



Massive Schäden und Abplatzungen an einer bewehrten Betonmauer: Um die Ursache zu ermitteln und die Frage des Schadenersatzes zu klären, ist oft Detektivarbeit gefragt.

Schwingungen dazu, dass das oberste Stockwerk auf das darunterliegende stürzte und danach das ganze Gebäude einstürzte.

### Zuviel Sand im Beton

Die forensische Analyse stützte sich auf Fotos bestehender Risse am Gebäude. Denn diese sind ebenso einmalig wie Fingerabdrücke und entwickeln sich zudem in die Richtung, wo sie auf den geringsten Widerstand stossen. Das erschütternde Ergebnis der Untersuchung: Für das Gebäude war aus Kostengründen viel weniger Stahl als Beton verwendet worden. Der Beton wiederum enthielt zuviel Sand. Und das Gebäude war nur für vier Stockwerke und eine Büronutzung vorgesehen: Die ohne Genehmigung hinzugefügten weiteren vier Stockwerke überlasteten die Konstruktion ebenso wie die schweren Textilmaschi-

nen und die Diesel-Stromgeneratoren auf dem Dach. Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden für den Gebäudebesitzer und die Textilunternehmer lebenslange Haftstrafen empfohlen. Dazu wurden eine Reihe weiterer Textilfabriken sofort geschlossen und internationale Abkommen zum besseren Schutz der Arbeitenden ausgehandelt.

### Fehlender Hitzeschutz beim WTC

Eine forensische Analyse fand auch beim wohl berühmtesten Gebäudeeinsturz der Geschichte statt: den beiden Türmen des World Trade Center (WTC) in New York. Diese waren am 11. September 2001 nach einem Terroranschlag mittels Passagierflugzeugen in sich zusammengestürzt. Zwar war der Grund des Einsturzes bald gefunden: Die Stahlträger der beiden Hochhäuser waren nicht genügend gegen Hitzeeinwirkung ge-

## Forensische Architektur

# Detektivarbeit am Bau und im Feld

Eine spezielle Art der Spurensicherung ermittelt die Ursachen von Schäden an Bauten und gibt Aufschluss über den Zustand von Gebäuden und Konstruktionen. Mit denselben architektonischen Tools werden neuerdings sogar Menschenrechtsverletzungen rekonstruiert und untersucht.

Von Ben Kron

Wer heute durch die Fernsehkanäle zapft, kommt wahrscheinlich an einem Dutzend Krimis vorbei: Die Aufklärung von Verbrechen, meistens Morden, zieht wie kein anderes Thema beim TV-Publikum. Neben Tatort und Columbo sind in den letzten Jahren auch Serien erfolgreich, die sich mit realen Kriminalfällen und den tatsächlichen Methoden für deren Aufklärung beschäftigen.

### Trendwissenschaft Forensik

In den Mittelpunkt des Interesses ist deshalb die Forensik gerückt: Der Sammelbegriff umfasst alle wissenschaftlichen und technischen Disziplinen, mit denen kriminelle Handlungen systematisch und

methodisch untersucht werden. Der Begriff leitet sich vom lateinischen Wort «Forum» für Marktplatz ab: Im antiken Rom, wo die Grundlagen für viele der heutigen Rechtsnormen gelegt wurden, fanden sowohl Gerichtsverfahren als auch die Urteilsverkündungen und deren Vollstreckung meist auf öffentlichen Plätzen statt – schon damals unter reger Anteilnahme des Publikums.

Die moderne Forensik umfasst im Wesentlichen die Disziplinen Rechtsmedizin, Genetik, Linguistik, Phonetik, Toxikologie, Entomologie, Psychologie und Psychiatrie, Ballistik, Formspuren und Fingerabdrücke, Computer-Forensik und Wirtschafts-Forensik. Erst in jüngster Zeit gesellt sich auch die forensische Architektur zu dieser

Gruppe: Diese Teilwissenschaft hat dabei nicht nur mit Gebäuden zu tun, aber auch.

Aktuelles Beispiel für den Bereich forensische Architektur und Ingenieurwesen ist der Einsturz der Morandi-Brücke in Genua. Die 1182 Meter lange und 1967 eingeweihte Brücke stürzte vor knapp einem Jahr auf einer Länge von 200 Metern ein, was 43 Todesopfer forderte. Die Umstände des Unglücks sind noch nicht abschliessend geklärt. Es stellte sich jedoch bereits heraus, dass schon kurz nach dem Bau der Autobahnbrücke Probleme mit dem Kriechen des Betons auftraten, und dass die Spannbetonstäbe rund um die Tragseile mit womöglich zu geringer Vorspannung ausgeführt wurden.

Einen Einblick in die forensische Untersuchung von Gebäudeschäden lieferten Referate, die im Rahmen der «Conference on Advanced Building Skins» letzten Herbst in Bern gehalten wurden. Die zweitägige Konferenz widmete eine eigene Vortragsreihe der «Forensic Engineering and Architecture», worin mehrere Untersuchungen vorgestellt wurden, die sich mit der Frage befassten, wie Schäden an Gebäuden wissenschaftlich untersucht und dadurch Erkenntnisse zur Verbesserung von materialbedingten oder strukturellen Schwächen gewonnen werden können. Unter anderem wurde eine Studie der US-Firma OAC vorgestellt, die rund 1500 Fälle von Schäden an Gebäuden untersucht und deren Ursachen ermittelt hat.

### Fabrikeinsturz in Bangladesh

Ein Beispiel, das weltweit für Schlagzeilen sorgte, war 2013 der Einsturz eines acht Stockwerke hohen Gebäudes in Dhaka, der Hauptstadt von Bangladesh. Dabei wurden über 1100 Menschen getötet, die meisten Arbeiterinnen und Arbeiter von Textilfirmen. Im Gebäude hatten sich schon an den Tagen zuvor Risse gezeigt, doch die Arbeitenden wurden unter Androhung von Lohnkürzungen gezwungen, an ihren Arbeitsplätzen zu bleiben. Als nach einem Stromausfall die Generatoren auf dem Dach ansprangen, führten die



Einsturz einer Autobahnbrücke in Panama: Gerade bei ungenügender Dokumentierung von Bauweise und Berechnungen sind die forensische Kenntnisse von Architekten und Ingenieuren gefragt.



Der Einsturz dieser Textilfabrik in Sabhar (Bangladesh) im Jahr 2013 forderte 1135 Menschenleben. Untersuchungen ergaben, dass grobe Fahrlässigkeit und die Verwendung minderwertiger Materialien beim Bau der Fabrik die Ursache für die Katastrophe waren.

schützt. Nach einer Stunde wurde das Metall deshalb weich, was zum kompletten Einsturz der 417 und 415 Meter hohen Türme führte.

Umstritten war indes die Frage, welche Gefahren die entstandenen Gase und Stäube für die Retter bargen. Wenige Tage nach dem Terroranschlag hatte die damalige Direktorin der Umweltschutzbehörde in einer Pressemitteilung verkündet, dass die Luft in den betroffenen Stadtteilen Lower Manhattan und Brooklyn kein Gesundheitsrisiko bedeute.

Zwei Jahre nach der Katastrophe kam eine Untersuchung der University of California aber zu ganz anderen Ergebnissen: Beim Einsturz der Hochhäuser wurden unter anderem Isoliermaterial, Asbest, Arsen, Benzol, Glasfaser, Quecksilber, Blei und Kunststoff zu Gas und Staub. Da der Trümmerhaufen rund drei Monate brannte, wurden diverse Gase von giftigen Metallen und Säuren freigesetzt, nebst grösseren Mengen Asbeststaub. Asbest wurde bei der Errichtung der WTC-Türme Anfang der 70er-Jahre in grossen Mengen verwendet. Ein Gerichtsverfahren im Jahr 2006 stellte deshalb fest, dass die Umweltschutzbehörde New Yorks mit ihrer Beschwichtigung fahrlässig gehandelt hatte.

Meistens aber findet die Arbeit der forensischen Architekten und Ingenieure im Stillen statt und erreicht nicht die Aufmerksamkeit der Medien: Sie analysieren in Konfliktfällen die Ursachen von Schäden und Mängeln an Gebäuden und liefern eine Entscheidungsgrundlage in Rechtsfällen. Vier Fünftel der Mängel und Schä-

den betreffen dabei die Gebäudehülle, wobei das Eindringen von Flüssigkeit den häufigsten Schadensfall darstellt. Hintergrund ist der Umstand, dass Bauten heute aus Energiespargründen möglichst luftdicht sind, was sie gegenüber Fehlern in der Bauausführung sehr empfindlich macht: Ältere, «atmende» Gebäudehülle konnten eindringende Feuchtigkeit noch einfacher wieder abführen.

Mit nur indirekt bautechnischen Aspekten befasst sich die Forschungsgruppe «Forensic Architecture», die letztes Jahr für den britischen Turner Prize, einen der wichtigsten Kunstpreise weltweit, nominiert wurde. Das interdisziplinäre Team aus Architekten, Ingenieuren, Wissenschaftlern, Juristen und Filmemachern nutzt die gebaute Umgebung als Ausgangspunkt, um stattgefundene Menschenrechtsverletzungen zu



Ausgebrannte Holzstruktur nach dem Löschen eines Brandes: Gerade bei Feuer ist es oft schwierig zu eruieren, ob bauliche Mängel vorlagen und ob der Brandschutz im Gebäude ausreichend war.

analysieren und Verbrechen gegen die Menschlichkeit aufzuklären. Sie arbeiten hierfür mit architektonischen Tools wie 3D-Modellen und digitalen Rekonstruktionen, aber auch mit Metadaten, Satellitenaufnahmen, Bildern und Videos aus sozialen Medien, um Tatorte und Tathergänge zu untersuchen und so juristische Beweise für Kriegsverbrechen und andere Vergehen zu ermitteln.

### Untersuchung von Gewaltakten

Der israelische Architekt Eyal Weizman, Gründer der Gruppe und Dozent an der Goldsmith University in London, erläutert: «Wir definieren das Konzept des Beweismaterials komplett neu. Dieselben Techniken, die ich verwendete, um die langsame Gewalt von architektonischer Besetzung abzubilden, kann ich auch einsetzen, um jeden Gewaltakt zu beschreiben, der im urbanen Raum stattfindet.»

So hat die Gruppe Drohnenangriffe durch die USA in Pakistan rekonstruiert, bei denen Zivilisten ums Leben kamen. Anhand von vorhandenem Bildmaterial, Karten und Zeugenaussagen wurden die Einschlagsorte der Drohnen ebenso ermittelt wie die Streuung der Schrapnellstücke, welche die unbemannten Waffen mit sich trugen. Die Mär von der gezielten Tötung von Terroristen unter Schonung der Zivilbevölkerung konnten so mit forensischen Mitteln widerlegt werden, was in den Bericht eines UN-Menschenrechtsexperten einfließt.

In Mittelamerika untersuchte das New Yorker Architekturstudio Situ mit den Mitteln der forensischen Architektur die Unruhen in Nicaragua von 2018, bei denen Hunderte von Demonstranten getötet wurden, wobei die Regierung bestritt, dass hierfür die Sicherheitskräfte verantwortlich waren. Zugleich verhinderte die Regierung eine juristische Aufarbeitung der Ereignisse.

### Beweismaterial dank Social Media

Dank moderner elektronischer Medien und sozialer Plattformen existieren aber Tausende von Fotos und Videos. Ein Expertenteam hat nun die Videos geordnet, Bilder mit Karten abgeglichen, um die Bewegungen der Demonstrierenden und der Sicherheitskräfte zu ermitteln, Texte über ihre Ergebnisse verfasst und alles auf interaktiven Karten im Internet frei zugänglich gemacht – inklusive der Namen und Schicksale vieler der Opfer. So finden deren Angehörige auf der Website Antworten auf drängende Fragen. Zu einem späteren Zeitpunkt könnte das Beweismaterial auch hilfreich sein, um mutmassliche Täter oder gar die politische Führung zur Verantwortung zu ziehen. Die Experten des Architekturstudios



Die 1182 Meter lange Morandi-Brücke in Genua, mit offiziellem Namen Viadotto Polcevera, wurde 1967 eröffnet. Am 14. August 2018 stürzte ein 200 Meter langes Stück der vorgespannten Stahlbetonbrücke ein, wobei 43 Menschen ums Leben kamen. Die Ermittlungen der Bauforsiker zur Ursache des Einsturzes sind noch im Gange, doch gab es schon lange Hinweise auf Mängel bei der Bemessung der Statik. Zudem hat man vermutlich dem Beton zuviel Sand beigemischt.

kommen zumindest zum klaren Schluss, dass in Nicaragua massive Verbrechen gegen die Menschlichkeit stattfanden, angeordnet von der Regierung. Ihr Bericht beschreibt die Nieder-

schlagung der Proteste als «systematischen Angriff auf die Zivilbevölkerung» und empfiehlt eine Überweisung des Falles an den Internationalen Strafgerichtshof in Den Haag. ■