

Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin
Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung
Band: - (2008)
Heft: 77

Artikel: Wenn Stahlriesen in Brand geraten
Autor: Fischer, Roland
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-968164>

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: 15.01.2026

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

Wenn Stahlriesen in Brand geraten

Der Werkstoff Stahl verändert bei hohen Temperaturen seine Eigenschaften. In brennenden Gebäuden kann das drastische Folgen haben. An der ETH Zürich erforscht man deshalb, wie man Stahlkonstruktionen brandtauglich machen kann.

VON ROLAND FISCHER

Die Geschichte rund um den Terrorangriff auf die Twin Towers hat den Forschungsarbeiten der Gruppe von Mario Fontana zur Brandsicherheit von Tragwerken zu grosser Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit verholfen. Das Fernsehen war da, Fontanas Expertenmeinung war in den Medien weitherum gefragt. Dem Bauingenieur ist anzumerken, dass ihn dieser Fokus auf das World Trade Center ein wenig ärgert. «In der Schweiz haben die Stahlbauer schon in den 50er Jahren zum Thema Stahl und Brand geforscht, und auch wir haben mit unserer Forschung zum Verhalten von Stahlkonstruktionen im Brandfall schon lange vor 9/11 begonnen», erklärt er. «Dank den Forschungsergebnissen konnte ich den Kollaps sehr rasch nachvollziehen.» Die Verschwörungstheorien, wonach das Kerosin gar nicht heiss genug gebrannt habe, um das Stahlgerüst ernsthaft schwächen zu können, wischt er beiseite. Schliesslich habe das Kerosin sofort alles vorhandene brennbare Material entzündet, und zudem sei nicht der Schmelzpunkt des Stahls entscheidend, der Werkstoff verändere seine Materialeigenschaften bereits bei viel tieferen Temperaturen. Genau diesen Veränderungen und ihren Auswirkungen versucht Fontanas Gruppe auf den Grund zu gehen.

Auswirkungen auf die Stabilität

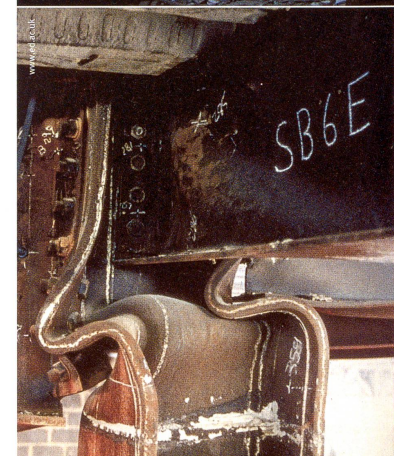
Erhitzt man Stahl, wird er weich, was, sagt Fontana, an sich keine negative Eigenschaft sei, denke man nur an das Schmieden. Doch im Häuserbau wirkt sich das auf die Stabilität aus – dies nicht zu berücksichtigen wäre ein Vabanquespel. Denn in einem Gebäude kann es immer zu einem Brand kommen. «Jedes Tragwerk ist auf gewisse Szenarien hin bemessen, das war

auch beim World Trade Center so», sagt Fontana. Er nimmt an, dass es auch dort hin und wieder zu Bürobränden gekommen sei. Dass man davon weiter nichts gehört hat, dass solche Ereignisse also keine gravierenden Auswirkungen auf die Tragfähigkeit der Konstruktion hatten, bedeutet für den Ingenieur, dass die Szenarien und Berechnungen korrekt gewesen sind.

Zwei Möglichkeiten gibt es, um ein Gebäude brandtauglich zu machen: Erstens eine entsprechend stabile, auch eine Schwächung bei Feuer berücksichtigende Bauweise und zweitens den Schutz der Stahlträger mit Dämmmaterialien. Beides ist teuer, den Bauherren liegt deshalb viel daran, die Vorsorge nicht aufwändiger als unbedingt nötig zu gestalten. Die Waage mit der Wirtschaftlichkeit auf der einen und der Sicherheit auf der anderen Seite wird dauernd neu austariert – insofern war 9/11 durchaus bedeutsam, auch wenn es für die Experten nicht Anlass war, grundsätzlich über die Bücher zu gehen.

Risiken besser einschätzen

Fontana weiss, dass er als Ingenieur nicht alles berechnen kann: «Welche Risiken man als tragbar erachtet, muss die Gesellschaft entscheiden.» Er kann jedoch das Rüstzeug liefern, um die Risiken einzuschätzen und die Konstruktionen entsprechend anzupassen. Indem Fontana und seine Mitarbeiter erforschen, wie Tragwerke sicher und wirtschaftlich gestaltet werden können, betreiben sie aber mehr als bloss nüchterne Analysen. Mit ihren Forschungsergebnissen können sie durchaus mithelfen, Bauten überhaupt zu ermöglichen: Wenn sich Sicherheitsvorkehrungen rationeller treffen lassen, werden auch architektonisch (und finanziell) ambitionierte Projekte eher Realität. Die Forscher bedienen sich sowohl theoreti-



Oben: Nach dem Einsturz der Twin Towers im September 2001. Unten: Grossbrand in Steinhausen 2007. Wie instabil Stahlträger bei grosser Hitze werden, kann ein Ingenieurteam der ETH Zürich zum Teil theoretisch berechnen. Die Forscher stützen sich aber auch auf Experimente (unten rechts: Beulversuch in der grossen Versuchshalle der ETH Höggerberg) oder auf Erfahrungen aus simulierten Grossbränden (unten links: Stahlstütze nach einem Naturbrandversuch in einem achtstöckigen Gebäude im englischen Cardington).

scher als auch experimenteller Methoden, um das Verhalten des Stahls besser zu verstehen. Fontanas Mitarbeiter Markus Knobloch ist Experte für das Stabilitätsverhalten von Stahltragwerken und das Modellieren dieses Verhaltens im Computer. Wie einzelne Bauteile wie Winkel- oder Vierkantprofile auf Druck bei hohen Temperaturen reagieren, lässt sich rechnerisch gut simulieren. Solche Berechnungen können einen Rechner gut und gern ein paar Tage beschäftigen. Denn Stahlprofile verformen sich auf komplexe Weise, nach einem Brand weisen sie Beulen und Verformungen auf, nicht zufällig verteilt indes, sondern einem Muster gehorchend, das sich mathematisch erschliessen lässt.

Die numerisch ermittelten Resultate müssen aber immer wieder mit der Realität verglichen werden, zu diesem Zweck benutzen die Bauingenieure das Brandlabor der Empa und haben sich ihren eigenen kleinen Brandöfen gebaut. Dieser steht in der grossen Versuchshalle an der ETH Höggerberg, wo auch Holz- oder Betonwände mit Hydraulikzylindern durchgeschüttelt werden. In dem gut drei Meter hohen elektrischen Ofen können die Ingenieure Stahlprofile unter realistischen Bedingungen schmoren lassen. «Der Abgleich der Berechnungen mit den praktischen Versuchen ist sehr wichtig, die Computerprogramme sind noch lange nicht vollkommen», sagt Fontana. Das gilt insbesondere für komplexe Konstruktionen; noch vermögen die Computer das Verhalten einer Vielzahl miteinander verbundener Stahlträger nicht zuverlässig zu prognostizieren. Da ist man auf Erfahrungen aus Grossversuchen angewiesen – in England

hat man schon mal ein achtgeschossiges Stahlgebäude einzig zu dem Zweck errichtet, es nachher abbrennen zu lassen, um die Schäden am Tragwerk zu studieren.

Tests mit kaltem Alu statt heissem Stahl

Da solche Belastungsversuche unter realen Brandbedingungen allerdings aufwändig und teuer sind, sucht man an der ETH auch nach anderen Wegen, um den Stahl zu studieren. Die Ingenieure in Fontanas Gruppe haben erkannt, dass heisser Stahl ähnliche Eigenschaften hat wie andere Metalle (etwa Aluminium) im kalten Zustand. Im Moment ist man daran, diese Eigenschaften im Detail zu vergleichen. Die Ergebnisse sind vielversprechend – womöglich wird man bald an einfachen Alu-Modellen wichtige Aspekte zum Brandverhalten von Stahl nachvollziehen können.

Am meisten Sicherheit und Nutzen bringen die Erkenntnisse, wenn sie schon möglichst früh in den Planungsprozess der Architekten einfließen, um die Architekturdarstellungen und den Brandschutz in Einklang zu bringen. Exponierte, statisch bedeutende Stahlträger mögen ein ästhetisch reizvolles Element im Innern eines Raumes darstellen, sind sie allerdings von allerlei brennbarem Material umgeben, so braucht es zuverlässige Kenntnisse und Massnahmen, um das Risiko in Grenzen zu halten. «Es geht darum, zusammen mit den Architekten gemeinsam sichere und effiziente Lösungen zu finden», sagt Fontana. Als Ingenieur sei er nicht allein Wissenschaftler, der Probleme analysiere, er müsse auch vernetzt denken und mitunter ein altes Problem ganz neu angehen. ■