

Anomalien von Aminen – Ausblühen und Blush

Bei Raumtemperatur (RT) gehärtete Epoxidharze erscheinen manchmal pappig, klebrig und weniger glasartig und glatt auf der Oberfläche im Vergleich zu dem, wenn sie im Ofen ausgehärtet wurden. Der Grund dafür ist meistens auf eine chemische Nebenreaktion zurückzuführen. Die Luftfeuchtigkeit und der Härter stehen miteinander in Wechselwirkung. Dieses Phänomen ist unter der Bezeichnung „Amin-Blush“ oder „Amin-Ausblüfung“ bekannt.

Was ist Amin-Blush?

Amin-Blush kann als klebriges, öliges oder wachsartiges Erscheinungsbild auf der Oberfläche eines gehärteten Epoxies bezeichnet werden. Es kann schmierig, weisslich-fleckig oder sogar wie salzähnliche, kristalline Ablagerungen aussehen. Es kann jedoch auch trüb, milchig oder gräulich auftreten, intransparent und matt.

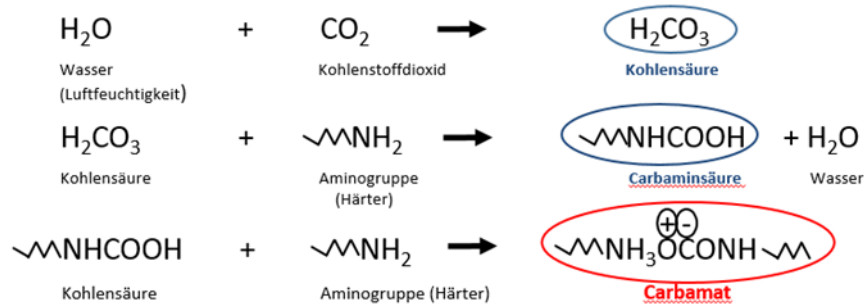
Was ist der Unterschied zwischen „Blush“ und „Ausblüfung“?

Amin-Blush und Amin-Ausblüfung haben generell dieselben unerwünschten Erscheinungsbilder, aber sie unterscheiden sich im chemischen Reaktionsmechanismus. Während Blush sich auf Feuchtigkeitsniederschlag auf der Epoxidoberfläche bezieht, sind Ausblühungen im Grunde eine umgekehrte Reaktion, wobei wasserlösliche Verbindungen auf die Oberfläche migrieren. Beides ergibt klebrige Ablagerungen, ähnlich wie Wasserflecken in Sand.

Weshalb entsteht Amin-Blush?

Amin-basierende Härter sind hygroskopisch (feuchtigkeitsbindend). Reagieren sie mit Luftfeuchtigkeit entstehen Nebenprodukte aus Ammoniumcarbamat.

Chemische Reaktion beim Entstehen von Amin-Blush



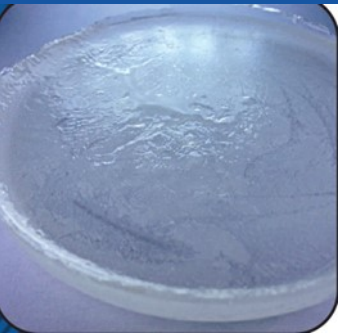
Produkte mit einer längeren Topfzeit sind anfälliger auf Blush/Ausblühungen, da die Bildung von Oligomeren während der Gelphase sehr viel langsamer vor sich geht. So bleibt mehr Zeit für die negative Wechselwirkung mit der Luftfeuchtigkeit statt für die Reaktion mit den Epoxidgruppen.

Wo kann Amin-Blush auftreten?

Anwendungen mit RT-Härtung sind verbreitet bei medizinischen Implantaten, beim Beschichten von medizinischen Teilen, weisse Reflektorbeschichtungen an Röntgenszintillator-Kristallen, Verguss von LED-Arrays und grossflächigen PCB-Verkapselungen. Bei all diesen Anwendungen kann Amin-Blush bei RT-Härtung auftreten.

Was > Amin-Blush/
Ausblühungen bei
Epoxidharzen

Weshalb > Amin-
Anomalien können
mit entsprechenden
Vorkehrungen verhin-
dert werden



Gängige raumtemperaturhärtende EPO-TEK® Produkte

Produkt	Viskosität (cPs)	Topfzeit (hrs)	Max. Mischungsmenge	Anwendung/Anmerkungen
301*	150	1.5	< 25 g	Verguss von Verbindungsköpfen von implantierbaren mikroelektronischen Schaltungen, z. B. bei Herzschrittmachern, ICD's und Cochlear-Implantaten. Als Farbe für Szintillationen, Röntgeninspektionssystemen. ISO 10993 zertifiziert.
301-1	90	1.5	< 25 g	Niederviskose Version von Epo-Tek 301
301-2	325	8	< 1 kg	Verguss von LVAD's und verschiedensten Implantaten, Optokopplern in Photodetektor-Arrays, ISO 10993 zertifiziert.
301-2FL	150	10	< 1 kg	Grossflächiger Verguss von LED-Arrays. USP Cl. VI zertifiziert.
310M-1	315	2	< 25 g	Flexibles Epoxy zum Verkleben und Vergiessen. USP Cl. VI zertifiziert.
320	1050	1	< 25 g	Schwarz, lichtundurchlässig, USP Cl. VI zertifiziert für Medizintechnik, eingesetzt in optoelektronischen Anwendungen wie NIR-Ab-schirmung, IR-Erkennung und Kamera/Videoanwendungen.

*EPO-TEK 301 hat eine kürzere Topfzeit als Epo-Tek 301-2. Es geliert schneller und hat deshalb weniger die Tendenz zum Ausblühen/Bildung von Blush.

Wie kann Blush/Ausblühen verhindert werden?

Es gibt mehrere Möglichkeiten zur Lösung dieses Problems, vor allem durch das Eliminieren von Feuchtigkeit während des Aushärteprozesses.

1. **Aushärtung in einem offenen Raum vermeiden.** Aushärten bei 23°C im Ofen ist besser als bei 23°C im offenen Raum.
2. **Geschlossenes System** - Wie schon oben erwähnt, sollte Umgebungsluftfeuchtigkeit vermieden werden, z.B. mit einem Umluftofen, Abzugsschrank, Exsikkator, Stickstoffbox oder Glasglocke.
3. **Zu vermeiden sind saisonale Schwankungen** von Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit. Eine kontrollierte Aushärtung bei 28°C ist besser als bei 25°C; 23°C sind besser als 21°C. Die ideale Luftfeuchtigkeit liegt zwischen 40 und 60%.
4. **Nie beim Taupunkt aushärten!** Bei Temperaturen um den Taupunkt bildet sich Kondensation, was das Ausblühen verstärkt. Mit einer Temperatur von mind. 3°C über dem Taupunkt können klebrige Oberflächen und unansehnliches Aussehen verhindert werden. Entlüfter und Wärmelampen können unerwünschten Wechselwirkungen von Feuchte auf der Epoxidoberfläche vorbeugen.
5. **Auf die Menge achten!** Je kleiner die Menge, desto geringer die exotherme Reaktion. Das Aushärten von Mengen im mg-Bereich bei RT kann deshalb heikel sein. Es wird empfohlen, mehr Material zu mischen als effektiv gebraucht wird (mind. 4 g).
6. **„Ankurbeln der Reaktion“.** Das ist eine massebegünstigte, chemische Reaktion wie Gelieren und Aushärten. Das gemischte Epoxidharz etwas stehen lassen. Dies wird auch mit „staging“ bzw. mit „mehrstufigem Härten“ bezeichnet. Als Faustregel gilt: je kürzer die Topfzeit, desto schneller die Gelierzeit und umso kürzer die Zeit zum Beschleunigen der exothermen Reaktion.

Zusammenfassung

Bei der Verwendung von raumtemperaturhärtenden Epoxies sollte die Feuchtigkeit beachtet und während des Aushärtens kontrolliert werden, um Amin-Anomalien zu vermeiden.