

# Porträt

Im Gespräch: **Matthias Pfeifer,**  
Ingenieur für Tragwerksplanung



## Beton bei 500°C trägt nicht mehr so viel wie bei 20°C

Interview **Beatrix Flagner**

### Matthias Pfeifer

gründete 1989 mit Ute Pfeifer das Ingenieurbüro ProfessorPfeiferundPartner. Neben der Hauptniederlassung in Darmstadt haben sie mehrere Standorte in Deutschland sowie in Palma de Mallorca und Abu Dhabi. Seit 1999 leitet Matthias Pfeifer das Institut für Tragkonstruktionen an der Architekturfakultät der Universität Karlsruhe

**Zu den Leistungen Ihres Ingenieurbüros gehören auch Brandschutz und Brandschutzkonzepte, wie entwickelte sich dessen Relevanz in Ihrem Büro?**

Der Brandschutz spielt grundsätzlich bei Berechnungen des Tragwerks eine zentrale Rolle. Der konstruktive Brandschutz gehört schon seit Beginn unserer Tätigkeit zum festen Bestandteil unserer Leistungen. Beim konstruktiven Brandschutz beschäftigt man sich im Gegensatz zum planerischen Brandschutz nicht mit der Festlegung von Brandabschnitten oder Fluchtwegen, sondern mit konstruktiven Bauteilen, wie Wänden, Stützen oder Decken. Wir berechnen und konstruieren diese Bauteile so, dass sie die Brandschutzanforderungen erfüllen, also über eine bestimmte Zeitdauer der Brandbeanspruchung widerstehen. Planerische Brandschutzkonzepte bieten wir erst seit einigen Jahren an.

**Im Brandschutz geht man von typischen Brandszenarien aus. Welchen Einfluss haben die verwendeten Materialien? Wie zuverlässig sind Messungen der Brandbeanspruchungen?**

In der Realität würden die Messungen bei einer Brandbeanspruchung oft günstiger ausfallen. Es gibt die sogenannte „Normbrandkurve“. In einem geschlossenen Raum wird ein Brand simuliert und die Temperaturentwicklung darin gemessen. Anhand dieser Kurve kann die Temperatur in Bauteilen ermittelt werden. In den Europäischen Normen, den sogenannten Eurocodes, kann man mit Naturbrandkurven arbeiten. Sie bilden einen realen Brand unter jeweils realen Randbedingungen ab. Dabei sind ganz andere Fragen von Bedeutung, zum Beispiel was befindet sich – je nach Nutzung – in dem Raum? Welche Temperaturen entstehen bei einem „Natur-Brand“? Wie ist der Raum beschaffen? Inzwischen kann man mit entsprechender Software recht gut Brandverhältnisse simulieren. Doch dieses Verfahren ist in Deutschland noch nicht zugelassen und wir sind daran gehalten, nach der Einheitstemperaturzeitkurve zu arbeiten.

**Wenn man als Ingenieur für Tragwerksplanung den Brandfall mit einbezieht, handelt es sich dann um eine Art zusätzliche Last, wie etwa die Windlast oder die Schneelast?**

Der Begriff „Brandlast“ ist vielleicht etwas ver-

Das Mathematische Institut  
in Karlsruhe

Fotos: Professor Pfeifer und  
Partner; Bild oben rechts:  
HG Esch, Ingenhoven Ar-  
chitects



wirrend. Es handelt sich dabei eben nicht um eine Last im Sinne von „Gewicht“, sondern um die Menge an brennbarem Material in einem Raum oder Gebäude aus dem sich ein Feuer nähren kann. Sie ist also keine eigenständige Lastannahme wie etwa Schnee, Wind oder Nutzlast. Der Begriff „Lastannahme“ zeigt schon, dass es sich dabei nicht um die tatsächlichen, also realen Lasten handelt. Man arbeitet mit „wahrscheinlichen“ Maximalwerten, die innerhalb einer bestimmten Zeitdauer auftreten können. Als Ingenieure versuchen wir mit Modellen die Realität möglichst gut rechnerisch zu erfassen. Aber es wird immer Einflussfaktoren geben, die wir mit den Modellen nicht korrekt erfassen können, wie das Wetter, das auch nie genau berechnet und vorhergesagt werden kann. Deshalb brauchen wir auch gewisse Sicherheitszuschläge.

#### Wie vereinbart man Statik und Brandschutz miteinander?

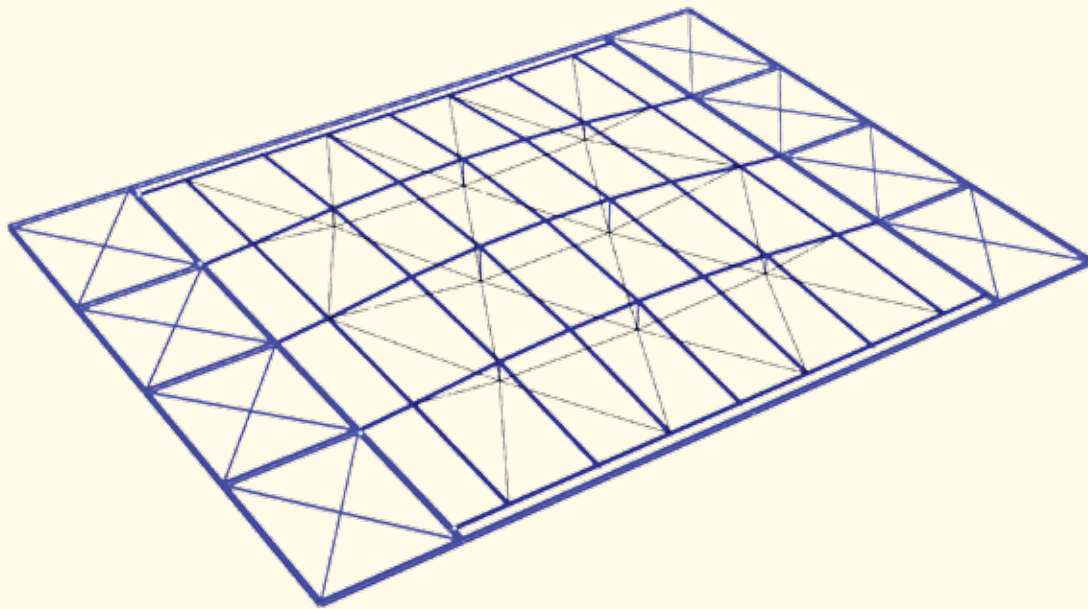
Es gibt verschiedene Abstufungen: einfache, mittlere und aufwendige Berechnungsverfahren. Bei der Erstellung eines Neubaus ist die Einhaltung der Brandschutzanforderungen im Normal-

fall vergleichsweise einfach, etwa durch die Einhaltung von Mindestabmessungen der tragenden Bauteile oder der Menge, der Anordnung und der Überdeckung der Bewehrung bei Betonbauteilen. Derartige Parameter sind in Tabellen der diesbezüglichen Normen festgelegt. Beim Bauen im Bestand gestaltet sich der konstruktive Brandschutz weitaus schwieriger. Hier überprüft man im ersten Schritt die tragenden Bauteile gemäß Tabelle ob sie den heutigen Brandschutzanforderungen standhalten. Wenn dieser Nachweis nicht gelingt, was häufig der Fall ist, geht man zu komplizierteren Verfahren über. Diese bezeichnen wir als „Heißbemessung“. Bei der statischen Berechnung von Bauwerken muss man hinsichtlich der Tragfähigkeit von den Eigenschaften des jeweils verwendeten Materials ausgehen. Beton hat eine bestimmte Festigkeit und es gibt bestimmte Lasten die wir annehmen müssen: In einem Verwaltungsbau beispielsweise geht man von einer Nutzlast von 200 Kilogramm pro Quadratmeter aus. Wenn wir nun ein Gebäude für den Brandfall berechnen, müssen wir die verbauten Materialien unter erhöhten Temperaturen betrachten. Beton, der 500 Grad

heiß ist, trägt nicht mehr so viel wie einer bei zwanzig Grad. Das bedeutet also, wir müssen mit den sich verändernden Festigkeiten der Materialien bei einem Brand rechnen. Hinzu kommt, dass Oberflächenschichten eines Bauteils heißer sind, als das Innere, was für die Temperaturentwicklung des eingebetteten Bewehrungsstahls von Bedeutung ist. Man muss also sogar die Schichten eines Bauteils für den Brandfall einzeln durchrechnen, was einen sehr hohen Arbeitsaufwand notwendig machen kann.

#### Im besten Fall wird bei einem Brand doch die Nutzlast pro Quadratmeter kleiner, da Menschen aus dem Gebäude flüchten...

Genau. Wenn wir so eine Heißbemessung machen, müssen wir die ganzen Nutzlasten in Form von Personen, die dann aus dem Bauwerk geflüchtet sind, nicht mehr in voller Höhe berücksichtigen. Jedoch kommt es darauf an, wie ein Gebäude genutzt wird. Bei einem Verwaltungsbau setzt sich die Nutzlast vorwiegend aus Personen und Mobiliar zusammen. Da darf man bei einer Heißbemessung die Lasten deutlich reduzieren. Bei einer Lagerhalle oder einer Bibliothek



Statisches System des Daches mit gekrümmtem Obergurt  
Abbildung: Professor Pfeifer und Partner

geht das nicht, denn das Lagergut wird nicht heraus geräumt.

### Wie weit kann man denn die Lasten bei einer Heißbemessung reduzieren?

Nach Norm unterliegen Gebäude einem bestimmten Sicherheitsniveau. Zur Wahrung dessen rechnet man eine fiktive Lasterhöhung ein. Zum Beispiel: Um mögliche Unwägbarkeiten auszuschließen – wenn eine Decke 22 Zentimeter dick betoniert ist statt der geplanten 20 – multipliziert man die Belastung des Eigengewichts der Konstruktionen generell mit dem Faktor 1,35. Bei Nutzlasten ist die Variabilität größer. Sie müssen mit einem Faktor von 1,5 multipliziert werden. Der Mittelwert liegt grob bei 1,4. Man rechnet also nicht die tatsächlichen Lasten, sondern geht davon aus, dass ein Gebäude unter 1,4-facher Last gerade noch halten muss. Theoretisch dürfte das Bauwerk bei geringfügig mehr als der 1,4-fachen Last einstürzen. Diese Sicherheitsfaktoren lassen wir im Brandfall weg. Wir rechnen das Eigengewicht mit 1,0 und die Nutzlast wird erheblich reduziert. Die Lasten sind also insgesamt geringer und die Konstruktion wird deutlich weniger beansprucht. Doch mit Zunahme der Temperatur im Verlauf eines Brandes nehmen die Festigkeiten der Materialien weiter ab. Je nach Bauwerkstyp müssen die tragenden Bauteile über einen festgelegten Zeitraum von 30, 60 oder 90 Minuten einem Brand standhalten. Das bedeutet, dass die im Brandfall reduzierten Lasten von den geschwächten Bauteilen gerade noch getragen werden müssen. Den geringeren Lasten stehen also geringere Tragfähigkeiten gegenüber. Aufgrund Erfahrungen und statistischer Auswertungen vieler Gebäude darf man, ohne genauere Berechnungen anzustellen, mit einer Reduzierung auf 70 Prozent der Gesamtlasten rechnen.

### Können Sie ein Beispiel nennen?

Eine Stahlkonstruktion ist relativ leicht: Das Eigengewicht ist gering und die Nutzlasten können groß sein. Da man die Nutzlasten viel stärker reduzieren kann als die Eigengewichtslasten, kann es gelingen, die Gesamtlast weit unter den Faktor 0,7 zu drücken und somit die Nachweisancen zu verbessern und Ertüchtigungen, wie Brandschutzbeschichtungen, zu vermeiden.

### Nimmt man an jedem Bauwerk eine Heißbemessungen vor?

Nein. Die Heißbemessung ist eine zusätzliche Leistung, die auch gesondert abgerechnet werden muss. Oft lohnt sich aber dieser Aufwand und am Ende können Kosten gespart werden, wenn sich herausstellt, dass die bestehende Bausubstanz nicht oder nur geringfügig ertüchtigt werden muss. Wir bieten in so einem Fall eine kostengünstige Voruntersuchung an, um die Möglichkeiten einer Heißbemessung auszuloten. Erst dann, wenn eine reelle Chance besteht, Ertüchtigungen maßgeblich zu vermindern oder gar zu vermeiden, kann der Bauherr entscheiden, ob er das volle Leistungsbild einer Heißbemessung beauftragen will.

### Sie haben gemeinsam mit Ingenhoven Architects das Mathematische Institut der Universität in Karlsruhe fertig gestellt. Sind Ihnen hier Herausforderungen begegnet?

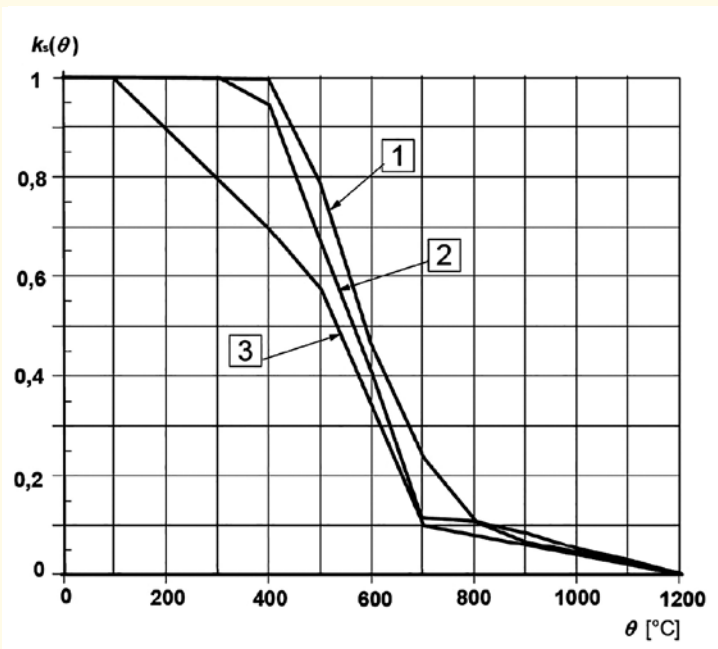
Das Gebäude ist von 1964 und besteht aus Stahlbeton-Fertigteilen. Wie so oft bei Bauwerken aus dieser Zeit, haben wir eine recht geringe Überdeckung der Stahlbewehrung vorgefunden, so dass die Nachweise zum Brandschutz nach dem einfachen Tabellenverfahren nicht erbracht werden konnten. Wären wir bei diesen einfachen Betrachtungen geblieben, hätte das umfangreiche Ertüchtigungen der Betonbauteile, also Ver-

kleidungen mit Brandschutzplatten, nach sich gezogen. Durch die bereits beschriebene Heißbemessungstechnik und genaue Berechnung der Temperaturverteilung in den Bauteilen nach einer Branddauer von 90 Minuten konnten wir jedoch zeigen, dass die Konstruktion auch unter hohen Temperaturen noch ausreichende Tragfähigkeit besitzt und Ertüchtigungen nicht notwendig sind. Die Stahlkonstruktion des neuen Daches über dem Atrium, das zuvor Außenraum war, hat keine Brandschutzanforderungen. Im Falle eines Brandes gibt es einen Rauchabzug, wodurch das gesamte Rauchgas sofort nach oben hin entweichen kann. Dadurch kann das Dach-Tragwerk nie so heiß werden, dass die Standsicherheit gefährdet wäre.

### Wie genau sind die Brandschutzmaßnahmen bei Sichtstahl, wenn z.B. ein Gebäude unter Denkmalschutz saniert wird?

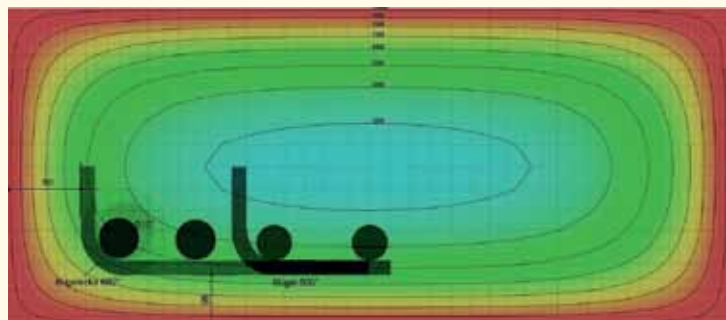
Das ist ein ernsthaftes Problem. Es gibt kaum Möglichkeiten, Sichtstahl brandschutztechnisch zu ertüchtigen. Konstruktiver Brandschutz ist fast unmöglich. Mit Sondergenehmigungen kann man von Vorschriften abweichen und mit der Nähe der nächsten Feuerwehration argumentieren oder kleinere Brandabschnitte durch Abschottungen einplanen. Es gibt auch bei Neubauten Schwierigkeiten. Vor kurzem kam das Problem mit der Brandschutzbeschichtung auf. Solche F30-Anstriche schäumen bei einem Brand auf und bilden eine dicke Schicht, die im Grunde wie ein Wärmeschutz funktioniert und eine schnelle Temperaturerhöhung im Stahl verhindert. Die Zulassungen für diese Anstriche gelten nur zehn Jahre. Das führte dazu, dass einige große Firmen derzeit keine Stahlbauten mehr realisieren wollen, sondern auf Betonbauten umschwenken. An einer Lösung des Problems wird derzeit an verschiedenen Instituten gearbeitet.





Abhängigkeit der Festigkeit von Bewehrungsstahl von der Temperatur (aus DIN EN 1992-1-2).

Abbildung: DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Maßgebend für das Anwenden der DIN-Norm ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum.



Temperaturverlauf in einem Betonbauteil mit eingelegter Bewehrung nach 120 Minuten.

Abbildung: Professor Pfeifer und Partner

**Brandschutzverordnungen im Ausland kommen denen in Deutschland sehr nahe, das physikalische Phänomen ist schließlich immer das gleiche.**