



TIM WEGNER / DER SPIEGEL

# Teufel im Skelett

**Verkehr** Viele Autobahnbrücken werden weit früher mürbe als gedacht. Behörden und Bauindustrie erklären den Verfall mit wachsenden Lkw-Kolonnen. Doch womöglich ist Beton auch der falsche Baustoff. Ein Experte fordert die Rückkehr zur Stahlbrücke.

**S**olide erscheint sie schon dem Laien nicht, die Talbrücke Welkers südlich von Fulda. Auf mageren Pfeilern erstreckt sich ein plattes Stück Fahrbahn knapp einen Kilometer lang durch das Tal. Aus der Ferne sieht sie aus wie ein Keks auf Streichhölzern.

Brückenfachmann Rupert Pfeiffer nennt den Viadukt aus dem Jahr 1968 ein „sehr schlankes Bauwerk“. Mit kollegialer Nachsicht spricht der promovierte Bauingenieur von den damaligen Konstrukteuren: „Das mechanische Verständnis war noch nicht so ausgeprägt wie heute.“ Aber er sagt auch: „Es gab reichlich Mängel in der Bauausführung.“

Pfeiffer ist Dezernatsleiter im Dienst der hessischen Landesregierung, zuständig für die Instandhaltung von Ingenieurbauwerken – sofern dies möglich ist. Im Fall der Talbrücke Welkers ist keine Re-

paratur mehr möglich: Der Abriss steht an.

Der Verkehr auf der Autobahn A 7 hat das Tragwerk mürbe gemacht. Die Betondecke ist aufgerissen, Salzwasser eingedrungen. Die sogenannten Bewehrungen, das Skelett der Konstruktion, rosten durch, die Statik leidet, die Brücke muss häufiger überwacht werden; ständig wird nachgerechnet und nachgebessert. Ehe der Einsturz droht – der Ingenieur spricht vom „Versagen der Konstruktion“ –, ist ein Neubau unumgänglich.

Ein solches Protokoll des Verfalls ist im Prinzip keine Schande für den Erbauer. Ingenieurbauwerke sind auf Verschleiß hin berechnet und konstruiert. Das Problem im Fall der Talbrücke Welkers ist das Tempo der Selbstauflösung. 80 bis 100 Jahre sollte eine solche Konstruktion mindestens überdauern. Das Ende kommt also schon nach der Hälfte der kalkulierten Lebenszeit.

Das allein wäre ein Malheur, nicht mehr. Doch die Situation ist schlimmer: Welkers ist kein Einzelfall, sondern eine von Tausenden Brücken, die Jahrzehnte vor der kalkulierten Standzeit mürbe werden. Deutschland hat eine multimorbide Infrastruktur. Es ist ein Desaster.

Die Folge: Deutschlands Autobahnen sind Dauerbaustellen, 34 Milliarden Euro wurden seit 2001 in die Brückensanierung gesteckt. Trotz all dieser Anstrengungen wächst das Problem. Nach offiziellen Angaben ist von knapp 48 000 Brückenbauwerken im Fernstraßennetz fast die Hälfte der Fläche nur mit „ausreichend“ und schlechter bewertet, 13 Prozent als „nicht ausreichend“ und „ungenügend“, also schwer geschädigt oder baufällig.

Erklärt wurde die massenhafte und vorzeitige Ermattung der Bauwerke bislang vorwiegend mit der Zunahme der

## Zwist der Brückenbauer

Gängige Brückenarten, typspezifische Stützelemente sind orange

### Spannbetonbrücke

- +** geringe Baukosten **-** schwierige Instandhaltung

#### Aufbau einer Litze (Stahlseil)

Dauerkorrosionsschutzfett

Litzen  
Kunststoffmantel

#### Funktionsprinzip einer Spannbetonbrücke

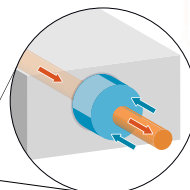


Ohne Stahlseil würde sich die Betonbrücke unter Betriebslast wölben und rissig werden.



Ein in den Beton eingelassenes Stahlseil stützt die Konstruktion.

Verankerung



Das Stahlseil wird mit einem Vorspanngerät (blau) gedehnt. Dabei wird Druck auf den Beton ausgeübt. Die Komprimierung des Betons stabilisiert die Brücke.

### Stahlbrücke mit Fachwerkstruktur

- +** leichte, beständige Bauweise **-** aufwendige Planung

DER SPIEGEL

Stahlträger

Verkehrsbelastung.

Und es ist ja wahr: Mauerfall und Globalisierung ließen das Frachtaufkommen explodieren. Endlose Kolonnen oft überladener Lastwagen martern Tag für Tag die Tragwerke.

Doch ist das der alleinige Grund? Es gibt auch noch eine andere Erklärung. Sie kommt von einem fachkundigen Mann. Und sie stellt den Brückenbau, wie er in Deutschland seit Jahrzehnten praktiziert wird, grundsätzlich infrage.

„Beton ist kein Baustoff für Brücken“, konstatiert der Traunsteiner Architekt und Brückenkonstrukteur Richard Dietrich. In einem Fachaufsatz kritisiert er die vorherrschende Zementbauweise als „absurd“, weil sie „dem Sinn einer Brückenkonstruktion widerspricht“: mit einem möglichst leichten Bauwerk möglichst hohe Lasten zu tragen. Genau das, sagt er, leisteten die stählernen Fachwerkstrukturen des 19. Jahrhunderts – auch ästhetisch ansprechende Bauwerke, von denen viele heute noch stehen.

Nahezu drei Viertel aller Straßenbrücken in Deutschland sind nach einem jüngeren Rezept errichtet worden, das sich nach dem Zweiten Weltkrieg massenhaft durchgesetzt hat und damit ein neues Zeitalter von Ingenieurbauwerken begründete: Betonbauwerke, in deren Innerem hochfeste Stahlstreben lagern, die mit hydraulischen Pressen auf extreme Zugkraft vor-

gespannt wurden, erhoben sich über die bis dahin geltenden Gesetze der Baustatik: Waagerechte Flächen von bis zu 100 Meter Spannweite (in Extremfällen noch mehr) konnten plötzlich frei schwebend in Beton konstruiert werden – getragen von einem Skelett aus Metallgliedern, die wie Klaviersaiten stramm gehalten werden (siehe Grafik).

Granden der Industriebaukunst wie den Stuttgarter Massivbau-Professor Jörg Schlaich ergriff die Euphorie: „Schlanke und anmutige Konstruktionen, von denen man vorher nur träumen durfte“, seien auf einmal möglich geworden. Dächer in Halbmuschelform spannten sich über Stadiontribünen, Wartungshallen für Flugzeuge brauchten keine Stützpfeiler mehr, Ski-sprungschanzen aus Spannbeton ragten schräg wie Fabelkonstrukte aus der Landschaft. Vor allem aber für den raschen Ausbau der Fernstraßen zu Rennbahnen des Wirtschaftswunders schien Spannbeton das perfekte Rezept.

Doch bald kamen erste Zweifel auf: Als die Bundesanstalt für Straßenwesen 1980 eine Zustandsprüfung veröffentlichte, hatten 34 Prozent der untersuchten Brücken bedenkliche Risse. Im selben Jahr stürzte das Dach der Berliner Kongresshalle ein. Die Ursache: schadhafte Spannglieder im Beton. Im Verkehrsministerium bezeichnete Baudirektor Friedrich Standfuß die Bröckelbrücken als „kranke Vögel“. Der

Frankfurter Materialforscher Wolfgang Hohmann fragte: „Ist das wirklich ein Fortschritt, wenn wir an vielen Brücken schon nach 20 Jahren Schäden haben?“

Doch die Bedenken blieben ungehört. Bauwirtschaft und Politik machten weiter wie bisher. Zu verlockend war der Preisvorteil der delikaten Konstruktionen.

„Es war ein historischer Irrweg“, urteilt nun Kritiker Dietrich. Behörden, Hochschulen und Bauindustrie hätten sich in kurzsichtiger Sparsamkeit den physikalischen Widersinn verschrieben, „das hohe Eigengewicht des Betons über größere Spannweiten hinweg mitzuschleppen“.

Die graue Substanz allein hält nur Druckkräften stand, keiner Zugbelastung. Dem waagerechten Tragwerk bringt sie keine Stabilität; sie ist nur eine Last, und zwar eine riesengroße. Millionen Tonnen Zementmasse hängen an strammen Stahlseilen – und zwar nur aus einem Grund: Beton ist billig, Stahl teuer.

Aber Stahl ist auch verwundbar. Die Pioniere dieser Bautechnik, sagt Werkstoffexperte Hohmann, seien einer „verhängnisvollen Fehleinschätzung“ unterlegen. Sie missachteten die „plastische Verformung“ der Spannglieder. Mit jedem Lkw, der über eine Brücke fährt, werden die Stahlstränge ein winziges bisschen länger. Der Verfall ist programmiert: Die Spann-





CLAUDIO ROMER / KNA

kraft sinkt, der Beton bekommt Risse, Wasser dringt ein, die Spannglieder rosten.

Insbesondere hochfester Stahl, wie er in Spannbetonbrücken als Skelett verbaut wird, ist extrem korrosionsanfällig. Und mit dem geringsten Rostschaden schleicht sich der Teufel ins Tragwerk. Wie lange die Konstruktion dann noch hält, ist unberechenbar. Das Schicksalswort heißt „Spannungsrissskorrosion“. Im März 2009 hielten Experten der TU Dresden einen Vortrag in einem Fachseminar; er enthält den Satz: „Die Zeit bis zum vollständigen Durchreißen des Bauteils, also bis zum Versagen, kann zwischen Minuten und mehreren Jahrzehnten liegen.“

Mancherorts, etwa in den USA und auf der Pazifikinsel Palau, sind bereits Spannbetonbrücken ex improviso kollabiert.

Hierzulande müssen Autofahrer den jähren Absturz kaum fürchten, denn die heimischen Straßenbehörden betreuen ihre morbiden Konstrukte mit der bängigen Sorgfalt von Bombenentschärfern. Alle drei Jahre werden Brücken untersucht, bei Zweifeln wird nachgerechnet.

Im Dienstbereich des hessischen Aufsehers Pfeiffer stand ein Viadukt, der rein rechnerisch gerade noch in der Lage war, sein eigenes Gewicht zu tragen. Er wurde umgehend abgerissen und ersetzt.

Wie konnten solche Brücken dereinst genehmigt werden? Und wie kann es sein, dass die meisten der Ersatzbauwerke wieder Spannbetonkonstruktionen sind?

„Wir haben es mit gewachsenen Strukturen zu tun“, sagt Branchenkritiker Dietrich. Seit Jahrzehnten dominiert der Betonbau alle Bereiche, in denen Entscheidungen fallen: von den Hochschulen über die Industrie bis hin zu den Behörden, die die Ausschreibungen machen und die Normen vorgeben. „Planung und Bau von Betonbrücken sind bauaufsichtlich vollstän-

dig geregelt“, schreibt Dietrich, bis hin zu Musterentwürfen.

Stählerne Rohrstrukturen hingegen, für die Dietrich eintritt, setzen individuelle Berechnungen voraus. „Vernetztes Denken und kreatives Handeln“ seien dafür nötig, Behörden und Planungsbüros an einem solchen aber gar nicht mehr interessiert.

Dietrich ist ein Außenseiter im betongrauen Straßenwesen. Ausschreibungen gewinnt er vorwiegend auf kommunaler Ebene, wo einzelne Entscheider sich von seinen Entwürfen begeistern lassen. So schuf er in München eine Straßenbrücke mit Holztragwerk, in seinem Heimatort legte er ein filigranes Stahlgebilde über die Traun – statt eines klobigen Betonriegels, der um ein Haar den Zuschlag bekommen hätte.

Der Herstellungspreis war am Ende nicht wesentlich höher: 6,1 Millionen Euro statt der für den Zementklotz veranschlagten 5,8 Millionen Euro. Dafür jedoch steht in Traunstein jetzt eine Brücke, die sich erhalten lässt und nicht am Stück abgerissen werden muss, wenn das Skelett rostet. Denn anders als in einer Spannbetonbrücke können einzelne Stahlträger ersetzt werden.

„Würden die Kosten ehrlich über die Lebensdauer gerechnet, fiel die Betonbauweise durch“, ist Dietrich überzeugt. Er entwarf auch schon große Talbrücken in stählerner Fachwerkstruktur, etwa für einen Autobahnabschnitt bei Würzburg, gewann aber keine Ausschreibung damit. Die deutsche Autobahn bleibt eine Betonbahn.

Nicht alle Länder sind so auf den grauen Baustoff fixiert. In Großbritannien und den Niederlanden beispielsweise bestehen wesentlich mehr Ingenieurbauwerke aus Stahl. In der Schweiz kommen zunehmend Autobahnbrücken mit stählernen Rohrträgern zum Einsatz.

Auch Fachleute der heimischen Baubranche halten Dietrichs Kritik für berech-

tigt und qualifiziert. „Seine grundsätzlichen Aussagen stimmen“, sagt Jörg Hendrych, Leiter Ingenieurbau bei Krebs und Kiefer, einem der führenden Büros der Republik für Planung und Bauwerksprüfung. Hendrych kennt alle Brückentypen und ihre Tücken. Die größte davon ist die Unwägbarkeit des maximalen Unfalls: „Es gibt Betonbrücken, bei denen 90 Prozent der Spannglieder ausfallen können, ohne dass Risse entstehen. Für den Ingenieur ist es unglaublich schwer vorauszusagen, wann ein solches Bauwerk versagt.“

Für den Planer sei es schier unmöglich, im Rahmen von Ausschreibungen die eingefahrenen Pfade zu verlassen, so Hendrych: „Es gibt inzwischen keine Nebenangebote mehr. Was ausgeschrieben ist, wird auch so gebaut. So haben alternative Bauweisen kaum noch Chancen.“

Auch von den Hochschulen gehen keine revolutionären Impulse aus. Das zentrale Konstruktionsfach im Bauingenieurwesen heißt Massivbau und der darin vorherrschende Baustoff Beton. Die tonangebenden Professoren stellen ihn so wenig infrage wie Theologen den allmächtigen Gott.

„Beton mit vorgespannten Bewehrungen wird das dominierende Konstruktionsprinzip im Brückenbau bleiben, und das aus gutem Grund“, sagt trotzig Josef Hegger, Lehrstuhlinhaber für Massivbau an der RWTH Aachen. Spannbetonbrücken heutiger Bauart hielten weit höheren Belastungen stand: „Nach dem neuen Normenansatz können zwei Spuren je Richtung vollständig mit Lkw im Stau belegt sein.“

Moderne Betonbauten, die das aushalten, können aber nicht auch noch ein Schmuck der Landschaft sein. Unweit der grazen Problembrücke Welkers steht die im Jahr 2001 fertiggestellte Fuldatalbrücke bei Eichenzell. Sie ist nach einem heute gültigen Eurocode berechnet, ihr Tragwerk gleicht keinem platten Keks; es ist ein viereckiger Tunnel auf Pfeilern unterhalb der Fahrbahn, durch den ein Mensch aufrecht schreiten kann.

In seinem Innern erstrecken sich armdicke, mit schwarzem Kunststoff ummantelte Streben in Längsrichtung: Es sind Spannglieder, die nicht eingegossen wurden, damit man sie, anders als früher, im Notfall austauschen kann.

Dezernatsleiter Pfeiffer führt hindurch. Er legt die Hand auf eine der Streben. Wenn ein Lkw die Brücke quert, sagt er, könne man die Schwingung spüren. „Spannbeton“, sagt er, „ist eine gute, beständige und wirtschaftliche Bauweise – sofern es richtig gemacht wird.“

Christian Wüst

Mail: christian.wuest@spiegel.de



**Video: Warum Brücken bröckeln**

spiegel.de/sp012016bruecken  
oder in der App DER SPIEGEL