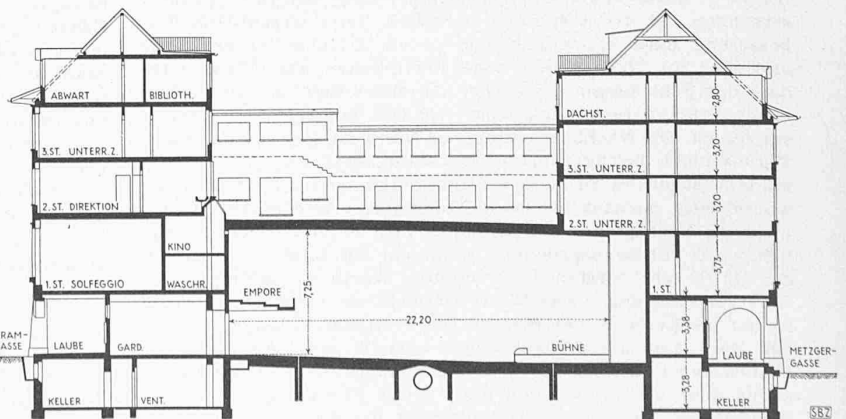


Abb. 3. Längsschnitt 1:400