



VdS SCHADEN-
VERHÜTUNG

S+S

report

VdS-Magazin
Schadenverhütung +
Sicherheitstechnik

NUMMER 3 Juni 2004

Neue Brandversuche mit
Perlit-Beschichtungen

S. 22



Autor:
Dipl.-Ing.
Roland Naujoks

Neue Brandversuche mit Perlit-Beschichtungen



In den Brandversuchen mit Probekörpern aus Stahlbeton wurde ein Tunnelbrand simuliert

Bereits in Ausgabe 1/2003 haben wir über Brandversuche mit Klimasan-Perlit, einem seit langem als Putzmaterial bzw. Bauplatte bewährten Baustoff, berichtet. Das Material wurde seinerzeit einem Brandversuch nach der EBA-Richtlinie unterzogen. Das gute Ergebnis des Versuchs eröffnete ganz neue Möglichkeiten im baulichen Brandschutz, insbesondere beim Tunnelbau und bei Personenverkehrsanlagen.

Der Werkstoff

Perlit ist ein Mineral, ein „Stein“, ähnlich dem Basalt, dem Granit usw. Chemisch analysiert, besteht Perlit zu annähernd 70% aus Siliziumdioxid, SiO_2 . Wichtig ist der Anteil molekularen Wassers von bis zu 5 Gewichtsprozent.

Das zu Sand gemahlene Material wird bei ungefähr 1000°C schockartig erhitzt. Das molekulare Wasser verdampft schlagartig und expandiert dadurch das Sand-

korn bis zum 20fachen seines Ausgangsvolumens.

Das Ergebnis dieses Expansionsprozesses ist ein poröses Granulat mit einer Schüttdichte zwischen 30 und 150 kg/m^3 und einer Struktur bestehend aus vielen kleinen Kapillarsystemen.

Damit hat man ein Material, das

- a) sehr leicht ist,
- b) eine offenporige Struktur aufweist und
- c) sich von seiner Reinheit und seinem brandschutztechnischen Eigenschaften her wie Glas verhält.

Diese drei charakteristischen Eigenschaften sind die Voraussetzungen, die Perlit für den Baubereich so attraktiv machen.

Anwendungsgebiete

Bekannt ist das Material vor allem als Grundstoff für die unterschiedlichsten Schüttungen. Expandiertes Perlit wird gerne als Leichtzuschlagstoff bei der Mör-

telindustrie verwendet. Die amorphe Struktur und die dadurch entstehende große Oberfläche haben Perlit für den Einsatz bei offenen Saniersystemen, bei Akustikputzen, bei rein mineralischen Wärmedämmputzen und bei der Herstellung von Feuerfeststoffen zu einem unverzichtbaren Bestandteil werden lassen.

Als Brandschutzputz nach der DIN 4102 wird das entsprechende Material aus Perlit jeder Anforderung als A1-Baustoff gerecht. Alle Eigenschaften die in dieser Norm gefordert werden, sind mit dem Perlitmaterial zu realisieren.

Für Objekte, bei denen das Material nicht nass aufgebracht werden kann, gibt es auch Platten in den Maßen $1260 \times 630 \times 25 \text{ mm}$.

Brandversuch in Leipzig

Der Probekörper bestand aus einem Stahlbeton-Deckenabschnitt mit etwa 50 mm dickem Perlitmaterial auf der Brandraumseite.

Entsprechend der EBA-Richtlinie muss innerhalb von nur 5 Minuten die Bezugstemperatur von 1200°C erreicht sein und diese dann 60 Minuten lang gehalten werden. Am Probekörper dürfen natürlich keine Abplatzungen oder andere Beschädigungen auftreten.

Nach dem Abschalten der Brenneranlage wurden keine oder nur sehr geringe Abplatzungen am Probematerial gefunden. Einem Vorschlag von VdS Schadenverhütung folgend wurde zusätzlich das Verhalten des Brandschutzmaterials in Verbindung mit Löschwasser geprüft. Unter der anschließenden Einwirkung eines Wasserstrahls wurden ebenfalls nur geringfügige Abplatzungen und Abschwemmungen des Materials im brandbeanspruchten Bereich registriert.

Neue Brandversuche mit Perlit in der Schweiz

Nach den guten Ergebnissen der Brandprüfung gemäß der EBA-Richtlinie bei der MFPA in Leipzig wurde der Werkstoff klimasan-F am 26. 09. 2003 im Versuchsstollen Hagerbach (CH-7320 Sargans) einer noch aufwändigeren Prüfung unterzogen. Die Ergebnisse der Prüfung in Leipzig wurden dabei bestätigt bzw. übertraffen.

Im Anschluss an den 180-minütigen Brandversuch nach den RWS-Richtlinien (Rijkswaterstaat-Tunnelkurve) fand wieder eine intensive Wasserbeaufschlagung zur Nachbildung eines Löschversuchs statt. Dieser Versuch sollte ein reproduzierbares Ergebnis zu den überzeugenden Messwerten in Leipzig liefern.

Brandversuch

Der Prüfkörper

Bei dem Probekörper handelte es sich um einen Stahlbetondeckenabschnitt aus einem Beton der Güte B 55. Seine Abmessungen betragen 160 x 160 cm.

Diese Platte wurde in 4 quadratische Felder aufgeteilt, die oberflächlich jeweils mit einer Putzbeschichtung unterschiedlicher Dicke versehen wurde. (Bild 1)

Feld 1 erhielt eine Beschichtung von 80 mm Perlitmaterial, Feld 2 erhielt eine Beschichtung von 50 mm Perlitmaterial (analog dem Brandversuch in Leipzig), Feld 3 erhielt eine Beschichtung von 30 mm Perlitmaterial, Feld 4 erhielt aus Vergleichsgründen gegenüber den anderen Versuchen eine Beschichtung durch in klimasan-F-Mörtelbett verlegtes 20 mm starkes perlitBoard.

Die Trockenrohichte des Perlitmaterials betrug auch bei diesem Versuch 300 kg/m³.

In jedem der 4 Prüffelder waren NiCr-Ni-Thermoelemente so angebracht, dass sie für jedes Prüffeld die Temperatur an der Kontaktstelle Brandschutzmaterial / Betonoberfläche und in Höhe der Bewehrungslage des Tunnelelements messen konnten.

Abgesehen von Prüffeld 4 hatten die Prüffelder einen monolithischen Aufbau. Das heißt, das Material wurde mit einer Putzmaschine direkt auf die Betonoberfläche aufgebracht. Bei Feld 4 wurde die Platte mittels klimasan-F verklebt.

Versuchsablauf

Bild 2 zeigt die unterschiedlichen Temperaturzeitkurven, nach denen Brände in Tunnelbauwerken beurteilt werden. Entsprechend dieser Vorgaben hat man sich bei dem Versuchsablauf an der Rijkswaterstaat-Tunnelkurve orientiert. Die Brandschutzvorschriften der niederländischen Behörden gelten zurzeit als die strengsten in Europa.

Dieser Vorgabe zufolge dürfen die Temperaturen an der Oberfläche des Betons direkt hinter dem Brandschutzmaterial 380 °C nicht übersteigen und in der Bewehrungslage des Betons dürfen 250 °C nicht überschritten werden.

Über die Anforderungen hinaus wurde im Test ein Tunnelbrand über 3 statt der erforderlichen 2 Stunden simuliert.

Andere Brandversuche haben gezeigt, dass es bereits bei Temperaturen von ca. 300 °C zu Abplatzungen an der Betonoberfläche kommen kann.

Versuchsergebnisse

Während des Versuchs war nach ca. 120 Minuten zu erkennen, dass die mineralische Verbindung des perlitBoards mit der Betonoberfläche im Feld 4 den hohen Temperaturen über den langen Zeitraum nicht standhalten würde. Es löste sich nach ca. 2 Stunden und fiel ab.

Nach 3 Stunden wurde die Brenneranlage abgeschaltet und die Verbindungen zu den Aufzeichnungsgaräten entfernt. Danach wurde der Probekörper aus dem Ofen gehoben.

Analog dem Versuchsverlauf zur EBA-Richtlinie wurde auch hier das Verhalten des Perlitmaterials in Verbindung mit Löschwasser geprüft. Interessant war in dem Fall das Feld 4, welches 60 Minuten ohne Brandschutzmaterial der Temperatur von 1200 °C ausge-

setzt war. Es zeigte trotz seines Brandschutzes über den Zeitraum von ca. 120 Minuten Schädigungen, wie sie ausführlich in der Literatur beschrieben sind. Es traten großflächige Abplatzungen auf, welche die Bewehrungseisen freilegten. Diese waren am Ende des Brandversuchs rot glühend.

Bei der Beaufschlagung mit Löschwasser wurde der Abplatzungsfortschritt noch verstärkt. Während die Felder mit dem Perlitmaterial keine, oder nur sehr geringe Ablösungen zeigten, löste sich der Beton alleine durch den Wasserstrahl verstärkt auf.

Im Feld 3 mit 30 mm Perlitmaterial, wurde nach dem Versuch ein Stück der Beschichtung herausgebrochen. Der darunter befindliche Beton zeigte auch nach der Beaufschlagung mit Wasser keine erkennbare Schädigung.

Auswertung der Temperaturmesswerte

Unter Beachtung einer Temperaturvorgabe nach der RWS-Tunnelkurve mit 1350 °C und einer max. Temperatur von 380 °C auf der Oberfläche des Betons direkt hinter der Brandschutzschicht und einer max. Temperatur von 250 °C in der Bewehrungslage kann festgestellt werden, dass diese grenzwertigen Oberflächentemperaturen weder bis zur 120. Minute noch bis zur 180. Minute auch nur annähernd erreicht oder gar überschritten wurden.

Im Feld 1 mit 80 mm klimasan-F:

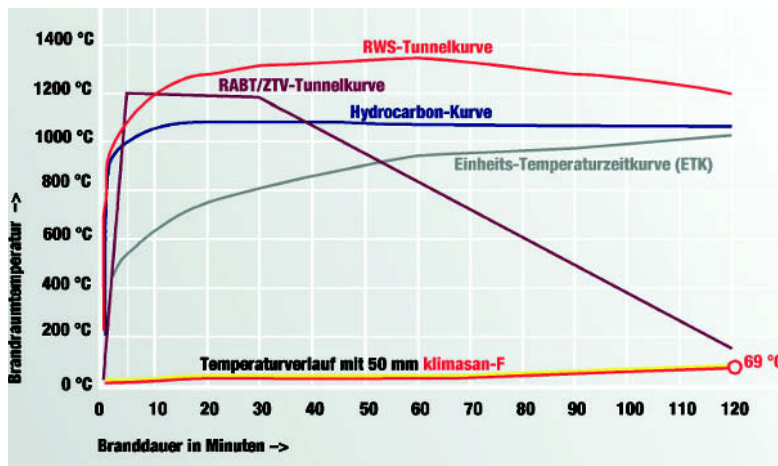
Brandraum 1361 °C	Nach 2 h	Nach 3 h
Oberfläche Beton (Interface)	44 °C	63 °C
Bewehrungslage (30 mm im Beton)	32 °C	45 °C

Im Feld 2 mit 50 mm klimasan-F:

Brandraum 1361 °C	Nach 2 h	Nach 3 h
Oberfläche Beton (Interface)	69 °C	81 °C
Bewehrungslage (30 mm im Beton)	48 °C	62 °C

Im Feld 3 mit 30 mm klimasan-F:

Brandraum 1361 °C	Nach 2 h	Nach 3 h
Oberfläche Beton (Interface)	96 °C	309 °C
Bewehrungslage (30 mm im Beton)	73 °C	85 °C



Ergebnis

A. Deutliche Abminderung des Wärmeeintrags in den Beton mit deutlich reduzierten Temperaturen in den Bewehrungslagen.

B. Verhinderung von Abplatzungen. Dadurch bleibt die tragende Konstruktion erhalten, sowohl bei Wärme- als auch bei Wasserbeaufschlagung.

Wichtig war bei diesem Brandversuch vor allem:

- 1. die Reproduktion der Ergebnisse des Brandversuchs von Leipzig, also die Betrachtung des Feldes 2 mit 50 mm klimasan-F.
- 2. die Schaffung einer Datenbasis für die Reproduzierbarkeit unterschiedlicher Schichtdicken von klimasan-F in Abhängigkeit

von Temperatur-Zeit-Verläufen.

■ 3. Es ist nach diesen Brandversuchen möglich, das Erwärmungsverhalten rechnerisch an individuellen Temperatur-Zeit-Kurven und unterschiedlichen Auftragsstärken zu ermitteln.

■ 4. Der Ausfall der Schutzschicht im Feld 4 führte zu keinem schlechteren Schutzverhalten von klimasan-F in den unmittelbar angrenzenden Prüffeldern.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann auch nach dieser Brandprüfung festgestellt werden, dass sich aus den vorliegenden Prüfergebnissen ganz neue Perspektiven für die

Anwendungen im Tunnelbereich, sowie bei Bahnhöfen, Parkgaragen, S- und U-Bahnen und im oberirdischen Hochbau, wie bei Rettungswegen und Fluchttunneln ergeben.

Bei Auftragsstärken von 50 mm liegen, selbst bei den Anforderungen der Rijkswaterstaat-Tunnelkurve (RWS), die Betontemperaturen im Brandfall deutlich unter 100 °C.

Weitere Vorteile der Perlitbeschichtung ergeben sich für die gesamte Belastung des Bauwerks, mit oder ohne Bewehrungslage, was sich auch in den Kosten niederschlägt.

Die positiven Eigenschaften der Perlitbeschichtung stellen sich wie in der Tabelle unten gezeigt dar. Ganz entscheidend sind die bauphysikalischen Eigenschaften vor allem bei der Sanierung bestehender Tunnel und ähnlicher brandschutztechnischer Ertüchtigungen.

Neben dem Preis-Leistungs-Verhältnis sind die oft ungenügenden baulichen Ausführungen solcher Sanierungsobjekte von großer Bedeutung.

Einsatzschwerpunkt	Vorteil
Brandschutz Sanierung / Ertüchtigung	A1- Baustoff, Rijkswaterstaat -, EBA -, RABT / ZTV- und Hydrocarbon- Kurve Sanierung nach Brandfall ohne lange Unterbrechungszeiten Nachträglicher Auftrag z. B. zum Schutz von Installationsleitungen einfache Verarbeitungsmöglichkeit sehr geringes Gewicht
Feuchte	Im Vergleich zu anderen Saniersystemen eine fast 10fach größere Wasseraufnahmefähigkeit
Akustik	Sehr gute Schallabsorption
Wärme	Rein mineralischer Dämmstoff, ohne Kunstharze und Polystyrol, Wärmeleitzahl: 0,08 W / mK

Der Autor dieses Beitrags, Dipl.-Ing. Roland Naujoks, arbeitet bei der Klimasan-Perlit GmbH in Würzburg.