



## Betonstützen: Brandschutz inklusive

Stützen aus hochfestem, selbstverdichtendem Beton können einen sehr hohen Feuerwiderstand aufweisen. Ein hohes Sicherheitsniveau ist nur mit vielen, aufwändigen Brandversuchen unter Last möglich. Die Versuche müssen mit Stützen erfolgen, deren Beanspruchung möglichst jener der Anwendung entsprechen.

Text: **Werner Aebi** | Fotos: **zvg**.

Die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) erstellt Anerkennungen für Stahlbetonstützen nur auf der Grundlage von Gutachten und Prüfberichten. Die Prüfung der eingereichten Unterlagen durch den VKF erfolgt nur formal, massgebend sind die Aussagen des Gutachters. Die Anerkennungen können im öffentlich zugänglichen Brandschutzregister eingesehen werden.

Alphabeton AG hat in den vergangenen Jahren umfangreiche Brandversuche unter Last durchführen lassen. Aufgrund der ausschliesslich hervorragenden Resultate kann für das gesamte Stützensortiment ein sehr hoher Feuerwiderstand bis R180 garantiert werden.

Der finanzielle wie auch der zeitliche Aufwand für Brandversuche ist sehr gross. Dass ein Stützenhersteller aber einen fehlerhaften Eintrag im VKF-Brandschutzregister erwirkt hat,

ist wohl einmalig. Dem fehlbaren Produzenten wurde die bereits eingetragene Anerkennung im Sommer 2014 entzogen und wieder aus dem Brandschutzregister entfernt – mit schwerwiegenden Folgen sowohl in finanzieller Hinsicht als auch bezüglich Reputation.

### Faserverteilung im Beton massgebend

Zur Erreichung eines hohen Feuerwiderstandes ist es zwingend notwendig, dass dem Beton dünne Kunststofffasern zugemischt werden. Denn nur diese verhindern im Brandfall ein Abplatzen der Betondeckung. Allerdings müssen diese Fasern sehr gleichmässig über den ganzen Querschnitt verteilt werden. Untersuchungen an SCC-Betonstützen von Alphabeton AG mittels Dünnschliff zeigen, dass dieses Ziel problemlos eingehalten wird und nur unwesentliche Differenzen ( $\pm 15$  Prozent) auftreten. Im Polarisationslicht sind Kunststofffasern sehr gut zu erkennen (Abb. 2). Bei der gewählten Dosie-



**VKF-Brandschutzanwendung Nr. 25469: Auf diesem Zertifikat ist die Feuerwiderstandsklasse für Alphabetonstützen mit einem Stern (\*) angegeben. Dieser Stern bedeutet, dass das Unternehmen Alphabeton AG in der Lage ist, Stahlbetonstützen für sämtliche Feuerwiderstandsklassen zu bemessen und herzustellen (erweiterter Anwendungsbereich).**

rung ergibt sich eine Gesamtlänge von über 2500 Kilometer Fasern pro Kubikmeter Beton. Im Dünnschliff sind so etwa zwei bis drei Fasern pro Quadratmillimeter bzw. 250 Fasern pro Quadratzentimeter sichtbar.

Eine optimale Faserverteilung in der Betonmatrix ist nicht nur von der Dosieranlage und dem Mischer abhängig, sondern auch von der Art der Betonverdichtung. So zeigen z. B. Untersuchungen an zentrifugierten Stahlbetonstützen, dass infolge der ungleich auftretenden Verdichtungsenergie bei der Herstellung über den Querschnitt grosse Differenzen in der Menge/Anzahl von bis 100 Prozent auftreten, was sich natürlicherweise negativ auf einen hohen Feuerwiderstand auswirkt.

### Anwendungsbereich von Gutachten

Der Lastfall Brand muss vom Ingenieur bei der Tragwerksbemessung mit berücksichtigt werden. Vorfabrizierte Stahlbetonstützen mit der von der Brandschutzbehörde vorgegebenen Feuerwiderstandsklasse werden in der Regel vom Stützenhersteller bemessen, produziert und auf die Baustelle geliefert. Dieser muss zwingend über entsprechende Gutachten verfügen, welche auf durchgeführten Brandprüfungen unter Last basieren, deren Beanspruchung der Anwendung entspricht. Dem verantwortlichen Ingenieur obliegt die Kontrolle, ob die vom Anbieter gelieferten Stahlbetonstützen den geforderten Feuerwiderstand auch tatsächlich erfüllen.

Die in der Schweiz verbauten Stahlbetonstützen unterscheiden sich bezüglich Querschnitt, Schlankheit, Bewehrungsgrad usw. erheblich. Deshalb hat der Stützenhersteller, zusammen mit dem Gutachter, eine geschickte Auswahl zu treffen, um die Anzahl der kostenintensiven Brandprüfungen zu minimieren. Trotzdem ist der Parameterfächer (Bewehrungsgehalt und -anordnung, Schlankheit, Auslastung, Querschnittsgrösse usw.) möglichst realitätsnah zu wählen, denn der freigegebene Anwendungsbereich eines Gutachtens muss möglichst weit durch Versuche abgedeckt sein.

Nur von der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) zugelassene Institutionen können Gutachten ausstellen, welche für eine Anerkennung im Brandschutzregister erforderlich sind.

### Baubabnahme durch die Feuerpolizei

Die Abnahme eines Gebäudes durch die Feuerpolizei erfolgt in der Regel bei Fertigstellung, also kurz vor dem Bezug. In letzter Zeit kommt es immer wieder vor, dass bei der Abnahme von Neubauten die zuständige Feuerpolizei tragende Bauteile, insbesondere Stahlbetonstützen, beanstandet. Grund ist oft der fehlende Nachweis des Brandwiderstandes, welche fehlbare Lieferanten nicht erbringen können. Die von der Behörde geforderte Feuerwiderstandsklasse kann nicht nachgewiesen werden. Es fehlen der rechnerische Nachweis des Feuerwiderstandes und/oder der Nachweis, dass der Beton im Brandfall nicht abplatzt. In solchen Fällen bleibt nichts anderes übrig, als die unsicheren Stahlbetonstützen bereits vor dem Bezug des neuen Gebäudes zu sanieren, z. B. durch Verkleiden der Stützen mit Gipsplatten oder schlimmstenfalls durch Ersatz. Solche Massnahmen sind nicht nur teuer, sondern geben auch explosiven Diskussionsstoff zwischen den verschiedenen Vertragsparteien. Es ist naheliegend, dass diese nicht unwesentlichen Kosten durch den Verursacher, den Lieferanten der nicht vertragsgemäss gelieferten Produkte, zu bezahlen sind.

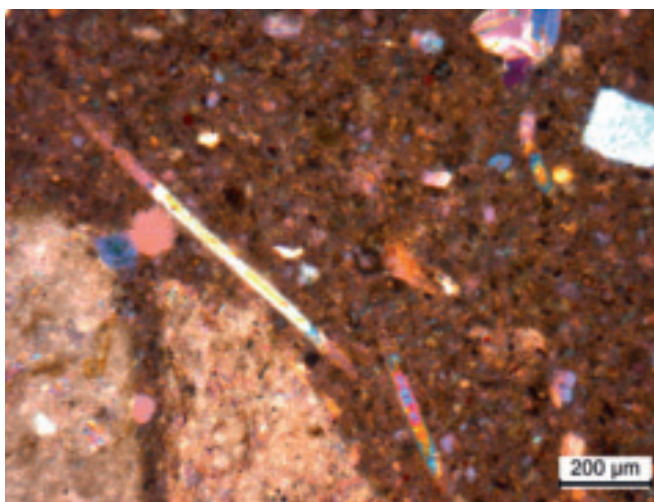
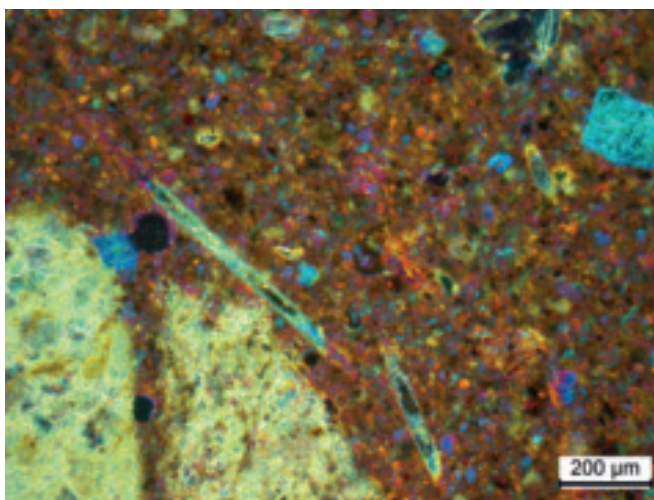
In der föderalistisch geprägten Schweiz erfolgt die Bauabnahme durch die kommunale Feuerpolizei sehr unterschiedlich. Während in einigen Kantonen sehr strenge Massstäbe beim Nachweis des Brandwiderstandes von Stahlbetonstützen gelten, wird in anderen Kantonen kaum oder gar nicht geprüft.

### Teilsicherheitsbeiwerte

Sowohl in der Produktnorm SN EN 13369:2013 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile, Anhang C, als auch im Eurocode 2, SN EN

1992-1-1, Anhang A, wären analoge Vorgaben für die Modifikation von Teilsicherheitsbeiwerten für Baustoffe definiert. Da aber in beiden Normen diese Anhänge «nur» informativen Charakter haben, ist eine Anwendung in der Schweiz zurzeit ausgeschlossen. Trotzdem wurden Schleuderbetonstützen vorsätzlich mit reduzierten Teilsicherheitsbeiwerten verkauft. Vor allem bei öffentlichen Bauwerken wird eine Anwendung dieser nicht zugelassenen Reduktion spätestens bei der Abnahme zu Problemen (Schadenersatzforderungen) führen, da die Lieferung nicht der Ausschreibung entspricht und das gewünschte und geforderte Sicherheitsniveau beträchtlich reduziert wird.

der sicheren Seite bemessen werden. Stahlbetonstützen mit zentrischem Hohlraum zeigen auch bei diesem bemessungsrelevanten Wert ungünstige Resultate auf. Durch den vorhandenen Hohlraum ist eine Austrocknung sowohl über die Aussen- als auch über die Innenseite möglich. Die Kriechzahl eines Hohlquerschnittes vergrössert sich im Gegensatz zu einem Vollquerschnitt um über 15 Prozent und liegt daher bei gleicher Festigkeitsklasse immer deutlich über 1. Eine Bemessung von Stahlbetonstützen mit einer Kriechzahl  $\phi(t, t_0) = 0,5$  entspricht nicht der Realität und reduziert das gewünschte Sicherheitsniveau zusätzlich. ■



Typische mikroskopische Gefügeaufnahme bei etwa 100-facher Vergrösserung bei unterschiedlichem Polarisationslicht am Dünnschliff. Flächenausschnitt etwa 1 mm<sup>2</sup>; dunkle Flächen: Zementstein; helle Flächen: Zuschlag; Polarisierete Flächen und Punkte: Kunststoffasern. (Foto LPM, Beinwil a.S.)

### Kriechzahl $\phi$

Das Kriechen von Beton ist von verschiedenen Parametern abhängig (Zementart, Druckfestigkeitsklasse, Umgebungsfeuchte, Belastungsbeginn, wirksame Querschnittsdicke, usw.). Alphabeton AG hat Kriechversuche gemäss SIA 262/1 Betonbau, Ergänzende Festlegungen, über ein Jahr durchgeführt und die erhaltenen Resultate mit dem Berechnungsansatz im Eurocode 2 validiert. Das gesamte Stützensortiment von Alphabeton AG kann mit einer Kriechzahl  $\phi(t, t_0) \leq 1,0$  auf

### Literatur

- SN EN 13369:2013 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile
- SN EN 1992-1-1:2004, Teil 1-1: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- SIA 262/1:2013 Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- KTI Projekt Nr. 13347.1 PFFLE-IW, Entwicklung neuer Betonkonzepte für Fertigteile aus Hochleistungsbeton, EMPA, Dübendorf