

Dauerhaftigkeit von reaktiven Brandschutz-Beschichtungen

Erweiterung der Nutzungsdauer auf 25 Jahre gemäß der europäischen Zulassungsrichtlinie

Reaktive Brandschutz-Beschichtungen (RBS) sind passive Brandschutzsysteme, die im Brandfall eine temperaturisolierende Dämmschicht ausbilden. Bei der Anwendung, z.B. in der Stahlbauarchitektur, stehen die thermische Isolierung und die Kühlung der Stahlbauteile und damit ihr Funktionserhalt im Vordergrund ihrer Wirksamkeit. In der jüngeren Vergangenheit wurde vermehrt die Frage nach der Dauer des Funktionserhalts, also nach der Nutzungsdauer von RBS im Vergleich zu anderen Maßnahmen des baulichen Brandschutzes, gestellt. Dieser Artikel vergleicht den aktuellen Stand der Technik und beschreibt, wie die offizielle Erweiterung der Nutzungsdauer von 10 auf 25 Jahre möglich ist.

1. Hintergrund

Im Rahmen von Zulassungsverfahren für RBS werden unterschiedliche Anforderungen an den Nachweis der Dauerhaftigkeit gestellt. Das nationale deutsche Zulassungsverfahren basiert auf einer Kombination von Kurzzeitversuchen unter Laborbedingungen und real bewitterten Prüfkörpern. Im Gegensatz zum nationalen Verfahren werden im europäischen Bewertungssystem keine realen Bewitterungen gefordert, sondern es werden unter definierten und kontrollierten Bedingungen beschleunigte Alterungsprüfungen durchgeführt, die einen Nutzungszeitraum von mindestens 10 Jahren abdecken. Im amerikanischen Wirtschaftsraum werden ebenfalls definierte beschleunigte Alterungsprüfungen im Labormaßstab durchgeführt, wobei diese aktuell deutlich erweitert wurden und zusätzlich mechanisch-physikalische Belastungen berücksichtigen.

2. Bewertung der Dauerhaftigkeit nach UL263 [1] | UL2341 [2]

Im amerikanischen Zulassungsverfahren werden vermehrt die Anforderungen nach UL2341 [2] verwendet und dieser Standard wird schrittweise mit dem entsprechenden Nachweis der Feuerwiderstandsleistung z.B. nach UL263 [1] verknüpft. Generell unterteilt UL2341 [2] die Anwendung von RBS in fünf unterschiedlichen Kategorien: Outdoor, Heavy Industrial (I-A) | Outdoor, General Use (I-B) | Indoor, Concealed, Controlled Temperature and Humidity Environment (II-A1) | Indoor, Concealed, Elevator Shafts (II-A2) | Indoor, Exposed Non-Controlled Temperature and Humidity Environment (II-A3).

Der Nachweis für diese Kategorien erfolgt über die Kombination einer Vielzahl von einzeln durchzuführenden beschleunigten Kurzzeitbewitterungen.

Exposure	I – A	I – B	II – A1	II – A2	II – A3
Temperature stability, UV & High Humidity	X	X			X
Temperature stability			X	X	
Salt spray	X	X			
Combination wet/freeze/dry cycling	X	X			
Industrial atmosphere CO2/SO2	X				
Specific chemical exposure (optional)	X				
High humidity			X	X	X
High impact resistance	X	X			
Impact resistance			X	X	X
Vibration	X	X	X	X	X
Air erosion	X	X	X	X	X

Tabelle 1: Anforderungen für die Außen- und Innenanwendung nach UL2341 [2]

Im Anschluss an alle Alterungsprüfungen ist ein brandtechnischer Nachweis gefordert, der mindestens 85 % der Feuerwiderstandsleistung im Vergleich zur nicht belasteten Referenz aufweisen muss.

Die Rudolf Hensel GmbH erfüllt als erster Anbieter von RBS mit dem Produkt HENSOTHERM® 490 KS [3] alle Anforderungen für den Innenbereich (Cat. II-A1 | II-A2 | II-A3) ohne Verwendung eines zusätzlichen Decklacks und alle Anforderungen für den Außenbereich (Cat. I-A | I-B) unter Verwendung des Decklacks HENSOTOP 2K PU. [4]

3. Bewertung der Dauerhaftigkeit nach dem deutschen Zulassungsverfahren

Die Zulassung von RBS auf nationaler Ebene basiert auf der Grundlage der Zulassungsgrundsätze vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) aus dem Jahr 1997 [5]. „Zum Nachweis, dass die Eigenschaften des reaktiven Brandschutzsystems durch Alterung nicht beeinträchtigt werden, sind Alterungsprüfungen gemäß Abschnitt 2.1.2 an Proben die 2, 5 und 10 Jahre ausgelagert wurden, durchzuführen. Die Ergebnisse dürfen von den beiden Zulassungsprüfungen festgestellten Werten nicht wesentlich abweichen. Bei wesentlichen Abweichungen kann die Zulassung widerrufen werden.“ [6]

Das DIBt bewertet die Langzeitprüfungen eigentlich nicht im Sinne einer Nutzungsdauer, sondern betrachtet die statistische Ausfallwahrscheinlichkeit. Die resultierende Angabe des DIBt von einer Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren geht davon aus, dass in den Jahren > 10 mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nicht mit stofflich bedingten Ausfällen zu rechnen ist. Mit einem positiven Nachweis wird somit die Mindestnutzungsdauer einer RBS definiert, ohne dass damit Aussagen über deren maximale Nutzungsdauer verbunden sind. Das nationale Zulassungsverfahren stellt bis heute die Nutzungsdauer > 10 Jahre nicht in Frage.

4. Bewertung der Dauerhaftigkeit nach dem europäischen Verfahren

Europäisch werden RBS für den Stahlbrandschutz auf Basis des Europäischen Assessment Documents (EAD) 350402-00-1106 [7] bewertet.

Vergleichbar mit UL2341 [2] wird europäisch in vier verschiedene Anwendungskategorien unterschieden (Tabelle 2):

Anwendung	Typ	Min-Max Temperatur relative Luftfeuchtigkeit	Dauer
Trockener Innenbereich	Z2	5–40 °C 50–80 %	21 Tage
Innen (hohe Luftfeuchtigkeit)	Z1	23–40 °C 50–100 %	21 Tage
Halbexponiert	Y	-20–70 °C 0–95 %	14 Tage
Außen (sämtliche Bedingungen)	X	50 °C < 15 % (UV) + 25 °C	28 Tage
		Sprühwasser und Belastung nach Typ Y	14 Tage

Tabelle 2: Kurzzeitversuche gemäß EAD [7]

Im Anschluss an alle Kurzzeitbewitterungen ist ein brandtechnischer Nachweis gefordert, der mindestens 85 % der Feuerwiderstandsleistung im Vergleich zur nicht belasteten Referenz aufweisen muss. Das EAD [7] bewertet die Prüfanforderungen für die unterschiedlichen Anwendungskategorien auf der Grundlage einer anzunehmenden Nutzungsdauer von 10 Jahren. Der Antragsteller hat allerdings die Möglichkeit bei der Bewertungsstelle (TAB = Technical Assessment Body) eine Nutzungsdauer von 25 Jahren nachzuweisen, wenn ausreichend dokumentierte Nachweise die Einsatzmöglichkeit der RBS über den entsprechenden Zeitraum von 25 Jahren unter bestimmten Umweltbedingungen belegen.

5. Erweiterung der Nutzungsdauer auf 25 Jahre gemäß EAD [7]

Die Herausforderung eine Nutzungsdauer > 10 Jahre nachzuweisen besteht im Mangel an verfügbaren, validierten Verfahren. Hinzu kommt, dass die Anwendungskategorien Z1 bis X einem exponentiell wirkenden Anforderungsprofil entsprechen, die Kategorie Z2 ein linear wirkendes Anforderungsprofil darstellt. Wie der Nachweis einer Nutzungsdauer von 25 Jahren für den trockenen Innenbereich Z2 gelingen kann und welche Annahmen zu Grunde liegen, wird im Nachfolgenden beschrieben.

- (a) Bei einem linear wirkenden Anforderungsprofil resultiert aus einer signifikanten Verlängerung der Alterungsprüfung eine entsprechende Zunahme der anzunehmenden Nutzungsdauer.
- (b) Die jeweiligen Anforderungen nach Tabelle 2 definieren für jede Kategorie eine anzunehmende Nutzungsdauer von mindestens 10 Jahren. Zusätzlich definiert EAD [7], dass der Nachweis der jeweils höheren Kategorie die vorhergehenden Kategorien mit einschließt. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass eine RBS, welche die Anforderung für den Außenbereich (Kategorie X oder Y) erfüllt, für diese im Innenbereich (Kategorien Z) eine signifikant längere Nutzungsdauer als 10 Jahre gelten muss.
- (c) Nach dem Stand der Technik können die nachfolgenden Einflüsse zu einer Reduzierung der Brandschutzleistung der RBS führen: Wasser bzw. sehr hohe relative Luftfeuchtigkeit | Intensive / dauerhafte UV-Belastung | Polymerabbau des Bindemittels.

Im trockenen Innenbereich sind Belastungen durch Wasser und UV-Strahlung auszuschließen, sodass zusätzlich zu (a) und (b) der Nachweis der Polymerstabilität zu führen ist. Das Zulassungsverfahren für „Mastics and Intumescent Coatings (CDWZ)“ [8] nach UL 263 [1] bedient sich für diesen Nachweis einer beschleunigten Alterung unter Berücksichtigung der van't-Hoff'schen Reaktionsgeschwindigkeit-Temperatur-Regel (RGT). Die RGT, des niederländischen Chemiker Jacobus Henricus van't Hoff, berücksichtigt die Kinetik chemischer Reaktionen und besagt, dass bei einer um 10 K erhöhten Temperatur die chemische Reaktion 1,6- bis 2-mal so schnell abläuft. Der Zusammenhang lässt sich mathematisch wie folgt beschreiben:

$(52 \text{ Wochen/Jahr}) / Q_{10}^T = \text{Anzahl der Wochen für die beschleunigte Alterung pro 1 Jahr Nutzungsdauer}$

T = Alterungsfaktor = $(\text{Alterungstemperatur} - RT)/10$

Q = Änderung der Reaktionsgeschwindigkeit bei einem $\Delta T = 10 \text{ K}$

Q₁₀ = 2 (konservative Annahme)

Im Anschluss an die Prüfungen (a) bis (c) wird die brandschutztechnische Leistung der RBS anhand von Brandprüfungen nachgewiesen. Der Nachweis gilt wiederum als erfüllt, wenn mindestens 85% Feuerwiderstandsleistung im Vergleich zum unbelasteten Referenzbauteil erreicht wurden.

Die Rudolf Hensel GmbH hat als erster Hersteller von RBS den offiziellen Nachweis nach EAD 350402-00-1106 [7] für eine Verlängerung der Nutzungsdauer auf 25 Jahre im trockenen Innenbereich (Z2) geführt und durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) bestätigen lassen. Die ETAs (European Technical Assessments) und die aBGs (allgemeine Bauartengenehmigungen) für HENSOTHERM® 410 KS [10] und HENSOTHERM® 421 KS [11] weisen diese Nutzungsdauer von mehr als 25 Jahren aus. Das Konzept der beschriebenen Nachweisführung wurde mit der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM) und einem akkreditierten Technical Assessment Body (TAB) abgestimmt.

6. Ausblick

Der Nachweis für eine erweiterte Nutzungsdauer im trockenen Innenbereich konnte u.a. dadurch geführt werden, dass die Belastungen einem linearen Anforderungsprofil folgen. Eine entsprechende Möglichkeit gibt es für die Anwendungskategorien Z1, Y und X nicht, da hier von einem exponentiellen Anforderungsprofil auszugehen ist, so dass das zuvor beschriebenen Verfahren für diese Anwendungskategorien nicht anwendbar ist.

Für die Kategorien Z1, Y und X müssen neue Methoden/Verfahren entwickelt, verifiziert und validiert werden. Sobald die Validierung einer neuen Methode/Verfahrens einen Echtzeitversuch benötigt, wird dieser unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine nicht vertretbare und unverhältnismäßig lange Zeit in Anspruch nehmen. Das Gleiche gilt natürlich auch für reale Bewitterungsprüfungen über einen Zeitraum von > 10 Jahren.

Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass sich die Leistungsfähigkeit von RBS hinsichtlich der Feuerwiderstandsleistung aber insbesondere auch hinsichtlich ihrer Dauerhaftigkeit im letzten Jahrzehnt signifikant verbessert hat. Unter anderem stehen den Herstellern deutlich verbesserte Rohstoffe zur Verfügung, die im Bereich ihrer Hydrophobie wesentliche Fortschritte gemacht haben. Diese Fortschritte sind nicht nur bei den RBS zu erkennen, sondern z.B. auch im Bereich der konventionellen Korrosionsschutzbeschichtungen, indem vermehrt umweltfreundliche auf Wasser basierende Systeme zum Einsatz kommen. Weitere Verbesserungen wurden erzielt, indem 2-komponentige wasser- und lösungsmittelfreie RBS ausreichend lange Brandschutzleistungen in Kombination mit einer sehr guten Bewitterungsstabilität aufzeigen.

Eine Nachweisführung durch Verknüpfung der EAD [7] mit einer Korrosionsschutznorm z.B. nach ISO12944-6 [12] ist nicht ausreichend. RBS sind im klassischen Sinn keine Korrosionsschutzbeschichtungen, da Brandschutz-Beschichtungen in der Regel keine korrosionsschutzaktiven Pigmente enthalten. Dieses ist u.a. dadurch erkennbar, dass bei hohen Anforderungen an den Korrosionsschutz $\geq C4$ auch die modernen 2-komponentigen RBS – z.B. auf Epoxid Basis – ohne eine zusätzliche Korrosionsschutzgrundierung nicht auskommen und zum Teil ein Systemaufbau inkl. eines Decklacks notwendig ist.

7. Weitere Anforderungen

Bei allen Überlegungen vorhandene Methoden miteinander zu kombinieren oder auch neue Verfahren zu entwickeln, darf ein grundsätzliches Element bzgl. der Anwendung von Brandschutzprodukten nicht außer Acht gelassen werden. Lange Nutzungsdauern sind nur realisierbar, wenn die Brandschutzprodukte fachgerecht ausgesucht und angewendet werden. Zudem müssen diese sicherheitsrelevanten Produkte regelmäßig inspiziert werden. In den nationalen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen (abZ) oder den allgemeinen Bauartenehmigungen (aBG) werden Bestimmungen für die Nutzung, den Unterhalt und die Wartung definiert. So hat der Verarbeiter seinen Auftraggeber darauf hinzuweisen, dass die Brandschutzwirkung auf Dauer nur sichergestellt ist, wenn sich das Brandschutzprodukt in einem ordnungsgemäßen Zustand befindet. Das bedeutet, dass die Brandschutzprodukte für Kontroll- und evtl. Instandsetzungsarbeiten zugänglich sein müssen. Kommt der Betreiber eines Bauwerks seiner Verpflichtung nicht nach, sind lange Nutzungsdauern auch nicht zu erwarten.

In Sanierungsprojekten wird oft die Wirksamkeit von Brandschutzprodukten pauschal und undifferenziert in Frage gestellt. Dabei ist häufig gar nicht bekannt, welches Brandschutzprodukt verbaut wurde, ob das verwendete System fachgerecht ausgewählt wurde und ob dieses regelmäßig inspiziert und wenn notwendig instand gesetzt wurde. Letzteres ist auch keine spezielle Eigenart von RBS, sondern trifft auf eine Vielzahl von Bauprodukten zu, insbesondere wenn diese sicherheitsrelevant sind. Dabei wäre es angebracht, wenn alle Beteiligten mit dem notwendigen Sachverstand agieren und von einseitigen, pauschalen Beurteilungen Abstand nehmen.

8. Fazit

Durch die Kombination von verschiedenen Nachweisemethoden ist es möglich die Nutzungsdauer von RBS für die Anwendung im trockenen Innenbereich auf 25 Jahre zu verlängern. Für Anwendungen, bei denen es zu einer erhöhten Belastung durch Wasser, Luftfeuchtigkeit oder UV-Strahlen kommt, ist die vorgestellte Methodik nicht geeignet, sodass hierfür neue Nachweisverfahren oder Nachweiskonzepte entwickelt werden müssen. Unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten sind Alterungsprüfungen, die länger als 10 Jahren andauern, nicht praktikabel. Die Betrachtung der Ausfallwahrscheinlichkeit im nationalen deutschen Zulassungsverfahren stellt weiterhin einen sehr guten Kompromiss dar, denn es ist äußerst unwahrscheinlich, dass ein System, welches einer 10-jährigen Realbewitterung standhält, in den Folgejahren versagt. Dabei muss natürlich berücksichtigt werden, dass eine regelmäßige Inspektion eines Sicherheitssystems immer eine verpflichtende Aufgabe ist und vom Bauwerksbetreiber geleistet werden muss.

Literatur

- [1] Underwriter Laboratories - UL263, 14th Edition, June 21-2011, revision Sept 9-2020
- [2] Underwriter Laboratories - UL2341, 2nd Edition, Oct 15-2014, revision Nov 23-2018
- [3] Technical Data Sheet HENSOTHERM® 490 KS, Rudolf Hensel GmbH (03/20)
- [4] Technical Data Sheet HENSOTOP 2K PU, Rudolf Hensel GmbH (03/20)
- [5] DIBt: Zulassungsgrundsätze für reaktive Brandschutzsysteme auf Stahlbauteilen, DIBt Mitteilungen, Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1997
- [6] DIBt: aBZ, Z-19.11-1671, Reaktives Brandschutzsystem HENSOTHERM® 3 KS AUSSEN, 07.09.2016
- [7] EAD 350402-00-1106, September 2017: Fire Protective Products – Reactive Coatings for Fire Protection of Steel Elements
- [8] Underwriter Laboratories - CDWZ: Guide Information for Fire-resistance Ratings, Last Updated on 2019-06-20
- [9] ASTM F1980 – 16: Standard Guide for Accelerated Aging of Sterile Barrier Systems for Medical Devices, Beuth Verlag, 2016
- [10] HENSOTHERM® 410 KS
ETA https://www.rudolf-hensel.de/wp-content/uploads/download/ETA_410KS_DE.pdf
aBG https://www.rudolf-hensel.de/wp-content/uploads/download/aBG_410KS.pdf
- [11] HENSOTHERM® 421 KS
ETA https://www.rudolf-hensel.de/wp-content/uploads/download/ETA_421KS_DE.pdf
aBG https://www.rudolf-hensel.de/wp-content/uploads/download/aBG_421KS.pdf
- [12] ISO 12944-6:2018-01: Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen, Beuth Verlag, 01/2018

© Rudolf Hensel GmbH 03/21

RUDOLF HENSEL GMBH

Lack- und Farbenfabrik

Lauenburger Landstraße 11
21039 Börnsen | Germany

Tel. +49 40 72 10 62-10
Fax +49 40 72 10 62-52

E-Mail: kontakt@rudolf-hensel.de
Internet: www.rudolf-hensel.de

