

Eisenbahnindustrie – Die Sicherheit im Fokus

Klebstoffe müssen nicht nur eine feste Verbindung herstellen, sie müssen sich auch in Ausnahmesituationen – wie z.B. bei einem Brand – bewähren.



Abb. 1: Fahrgastraumdecke (Metall-Metall Verklebung)

MICHAEL KARCHER

Der Trend zum Leichtbau im Mobilitätssektor schreitet unaufhaltsam voran. Die Triebkraft dieses Trends ist der Wunsch nach höherer Effizienz durch Gewichtsreduktion des Fortbewegungsmittels. Zusätzlich treibt das zunehmende Bewusstsein der breiten Bevölkerung für Umwelt, Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz diese Entwicklung voran. Auch im öffentlichen Verkehr findet sich dieser Trend wieder. Hier sind die Hersteller von Schienenfahr-

zeugen neben der Auseinandersetzung mit Effizienz- und Umweltgedanken allerdings mit zusätzlichen Anforderungen konfrontiert. Die Sicherheit der Fahrgäste spielt im Schienenverkehr eine zentrale Rolle – dies beinhaltet natürlich auch den Brandschutz.

Einführung

Die Sicherheit der Fahrgäste spielt im Eisenbahnverkehr eine absolute Schlüsselrolle – dazu gehört natürlich auch der Brandschutz. Die verwendeten Materialien müssen hinsichtlich ihres Brandverhaltens intensiv geprüft

und klassifiziert werden. Diese Anforderung gilt auch für alle Kleb- und Dichtstoffe. Insbesondere bei der Verwendung von Kunststoffen und Klebstoffen können sich im Brandfall giftige Gase und Rauch entwickeln, was sorgfältig geprüft werden muss. Die Entflammbarkeit und – im Falle eines Brandes – das Weiterbrennverhalten sind wichtige Parameter für die Auswahl dieser Materialien. Der zweite Teil der Norm DIN EN 45545 „Brandschutz in Schienenfahrzeugen“ definiert die Anforderungen an das Brandverhalten von Werkstoffen und Bauteilen [1]. Hersteller bzw. Verarbeiter erhalten damit einen Leitfaden, in dem beschrieben



Abb. 2: Darstellung des Farbwechsels von 1675-1

wird, welche Klebstoffe für eine bestimmte Anwendung mit ihrer jeweiligen Brandschutzanforderung geeignet sind.

Kisling übernimmt die Verantwortung für solche anspruchsvollen Anwendungen durch die Entwicklung passender Klebstoffe. Nach der Entwicklung werden die Klebstoffe in einem speziellen Brandlabor ausgiebig nach Vorgaben getestet, bevor sie den Kunden für weitere Versuche zur Verfügung gestellt werden.

Produkt

In seinem Produktportfolio bietet Kisling mittlerweile fünf Produkte an, die nach DIN EN 45545-2 geprüft und freigegeben sind. Drei davon sind auf Epoxidharzbasis (7430, 7440 und 7490) und zwei auf Acrylatbasis (1675-1 [2] und 1680-1 [3]) entwickelt worden, die im Folgenden näher vorgestellt werden.

Die acrylatbasierten Klebstoffe 1675-1 und 1680-1 werden in vielen fahrzeugbautechnischen Anwendungen eingesetzt, bei denen Verbundwerkstoffe, Kunststoffe, aber auch metallische Werkstoffe zum Einsatz kommen.

1675-1 ist ein geruchsarmer, zweikomponentiger Methacrylat-Klebstoff, der für die strukturelle Verklebung von Thermoplast-, Metall- und Verbundwerkstoffbaugruppen entwickelt wurde (Anwendungsbeispiel s. Abb. 1).

Bei einem Mischungsverhältnis von 10:1 (V:V) hat er eine Verarbeitungszeit von 2–4 Minuten. Der schnelle Festigkeitsaufbau (8–9 Minuten bis 10 N/mm²) ermöglicht kurze Zykluszeiten. Der ausgehärtete Klebstoff bietet ein ausgewogenes Eigenschaftsprofil mit hoher Steifigkeit bei gleichzeitig hoher Zähigkeit.

1680-1 ist ein nahezu geruchloser, nicht ablaufender, zweikomponentiger Methacrylat-Klebstoff, der für strukturelle Verklebungen entwickelt wurde. Der Klebstoff hat ein Mischungsverhältnis von 10:1 und eine längere Verarbeitungszeit von 8–12 Minuten im Vergleich zu 1675-1, was die Verklebung größerer Teile wie z.B. Sitzscha-

	1675-1 MA geruchsarm	1680-1 MA geruchsarm
Farbe gehärtet	Dunkelgrün	Dunkelgrün
Tropfzeit 23 °C	2 – 4 Minuten	8 – 12 Minuten
Handfestigkeit [~1 N/mm ²]	~5 Minuten	~15 Minuten
Funktionelle Festigkeit [~10 N/mm ²]	~6 Minuten	~19 Minuten
Viskosität gemischt	~100 000 mPas	~100 000 mPas
min. Gap (Spacer)	75 µm	200 - 300 µm
max. Gap	10 mm	10 mm
Modul	~530 MPa	~550 MPa
Bruchdehnung	~65 %	~100 %

Tab. 1: Schlüsseleigenschaften von 1675-1 und 1680-1

len ermöglicht. Dadurch hat man mehr Zeit zum Auftragen des Klebstoffs, zum Fügen und Fixieren der Teile. Die Funktionsfestigkeit von 10 N/mm² wird nach etwa 15 Minuten erreicht. Der ausgehärtete Klebstoff bietet ein ausgewogenes Eigenschaftsprofil.

Ein einzigartiges Hauptmerkmal beider Klebstoffe ist, dass sie während der Aushärtung ihre Farbe von hellblau zu dunkelgrün ändern, was darauf hinweist, dass ein Aushärtegrad von 70 % erreicht ist. Dieses einzigartige Merkmal wird von vielen Unternehmen und deren Anwendern sehr geschätzt, da es als eine Art visuelle „Inline“-Qualitätskontrolle während des Bauteilklebeprozesses verwendet wird (Abb. 2).

Darüber hinaus haben 1675-1 und 1680-1 die Anforderungen nach DIN EN 45545-2 erfüllt und die Klassen R1, R7 und R17 mit der höchsten Stufe HL 1-3 (Gefahrenstufe 1-3) erreicht. Die EN 45545-2 ist eine europäische Norm für Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen. Teil 2 befasst sich mit den Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten.

In Tab. 1 sind einige wichtige Eigenschaften von 1675-1 und 1680-1 aufgeführt.

Die Zugscherfestigkeiten von 1675-1 und 1680-1 bei verschiedenen Materialien ist in Abb. 3 dargestellt:

Zykluszeitoptimierung für die Eisenbahnindustrie

Im nachfolgenden Abschnitt wird eine Anwendung im Schienenfahrzeugbereich beschrieben, bei der ein Verarbeitungsschritt (Primerauftrag) eliminiert und die Gesamtzykluszeit somit reduziert werden konnte.

Die besondere Anwendung besteht darin, diverse metallische Befestigungselemente auf ein glasfaserverstärktes Kunststoffteil (GFK) zu kleben (Abb. 4).

Der bisherige Klebeprozess beim Kunden erfolgte unter Verwendung eines günstigen 2K-PU-Klebstoffs, um die metallischen Fixierungselemente mit dem GFK-Bauteil zu verkleben. Der Prozess bestand dabei aus mehreren Schritten:

- Anschleifen des GFK-Teils und des Metallteils
- Reinigen mit Aceton

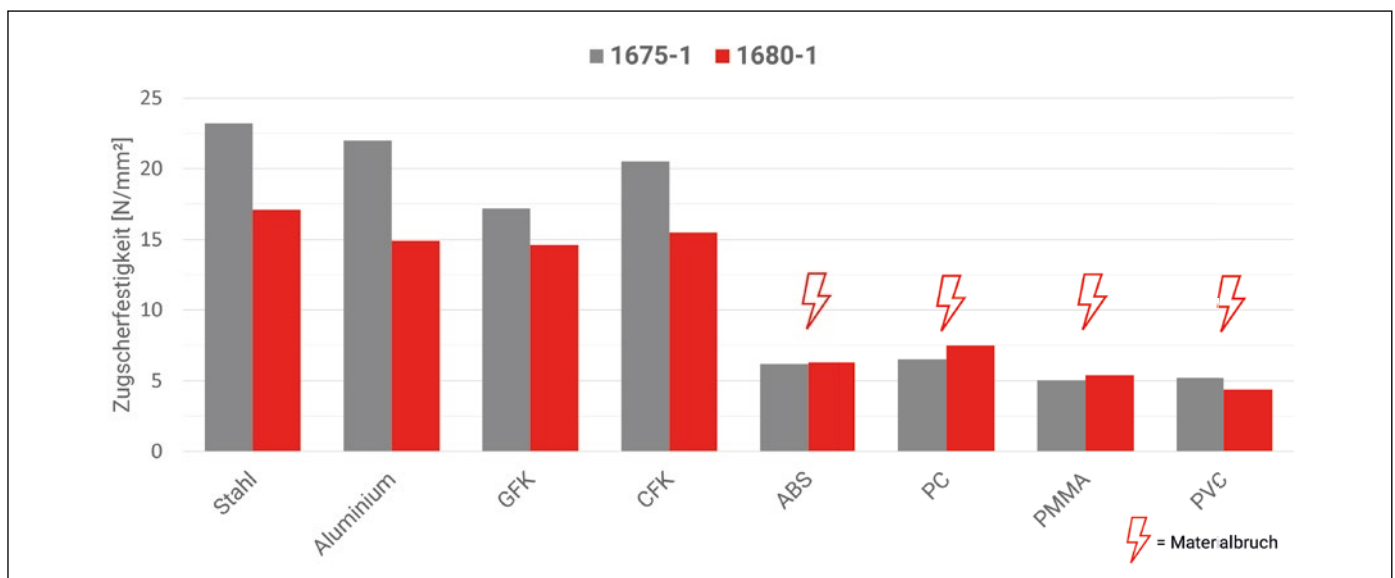


Abb. 3: Zugscherfestigkeit nach DIN 1465 von 1675-1 und 1680-1 bei verschiedenen Materialien

Schritt	Tätigkeit	2K PU	1675-1
1	Schleifen des Polyester- und Metall-Großkopfs / der Halterung	Vorbehandlung für beide Klebstoffe erforderlich	
2	Reinigung mit Aceton		
3	Primerauftrag auf beiden Substraten	5 Sekunden	---
4	Verdunstung vom Primer	30 Sekunden	---
5	Klebstoffauftrag auf das GFK-Teil	8 Sekunden	8 Sekunden
6	Positionierung der Metallteile	5 Sekunden	5 Sekunden
7	Zeit zum Erreichen der Handfestigkeit	45 Minuten	5 Minuten

Tab. 2: Einzelne Verarbeitungsschritte inkl. Verarbeitungszeit von 2K-PU-Klebstoff und 1675-1



Abb. 4: Verklebung von Metallbefestigungen und -bügel auf GFK

- Auftragen eines Primers auf beide Substrate
- Ablüften des Primers für mind. 30 Sekunden
- PU-Klebstoff auftragen, Metallteile positionieren und für 45 Minuten fixieren, bis die Handfestigkeit erreicht wurde.

Die Anforderung des Kunden war es nun, möglichst viele Prozessschritte einzusparen, um somit das Risiko von Verarbeitungsfehlern zu minimieren. Zusätzlich sollte die Zykluszeit verkürzt werden bei gleichbleibenden Gesamtbaukosten (Material + Fertigung).

Aufgrund der Anforderungen und speziellen Anwendungsrandbedingungen hat Kising seinen geruchsarmen, zweikomponentigen Methacrylat-Klebstoff 1675-1 empfohlen. Die Hauptgründe für die Wahl dieses Klebstoffs waren:

- geruchsarmes Produkt, das die Zufriedenheit des Anwendenden erhöht, insbesondere in eingeschränkten, schlecht belüfteten Arbeitsumgebungen
- Entfall des Prozessschrittes Primern
- Handfestigkeit nach bereits ca. 5 Minuten erreicht
- hohe Bruchdehnung, um die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten der beiden Materialien auszugleichen
- der Farbwechsel während der Aushärtung von hellblau zu dunkelgrün signalisiert einen Aushärtegrad von 70 % (Abb. 3).

Tab. 2 zeigt einen Vergleich der einzelnen Arbeitsschritte inkl. benötigter Zeiten für den 2K-PU-Klebstoff und 1675-1. Betrachtet man

die Schritte 3 bis 6, so ist deutlich zu erkennen, dass sich die notwendigen Tätigkeiten um 50 % von vier auf zwei Arbeitsschritte reduzieren ließen. Die kurze Zeitspanne bis zum Erreichen der Handfestigkeit (5 Minuten gegenüber 45 Minuten) führt zusätzlich zu niedrigeren Produktionskosten, da nachfolgende Arbeitsschritte schneller durchgeführt werden können, ohne dass die Teile separat zwischengelagert werden müssen.

Fazit

Der Klebstoff 1675-1 hat die Anforderungen des Kunden erfüllt. Obwohl die Kosten des Klebstoffs im Vergleich zum 2K-PU-Klebstoff höher liegen, hat die Kostenkalkulation für den Klebprozess aufgezeigt, dass die Gesamtproduktionskosten aufgrund der geringeren Anzahl von Arbeitsschritten, der Reduzierung des Risikos von Fehlern während der Verarbeitung und einer signifikant kürzeren Fixierzeit insgesamt durch den Ersatz des 2K-PU-Klebstoff durch den Spezialklebstoff 1675-1 erheblich gesenkt werden konnten. ■

QUELLEN

[1] DIN EN 45545-2: Bahnanwendungen – Brandschutz in Schienenfahrzeugen – Teil 2: Anforderungen an das Brandverhalten von Materialien und Komponenten; Ausgabe 10/2020

[2] Produktüberblick Kising 1675-1: <https://www.kising.com/produkte/produkte-im-ueberblick/1675-1.20.08.2023> um 14:55

[3] Produktüberblick Kising 1680-1: <https://www.kising.com/produkte/produkte-im-ueberblick/1680-1.20.08.2023> um 15:00



Dr. Michael Karcher

Head of Market Management & Application Technology
Kising AG, CH-Wetzikon
mkarcher@kising.com

Besuchen Sie uns auf dem WIR FREUEN
UNS AUF SIE!

4. BahnBau-Kongress

14. – 15. November 2023 | Darmstadt www.bahnbau-kongress.com

porosit® in Vertriebskooperation mit

Für die Bahnstrecken-Entwässerung:
Die Halbschale – auch mit Kabelkanal

Halbschale
TM: 4-2019-10595 I.NPF 2

Halbschale mit Kabelkanal
TM: 20-10032 I.NPF 2

Porosit-Betonwerke GmbH
Niedervorschütz Str. 15 | 34587 Felsberg
Telefon: +49 (0) 56 62 / 93 93 - 0
E-Mail: info@porosit.de | www.porosit.de

Spezialprodukte
für den Verkehrswegebau

- Bahnübergangssystem **BODAN**
- GFK-Konstruktionen
- Betonfertigteile
- Kabelbauprodukte
aus Beton und Kunststoff

öBS® GmbH

Zur Ripsbek 2 | 22952 Lütjensee
Telefon: +49 (0) 41 54 / 99 88 - 400
E-Mail: office@oeps-gmbh.de | www.oeps-gmbh.de