

Press release**Empa - Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt****Rainer Klose**

05/02/2019

<http://idw-online.de/en/news714943>

Research results

Construction / architecture, Materials sciences, Physics / astronomy, Traffic / transport
transregional, national**Beton beim Explodieren beobachtet**

Auch wenn Beton nicht brennbar ist, kann es bei Tunnelbränden gefährlich werden: Hochleistungsbeton kann bei hohen Temperaturen explodieren. Das Phänomen ist zwar bekannt, die Physik dahinter ist jedoch noch nicht vollständig geklärt. Empa-Forscher haben die Vorgänge im Inneren von Beton nun erstmals mittels Neutronen-Radiographie und -Tomographie in Echtzeit sichtbar gemacht.

Gotthard, Montblanc, St. Bernardino - immer wieder stürzen bei Tunnelbränden die Decken der so stabil erscheinenden Röhren ein. Infernalische Temperaturen von bis zu 1000 Grad Celsius bringen den Beton an seine Grenzen – und je nach verbautem Material kann er explodieren. Ganz verstanden ist der Prozess jedoch bis heute noch nicht. Klar ist, dass im Hochleistungsbeton enthaltenes Wasser in Bewegung gerät, verdampft und nicht entweichen kann. Der enorme Dampfdruck in den feinen Poren des Betons und die thermische Belastung des Materials kann dazu führen, dass Teile abgesprengt werden. Ob es tatsächlich zu derartigen Explosionen kommt und wie schwerwiegend die Folgen sind, hängt von vielen Faktoren ab und lässt sich kaum vorhersagen.

Um die Physik des berstenden Betons besser zu verstehen, haben Empa-Forscher mit einem Team der Universität Grenoble und des dortigen Laue-Langevin-Institut nun erstmals dreidimensionale Bilder aus dem Inneren von aufgeheiztem Beton mittels Neutronen-Tomographie in Echtzeit erstellt. Die Untersuchungen waren nur möglich dank der starken Neutronenquelle am Laue-Langevin Institut. In einer Minute schossen die Wissenschaftler bis zu 500 Bilder und konstruierten daraus ein einmaliges dreidimensionales Modell des abplatzenden Betons.

Bisher haben Experten lediglich vermuten können, dass sich Wasser im Beton von einer Hitzequelle wegbewegt und sich anstaut. Die Feuchtigkeit würde somit als Barriere wirken, stellte man sich vor, und entstehenden Wasserdampf daran hindern, zu entweichen. So würde der Dampfdruck derart ansteigen bis dem Material nichts anderes übrigbleibt als zu explodieren. Mittels der neuen Experimente konnte das Forscherteam diese Feuchtigkeitsbarriere nun tatsächlich beobachten.

Beton unter Druck

Beton besteht aus einem Gemisch von Sand, Zement und Wasser. Zwischen Zement und Wasser kommt es zu einer chemischen Reaktion, wodurch das Wasser chemisch und physikalisch gebunden wird und die Mischung aushärtet. Wenn die Temperatur bei einem Brand 200 Grad Celsius übersteigt, dehydriert der Zement im Beton und das gebundene Wasser wird zu Wasserdampf. Hochleistungsbeton hat generell eine sehr niedrige Porosität und sehr feine Poren. Diese Eigenschaften sind an sich von grossem Vorteil, da sie eine hohe Festigkeit und aussergewöhnliche Dauerhaftigkeit ermöglichen, weil dies den Beton für externe Schadstoffe praktisch undurchlässig macht. Die niedrige Permeabilität von

Hochleistungsbeton wird aber bei einem Brand mit sehr hohen Temperaturen zum Nachteil, weil Wasserdampf nicht entweichen kann und sich ein extrem hoher Dampfdrucke ausbilden kann.

Bei hohen Temperaturen beginnt Hochleistungsbeton zu explodieren. Dies hängt unter anderem mit der im Beton enthaltenen Feuchtigkeit zusammen. Empa-Forscher haben bereits neue Additive entwickelt und patentiert, die dem Abplatzen von Beton entgegenwirken. Die neuen Ergebnisse sollen nun einen weiteren Schritt hin zur Entwicklung von Baumaterialien mit grösserer Beständigkeit selbst bei höchsten Temperaturen wie bei einem Tunnelbrand führen.

contact for scientific information:

Prof. Dr. Pietro Lura
Concrete / Construction Chemistry
pietro.lutra@empa.ch
Phone +41 58 765 41 35

Dr. Benedikt Weber
Concrete / Construction Chemistry
Benedikt.Weber@empa.ch
Phone +41 58 765 48 86

Original publication:

Analysis of moisture migration in concrete at high temperature through in-situ neutron tomography, D Dautia, A Tengattini, S Dal Pont, N Toropovs, M Briffaut, B Weber, Cement and Concrete Research (2018).
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.06.010>

URL for press release: <https://www.youtube.com/watch?v=NxJPXolssIQ>

URL for press release: <https://www.empa.ch/web/s6o4/concrete-explosion>



Bei Tunnelbränden kann Beton zu einer grossen Gefahr werden, auch für die Rettungsgruppen.
www.ifa-swiss.ch