

# Wenn Stahlriesen in Brand geraten

Autor(en): **Fischer, Roland**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2008)**

Heft 77

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-968164>

## **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.

# 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 weithin gefragt. Dem Bauingenieur ist anzumerken, dass ihm 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 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

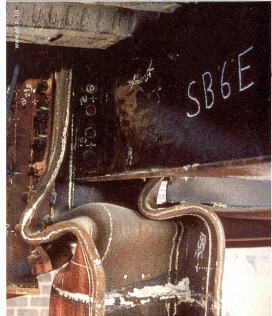
Erhitzt man Stahl, wird er weich, was, sagt Fontana, an sich keine negative Eigenschaft sei, denke man nur an das Schmieden. Doch im Häuserbau wirkt sich das auf die Stabilität aus – dies nicht zu berücksichtigen wäre ein Va banque Spiel. Denn in einem Gebäude kann es immer zu einem Brand kommen. «Jedes 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 rationaler treffen lassen, werden auch architektonisch (und finanziell) ambitionierte Projekte eher Realität. Die Forscher bedienen sich sowohl theoretisch



Oben: Nach dem Einsturz der Twin Towers im September 2001. Unten: Grossbrand in Strahausen 2007. Wie festhält Stahlträger bei grosser Hitze werden, kann ein Ingenieurteam der ETH Zürich zum Teil theoretisch berechnen. Die Forscher stützen sich aber nicht auf Experimente (unten rechts: Beilversuch 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).

schon 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 Brandofen 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

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 Architektentwürfe 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. ■