

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 105/106 (1935)  
**Heft:** 2

## Inhaltsverzeichnis

### 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:** 13.01.2026

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

INHALT: Röntgenographische Feingefügeuntersuchungen an Brückentragwerken. — Französische Flutkraftwerk-Projekte. — Atelierhaus G. Schuh in Zollikon-Zürich. — Atelierhäuser von Arch. W. Boesiger, Zürich. — Ueber Dauerfestigkeit von Schweissverbindungen. — Mitteilungen: Vom Gewitter. Selbsteinstellende Drehmomentzeiger. Die Filter- und Entkeimungsanlagen der Wasserversorgung von Nancy. Eine neue Franki-Beton-Spundwand. Bauprojekte der Triumphatoren. Eisengewinnung

nach dem Krupp-Rennverfahren. Das Baubudget der S. B. B. Basler Rheinhafenverkehr. Vom Stand der Bauarbeiten der Säntis-Schwebebahn. Elektrisch betriebene Molkereien. Die Wasserkraftnutzung in Schottland. Stadtrat von Zürich. — Wettbewerbe: Primarschulhaus mit Turnhalle in Knonau. Gewerbliche Berufsschule Winterthur. — Nekrolog: Jacques Stutz, Alex Alder. Bitte an unsere Leser. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

## Röntgenographische Feingefügeuntersuchungen an Brückentragwerken.

Von Dr. phil. FRITZ REGLER, Privatdozent an der T. H. Wien, Leiter der Versuchsanstalt für röntgentechnische Materialuntersuchungen.

An langjährig beanspruchten Tragwerken bewirkt die dem Kristallgitter des Baustoffes im Laufe der Zeit zugeführte Energiemenge eine starke Erhöhung der Interferenzlinienbreite. Da das Kristallgitter eines Baustoffes, wie der Verfasser nachweisen konnte, nur eine bestimmte Energiemenge aufzunehmen imstande ist und der Bruch eines gegebenen Materials immer bei der selben Interferenzlinienbreite eintritt, kann auf diesem Wege auf die Lebensdauer eines Tragwerkes geschlossen werden.

### EINFÜHRUNG.

Wie schon früher in dieser Zeitschrift<sup>1)</sup> gezeigt wurde, ist die röntgenographische Feingefügeuntersuchung für die moderne Materialprüfung unentbehrlich geworden, da sie Kenntnisse vermittelt, die durch keine anderen Untersuchungsmethoden erreicht werden können. In nachfolgender Abhandlung soll über die Ergebnisse solcher Untersuchungen nach den Methoden des Verfassers zur Bestimmung der durch die Beanspruchung hervorgerufenen Gefügeveränderungen an Brücken und Stahlbauwerken, ohne jede Beschädigung derselben, kurz berichtet werden.

Wie der Verfasser schon in zahlreichen anderen Abhandlungen nachweisen konnte<sup>2)</sup>, nimmt die radiale Breite  $B$  der Interferenzlinien<sup>3)</sup> im Röntgendiagramm mit wachsender, sei es elastischer, sei es bildsamer Verformung zu. Der Zusammenhang zwischen  $B$  und der Spannung  $\sigma$  ist bei elastischer Verformung durch die Gleichung:

$$B = m\sigma + n \quad \dots \quad (1)$$

im Gebiet der bildsamen Verformung durch die Gleichung:

$$B = \bar{m}\sigma + \bar{n} \quad \dots \quad (2)$$

gegeben, wobei  $\bar{m} > m$  gilt. Die beiden Geraden schneiden sich an der Streckgrenze. Bei Kaltverformung eines Stahles, etwa bei Fertigwalzen der Bleche unterhalb der Warmformgebungstemperatur, bleibt der lineare Zusammenhang mit gegenüber den warm gewalzten Blechen veränderten Konstanten ebenfalls erhalten. Der Höchstwert für die Linienbreite  $B_{\max}$  ist in beiden Fällen der gleiche. Auch bei Dauerbiegestäben mit  $10^7$  Lastwechseln nimmt die Interferenzlinienbreite mit der Grösse der Beanspruchung zu, ähnlich wie bei der statischen Beanspruchung. Trotz der viel geringeren Werte für  $\sigma$  tritt auch in diesem Fall an der Dauerbruchstelle der selbe Wert für die Linienbreite auf, wie an der Bruchstelle der Zugstäbe (gleiches Material vorausgesetzt). Bei Dauerbiegestäben ist die Zunahme der Linienbreite trotz der nur elastischen Beanspruchung der Probestäbe fast zur Gänze irreversibel.

Hält man bei Amslerschen Dauerbiegestäben die Amplitude der Beanspruchung konstant und variiert die Zahl der Lastwechsel, so erhält man den Kurvenzug der Abb. 1. Obwohl die Probestäbe bei  $5 \cdot 10^7$  Lastwechseln noch nicht brachen, ist aus dem Kurvenverlauf der Abb. 1 deutlich erkennbar, dass die Kristallgitterstörungen ständig zunehmen. Der Kurvenverlauf ist sowohl von dem verwendeten Material als auch von der Höhe und Art der Beanspruchung abhängig. Untersuchungen zur Feststellung der Kurvenzüge bis zum Bruch des Materials werden erst durchgeführt. Der Verfasser konnte feststellen, dass bei jedem Material gegebener chemischer Zusammensetzung die Interferenzlinienbreite einem bestimmten, für das betreffende Material *charakteristischen* Höchstwert zustrebt, den es an der Bruchstelle erreicht und niemals überschreitet. Dieser Höchstwert ist als Materialkonstante vollkommen unabhängig davon, auf welche Weise der Bruch herbeigeführt wird, ob durch Zerreissen,

Zerhämmern, Zerreissen oder durch Dauerbruch. Er ist auch unabhängig von der Vorbehandlung des Metalls und der Art der Beanspruchung und stellt sich als Mass der Kristallgitterstörungen dar, bei denen die Lösung der atomaren Bindungen eintritt. So beträgt z. B. bei der vom Verfasser gewählten Versuchsanordnung die charakteristische Linienbreite beim Bruch für Baustahl St 44  $B_{(022)} = 6,63$  mm, für altes Schweißeisen  $B_{(022)} = 6,33$  mm. Voraussetzung für diese Art der Untersuchungen ist die Beibehaltung der gleichen Aufnahmekamera und der gleichen Abstände zwischen Untersuchungsmaterial und Aufnahmekamera<sup>4)</sup>. Die radiale Interferenzlinienbreite für jede untersuchte Stelle ist auch unabhängig von der Richtung des primären Röntgenstrahlenbündels zur Richtung der verformenden Kraft. Sie ist ein Mass für die dem Fe-Gitter zugeführte Energiemenge, d. h. eines Teils der dem Material zugeführten Gesamtenergie, daher auch ein Mass für den potentiellen Energiegehalt der Atome. Da jedes Kristallgitter zur Lösung der atomaren Bindungen eine ganz bestimmte, charakteristische Energiemenge benötigt, ist es verständlich, dass der Bruchstelle eines Materials immer die gleiche Interferenzlinienbreite entspricht. Die einem Kristallgitter zugeführte Energiemenge ist, konstante Temperatur und gleiches Untersuchungsmaterial vorausgesetzt, eine Funktion sowohl der wirkenden Kraft, wie der erzielten Verformung und der Zeitdauer der Energieeinwirkung.

### ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN AN LANGJÄHRIG BEANSPRUCHTEN BRÜCKENTRAGWERKEN.

Die vom Verfasser untersuchten, durchschnittlich über 60 Jahre in Betrieb stehenden Tragwerke von Eisenbahn-Brücken waren grösstenteils aus Schweißeisen<sup>5)</sup> hergestellt. Die Untersuchung an unbeanspruchten Stellen der Tragwerke lehrte, dass das Schweißeisen im Anlieferungszustand nur geringe Kennzeichen einer Kaltverformung aufweist und ein fast störungsfreies Kristallgitter mit einer radialen Linienbreite von rd. 3,30 mm besitzt. Wie zahlreiche Laboratoriumsversuche des Verfassers nachweisen konnten, tritt trotz der chemischen Inhomogenitäten des Schweißeisens der Bruch dieses Materials immer bei einer Linienbreite von  $B_{(022)} = 6,33$  mm ein, da die chemischen Verunreinigungen grösstenteils nicht im Eisengitter gelöst erscheinen, sondern als selbständige Bestandteile im Material eingelagert sind.

Die stärker beanspruchten Bauteile der Tragwerke zeigten in den meisten Fällen im Röntgendiagramm eine ausgeprägte Faserstruktur oder ein zerrüttetes Gefüge, verbunden mit sehr hohen Werten für die Linienbreite, also mit grossen Kristallgitter-Störungen. Die starkbeanspruchten Stellen eines Stahlüberbaues, der vor seinem Ausbau stand, zeigten so hohe Werte für die Linienbreite, dass sie von

<sup>1)</sup> E. Brandenberger, „SBZ“, 1933, Bd. 102, S. 39\* (inzwischen zu einem Sonderdruck erweitert).

<sup>2)</sup> Siehe Literaturverzeichnis am Ende dieses Berichtes.

<sup>3)</sup> Die Interferenzlinienbreite ist ein Mass für die Grösse der Kristallgitterstörungen.

<sup>4)</sup> Hingegen beeinflussen Veränderungen in der Expositionszeit und in der Entwicklungszeit die Ergebnisse nicht.

<sup>5)</sup> Später angebrachte Verstärkungen aus Flusseisen, bzw. Bessemerstahl sind in ihrem Verhalten dem Schweißeisen ähnlich.

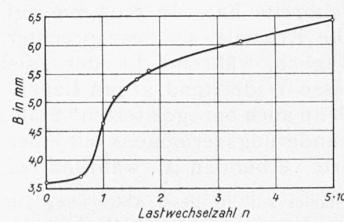


Abb. 1. Abhängigkeit der radialen Interferenzlinienbreite  $B$  in mm von der Schwingungszahl  $n$  bei gleichbleibender Beanspruchung von  $24 \text{ kg/mm}^2$  für Probestäbe aus Baustahl St. 44.