
BRANDSCHUTZSANIERUNG DER U-BAHNSTATION WIEN MITTE

RENOVATION OF FIRE SAFETY SYSTEM IN VIENNA'S RAIL NETWORK STATION WIEN MITTE

Dipl.- Ing. FH Markus **Jahn**, Sika Services AG, Zürich, Schweiz

In der Überbauung Bahnhof Wien Mitte musste zur Sanierung des U-Bahnbereiches der alte Brandschutz entfernt und durch einen neuen Brandschutzmörtel ersetzt werden. Zudem wurde mittels Korrosionsschutz und Instandsetzungsmörtel die Armierung vor weiterem Rosten geschützt. Trotz der hohen Anforderungen konnte die Schichtstärke des neuen Brandschutzmörtels auf 25 mm beschränkt werden. Dank Arbeitsbühnen und Staubwänden wurde die alte Brandschutzisolierung staubfrei abgetragen sodass während der ganzen Sanierung keine Beeinträchtigung des Betriebs der U-Bahn und der S-Bahn stattfand.

For the renovation of the metro station at Wien Mitte the old fire protection had to be removed and replaced by a new fire protection mortar. Additionally, the corrosion damages in the substrate were renovated. In spite of the high requirements the layer thickness of the new fire protection mortar was only 25 mm. During the renovation the metro was continuously running. Working platforms and low pressure locks allowed a dust free renovation and application of the fire protection mortar.

1. Einleitung

Der Bahnhof Wien Mitte ist sehr zentral gelegen. Er befindet sich zwischen der Wiener Innenstadt und dem Bezirk Landstraße. Wien Mitte ist mit 30.000 Bahreisenden pro Tag der meist frequentierte Bahnhof Wiens, da sich in diesem Knotenpunkt mehrere S-Bahnen und zwei U-Bahnlinien (U3 & U4) kreuzen.

Das Projekt, das zurzeit im Gange ist sieht vor den ganzen Bahnhof neu zu überbauen. Das Bahnhofsgebäude wird zu einem Shopping Center und Bürokomplex ausgebaut, wofür eine Gesamtfläche von 127.000 m² zur Verfügung steht. Der Baubeginn war im Juli 2007 und die Fertigstellung des Bahnhofes ist auf Mitte 2010 projektiert.

Im Untergrund werden die Bahnsteige erneuert und verlängert, Rolltreppen für beide Fahrtrichtungen eingebaut und ein Lift vom Haupteingang direkt zu den Bahnsteigen installiert. Zu diesem Zweck und um die Sicherheit zu erhöhen muss der Stahlbetonbau saniert werden. Im Beispiel des Stationsbereiches der U-Bahnlinie U4 wird aufgezeigt wie Sanierungsarbeiten unter Vollbetrieb der Bahn durchgeführt werden (Bild 1).



Bild 1: Trotz Umbau ist der Bahnhof Wien Mitte in Betrieb (Bild: Jahn)

2. Anforderungen

Während der Betriebszeiten musste die U-Bahn uneingeschränkt begehbar sein und die bestehenden Zugänge zur U-Bahn mussten als Fluchtwege offen bleiben. Das hatte zur Folge, dass die Arbeitsbühne staubdicht ausgeführt sein musste und so gestaltet wurde, dass weder Passanten noch die U-Bahn behindert wurden. Zudem mussten verdeckte Infrastrukturelemente im Bahnsteigsbereich, wie zum Beispiel Lautsprecher und Beleuchtung während der Zeit der Sanierungsarbeiten aus Sicherheitsgründen umgehängt werden, so dass sie für die Reisenden gut sichtbar blieben (Bild 2).

Nach der Betonsanierung sollte die Deckenuntersicht im Stationsbereich mit einem geeigneten Brandschutz versehen werden. Laut Ausschreibung konnte dies in drei verschiedenen Varianten erfolgen. Die erste Möglichkeit sah vor im Zuge der Betonsanierung eine entsprechende zusätzliche Betonüberdeckung zu schaffen um einen Brandschutz herzustellen. Zweitens wurde das Aufbringen einer Brandschutzbeschichtung mittels Spritzverfahren ins Auge gefasst, welche den Anforderungen des ÖVBB Merkblattes „Schutzschichten für den erhöhten Brandschutz für unterirdische Verkehrsbauwerke“ entspricht. Die Ausschreibung setzte voraus, dass sich im Untergrund bildende Risse an der Mörteloberfläche abzeichnen müssen. Die dritte Variante war die Herstellung des Brandschutzes durch Brandschutzplatten, die Revisionsöffnungen an statisch relevanten Stellen aufweisen musste [1].



Bild 2: Treppe zur U4 mit Arbeitsbühne und tiefer gehängten Infrastrukturelementen (Bild: Jahn)

Der geforderte Brandwiderstand war REI 180 gemäß EN 13501. Die Brandwiderstandsklasse REI 180 ist eine Klassifizierung für tragende Bauteile und wird gemäß EN 13501 im Einzelnen wie folgt beschrieben:

R: Die Tragfähigkeit R ist die Fähigkeit des Bauteils unter festgelegten mechanischen Einwirkungen einer Brandbeanspruchung auf einer oder mehreren Seite(n) ohne Verlust der Standsicherheit für eine Dauer zu widerstehen.

E: Der Raumabschluss E ist die Fähigkeit eines Bauteils mit raumtrennender Funktion, der Beanspruchung eines nur an einer Seite angreifenden Feuers so zu widerstehen, dass ein Feuerdurchtritt zur unbeflammten Seite als Ergebnis des Durchtritts von Flammen oder heißer Gase verhindert wird. Diese würden ansonsten die Entzündung der dem Feuer abgekehrten Oberfläche des Bauteils oder in der Nähe dieser Oberfläche befindlicher Materialien verursachen.

I: Die Wärmedämmung I ist die Fähigkeit eines Bauteils, einer einseitigen Brandbeanspruchung ohne die Übertragung von Feuer als Ergebnis einer signifikanten Übertragung von Wärme von der dem Feuer zugekehrten Seite zu der vom Feuer abgewandten Seite zu widerstehen. Die Übertragung muss so begrenzt sein, dass weder die vom Feuer abgewandte Oberfläche noch Materialien in der Nähe dieser Oberfläche entzündet werden. Das Bauteil muss außerdem ein so großes Hindernis für die Wärmeeinwirkung darstellen, so dass in der Nähe befindliche Personen geschützt werden.

180: Klassifizierungszeit von 180 Minuten [2].

Das Brandschutzsystem soll die Anforderung REI 180 gemäß EN 13501 erfüllen. Die anzusetzende Temperatur-Zeit-Kurve entspricht der ETK-Brandlast und zudem soll REI 180 auch durch die Abbrandkurve des Fahrzeugtyps U11 nicht überschritten werden. Diese Brandkurve berücksichtigt den Brand eines einzelnen Wagens des Typs U11. Sie entspricht einem Naturbrand, der sich im Bereich der elektronischen Steuerungen und Kabel im Unterbau des Wagens entwickelt und im Anfangsstadium unbemerkt bleibt. Bei den U11 handelt es sich um Doppeltriebwagen für die Wiener U-Bahn, bei denen die Karosserie aus Gewichtgründen aus Aluminium, anstatt aus Stahl hergestellt worden ist [3].

Die ETK-Kurve wurde aus den Erfahrungen von Raumbränden mit Holzmöbeln entwickelt. Sie basiert auf einem Feststoffbrand ohne Entzündungs- und Schwelbrandphase.

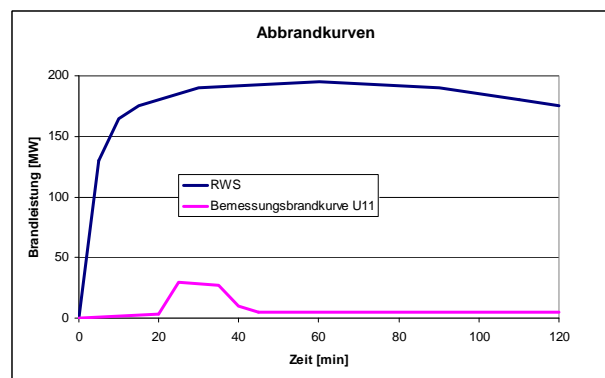


Bild 3: Der nach RWS geprüfte Brandschutzmörtel deckt die Anforderungen der U11 großzügig ab. (Diagramm: VSH)

Um die Eignung des offerierten Brandschutzmörtels für den Brandschutz im Bahnhof Wien Mitte zu belegen, wurde vom Versuchstollen Hagerbach, Schweiz eine Expertise [4] ausgearbeitet, welche beglaubigt dass der Spritzmörtel den Anforderungen genügt (Bild 3). Der angebotene Brandschutz wurde schon vielfach nach der holländischen RWS-Kurve getestet, nicht aber nach der ETK- oder der U11-Kurve. Die RWS-Kurve skizziert ein Szenario bei

welchem in einem Tunnel innert 2 Stunden 45.000 Liter Benzin abbrennen. Dieses Szenario widerspiegelt die Gefahren des Güterverkehrs in Tunnels. Solche Temperaturen werden in U-Bahnen, wo es sich hauptsächlich um Personenverkehr handelt nicht erreicht.

3. Technologie

3.1 Beton und Feuer

Beton brennt nicht, leitet Wärme schlecht weiter, schmilzt nicht, bildet keinen Rauch und setzt keine giftigen Gase frei. So könnte man denken, dass Beton der ideale Baustoff ist für Objekte, die einem höheren Risiko von Feuer ausgesetzt sind. Doch Beton ändert seine Eigenschaften, wenn er erwärmt wird. Die Druck- und Zugfestigkeitsabminderungen sind ab zirka 800°C nicht mehr reversibel. Der Beton ist Deformationen unterworfen, die ab einer gewissen Temperatur nicht mehr umkehrbar sind, die Gefügespannungen nehmen zu und der Verbund zwischen Armierung und Beton nimmt ab.

Diese Eigenschaften führen im Falle eines Brandes, der hohe Temperaturen erreicht und über längere Zeit andauert dazu, dass die Bewehrung der Hitze ausgesetzt wird und die Konstruktion versagt.

Gefügespannungen entstehen durch die Inhomogenität des Betons. Da die Betonbestandteile unterschiedliche Wärmedehnzahlen aufweisen, ist die Ausdehnung der Zuschläge, des Zementsteins und des Stahls verschieden. Da Beton in der Regel nur auf einer Seite der Hitze ausgesetzt ist entstehen Eigen- und Zwangsspannungen, welche in Zusammenhang mit der Betonfeuchte und dem Temperaturgradienten Abplatzungen begünstigen. Betonabplatzungen sind insofern gefährlich, da sie den Betonquerschnitt schmälern und die Armierung freilegen.

Die Betonrohddichte, der Feuchtegehalt, die Art und der Anteil der Betonkomponenten und der Brandverlauf beeinflussen die Wärmeleitung im Beton. Da Beton im Gegensatz zu Stahl eine vergleichsweise schlechte Wärmeleitung hat, schützt der Beton die Bewehrung vor dem Fließen und hält den Verbund zwischen Armierung und Stahl aufrecht, sofern der Beton nicht abplatzt oder die Brandlast zu lange genug andauert.

Es gibt mehrere wärmeverbrauchende Reaktionen im Beton, die den Temperaturanstieg im Beton verzögern. Beton ist nicht trocken. Das physikalisch gebundene Gelwasser und das freie Kapillarwasser können bis zu 30 Volumen-Prozent des Zementsteins ausmachen. Beide Wasser gehen ab +100°C in Dampf über. Dieser Umwandlungsprozess entzieht der Umgebung Energie, was die Wärmeleitung in den Beton verzögert. Diese Dampfphase kann sich über mehrere Minuten hinweg ziehen. Nicht nur das freie und physikalisch gebundene Wasser wandelt sich um, sondern auch das chemisch gebundene Wasser. Der hydratisierte Zement gibt ab +150 bis +200°C das chemisch gebundene Wasser wieder frei (Dehydratation). Verschiedene Zuschläge sind bei hohen Temperaturen auch Umwandlungsprozessen unterworfen. Kalkstein gibt ab +600 bis +800°C Kohlenstoffdioxid ab. Quarz wandelt seine Kristallstruktur ab +573°C um [5]. Alle diese Umwandlungsprozesse verzögern den Wärmedurchgang und schädigen den Beton.

Die größten Schäden am Beton entstehen durch den Dampfdruck. Das dampfförmige Gel- und Kapillarwasser lassen den Druck im Innern des Betons rasch über die kritische Zugspannung steigen. Bei zunehmender Hitze steigt auch der Druck im Innern des Betons (Bild 4). Zu Beginn entschwindet der Dampf über die Risse und Kapillarporen nach allen Seiten. Bei anhaltender Hitze kann der Dampf nur noch über die beflamnte Seite entweichen, denn die Expansionsräume im Innern des Betons sind schon nach kurzer Zeit ausgefüllt. Dadurch entsteht eine Sättigungszone, in welche der Dampf nicht weiter eindringen kann (Bild 5). Mit

steigender Temperatur wird der Dampfdruck in der Sättigungszone immer größer. Es kommt zu Betonabplatzungen, sobald der Druck des Wasserdampfes größer wird als die innere Festigkeit des Betons (Bild 6). Hinter dem nun freigelegten Beton entsteht wieder eine neue Sättigungszone. Der Beton wird so während eines Brandes ständig weiter angegriffen und vollkommen zerstört. Bei Temperaturen über $+1000^{\circ}\text{C}$ kann sich ein Feuer mit einer Geschwindigkeit bis zu 20 cm/h durch den Beton fressen. Dieser Wert nimmt bei hochfesten Betons zu, da die dichte Matrix die nicht chemisch gebundenen Wasser nur schwer entweichen lässt. So steigt der Dampfdruck sehr schnell über den kritischen Wert der Zugfestigkeit dieses Betons.



Bild 4: Der Dampf füllt die Poren und entweicht über die beflamnte Seite. (Bild: Sika)



Bild 5: Die Poren im Beton sind voll. Es bildet sich eine Sättigungszone. (Bild: Sika)



Bild 6: Der Dampfdruck in der Sättigungszone übersteigt die innere Festigkeit des Betons. Es kommt zu Abplatzungen. (Bild: Sika)

3.2 Lösungsansätze

Es gibt mehrere Ansätze wie eine Stahlbeton-Konstruktion vor Feuer geschützt werden kann. Zum einen gibt es aktive Brandschutz-Maßnahmen, wo z.B. Sprinkleranlagen eingesetzt werden oder es gibt die passiven Schutzmaßnahmen, welche den Einsatz von Überbeton, Mörteln, Platten oder Zugabe von Polypropylen (PP)-Fasern in den Beton vorsehen.

Beton der mit Kunststoff-Fasern versetzt wird platzt nicht ab. Betonneubauten, die potentiellen Feuer-Risiken ausgesetzt sind werden vielfach mit PP-Fasern brandbeständig gemacht. Dem Beton werden dazu 2-3 kg/m³ Kunststofffasern beigemischt. Durchgesetzt haben sich 6 mm lange und zirka 15 bis 30 Mikrometer dicke Fasern. Diese Menge und Geometrie entspricht über 2 Millionen Fasern pro Kubikmeter Beton. Die Fasern schmelzen bei +165°C. Dadurch werden Expansionsräume und Kanäle frei über welche der Dampf aus dem Beton entweichen kann. So kann der Druck, den der Dampf verursacht, unter der kritischen Zugfestigkeit des Betons gehalten werden. Das Polypropylen verkohlt zu reinem Kohlenstoff und bildet keine giftigen Gase. Der Beton platzt so nicht ab, aber er wird sehr hohen Temperaturen ausgesetzt. Das heißt, er wird chemisch umgewandelt. Das bedingt später eine tiefgreifende Sanierung des dem Feuer ausgesetzten Betons. Das größere Problem ist aber, dass die Armierung sehr rasch der Hitze ausgesetzt ist. Baustahl verliert rapide an Festigkeit wenn er großen Temperaturen ausgesetzt ist, was zu einem Versagen der Konstruktion führen kann.

Eine einfache und schnelle Lösung bietet hierbei ein Brandschutzmörtel. Diese Art von Mörtel wird auf die zu schützenden Materialien aufgespritzt. Der Vorteil, der sich durch solche Brandschutzmörtel ergibt, ist erheblich. Temperaturen, die den Beton schädigen oder die Festigkeiten des Stahls mindern werden ferngehalten. Die Mörtel dämmen höchste Temperaturen über mehrere Stunden. Im Gegensatz zu PP-Faser modifiziertem Beton ist die Sanierung bei Mörteln nach dem Brandfall viel einfacher, da nicht tiefe Betonschichten abgetragen werden müssen, sondern nur der in Mitleidenschaft gezogene Brandschutzmörtel.

Vielerorts müssen Infrastrukturbauten und Gebäude nachträglich brandbeständig gemacht werden. Hier bietet sich ein Aufbringen eines Spritzmörtels als einfache Lösung an. Im Gegensatz zu einer Auskleidung mit Brandschutzplatten kann der Brandschutz mit Mörtel fugenfrei gestaltet werden und die Ausbildung von Details gestaltet sich mit Spritzmörtel um einiges einfacher als mit starren Platten. Zudem können Risse im Untergrund sofort erkannt werden, was sich bei Platten als umständlich erweist, da diese demontiert werden müssen, um Kontrollen durchzuführen.

Nebst diesen guten Eigenschaften der Spritzmörtel bringen Hochleistungs-Brandschutzmörtel weitere Vorteile mit sich. Sie widerstehen höchsten Brandlasten mit einem Minimum an Materialverbrauch. Dank der extrem hohen Hitzedämmung kann die Schichtstärke sehr klein gehalten werden, was eine geringere Auflast für das Bauteil mit sich bringt und das Lichtraumprofil nur geringfügig schmälert. Das leichte Gewicht des Spritzgutes erlaubt den Einsatz ohne Spritzbetonbeschleuniger. Solche Hochleistungs-Brandschutzmörtel können mittels Mörtelmaschinen (Schneckenpumpen) appliziert werden, wobei hier Maschinen eingesetzt werden, die eine Direktvermischung an Rotor / Stator zulassen als auch solche die einen externen Mischer haben.

Nachfolgend einige technische Daten des eingesetzten Brandschutzmörtels (Tabelle1).

Tabelle 1: Daten zum Brandschutzmörtel (Die Werte entsprechen dem gespritzten Mörtel, Quelle: Produktdatenblatt)

Name	Sikacrete-213F
Basis	Zement, Vermikulit
Verarbeitung	Nassspritzverfahren
Verbrauch	ca. 6 kg/m ² pro 10 mm Schichtstärke
Wärmeleitfähigkeit	ca. 23 W/mK bei 10°C
Druckfestigkeit	ca. 2 N/mm ²
Dichte	ca. 0,61 kg/l

4. Applikation

4.1 Rückbau alter Brandschutzputz

Der Jahrzehnte alte Brandschutzmörtel, der bis anhin die U-Bahn-Station Wien Mitte vor einer Brandeinwirkung geschützt hätte, musste zuerst abgetragen werden. Die Bewehrung im darunter liegenden Beton war an einigen Stellen korrodiert. Sichtbar wurde dieses Problem an Rissen und lokalen Abplatzungen in der Brandschutzoberfläche.

Um den Betrieb der U-Bahn ohne maßgebliche Beeinträchtigungen durch Staub, etc. aufrecht zu erhalten, wurden der ganze Rückbau inklusive der Sandstrahlarbeiten zur Vorbereitung des Betonuntergrundes in einer Unterdruck-Atmosphäre durchgeführt. Die Arbeitsbühne, die über den Perrons und den Gleisen erstellt wurde, ließ den Arbeitern eine Arbeitshöhe von 2 m. Auf diesen Arbeitsbühnen konnten gleichzeitig Rückbau-, Korrosionsschutz- und Brandschutzarbeiten ausgeführt werden.

4.2 Anforderungen an den Untergrund

Die Untergrundvorbereitung dient dem festen und dauerhaften Verbund zwischen Mörtel und Untergrund. Der Untergrund für den Brandschutzmörtel ist in diesem Projekt sowohl Stahl, in Form von Verankerungsplatten, wie auch Beton, in Form von Deckenuntersichten und Unterzügen. Der Beton wurde soweit aufgeraut, dass auf Haftvermittler verzichtet werden konnte. Schadhafter Armierungsstahl wurde blank gestrahlt und mit einem zementgebundenen kunststoffmodifizierten Korrosionsschutz beschichtet.

Vertiefungen, die durch das Entfernen von losem Beton über gerostetem Bewehrungsstahl entstanden sind, wurden nach der Rostbehandlung egalisiert, da sonst an solchen Stellen schon geringste thermische Veränderungen (Spannungen, Bewegungen) im Untergrund zu Rissen in jeglichem Mörtel führen können [6].

Als Ausgleichsschicht diente ein zementgebundener und kunststoffvergüteter Reprofilierungsmörtel (Bild 7). Die Ankerplatten der Stahlträger wurden mit Korrosionsschutz überzogen und um die Haftung des Mörtels zu sichern mit Quarzsand versehen (Bild 8).



Bild 7: Korrodierter Stahl wurde mit Korrosionsschutz behandelt und mit Reprofilierungsmörtel ausgeglichen. (Bild: Jahn)



Bild 8: Der Brandschutzmörtel wurde auch als Ankerplattenschutz eingesetzt. (Bild: Jahn)

4.3 Applikation des Brandschutzmörtels

Die ganzen Arbeiten von Rückbau, über Korrosionsschutz zu Brandschutz wurden durch eine Wiener Korrosionsschutz-Unternehmung ausgeführt. Diese Firma hat jahrelange Fachkenntnisse in der Brandschutzsanierung.

Die Schichtstärke des Brandschutzmörtels konnte anhand von Brandtests und einer Expertise des Versuchsstollens Hagerbach, Schweiz, auf 25 mm festgelegt werden. Um einerseits die Mindestschichtstärke nicht zu unterschreiten und andererseits aus Kostengründen nicht zu viel Material aufzutragen, wurde mit Profilen gearbeitet. Die Holzlatten, die als Profile dienten hatten eine Höhe von 23 mm Höhe. Mittels Schrauben waren die Holzlatten montiert und demontierbar. Laut den Anforderungen der Ausschreibung musste die Oberfläche des Brandschutzmörtels nicht verrieben werden. Trotzdem wurde der Mörtel auf 23 mm abgezogen und vorgeglättet (Bild 9). Nach dem Entfernen der Profile und dem Verfüllen der entstandenen Hohlstellen wurde die ganze abgezogene Spritzmörteloberfläche anschließend 2 mm überspritzt. So entstand eine gleichmäßige und exakt 25 mm starke Brandschutzschicht.

Das Team für die Applikation des Spritzmörtels bestand je nach Arbeitsschritt aus 3-5 Personen. Die Profile wurden vorseilend angeschraubt, je nach Beschaffenheit des Untergrundes (Deckenuntersicht oder Unterzüge) mit mehr oder weniger Arbeitern. Nachlaufend wurden zwischen den Holzlatten schichtweise Brandschutzmörtel aufgetragen.

Das schichtweise Aufspritzen des Mörtels bringt drei Vorteile mit sich: erstens der aufgetragene Mörtel steift schneller an, was zur Folge hat, dass sich beim Abziehen auf den Holzlatten nicht die ganze Mörtelschicht bewegt. Wird ein zu feuchter Mörtel zu stark beansprucht, reißt er an der Oberfläche auf, bildet Blasen oder der Haftverbund zum Untergrund wird durch die Abziehbewegungen an der Oberfläche stark gemindert. Zusätzlich kann mit einem schichtartigen Auftrag passgenauer gespritzt werden, das heißt es benötigt einen geringeren Aufwand die Oberfläche des Brandschutzmörtels zu egalisieren als beim Aufspritzen zwischen den Profilen unter einem Arbeitsschritt. Zudem ist der Rückprall verschwindend klein. Dank dieser effizienten Applikationsart und den hervorragenden Verarbeitungseigenschaften des Brandschutzmörtels konnten Tagesleistungen von 150 -250 m² erbracht werden.



Bild 9: Brandschutzapplikation auf einer Arbeitsbühne. (Bild: Jahn)

Als Applikationsgerät wurde eine Schneckenpumpe mit externem Mischgerät eingesetzt. Der externe Mischer hat den Vorteil, gegenüber einem Direkt-Mischer, dass das Mischverhältnis Fertigmörtel zu Wasser genau eingestellt werden kann. Die Maschinen wurden nicht im Bereich der Unterdruck-Atmosphäre aufgestellt und beschickt. Dank der großen Förderleistung der Schneckenpumpe, war genügend Reichweite vorhanden, um das Gerät stationär im Außenbereich zu installiert (Bild 10).



Bild 10: Beschickung des Mixers. (Bild: Jahn)

5. Zusammenfassung

Ein gespritzter Brandschutzmörtel erwies sich in dieser Anwendung als die ideale Lösung. Der leichte und hochdämmende Mörtel entsprach schon in einer geringen Schichtstärke den Brandschutzanforderungen. Dank der Applikation im Dichtstrom-Verfahren entstanden wenig Staub und Rückprall. Die Schneckenpumpen sind einfach zu bedienende Geräte und in Kombination mit dem Brandschutzmörtel, der nur mit Wasser angemacht wird und kein Beschleuniger benötigt, ist die Verarbeitung äußerst einfach. Die außerordentlichen Verarbeitungseigenschaften ließen eine schnelle Anwendung trotz beengter Verhältnisse zu und die Schichtstärken konnten mittels Profilen exakt auf 25 mm gehalten werden. Risse im Untergrund, die bei Platten äußerst schwierig zu entdecken sind, können beim Brandschutzmörtel unmittelbar erkannt werden.

6. Literatur

- [1] Wien Mitte Immobilien GmbH:
Überbauung Wien Mitte, U4-Stationbereich und „Blaues Haus“, Entsorgung / Betonsanierung / Brandschutz. 2007.
- [2] EN 13501-2:
Klassifizierungen von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen, mit Ausnahme von Lüftungsanlagen. 2003.
- [3] Schneider U; Lebeda C; Oswald M:
Festlegung von Brandszenarien und Berechnung der Temperaturentwicklung bei Bränden im Bauabschnitt U1/1 mittels numerischer Simulation. 2002.
- [4] Versuchsstollen Hagerbach (VSH):
Beurteilung des Brandschutzmörtels Sikacrete-213F bezüglich der Anforderung REI 2007.
- [5] Grübl P; Weigler H; Karl S:
Beton – Arten, Herstellung und Eigenschaften. 2001.
- [6] Österreichische Arbeitsgemeinschaft Putz:
Verarbeitungsrichtlinien für Werkputzmörtel. 2004.

Der Autor

Dipl.-Ing. FH Markus Jahn
Bauingenieur-Studium an der Hochschule Rapperswil, Produktingenieur bei Sika Tunneling & Mining, seit 2007 Corporate Product Engineer für Spritzbeton in der Business Unit Concrete der Sika Services AG
jahn.markus@ch.sika.com