

Der Einsturz der Berliner Kongresshalle: erste Untersuchungsergebnisse

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 36: **Der Gotthard-Strassentunnel**

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74198>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Der Einsturz der Berliner Kongresshalle

Erste Untersuchungsergebnisse

(MPG). Die drei mit der Untersuchung beauftragten Sachverständigen haben jetzt die *wichtigste* Ursache für den Einsturz der Berliner Kongresshalle gefunden: *Wasserstoffinduzierte Spannungsriss-Korrosion*. «Diese Krankheit des Stahls – eine Versprödung durch eindringenden Wasserstoff – hat in den letzten Jahren eine bedauernswerte Bedeutung erlangt und bereits zu einer grösseren Anzahl von Schäden geführt», bestätigt Prof. Hans-Jürgen Engell, Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf. Am 21. Mai dieses Jahres war gegen 11 Uhr der tonnenschwere, überstehende Betondachbogen an der Südseite der Berliner Kongresshalle plötzlich abgebrochen, hatte das Dach der darunterliegenden Vorhalle durchschlagen und fünf Menschen schwer verletzt. Ein 27 Jahre alter Fernsehredakteur starb wenige Tage später.

Drei Experten für Stahl, Beton und Konstruktionen hat die *Berliner Ausstellungs-Messe-Kongress-GmbH* mit der Untersuchung des Einsturzes beauftragt:

- Prof. Hans-Jürgen Engell, Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf,
- Prof. Karl Kordina, Direktor der amtlichen Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig, und
- Prof. Jörg Schlaich, Direktor des Instituts für Massivbau der Universität Stuttgart.

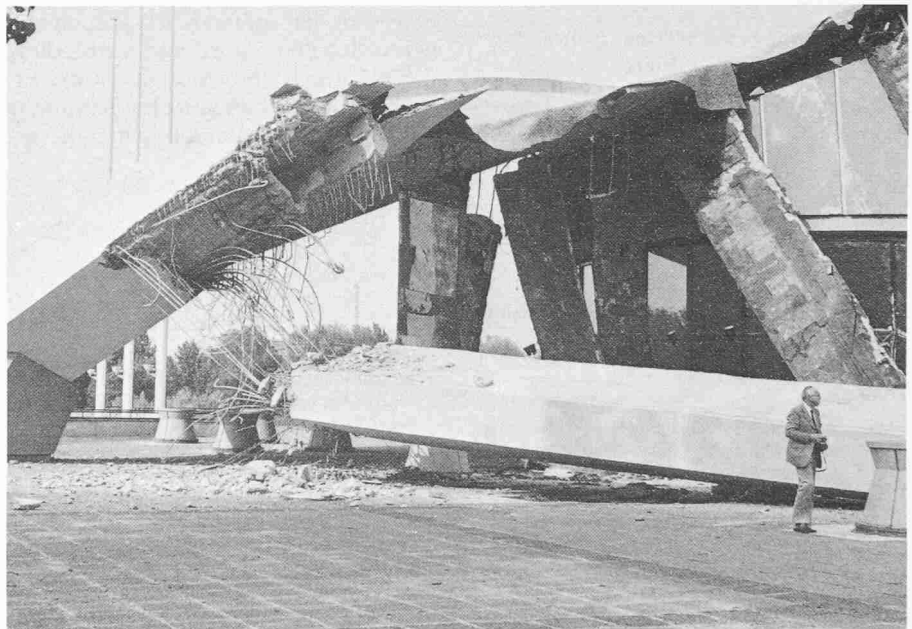
In ihrem bisher vorliegenden Kurztgutachten stellen die drei Fachleute ge-

meinsam fest: «Bei der Berliner Kongresshalle handelt es sich um einen architektonisch aussergewöhnlichen Entwurf, der mit ungewöhnlichen konstruktiven Lösungen und den damals zur Verfügung stehenden technischen Mitteln in sehr kurzer Zeit ausgeführt werden musste». Das vom Architekten *Hugh Stubbins* entworfene Gebäude mit dem offiziellen Namen «Benjamin-Franklin-Halle» entstand im Herbst 1957 als *Beitrag der USA zur internationalen Bauausstellung in Berlin*. Herausragendes Merkmal des damals als «kühnster Bau im Tiergarten» gefeier-

ten Gebäudes ist die – wie eine Hutkrempe – überstehende, schrägliegende Dachfläche mit zwei ovalen Betonbögen an den Rändern. Sie trugen dem Gebäude bei schlagfertigen Berlinern den Spitznamen «schwangere Auster» ein.

Risse in den Dachplatten

Die beiden freischwebenden Randbögen ruhen in zwei Widerlagern und sind mit 164 Spanngliedern aus einem hochfesten Stahl gegen den Ringbalken abgespannt, der auf der Wand des Auditoriums aufliegt. Jedes dieser Spannglieder ist ein Bündel von 7 bis 10 Spannstäben, die in Hüllrohren aus Stahlblech innerhalb der Platten des Vordaches zwischen Randbogen und Ringbalken verlaufen. Die Hüllrohre sind nach dem Anspannen dieser Spannglie-



Eingestürzter Bogen, Westseite



Nördliches Aussendach von der Westseite



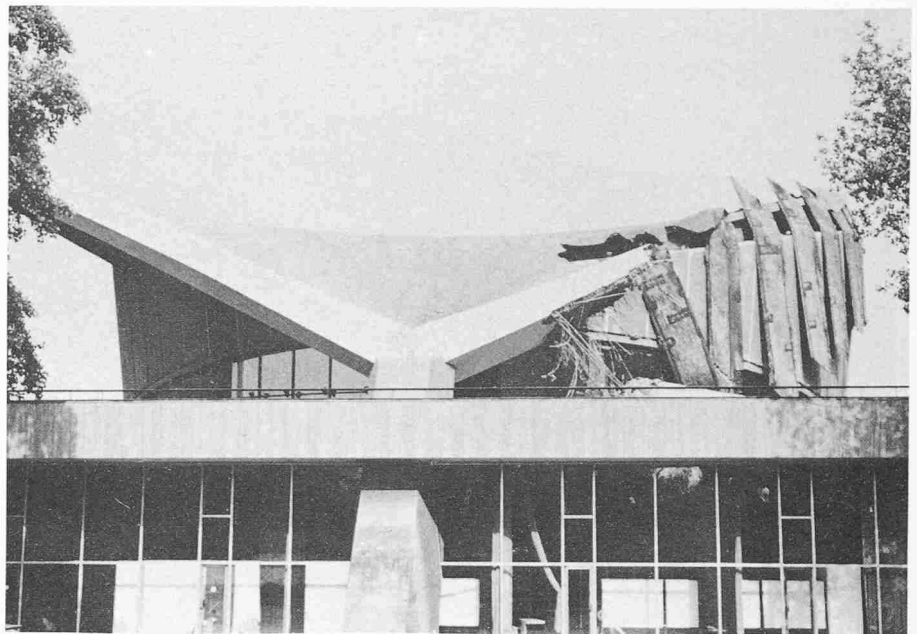
Ansicht von Südwesten

der mit Zementmörtel ausgefüllt worden, wodurch der Korrosionsschutz der Stahlstäbe sichergestellt wurde. «Durch das Bogengewicht, das Eigengewicht der Dachplatten und durch Vertikalbewegungen des Bogens relativ zum Ringbalken – aus Einflüssen wie Kriechen und Schwinden des Betons, Temperaturdifferenzen, Wind, Schnee, Setzungen usw. – wurde der Spannstahl sehr hoch und wechselnd beansprucht, und es traten in den Dachplatten an den Übergängen zum Randbogen und zum Ringbalken Risse auf», schreiben die drei Sachverständigen in ihrem gemeinsamen Kurzgutachten. Diese Risse liefen teilweise bis zu den Spannstäben. An dieser Schädigung hat ferner ein Streifen *Bitumenpapier* mitgewirkt, der zwischen den Dachplatten und dem Ringbalken waagrecht eingelegt war und auf dem teilweise die Hüllrohre auflagen – ohne eine korrosionsschützende Betonüberdeckung.

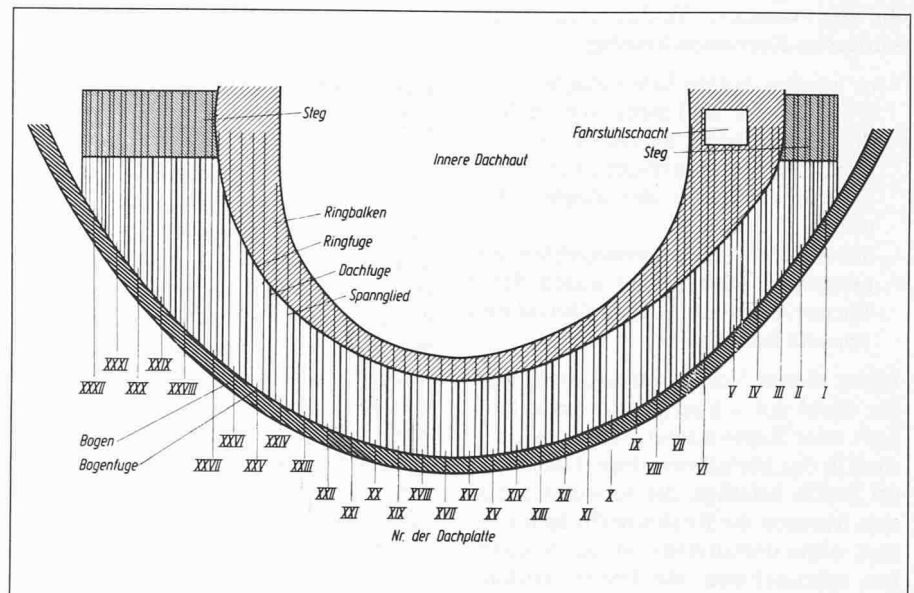
Jedenfalls, so stellen die drei Experten in ihrem Kurzbericht fest, «blieben einzelne Hüllrohre der Spannglieder ohne vollständige Umhüllung durch den eingebrachten Fugenbeton». Und: «Über dieses Bitumenpapier und die Risse in den Dachplatten konnten in einem schmalen Bereich am Übergang zum Ringbalken Feuchtigkeit und Kohlendioxid bis zu den Spanngliedern vordringen und starke Korrosion auslösen». Einige Hüllrohre rosten besonders von unten her (wo sie teilweise direkt auf dem Bitumenpapier lagen) durch. Zusätzlich «karbonatisierte» das eindringende Kohlendioxid der Luft den Füllbeton, so dass die schützende Wirkung des eingepressten Betons verloren ging. «Der dadurch aufgehobene Korrosionsschutz führte im Zusammenwirken mit den erwähnten starken mechanischen Beanspruchungen der Spannglieder dazu, dass die Spannstäbe nach und nach durch wasserstoffinduzierte Spannungsriss-Korrosion brachen,» fasst Prof. Engell das Ergebnis des vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung inzwischen ausgearbeiteten, ausführlichen Gutachtens zusammen.

Wenig aufgeklärtes Phänomen

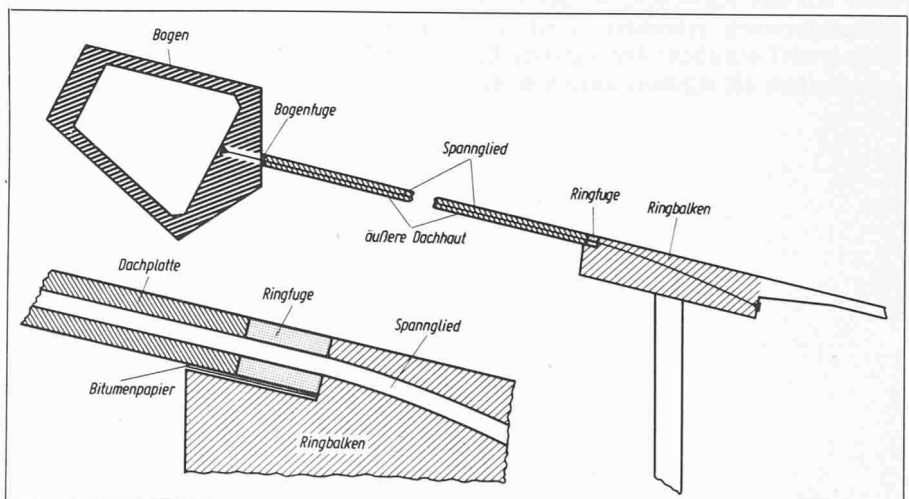
Die wasserstoffinduzierte Spannungsriss-Korrosion hat also erneut ein spektakuläres Opfer gefordert. «Wir beteiligen uns an der Begutachtung solcher Schäden, weil wir daraus für unsere Forschungsarbeiten lernen können», erklärt Engell. «Zwar haben wir einige einfache Fälle von Spannungsriss-Korrosion aufgeklärt und wissen, wie sie zustande gekommen sind und künftig vermieden werden können, doch grundsätzlich ist diese Erscheinung ein noch wenig aufgeklärtes Phänomen». Die Untersuchung dieser «gefährlichen



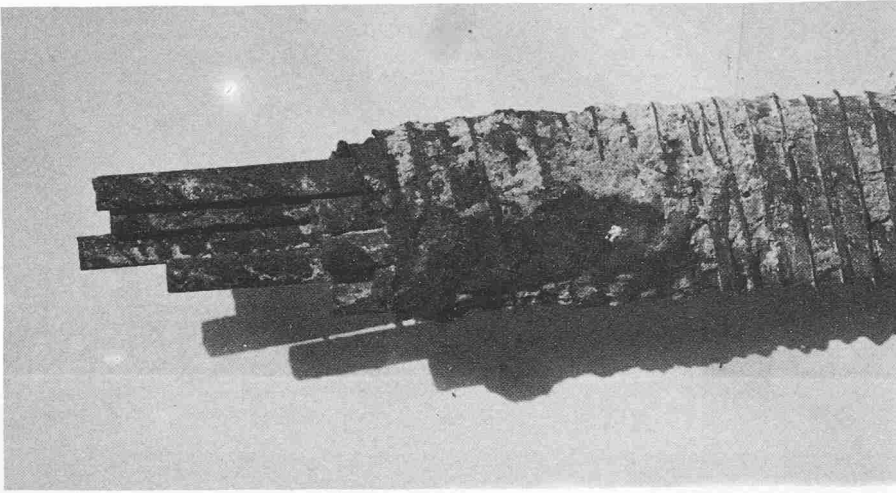
Ansicht des eingestürzten Dachs von Westen: Am Ringbalken, der oben auf der Wand des Auditoriums aufliegt und an dem noch einige der dünnen Dachplatten hängen, waren einige der stählernen Spannglieder plötzlich gebrochen – wegen wasserstoffinduzierter Spannungsriss-Korrosion, wie Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung jetzt nachwiesen



Schematische Darstellung der Konstruktion des südlichen Aussendachs (Aufsicht) der Berliner Kongresshalle



Schematische Darstellung der Konstruktion des südlichen Aussendachs (Querschnitt) der Berliner Kongresshalle



Beschädigtes Spannglied. An der Unterseite des Hüllrohres in dem die Spannstäbe stecken, sind Reste des Bitumenpapiers zu erkennen

Krankheit des Stahls» (Engell) ist deshalb ein Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten im Düsseldorfer Institut auf dem Gebiet der Bruchforschung. Gleichzeitig sind immer *drei Faktoren* an der wasserstoffinduzierten Spannungsriiss-Korrosion beteiligt:

- es werden *Stähle hoher Zugfestigkeit* (1000 N/mm^2 und mehr) verwendet,
- die *mechanische Belastung* des verwendeten Stahls erreicht einen *erheblichen Prozentsatz der Zugfestigkeit* und
- der *Stahl ist Korrosionsangriffen ausgesetzt*. In allen Fällen waren dabei *Wasser*, teilweise *Schwefeldioxid* und *Tausalz*, beteiligt.

Unter diesen Voraussetzungen reagiert der Stahl mit - häufig verschmutzter - Luft oder Regenwasser, wobei Wasserstoff in das Metall eindringt. Dabei sind oft Stoffe beteiligt, die schon in kleinsten Mengen die Reaktion fördern können, ohne unmittelbar an den Vorgängen teilzunehmen. Bei bereits vorhandenen Rissen im Stahl kommt es oft zu einer ausgeprägten Anreicherung von Wasserstoff in den verformten Bereichen vor der Risspitze, wodurch die Rissausbreitung erleichtert wird. Der Wasserstoff schwächt den inneren Zusammenhalt (Kohäsion) zwischen den

einzelnen Atomen. Dadurch verliert der Werkstoff seine Zähigkeit, also eine seiner Sicherheitseigenschaften, die sich dadurch bemerkbar machen, dass Stahl bei Überbelastung nicht oder erst nach wesentlicher Verformung bricht.

Hochfeste Stähle besonders gefährdet

Durch in den Stahl eindringenden Wasserstoff wird der Werkstoff *spröde*, kann also entstehenden Rissen nicht mehr genügend Widerstand entgegensetzen. Vor allem hochfeste Stähle sind durch Wasserstoff gefährdet. Andererseits haben die Forschungsarbeiten des Max-Planck-Instituts gezeigt, dass - bei gleicher Festigkeit - verschiedene Stahlgefüge gegen die Wasserstoffschädigung sehr unterschiedlich empfindlich sind. «Eigene Versuche bestätigen, dass bei vergleichbaren Gefügezuständen die Wasserstoffschädigung mit steigender Festigkeit des Stahls wächst», betont Engell. «Es konnte aber auch gezeigt werden, dass bei gleicher Festigkeit und gleicher chemischer Zusammensetzung das jeweilige Gefüge einen ausgeprägten Einfluss hat.» Nach Engells Meinung «bedarf es noch intensiver wissenschaftlicher Arbeit, um bei

der Erforschung der Ursachen und damit bei der Behebung dieser Krankheit der metallischen Werkstoffe - nicht nur Stähle, sondern beispielsweise hochfeste Titanlegierungen sind davon auch betroffen - weiterzukommen».

Unsachgemässe Handhabung

Engell wehrt sich gegen die Annahme, dass in allen modernen Spannbeton-Bauwerken Zeitbomben ticken, und es jederzeit zu weiteren, spektakulären Einstürzen kommen könne: «In keinem einzigen Fall ist der Stahl selbst, sondern immer seine unsachgemässe Handhabung und Verwendung die Schadensursache gewesen.» Die Forschungsarbeiten des Instituts hätten bewiesen, dass ein sicherer Schutz der Stähle gegen Korrosion durch eine *vollständige Umhüllung mit Zementmörtel* gewährleistet ist, eine Umhüllung, die frei von Rissen, Hohlräumen und Chloridgehalten sein muss. Prof. Engell: «Wenn der Stahl einwandfrei in den Beton eingebettet war, ist bisher noch nirgends ein Schaden aufgetreten. Einwandfreier Beton schützt nämlich den Stahl zuverlässig vor Korrosion und verhindert damit das Eindringen von Wasserstoff.»

Neben der Mahnung, bei modernen Stahlbeton-Bauwerken vor allem die Bauausführung streng zu überwachen, gibt Prof. Engell die Empfehlung, bei der Verwendung von hochfesten Stählen den Korrosionsschutz besonders sorgfältig auszuführen: «Man muss daran denken, dass bereits eine beginnende abtragende Korrosion dazu führen kann, dass die Wasserstoffschädigung zur Ausbildung von Rissen führt».

Die sich in letzter Zeit häufenden Meldungen über Schäden an Bauwerken aus Stahl und Beton erklärt Engell mit mangelnden Erfahrungen der Baufachleute beim Umgang mit den neuen technischen Möglichkeiten, die der Spannbeton eröffnet hat: «Die Ingenieure müssen sich daran gewöhnen, dass diese neuen Werkstoffe bei all ihren Vorteilen auch eine ganz besondere Sorgfalt erfordern».