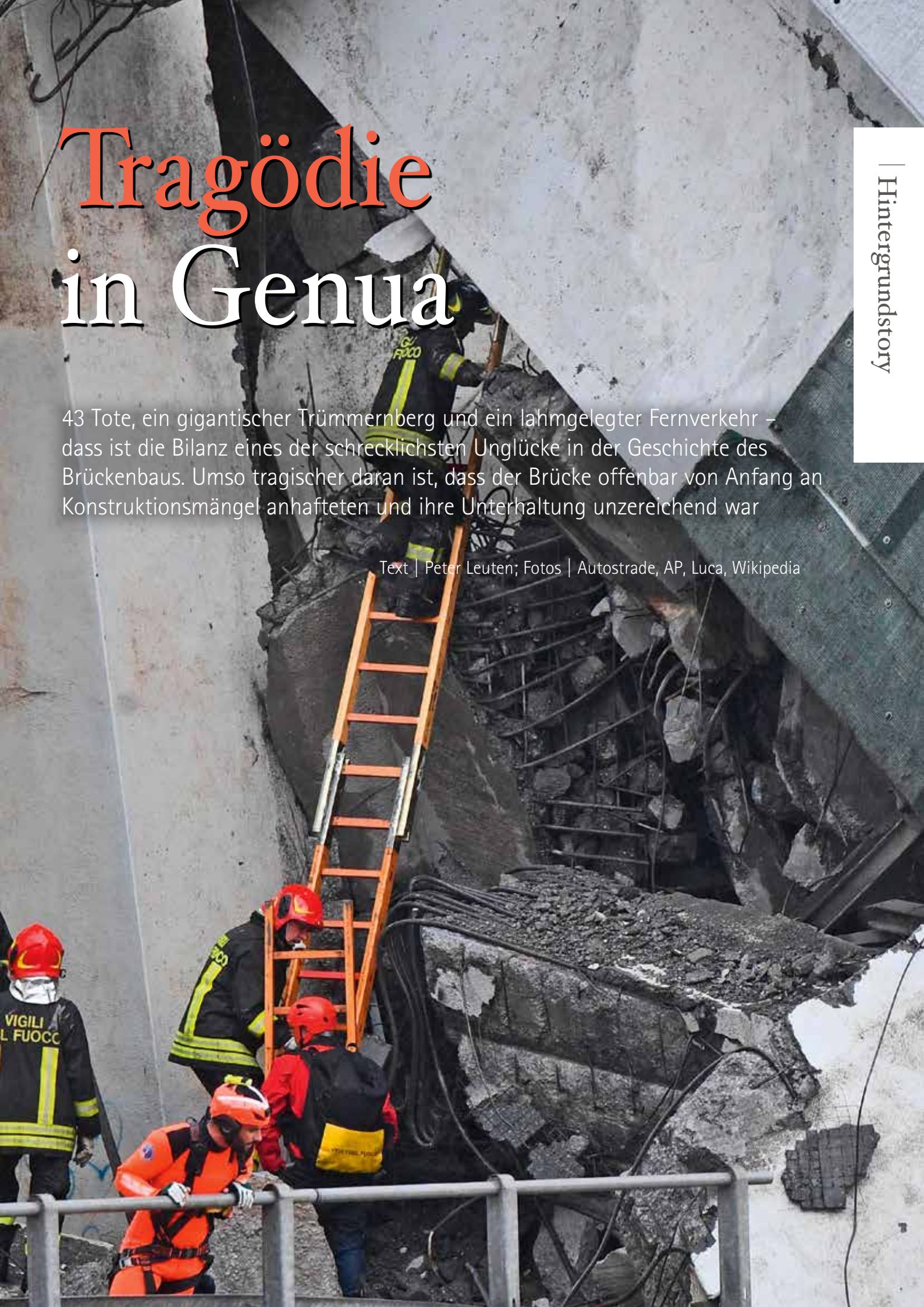


Tragödie in Genua

| Hintergrundstory

43 Tote, ein gigantischer Trümmernberg und ein lahmgelegter Fernverkehr – das ist die Bilanz eines der schrecklichsten Unglücke in der Geschichte des Brückenbaus. Umso tragischer daran ist, dass der Brücke offenbar von Anfang an Konstruktionsmängel anhafteten und ihre Unterhaltung unzureichend war

Text | Peter Leuten; Fotos | Autostrade, AP, Luca, Wikipedia





Das Polcevera-Viadukt wurde umgangssprachlich zumeist nach seinem Erbauer Morandi-Brücke genannt

Am 14. August um 11.36 2018 nahm ein grauenhaftes Unglück seinen Lauf: Während sintflutartiger Regenfälle stürzte in Genua ein 250 Meter langes Teilstück des Polcevera-Viadukts ein, eine insgesamt 1182 Meter lange Brücke, die der innerstädtischen vierspurigen Autostrada A10 in 42 Metern Höhe über das zwischen dem Ost- und dem Westteil der Stadt gelegene Polcevera-Tal hinweg hilft. Die Havarie des westlichen, über ein Industriegebiet führenden Teils riss rund 30 Fahrzeuge in die Tiefe und kostete 43 Menschen das Leben. Das ist die bittere Bilanz eines Brückenversagens, das sich in der aktuellen Gegenwart in einem modernen Land mitten in Europa ereignet hat und für das es nach allem Anschein keine äußere Ursache gegeben hat. Wie kann das sein?

Sicher, die zwischen 1962 und 1967 unter Verantwortung des 1902 geborenen italienischen Ingenieurs Riccardo Morandi erbaute Brücke hatte inzwischen ein Alter von mehr als 50 Jahren erreicht, doch das allein

taugt nach Einschätzung von Experten nicht als Begründung, um zu dem Schluss der Baufälligkeit einer Brücke zu gelangen. Auch der rasant gestiegene Verkehr – immerhin überquerten die Brücke zuletzt bis zu 1000 Lastwagen pro Stunde, sowie jährlich mehr als 25,5 Millionen Pkw – reicht nicht als Begründung, würde man sonst doch tausenden Brücken gleichen Alters ihre Tragfähigkeit absprechen müssen.

Welchen Brückentypus hatte man mit der im Volksmund Morandi-Brücke genannten Konstruktion eigentlich vor sich? Die Unglücksbrücke entsprach dem weit verbreiteten Typus einer Schrägseilbrücke, der seit den fünfziger Jahren zu Tausenden gebaut worden ist. Bei dieser Konstruktion tragen von einem Pylon schräg nach unten verspannte Stahlseile das Brückendeck mit der Fahrbahn. Grundlegende Forderung ist dabei, dass das Gewicht des Brückendecks zu beiden Seiten des Pylons gleich groß und die Konstruktion damit im Gleichgewicht ist. In Genua bestanden die Pylone aus zwei neben der Fahrbahn angeordneten, ca. 90 Meter



Das westliche Hauptfeld ist eingestürzt und riss bei der Havarie die benachbarten Einhängeträger mit in die Tiefe



Rechts im Bild das östliche Brückenfeld mit an der Ummantelung der Schrägseile angebrachten zusätzlichen Trageilen

hohen A-förmigen Strukturen aus Stahlbeton, die an ihrer Spitze und unter der Fahrbahn durch Querriegel miteinander verbunden waren. Die etwas unterhalb der Mitte dieser Pylone im Zentrum auf V-förmigen Stützen ruhende Fahrbahn wird bzw. wurde an ihren Enden dabei von jeweils einem Bündel von Stahlseilen gehalten. Jeder dieser Pylone bildet bei der Konstruktion in Genua mit der zu beiden Seiten zwischen 63 Meter und 110 Meter überkragenden Fahrbahn dabei eine für sich stehende Einheit. Die zwischen diesen Einheiten verbleibende etwa 17 Meter breite Lücke wurde letztlich durch einen Einhängeträger überbrückt. Das Brückendecks besteht somit aus mehreren Teilen und bildet keine durchgehende Einheit.

Hierin besteht bereits die erste Besonderheit der Morandi-Brücke. Noch spezieller wurde die Konstruktion durch die bei Bauten dieser Dimension unübliche Zusammenfassung aller tragenden Stahlseile zu einem Bündel, das jeweils am Ende jedes Teilstücks der Brückendecks ansetzt. Nachteil dieser Bündelung ist insbesondere, dass bei einem Versagen des Bündels gleich die gesamte Tragfunktion der Schrägseile wegfällt. Völlig eigen und selbst bei anderen ansonsten stark verwandten Brücken Morandis in dieser Form nicht mehr praktiziert ist die Einbettung der Schrägverspannungen in einen quadratischen Betonstab. Neben offenbar auch ästhetisch motivierten Überlegungen spielte dabei vor

allem der Korrosionsschutz eine Rolle. Schon 12 Jahre nach der Betriebsaufnahme der Brücke konstatierte Morandi, dass die salzhaltige Luft des nahegelegenen Mittelmeers und die Abgase eines benachbarten Stahlwerks zu einem Verlust der chemischen Oberflächenresistenz des Betons geführt hätten und mahnte eine regelmäßige Wartung an. Überdies spielte bei der Einbettung des Trageile auch der Ausschluss möglicher Schwingungen eine Rolle, die langfristig vor allem den Seilverbindungen an den Pylonen und am Brückendeck zusetzen können.

Allerdings sorgte Morandi durch die Einbettung der schrägen Trageile in einen Betonkörper auch dafür, dass dieser mit einer für Beton völlig ungewöhnlichen Kraftbeaufschlagung konfrontiert wurde: Denn die Trageile stehen unter einer enormen Zugspannung, die zwangsläufig auch auf den umgebende Beton wirkt. Der unterdessen reagiert auf Zugbelastungen äußerst allergisch. Nicht einmal ein zehntel der Kräfte die der Werkstoff als Druckbelastung locker wegsteckt, übersteht er in Zugrichtung. Um diesen Problem vorzubeugen sorgte der Ingenieur in den Tragbalken für eine zusätzliche Vorspannung, die als Druckbelastungen von ihren Enden her wirken und so der Zugspannung in den Seilen entgegenwirken sollte. Doch die Forderung, das von der Ummantelung herrührende zusätzliche Gewicht zu begrenzen und der Brücke zu einem harmonischen

Erscheinungsbild zu verhelfen diktierten Morandi eine möglichst schlanke Ausführung dieser Spannbetonbalken, die ihrerseits nur eine geringe Vorspannung zuließ. Damit riskierte der Schöpfer der Brücke allerdings die Bildung von Rissen in dem Betonmantel, die wiederum durch eindringendes Wasser der Korrosion Tor und Tür öffnen würden.

Auf diesen Punkt konzentrierten sich denn auch sowohl die recht bald geäußerte Kritik an der Konstruktion, als auch die ebenso

relativ früh einsetzenden Unterhaltungsmaßnahmen. Besonders beunruhigend

wirkte dabei der Umstand, dass die Tragseile durch die Einbettung in den

Betonmantel einer direkten Sichtkontrolle entzogen

waren. Um die Integrität der Tragseile zu testen,

führte man in den 1990er Jahren mittels Elektroden an

Tragseil und Betonoberfläche Reflexionsmessungen und Potentialfeldmes-

sungen durch. Weiteren Aufschluss über den Zustand der Seile

am östlichen Pylon sollten endoskopische Sichtkontrollen erbringen,

die dann prompt eine starke Schädigung durch Rost ergaben. Das führte dazu, dass

Im Zuge der nächsten Überholung der Brücke die betreffenden Betonstäbe durch außen angebrachte zusätzliche

Spannseile verstärkt wurden.

Ende letzten Jahres, berichtete 5 Tage nach der Havarie die italienische Zeitung L'Espresso, nahmen sich Bauingenieure der Universität Genua

erneut die Spannbetonbalken der Tragseile vor. An dem eingestürzten Brückenteil rückten sie

der Schwachstelle der Konstruktion mit einer neuen Methode zu Laibe: Mittels hochpräziserer Geräte

maßen sie die Schwingungen des Balkens, was indirekte Hinweise auf den

Spannungszustand damit auf den Zustand der Tragseile liefern sollte. Offenbar

ergaben sich erhebliche Abweichungen vom erwarteten Verhalten einer intakten

Konstruktion, was – so der vertrauliche Bericht an die

Betreibergesellschaft – weitere Untersuchungen erforderte.

Im Februar 2018 habe sich daraufhin in Genua eine staatliche Kommission aus sieben Ingenieuren getroffen, die die vom Betreiber vorgeschlagenen

Sanierungs-

vorschläge beurteilen sollte. Der Autobahnbetreiber, die Autostrade per l'Italia, vertreten durch zwei seiner Ingenieure, räumte damals eine Tragfähigkeitsreduktion der Tragseile von 10 bis 20 Prozent ein, stützte diese

Einschätzung jedoch auf Messverfahren, die vom Kommissionsmitglied Antonio Brencich als veraltet und fehlerträchtig kritisiert wurden. Brencichs Einwände gegen die Prüfmetho-

den, so das Blatt seien aber heruntergespielt worden. Zu einer Entscheidung für Maßnahmen, die über die vom Betreiber vorgeschlagene Sanierung hinausgegangen wären, wie etwa auch einer Reduktion des Verkehrs, konnte man sich offenbar nicht durchringen. Was letztlich an dem Dienstag im August in Genua wirklich passiert ist, wird letztlich die von der italienischen Regierung eingesetzte Untersuchungskommission für das Unglück klären müssen. Fest steht, dass zum Zeitpunkt



Der Ostpylon mit noch nicht ummantelten Tragseilen



Die Morandi-Brücke bestand aus drei eigenständigen Feldern

den, so das Blatt seien aber heruntergespielt worden. Zu einer Entscheidung für Maßnahmen, die über die vom Betreiber vorgeschlagene Sanierung hinausgegangen wären, wie etwa auch einer Reduktion des Verkehrs, konnte man sich offenbar nicht durchringen. Was letztlich an dem Dienstag im August in Genua wirklich passiert ist, wird letztlich die von der italienischen Regierung eingesetzte Untersuchungskommission für das Unglück klären müssen. Fest steht, dass zum Zeitpunkt

des Unglücks ein wahrer Wolkenbruch über Genua niederging. Durch dieses Unwetter auf der Fahrbahn sich sammelndes Wasser, zitierte jüngst die neue Zürcher Zeitung Thomas Vogel, Professor für Baustatik und Konstruktion an der ETH Zürich, könnte durch die Zusatzlast für den Einsturz der Brücke gereicht haben, allerdings nur, wenn sie sich vorher schon nahe am Bruch befunden hat. Sonst dürfte das zusätzliche Gewicht keine Rolle spielen. Eines der derzeit bekannten Amateurvideos, auf dem die Havarie des Westpolens zu sehen ist, belegt zu-

mindest eindeutig, dass bereits vor dem Einsturz des Pylons auf einer Seite die Fahrbahn völlig fehlte. Das könnte durchaus als Indiz für die These eines gerissenen Tragseils dienen. Da die Konstruktion durch das Fehlen der Last auf der einen Seite völlig ins Ungleichgewicht geriet, war der zu Beginn der Videosequenz noch stehende Pylon mit den auf ihn wirkenden Kräften überfordert und brach zu-

sammen. Da die Brücke aus drei selbständigen Einheiten besteht, führte der Zusammenbruch des westlichen Brückenfelds allerdings nicht zu einer unmittelbaren Beeinträchtigung benachbarter Brückenfelder, die sich beispielsweise über mehrere Wohnblocks spannen. Δ

zusammen. Da die Brücke aus drei selbständigen Einheiten besteht, führte der Zusammenbruch des westlichen Brückenfelds allerdings nicht zu einer unmittelbaren Beeinträchtigung benachbarter Brückenfelder, die sich beispielsweise über mehrere Wohnblocks spannen. Δ

zusammen. Da die Brücke aus drei selbständigen Einheiten besteht, führte der Zusammenbruch des westlichen Brückenfelds allerdings nicht zu einer unmittelbaren Beeinträchtigung benachbarter Brückenfelder, die sich beispielsweise über mehrere Wohnblocks spannen. Δ

zusammen. Da die Brücke aus drei selbständigen Einheiten besteht, führte der Zusammenbruch des westlichen Brückenfelds allerdings nicht zu einer unmittelbaren Beeinträchtigung benachbarter Brückenfelder, die sich beispielsweise über mehrere Wohnblocks spannen. Δ

zusammen. Da die Brücke aus drei selbständigen Einheiten besteht, führte der Zusammenbruch des westlichen Brückenfelds allerdings nicht zu einer unmittelbaren Beeinträchtigung benachbarter Brückenfelder, die sich beispielsweise über mehrere Wohnblocks spannen. Δ