

Brandschutztechnische Aufrüstung des Tunnels Flughafen Tegel in Berlin/D

In Berlin wird mit dem Tunnel Flughafen Tegel, Teil der Stadtautobahn, eine der wichtigsten Verbindungen der deutschen Hauptstadt modernisiert. Eine Deckenbekleidung mit Tunnel-Brandschutzplatten aus Glasfaserleichtbeton sorgt für Sicherheit bei Feuer. Zur Abdeckung von Kabelnischen wurde eigens ein patentiertes System aus Aestuver-Brandschutzplatten entwickelt.

Schwere Unfälle mit vielen Toten und hohem Sachschaden haben dazu geführt, dass die Sicherheitsstandards in Tunnelanlagen grundlegend überdacht wurden. Dabei geht es vor allem um baulichen Brandschutz, eine sichere Fluchtweggestaltung, die Kapselung der Brandlast in Flucht- und Rettungswegen und den Funktionserhalt von elektrischen Anlagen. Zunehmend berücksichtigen die modernen Sicherheitskonzepte auch den Schutz des Konstruktionsbetons vor Abplatzungen, die in der Regel als Folge des sehr schnellen Temperaturanstiegs und des hohen Wärmeeintrags auftreten, sowie die Installation von leistungsfähigen Rauchabzügen.

Sanierung mit Brandschutzplatten

In Berlin wird derzeit der Tunnel Flughafen Tegel (TFT) grundsaniert und mit einem modernen baulichen Brandschutz ausgestattet (Bild 1). Dabei wird der Konstruktionsbeton im Deckenbereich mit einer Bekleidung aus der Tunnel-Brandschutzplatte *dicon tu* von Aestuver geschützt, die speziell für den Einsatz in unterirdischen Verkehrsanlagen

entwickelt wurde. *Dicon tu* ist eine nicht brennbare, rein mineralische, hydraulisch abgebundene Brandschutzplatte aus Glasfaserleichtbeton der Baustoffklasse A1. Neben der Eignung für Anforderungen im Hochtemperaturbereich nach ZTV-Ing waren vor allem die Wasser- und Frostauszuleistbarkeit sowie die geprüfte Wind-Sog-/Wind-Druck-Beständigkeit entscheidend für den Einsatz. Zusätzlich schützt eine Kabelnischenabdeckung aus Brandschutzplatten die umfangreiche Installationstechnik des Tunnels. Die entsprechende Konstruktion wurde speziell für die Situation im TFT entwickelt



1 Eine Deckenbekleidung mit Tunnel-Brandschutzplatten aus Glasfaserleichtbeton sorgt im Tunnel Flughafen Tegel für Sicherheit bei Feuer. Die seitlich in einer Nische der Tunnelwand verlaufenden Kabel für die Tunneltechnik werden ebenfalls mit einer geeigneten Abdeckung vor Feuer geschützt

1 Lining of the tunnel roof with fire protection boards made of glass-fibre-reinforced lightweight concrete in the Tegel Airport Tunnel for safety in the event of fire. The cables for the tunnel system running along a duct in the tunnel wall are also protected against fire with dedicated cable trunking

Upgrading Fire Protection at Tegel Airport Tunnel in Berlin/D

Tegel Airport Tunnel forms part of Berlin's city highway, a major transport link in the German capital, and is currently undergoing modernization. Lining the tunnel ceiling with fire protection boards made of glass-fibre-reinforced lightweight concrete is designed to ensure safety in the event of fire. A patented trunking system consisting of Aestuver fire protection boards has been specially developed for covering cable ducts.

Serious accidents with high casualties and material damage have led to a thorough rethink of safety standards for tunnels. Key issues are structural fire protection, safe escape routes, con-

tainment of fire loads in escape and rescue routes and sustaining the function of electrical equipment. Modern safety concepts are increasingly designed to protect structural concrete against spalling, which generally occurs as a result of the very rapid temperature increase and high heat input, and such concepts frequently include the installation of efficient smoke extraction outlets.

Refurbishment with fire protection boards

Tegel Airport Tunnel (TAT) in Berlin is currently undergoing complete refurbishment, including installation of modern structural fire protection (Fig. 1). The structural concrete in the ceiling of the tunnel is protected with a lining of *dicon tu* fire protection boards manufactured by Aestuver, which have been specially developed for use in underground transport systems. *Dicon tu* is a non-flammable, purely mineral, hydraulically bonded fire protection board made of glass-fibre-reinforced lightweight concrete in the A1 construction materials class. Besides its suitability for meeting requirements in the high-temperature range in compliance with ZTV-Ing guidelines, its resistance to water and freeze-thaw de-icing salt and its proven wind-suction/wind-pressure resistance were crucial factors in the decision to use it in the tunnel. In addition, a cable duct cover (trunking) made of fire protection board protects the extensive installation technology in the tunnel. The dedicated design was specially developed to meet the require-

und ist inzwischen patentrechtlich geschützt.

Projektbeschreibung

Der Tunnel Flughafen Tegel ist eine der Hauptverkehrsadern Berlins. Mit einer Länge von ca. 1000 m unterquert er als Teil der Stadtautobahn BAB A 111 die Start- und Landebahnen des Flughafens. Pro Tag nutzen durchschnittlich 100 000 Fahrzeuge die Verbindung. Bei seiner Eröffnung im Jahre 1979 war er das Modernste, was die Stadt zu bieten hatte. Mittlerweile jedoch ist der Tunnel in die Jahre gekommen: Die technische Ausrüstung entspricht nicht mehr den heutigen Anforderungen und muss daher komplett erneuert werden. Außerdem haben Undichtigkeiten in den Bauwerksfugen durch eindringendes Grundwasser im Winter immer wieder zu Vereisungen auf den Fahrbahnen geführt. Zeitweise mussten die Spuren gesperrt werden, was die Stadt jedes Mal fast an den Rand eines Verkehrskollapses führte. Eine Grundinstandsetzung war unumgänglich geworden.

Im Oktober 2006 schließlich wurde der Tunnel für einen Zeitraum von 18 Monaten endgültig geschlossen. Um die Zeit der Behinderungen des Individual- und Wirtschaftsverkehrs zu minimieren und um den geplanten Fertigstellungstermin möglichst einhalten zu können, hatte der Senat zuvor die bauausführenden Firmen vertraglich verpflichtet, 6 Tage in der Woche im Mehrschichtbetrieb zu arbeiten.

Zunächst wurden die beiden Röhren vollständig entkernt und erhielten anschließend eine neue Fugenabdichtung. Ebenfalls abgedichtet wurde die Tunnelsohle, die außerdem neue Fahrbahnbeläge erhielt. Im Zuge aktu-



2 Zum Einsatz kam eine Konstruktion aus dicon-tu-Brandschutzplatten (Dicke 25 mm) mit 100 mm breitem Hinterlegungsstreifen, $d = 10$ mm, der in Längs- und Querrichtung hinter allen Fugen angebracht und mit der Platte zusammen direkt auf dem Betonuntergrund befestigt wird

2 The installed fire protection system consisted of dicon tu fire protection boards (thickness 25 mm) with a 100-mm-wide backing strip, $d = 10$ mm, which was mounted lengthways and crossways behind all joints and fixed together with the board directly to the concrete surface

eller Vorschriften kommen konstruktive Brandschutzmaßnahmen hinzu: eine Bekleidung aus Brandschutzplatten für den Deckenbereich und eine 6 cm dicke Spritzbetonschicht mit zusätzlicher Bewehrung für die Wände. Die seitlich in einer Nische der Tunnelwand verlaufenden Kabel für die Tunneltechnik werden mit einer geeigneten Abdeckung vor Feuer geschützt. Insgesamt müssen 24 000 m² Deckenflächen bekleidet und 2 km Kabelni-

ments at TAT and is now protected by patent.

Project description

Tegel Airport Tunnel is one of Berlin's arterial highways. With a length of around 1,000 m, it passes below the runways, forming part of the BAB city highway. An average of 100,000 vehicles use this connection every day. At its opening in 1979, it was the most modern facility Berlin could offer. But the tunnel is now get-

ting on in years. The technical equipment no longer meets today's requirements and must be completely renewed. Moreover, leakage of groundwater through structural joints has frequently led to ice forming on the road surfaces in winter. The lanes have even had to be closed for certain periods of time, which has brought traffic in the city to the verge of total collapse each time. A thorough overhaul had become unavoidable.

In October 2006 the tunnel was finally closed for a period of 18 months. To minimize the disruption to private and commercial traffic and keep as close to the scheduled completion date as possible, Berlin's Senate had contractually bound the structural contractor to work six days per week in multi-shift operation.

First the two tubes were completely gutted and the joints were resealed. The tunnel base was also sealed and the road lanes resurfaced. To meet current regulations, structural fire protection measures also had to be considered: a lining of fire protection boards for the ceiling and a 6-cm-thick layer of shotcrete with additional reinforcement for the walls. The cables for the tunnel system running along a cable duct in the tunnel wall are protected against fire with a suitable cover. A total of 24 000 m² ceiling area must be lined and 2 km of cable trunking had to be installed.

In the original plan, boards backed with 25-cm-thick mineral wool in the joints were to be used for fire protection lining of the tunnel ceiling. The strips of mineral wool were to compensate for the unevenness of the sprayed plaster in the base surface of the tunnel ceiling. As the planned mineral wool is very firm on account of its comparatively high apparent densi-

schenabdeckung installiert werden.

Die ursprüngliche Planung sah vor, zur Brandschutzbekleidung an der Tunneldecke Platten mit einer Hinterlegung im Fugenbereich aus 25 mm dicker Mineralwolle einzusetzen. Der Mineralwollstreifen sollte die Unebenheiten des Spritzputzes im Deckenuntergrund ausgleichen. Da die vorgesehene Mineralwolle jedoch wegen ihrer vergleichsweise hohen Rohdichte von 190 kg/m³ sehr fest und entsprechend wenig komprimierbar ist, bestand die Befürchtung, dass die Konstruktion die Unebenheiten im Untergrund nur schlecht oder gar nicht ausgleichen kann.

Als Alternative wurden schließlich die Brandschutzplatten dicon tu in Betracht gezogen. Sie sind aufgrund ihrer Materialzusammensetzung besonders für den Einsatz in Tunnelbauwerken geeignet. Als Glasfaser-Leichtbetonplatte sind sie bei relativ geringem Gewicht stark belastbar und verfügen gleichzeitig über eine glatte und abriebfeste Oberfläche.

Ausführung

Realisiert wurde eine Konstruktion aus Brandschutzplatten mit einer Dicke von 25 mm mit 100 mm breitem Hinterlegungsstreifen, $d = 10$ mm. Dieser wird in Längs- und Querrichtung hinter allen Fugen angebracht und mit der Platte zusammen direkt auf dem Betonuntergrund befestigt. Dazu wurde der vorhandene Spritzputz entfernt, dessen Unebenheiten nicht zu überbrücken waren. Zur Befestigung werden Dübel (FNA II) aus Edelstahl eingesetzt (Bild 2).

Die Platten werden Stoß an Stoß verlegt. Die Verarbeitung erfolgt ausgehend von der

Deckenmitte hin zur Wand. Dabei bleiben die Fugen offen und nur die Fuge zwischen Platten und Tunnelwand wird mit einer dauerelastischen Brandschutzmasse geschlossen (Bild 3).

Diese Konstruktion bietet verschiedene Vorteile: So schützt der Hinterlegungsstreifen die Fugen vor Branddurchschlag. Auch kleine Spalten im Stoßbereich sind damit kein Problem. Gleichzeitig findet durch die Fugen ein schneller Druckausgleich statt, sodass nur ein geringer Prozentsatz der tatsächlich einwirkenden Druck- und Sogkräfte an der Platte angreift.

Außerdem schafft die Montage mit Hinterlegungsstreifen eine zusätzliche Dämmschicht. Damit entsteht unter den Platten ein Luftpolster, das gleichzeitig dämmt und für eine gleichmäßige Temperaturverteilung sorgt. Da sich 2 benachbarte Platten immer auf gleichem Höhenniveau befinden, sind mit dieser Konstruktion Versätze und Unebenheiten einfach zu überbrücken. Das Ergebnis ist eine sehr gleichmäßige Oberfläche.

ty of 190 kg/m³ and cannot be easily compressed, there were fears that this structure could only inadequately compensate for the unevenness or even not at all.

Finally, as an alternative option, the installation of dicon tu fire protection boards was considered. On account of their material composition, these boards are especially suitable for use in tunnel structures. As glass-fibre-reinforced lightweight concrete boards, they have a relatively low weight but can withstand high loads, and at the same time they exhibit a smooth and abrasion-resistant surface.

Installation

A construction made of fire protection boards with a thickness of 25 mm with 100-mm-wide backing strips, $d = 10$ mm, was installed. This backing is positioned in a longitudinal and lateral direction behind all joints and fixed together with the board directly to the concrete base. For this purpose, any spray plaster was removed wherever the unevenness could not be balanced out. Stainless steel

pegs (FNA II) are used to fix the boards/backing to the base (Fig. 2)

The butt jointed boards are mounted from the centre of the ceiling in the direction of the wall. The joints are left open and only the joint between boards and tunnel wall is sealed with a permanently flexible fire protection compound (Fig. 3).

This structure has various advantages: the backing strip protects the joint against the ingress of fire. Even small gaps in the joint zone are therefore no problem. At the same time, the joints allow rapid pressure compensation so that only a small percentage of the effective pressure and suction forces attack the board.

In addition, the assembly with backing strips forms an additional insulating layer. An air cushion is formed under the boards, which insulates and at the same time ensures an uniform temperature distribution. As two adjacent boards are always at the same height, it is possible to compensate for any misalignment and unevenness. The result is a very even surface.



3 Die Platten werden Stoß an Stoß verlegt. Die Verarbeitung erfolgt von der Deckenmitte hin zur Wand. Dabei bleiben die Fugen offen. Die Fuge zwischen Platten und Tunnelwand wird mit einer dauerelastischen Brandschutzmasse geschlossen

3 The butt-jointed boards are fitted from the centre of the ceiling in the direction of the wall. The joints remain open. The joint between the boards and the tunnel wall is closed with a permanently flexible fire protection compound

Tabelle: Baustellentafel

Bauherr:	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
Ausführungsplanung:	ISKP GmbH, Planungsgesellschaft für Brücken und Ingenieurbauwerke, Bauwerke
Generalunternehmer:	ARGE Grundinstandsetzung TFT HOCHTIEF Construction AG Trapp Infra
Verarbeiter:	Lindner AG

Blockfugenabdeckung

Feuersicher abgedeckt werden mussten auch die Blockfugen in der Tunneldecke sowie im Wandbereich. Diese treten entsprechend den Betonierabschnitten ca. alle 30 m auf und übernehmen gleichzeitig die Funktion von Bewehrungsfugen.

Die Fugen wurden zunächst mit einem Fugenband verschlossen, an das jedoch keine Brandschutzanforderungen bestanden, und anschließend mit einer Schiebekonstruktion überspannt. Diese besteht aus einer 25 mm dicken Brandschutzplatte, welche durch eine Schiebekonstruktion (Zange) auf der einen Seite verschieblich gehalten ist. Um hier die Aufbauhöhe des Fugenbandes und der Flanschkonstruktion zu überbrücken, werden Aufdopplungen mit dicon-tu-Platten vorgenommen. Die Befestigung erfolgt mit Dübel (FNA II) mit Klemmlängen bis zu 120 mm.

Patentierte Kabelnischenabdeckung

Neben dem Schutz des Konstruktionsbetons ist die Sicherung der technischen Versorgungseinrichtungen ein wichtiger Bestandteil des Brandschutzkonzeptes für den TFT. Zur Aufnahme der umfangreichen Installationstechnik verfügt der Tunnel über 2 horizontal in der Wand verlaufende Kabelnischen – je 1 pro Röhre.

Im vorliegenden Fall war zunächst eine E90-Abdeckung (Brandbeanspruchung von außen) aus vollflächig mit Edelstahl bekleideten Brandschutzelementen vorgesehen. Die Abdeckung gewährleistet den Funktionserhalt der Kabel für 90 Minuten und somit auch das Funktionieren der Tunneltechnik.

Aus Kostengründen wurde jedoch nach einer Alternative ohne Edelstahlkaschierung gesucht. Mit einer speziell für den Einsatz im TFT entwickel-

Table: Site organization

Tunnel owner:	Senator for Urban Development in Berlin
Final planning:	ISKP GmbH, planning company for bridges and engineering structures, building structures
General contractor:	ARGE Grundinstandsetzung TFT HOCHTIEF Construction AG Trapp Infra
Installation:	Lindner AG

Block joint coverage

The block joints in the ceiling and walls of the tunnel also have to be fire-proofed. Depending on the concreted sections, these block joints are positioned every 30 m and also perform the function of movement joints.

These joints were first closed with an expansion strip, which, however, was not subject to any fire protection requirements, and then spanned with a sliding structure. This consists of a 25-mm-thick fire protection board, which is fastened on one side by means of a sliding structure and can be slid away. To bridge the installation height of the joint strip and the flange construction, dicon tu boards were doubled up. These are fixed with pegs (FNA II) with grip lengths to 120 mm.

Patented cable trunking

In addition to protection of the structural concrete, safety of

the technical supply installations is a key aspect of the TAT fire protection concept. To house the extensive installation systems, the tunnel has two cable ducts that run horizontally along the walls – one duct in each tube of the tunnel.

In this case, initially planned was an E90 cover (fire exposure from the outside) made of fire protection elements that are covered entirely in stainless steel. This cover guarantees maintenance of the cable function for 90 minutes and therefore the continued functioning of the tunnel systems.

For cost reasons, however, an alternative without a stainless steel cover was sought. With a design specially developed for use in TAT – Aestuver has now patented the development, the problem could be solved. Here around 625-mm-wide elements made of a (glued) double layer of 2 x 25-mm fire protection boards with an overlap were arranged next to each other – alternatively front to back and

ten Konstruktion – Aestuver hat sich die Entwicklung patentieren lassen – konnte das Problem gelöst werden. Dabei werden ca. 625 mm breite Elemente aus einer doppelten Lage von 2 x 25-mm-Brandschutzplatten (verklebt) mit seitlichem Stufenfalz abwechselnd spiegelverkehrt aneinandergereiht und auf einer oberen und unteren Halteschiene eingehängt. Eine Verschraubung im Stufenfalzbereich in Feldmitte bewirkt zusätzliche Stabilität. Ein Kantenschutz oben und unten aus Edelstahlprofilen schützt die Elemente beim Ein- und Aushängen und gewährleistet Dauerhaftigkeit.

Mit einer lichten Öffnungshöhe von ca. 1250 mm überlagern die Aestuver-Elemente die Öffnung der Kabelnische nach oben und unten um jeweils 50 mm und schaffen so einen sicheren Übergang. Die Verbindung der einzelnen Elemente untereinander kann jederzeit gelöst werden, sodass jede Stelle der Kabelnische für eventuelle Arbeiten und Reparaturen zugänglich ist. Im Bereich der Blockfuge werden die Elemente durch eine Zangenkonstruktion verschieblich gehalten.

Die Konstruktion entspricht der geforderten Feuerwiderstandsdauer E90 und kann den aerodynamischen Belastungen im Tunnel standhalten. Das haben entsprechende Prüfungen der MFFPA (Materialforschungsprüfanstalt) in Leipzig und dem I.F.I. in Aachen

(Institut für Industrieaerodynamik GmbH) bestätigt.

Fazit

Bei der brandschutztechnischen Modernisierung des Tunnels Flughafen Tegel in Berlin wurde die Betonkonstruktion der Decke mit der speziell für unterirdische Verkehrsanlagen entwickelten Brandschutzplatte dicon tu von Aestuver bekleidet. Zur Abdeckung der Kabelnischen konnte eine individuell auf die Gegebenheiten vor Ort abgestimmte Lösung mit Brandschutzplatten des gleichen Herstellers entwickelt und realisiert werden. Bei der Verarbeitung sorgten die mechanischen Materialeigenschaften dieser Brandschutzplatten und die daraus resultierende einfache Verarbeitung für einen schnellen Baufortschritt. Damit die Brandschutzmaßnahmen im TFFT problemlos realisiert werden konnten, wurden die Arbeiten außerdem bis zur Fertigstellung von einem Projektleiter des Herstellers begleitet. In enger Zusammenarbeit mit dem Generalunternehmer und Planer konnten so vor Ort auftretende Probleme schnell und einfach gelöst werden. Damit war sichergestellt, dass baustellenabhängige Planänderungen den Baufortschritt nicht verzögern. Die Bekleidung der 24000 m² großen Deckenfläche konnte so in nur 8 Wochen fertig gestellt werden. 

back to front – and fixed to a top and bottom mounting rail. Screws in the midspan of the overlap effects additional stability. Edge guards made of stainless steel sections at the top and bottom protects the elements during mounting and removal and guarantees their durability.

With a clear opening of around 1,250 mm, the Aestuver elements hang over the opening of the cable duct by 50 mm at the top and bottom, ensuring a safe transition. The connection between the individual elements can be loosened at any time so that every part of the cable duct is accessible for any work or repairs. In the area of the block joint, the elements can be slid away thanks to a special binding.

The design complies with the required E90 fire resistance time and can also withstand the aerodynamic loads in the tunnel. This has been confirmed in relevant tests at the MFFPA (Material Research Testing Institute) and the I.F.I. in Aachen (Institut für Industrieaerodynamik GmbH).

Conclusion

As part of the modernization of the fire protection at Tegel Airport Tunnel in Berlin, the concrete structure of the ceiling has been lined with dicon tu, fire protection board specially developed by Aestuver for underground traffic systems. For covering the cable ducts, an individual trunking solution

with fire protection boards from the same manufacturer could be developed and installed. The mechanical material properties of these fire protection boards and their simple handling and fitting ensure rapid installation progress. To avoid any problems in the implementation of the fire protection measures at TAT, the work was overseen by a project manager assigned by the board manufacturer until completion. Working in close cooperation with the general contractor and planner, the board manufacturer could ensure that any problems arising on site could be easily and quickly resolved. This ensured that any changes in the plan related to the construction site did not delay project progress. Lining of the 24,000-m²-large ceiling area was completed in just eight weeks. 

www.xella.de

Weitere News, Artikel oder Informationen zu aktuellen Projekten finden Sie unter

www.tunnel-online.info