

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 13 (1988)

Artikel: Experimentelle Erprobung von Stahlbetonbauwerken in situ

Autor: Schmidt, Horst / Opitz, Heinz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13023>

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: 17.05.2025

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

Experimentelle Erprobung von Stahlbetonbauwerken in situ

Tests on Reinforced Structures in situ

Expérimentation in situ des ouvrages en béton armé

Horst SCHMIDT

o.Prof. Dr.-Ing.
Technische Universität
Dresden, DDR



Horst Schmidt, geboren 1927, promovierte 1960 an der Technischen Universität Dresden. Er war als leitender Ingenieur im Industriebau an der Errichtung vieler Vorhaben und speziell an der Entwicklung des Stahl- und Spannbetonfertigteilbaues beteiligt. Seit 1976 ist er ordentlicher Professor für Festigkeitslehre und experimentelle Baumechanik.

Heinz OPITZ

Dr.-Ing.
Technische Universität
Dresden, DDR



Heinz Opitz, geboren 1937, promovierte 1970 an der Technischen Universität Dresden. Er arbeitete vorwiegend in Lehre, Forschung und Projektierung auf den Gebieten des Stahlbetonbaues, des Versuchswesens und der Baumechanik. Er ist Oberassistent am Lehrstuhl Festigkeitslehre und experimentelle Baumechanik.

ZUSAMMENFASSUNG

Eine neue Vorschrift der DDR über den Nachweis der Trag- und Nutzungsfähigkeit bestehender Bauwerke und Bauwerksteile aufgrund experimenteller Erprobungen wird auszugsweise vorgestellt. An Beispielen werden Erfahrungen bei der Prüfung bestehender Stahlbetonbauwerke mitgeteilt.

SUMMARY

A new GDR standard on the indication of ultimate bearing capacity and serviceability of existing buildings and parts of structures based on experiments is presented by extracts. It is illustrated by experience gained in tests on existing reinforced structures.

RÉSUMÉ

On présente des extraits d'un nouveau règlement établi en R.D.A. portant sur la charge admissible et l'utilisation possible de constructions existantes et de leurs composants à partir d'essais. Des exemples illustrent les expériences faites lors des essais d'ouvrages en béton armé.



1. EINE NEUE VORSCHRIFT ZUR EXPERIMENTELLEN ERPROBUNG BESTEHENDER STAHL- UND SPANNBETONBAUWERKE

In Sonderfällen kann es zweckmäßig sein, das Trag- und Verformungsverhalten bestehender Konstruktionen aus Stahl- oder Spannbeton durch eine experimentelle Erprobung in situ zu bestimmen, insbesondere wenn kein geeignetes Berechnungsmodell vorliegt, das die tatsächlich vorhandenen Verhältnisse ausreichend genau beschreibt. Dadurch mögliche Reserven der Trag- und Nutzungsfähigkeit, die durch eine experimentelle Erprobung aufgezeigt werden können, liegen z. B. in folgenden Wirkungen, die oft theoretisch nicht berücksichtigt werden, begründet:

- Gewölbewirkung von Balken und Platten durch Verdrehungsbehinderung an den Auflagern
- Nicht erfaßte räumliche Tragwirkungen
- Einbeziehung der wirklich vorhandenen Baustoffkennwerte im Bauwerk
- Rechnerisch nur näherungsweise zu erfassende Lastverteilungen oder Lastumlagerungen
- Mitwirkung von Fußbodenaufbauten an der Tragwirkung.

Experimentelle Erprobungen können auch dann sinnvoll und zweckmäßig sein, wenn durch Brand, Korrosion oder andere Schädigungen Trag- und Nutzungsfähigkeit nicht mehr genügend genau eingeschätzt werden können, wenn Zweifel an einer fachgerechten Ausführung des Bauwerkes oder Bauwerksteiles aufgetreten sind oder wenn veraltete Bauweisen zu beurteilen sind, über deren Wirkungsweise und Beschaffenheit keine genauen Aussagen mehr getroffen werden können. Weil in solchen Fällen das Ergebnis der experimentellen Erprobung (auch als Probelastung bezeichnet /1/) als Ergänzung oder als Ersatz für theoretische Berechnungen gelten muß, wurde hierfür in der DDR eine entsprechende Vorschrift /2/ erlassen. Gegenüber früheren Festlegungen über Probelastungen z. B. in /3/ wird der Nachweis aufgrund experimenteller Erprobung in /2/ nach der Methode der Grenzzustände und in einer neuen Form geführt. Grundsätzlich werden zwei Probelastungsarten unterschieden:

- Probelastungsart A ist dadurch charakterisiert, daß die Belastung nach einer festgelegten Be- und Entlastungsfolge bis zu einer Größe, bei der noch keine Schädigungen auftreten, die die Brauchbarkeit des Bauwerkes oder Bauwerksteiles im künftigen Nutzungszeitraum beeinträchtigen, erfolgt.
- Probelastungsart B ist dadurch gekennzeichnet, daß die Belastung einzelner im Regelfall vom übrigen Bauwerk getrennter Bauwerksteile einer gleichartigen Bauteilgruppe bis zur Grenzbelastung der Trag- und Nutzungsfähigkeit erfolgt, wobei keine Beeinträchtigung des übrigen Bauwerkes eintreten darf.

Die folgenden Ausführungen behandeln vorwiegend nur die Probelastungsart A.

2. NACHWEISFÜHRUNG DER TRAG- UND NUTZUNGSFÄHIGKEIT AUFGRUND EXPERIMENTELLER ERPROBUNGEN IN SITU

Für den Grenzzustand der Tragfähigkeit eines Bauwerkes oder Bauwerksteiles wird bei Probelastungsart A in /2/ folgende Nachweisgleichung vorgeschrieben:

$$\sum_{i=1}^{i=1} \text{adm } F_{u,i} \cdot n_i \cdot k \cdot h \leq \text{obs } F_u \prod m_j \quad (1)$$

Dabei bedeuten

obs F_u die bei der experimentellen Erprobung ermittelte Grenzbelastung, ohne während der Prüfung wirkende ständige Lasten.
Werden Lasten bei der Prüfung getrennt erfaßt, dann gilt mit obs $F_{u,i}$ dem i -ten Anteil von obs F_u

$$\text{obs } F_u = \sum_{i=1}^{i=1} \text{obs } F_{u,i}$$

adm $F_{u,i}$ experimentell ermittelter, obs $F_{u,i}$ entsprechender i -ter Anteil der Normlastkombination für den Nutzungszeitraum ohne während der Prüfung wirkende ständige Lasten

n_i Lastfaktoren, k Lastkombinationsfaktor und h Wertigkeitsfaktor des Bauwerkes nach /4/

$\prod m_j$ Produkt der Anpassungsfaktoren, die im Nutzungszeitraum auftretende Einflüsse, die bei der Prüfung nicht erfaßt werden, berücksichtigen.

In /2/ werden Anpassungsfaktoren m_j für Langzeitwirkung auf die Festigkeit, für den Abbau der Gewölbetragswirkung durch Schwinden und Kriechen bei seitlicher Verschiebungsbehinderung an den Auflagern von Balken, Platten und Gewölben und für die Vergrößerung der Außermittigkeit druckbeanspruchter Bauwerksteile infolge Kriechen angegeben. Zusätzlich sind gegebenenfalls andere Einflüsse aus zeitabhängigen Formänderungen infolge von Schwinden und Kriechen auf Zwangs- und Vorspannkkräfte sowie aus Temperatur- und Umweltbedingungen, die sich gegenüber der Prüfung ungünstig auf die Tragfähigkeit im Nutzungszeitraum auswirken können, zu berücksichtigen. Die aus der experimentellen Erprobung abzuleitenden Normlasten für den weiteren Nutzungszeitraum sind aus Gleichung (1) oder explizit nach Gl. (2) zu bestimmen

$$\text{adm } F_{u,i} \leq \frac{\text{obs } F_{u,i} \prod m_j}{n_{\text{tot}}} \quad (2)$$

mit dem mittleren Lastfaktor

$$n_{\text{tot}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=1} F_i n_i k h}{\sum_{i=1}^{i=1} F_i} \quad (3)$$

F_i = i -ter Anteil der Normlast,

wobei die während der Prüfung wirkenden ständigen Lasten nicht zu berücksichtigen sind.

Eine entscheidende Problematik bei der Probelastung liegt in der Festlegung der Grenzlaster obs F_u , bei der voraussetzungsgemäß noch keine solchen Schädigungen auftreten dürfen, die die Brauchbarkeit des Bauwerkes oder Bauwerksteiles im künftigen Nutzungszeitraum beeinträchtigen. In /2/ wird festgelegt, daß die Prüfung abgebrochen werden muß, wenn einer der folgenden Zustände eintritt:



- die gemessenen Betonstauchungen $\epsilon_b \geq \epsilon_{b,lim} - \epsilon_0$,
die gemessenen Dehnungen des Betonstahles $\epsilon_s \geq 0,9 \left(\frac{R_s^0}{E_s} - \epsilon_{s0} \right)$
oder des Spannstahles $\epsilon_s \geq 0,9 \left(\frac{R_p^0}{E_p} - \epsilon_{s0} \right)$ werden

mit

- $\epsilon_{b,lim}$ Grenzwerte der Betonstauchungen nach Tab. 1
- $\epsilon_0, \epsilon_{s0}$ rechnerisch ermittelte elastische Betonstauchung bzw. Dehnung des Beton- oder Spannstahles infolge Vorlast, während der Prüfung wirkender ständiger Lasten der Bauwerksteile und Versuchsaufbauten sowie infolge von Vorspannkraften zum Zeitpunkt der Prüfung
- R_s^0, R_p^0 Grundwerte der Rechenfestigkeiten des Beton- oder Spannstahles

Tabelle 1 Grenzwerte der Betonstauchungen $\epsilon_{b,lim}$ in ‰

Betonklasse	Biegung	Querkraft Torsion	Längsdruck- kraft
$\leq$ Bk 20	1,0	0,7	0,6
$>$ Bk 20	1,0	0,9	0,8

- bei schlaffbewehrten Bauwerksteilen Biegerisse und/oder Schrägrisse sich über die gesamte Querschnittshöhe auszubreiten beginnen, oder wenn Rißbreiten $w \geq 0,5$ mm auftreten,
- bei Spannbetonkonstruktionen mit Vorspanngrad I oder II Rißbreiten $w \geq 0,1$ mm auftreten,
- bei Spannbetonkonstruktionen mit Vorspanngrad III Rißbreiten $w \geq 0,35$ mm auftreten,
- ein Schubdruck- oder Schubzugbruch aufgrund der Verformungsmeßwerte der Bügel, Aufbiegungen oder des Betons und aufgrund des Rißbildes zu erwarten sind,
- Anzeichen für den Beginn eines Verankerungsbruches erkennbar sind,
- Stabilitätsversagen zu erwarten ist,
- Meßwerte, die insgesamt in ihrer Entwicklung während der Prüfung zu verfolgen sind, bei weiterer Laststeigerung auf plastische Formänderungen schließen lassen, die zu einer Schädigung des Bauwerksteiles führen.

3. BEISPIELE VON DURCHGEFÜHRTEN EXPERIMENTELLEN ERPROBUNGEN

Die Durchführung von Probelastungen erfordert Erfahrungen und Sorgfalt, eine einfach regelbare dem konkreten Fall angepaßte Belastungstechnik und eine ausreichend genaue, zuverlässige und oft robuste Meßtechnik.

Als Belastungsmöglichkeiten bei in situ auszuführenden Probelastungen kommen in Frage:

- a) Einleitung von hydraulisch oder pneumatisch erzeugten Kräften (vgl. z. B. /1/)
- b) Aufbringen von Masseteilen
- c) Belastung durch Wasser in Folienwannen /5/

Zu der unter b) genannten Möglichkeit wurden von den Autoren bei Probelastungen verschiedene Varianten angewendet. So wurden bei der Prüfung korrosionsgeschädigter Stahlbetonkranbahnträger einer Freikrananlage die Lasten mittels am Kranhaken angehängter Betonblöcke, die auf einem mit Hydraulikhebern unterstützten Podest auflagen, durch stufenweises Anheben und Absenken eingetragen. Die Ablesung der Kräfte erfolgte über ein zwischengeschaltetes Dynamometer (Fig.1). Während aller Belastungs- und Entlastungsstufen wurden Durchbiegungen an verschiedenen Punkten, Stahldehnungen an freigelegten Bewehrungsstäben, Betonstauchungen an der Balkenoberseite und Stahldehnungen der Kranbahnschiene gemessen. Risse wurden auch bei maximaler Last obs F_u nicht beobachtet.

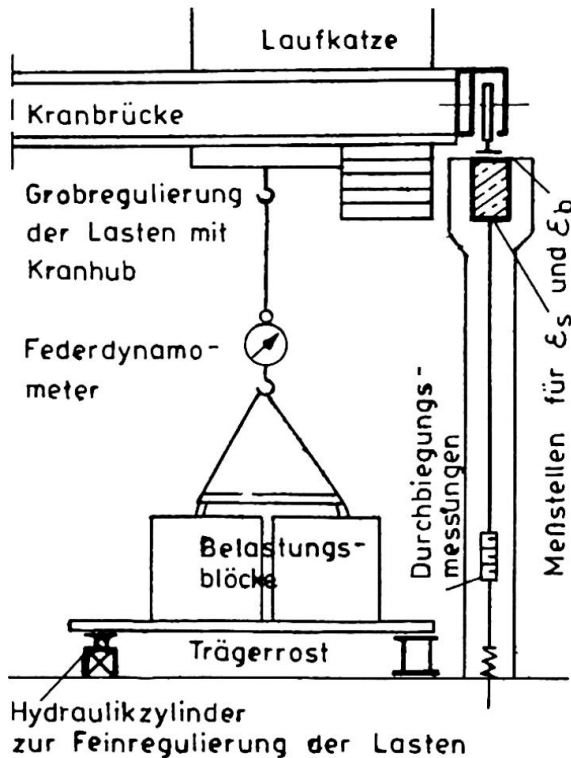
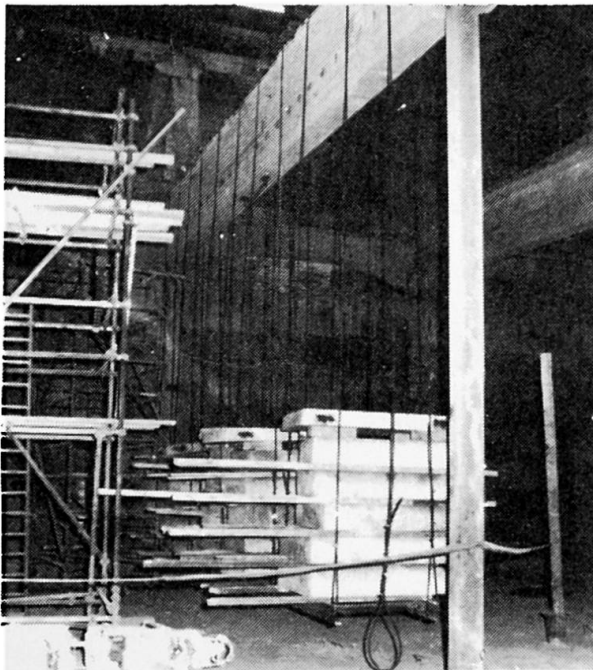


Fig.1 Prüfung eines Stahlbeton-Kranbahnträgers



Im Ergebnis einer nach /2/ erfolgten Auswertung und einer unverzüglich eingeleiteten Sanierung der korrodierten Bewehrung konnte die Freikranbahn für den Betrieb mit 20 t Nutzlast erhalten bleiben. Bei einem anderen Beispiel sollte experimentell die Tragfähigkeit 24 m weitgespannter über 50 Jahre alter Hallenbinder, die große und teilweise über 1 mm breite Risse aufwiesen und aufgrund veränderter Technologien jeweils eine Zwischenstütze erhielten, geprüft werden. Über Gehänge wurden mit Gabelstaplern vorher genau abgewogene Betonplatten aufgebracht (Fig.2). Die Schädigungen der Binder erwiesen sich als unbedenklich, wie die Messungen mit einem Rißweitenmesser auf induktiver Basis und die Durchbiegungs- und Krümmungsmessungen zeigten. Mit /2/ konnten die Binder für die weitere Nutzung nach Verschluß der großen Risse freigegeben werden.

Die Nachrechnung von auf kräftigen Stahlbetonrahmen aufliegenden kassettenförmigen Deckenplatten in einem mehrgeschossigen Industriebau ergab keine ausreichende Sicherheit

Fig.2 Prüfung eines Stahlbeton-Hallenbinders mit 24 m-Spannweite



für Hubwagen-oder Gabelstaplerbetrieb. Durch Aufbringen von handlichen Stahlstücken konnte über ein Belastungsgestell kurzfristig eine Prüfung der Kassettendeckenplatten mit hohen Einzellasten erfolgen, wobei die genaue Größe der Kraft über elektrische Druckmessdosen registriert wurde (Fig.3). Durch Gewölbewirkung und Mitwirkung der Estrichschicht wurden große Reserven der Tragfähigkeit gegenüber der Berechnung festgestellt, so daß das künftige Befahren dieser Decke mit Gabelstaplern erlaubt werden konnte.



Fig. 3 Belastung einer Kassettendeckenplatte in einem mehrgeschossigen Industriebau durch Einzellasten

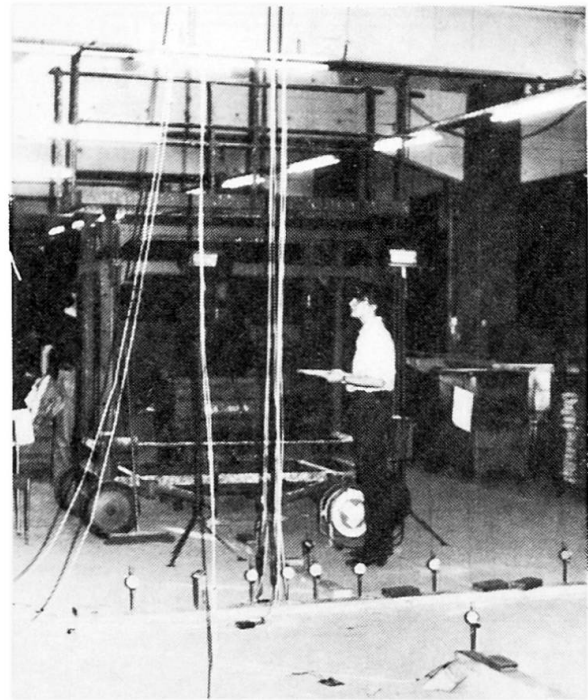


Fig.4 Meßanordnung bei der experimentellen Erprobung der Kassettendeckenplatten

LITERATURVERZEICHNIS

1. SCHMIDT, H.: Trag- und Verformungsverhalten von Bauwerken aufgrund von Probelastungen. Schlußbericht des IVDH-Symposiums Venedig 1983, Seite 77
2. TGL 33407/04 Betonbau; Nachweis der Trag- und Nutzungsfähigkeit aufgrund experimenteller Erprobung; Bauwerke und Bauwerksteile. Fachbereichsstandard der DDR, Verlag für Standardisierung, Leipzig 1987
3. DIN 1045 (Fassung November 1959) § 7 Probelastung
4. TGL 32274/01 Lastannahmen für Bauwerke; Grundsätze. Fachbereichsstandard der DDR 1976
5. BADER, V.; FEUCHTER, G.; STIGLAT, K.: Versuche an Stahlbetondecken aus dem Jahre 1905 im Psychiatrischen Landeskrankenhaus in Wisloch. Beton- und Stahlbetonbau, Berlin 77 (1982), H. 3 S. 74-79

Leere Seite
Blank page
Page vide

Leere Seite
Blank page
Page vide