

## Der Einfluss von Luftfeuchtigkeit und Temperaturen auf den Volumenwiderstand für Raumtemperatur härtende ECA's von Epoxylebern

**Was** > Die Wirkung von Luftfeuchtigkeit und Temperatur auf die Durchgangswiderstand für Raumtemperatur härtende ECAs

**Warum** > Es sind Ihre Umgebungsbedingungen.

Raumtemperatur härtende, elektrisch leitfähige Klebstoffe (RT ECA) sind eine attraktive Option für die Verwendung mit Substraten und Komponenten, die typischen Aushärtebedingungen (100 °C - 150 °C) der meisten ECA's nicht ausgesetzt werden können, wie beispielsweise EPO-TEK® H20E.

Obwohl die bei Raumtemperatur härtenden ECAs vergleichbare Eigenschaften erreichen wie die ECAs, welche bei erhöhter Temperatur gehärtet werden müssen, gibt es Richtlinien, die beachtet werden müssen.

### Die Richtlinien:

1. Das Mischverhältnis von Harz und Härter muss gemäß den Angaben im Datenblatt eingehalten werden. Dies gilt grundsätzlich für alle Arten von Epoxidharzklebstoffen. Selbst eine leichte Abweichung kann bewirken, dass sich die typischen Eigenschaften ändern. (siehe Tech Tipp 11 – Umrechnen Mischverhältnis)
2. Raumtemperaturbedingungen können nach geographischer Lage, Labor- und / oder Herstellungsbedingungen variieren. Es ist zwingend erforderlich, eine Temperatur zwischen 23 °C und 27 °C einzuhalten. Erhebliche Temperaturschwankungen können die Aushärtezeit sowie den Reaktionsmechanismus der Vernetzung beeinflussen, dies führt zu einem reduzierten Vernetzungsgrad.
3. Die relative Luftfeuchtigkeit (RH) ist besonders zu beachten beim Aushärten von RT ECAs, um eine optimale elektrische Leitfähigkeit zu erreichen. Es wird eine relative Feuchtigkeit von 40 % bis 60 % empfohlen.

### Warum sind das Mischverhältnis und die Verarbeitungstemperatur so wichtig?

Damit ein ECA eine optimale elektrische Leitfähigkeit erreicht, muss dieser gut vernetzt sein. Dies erfordert, dass das Material im richtigen Verhältnis von A und B gemischt wird und die Parameter während des Härteprozesses eingehalten werden. Für herkömmliche wärmehärtende Systeme tritt diese Vernetzung relativ schnell ein und im Allgemeinen wird gewährleistet, dass beide Komponenten durchgehend homogen ausgehärtet werden. Ein hoher Vernetzungsgrad wird erreicht.

Raumtemperatur härtende ECAs vernetzen sehr viel langsamer, so dass mehr Zeit für das Aushärten benötigt wird, vorausgesetzt die richtigen Umgebungsbedingungen sind gegeben. Während das RT ECA aushärtet, besteht jedoch die Möglichkeit, dass aufgrund der geringen Oberflächenspannung des noch flüssigen Klebstoffes einzelne Moleküle in die obere Grenzschicht migrieren. Wenn dies im Überschuss geschieht, entsteht ein inhomogenes Mischungsverhältnis. Der Klebstoff wird aushärten jedoch nicht gleichmäßig vernetzen. Mit dem Resultat, dass die elektrische Leitfähigkeit abnimmt. **Dieser Effekt kann sich bei einer thermischen Nachhärtung sogar verstärken!** Aushärtetemperaturen unter 23 °C sind grundsätzlich nicht zu empfehlen, da keine genügende Vernetzung erwartet kann.



### Wie kann diese Separierung und Migration verhindert werden?

Eine übermäßige Migration von Komponenten mit niedriger Oberflächenspannung kann durch Bildung einer dünnen Aminkarbonat-Sperrschicht an der Grenzschicht verhindert werden. Dies reduziert die Oberflächenspannung und stoppt die Migration. Unter den richtigen Bedingungen bildet sich diese natürliche Sperrschicht aus drei Komponenten: Amin + Kohlendioxid + Wasser (Amin im Klebstoff, geringe Mengen an Wasserdampf und Kohlendioxid in der Atmosphäre). Zuletzt wird die richtige Luftfeuchtigkeit benötigt, welche die letzte Komponente der Gleichung liefert - Wasser.

### Was passiert, wenn die Richtlinien zu Temperatur- und Luftfeuchtigkeit nicht eingehalten werden?

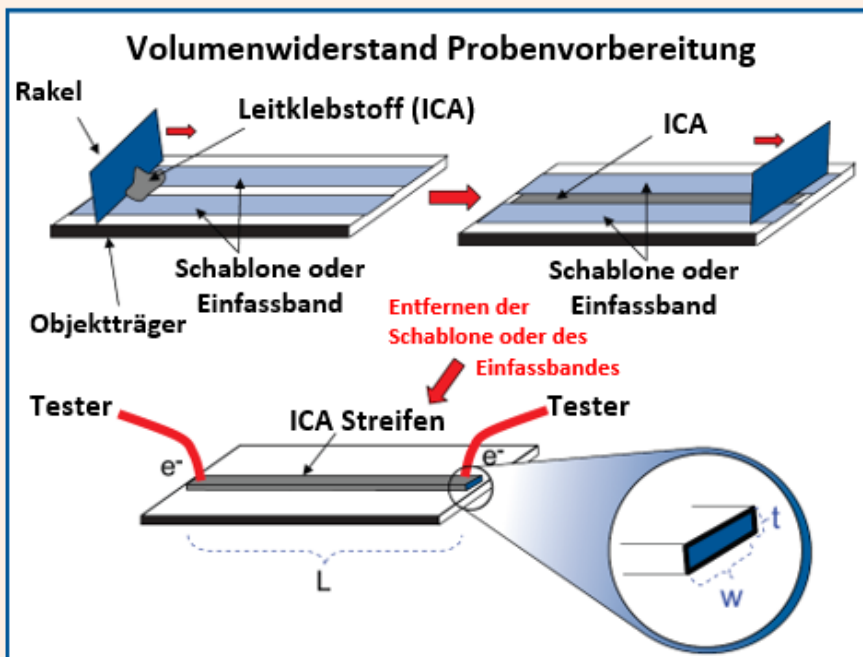
Wenn die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit nicht in den empfohlenen Bereichen eingehalten werden, wird das Amin weiterhin zur Grenzschicht migrieren und eine weitere Separierung verursachen. Dadurch entsteht ein Ungleichgewicht durch die nicht umgesetzte Amin Funktion mit der funktionellen Epoxidgruppe. Dieses inhomogene Mischungsverhältnis führt dazu, dass der Klebstoff seine Fähigkeit zur vollständigen Vernetzung verliert. Die rechtzeitige Bildung vom Amin-Karbonat (d. h. die Bildung der Sperrschicht) ist der einzige Vorgang, der durch die Reaktion der Aminogruppe mit dem Epoxid, die Migration verlangsamen bzw. stoppen kann. Diese Reaktion wird den Klebstoff verdicken und verursacht eine Verlangsamung der Separierung. Bei Klebstoffen mit einer langen Topfzeit geschieht dies zu langsam, um effektiv genug zu sein.

*Hinweis: Nachhärten eines unsachgemäß ausgehärteten RT ECA wird das Problem nicht beheben und könnte sogar den elektrischen Widerstand erhöhen und nicht senken, wie beabsichtigt.*

#### Fazit:

Die Aufrechterhaltung eines Temperaturbereichs von 23 °C bis 27 °C und 40 % bis 60 % relativer Luftfeuchtigkeit während des gesamten Aushärtezyklus eines RT ECA sorgt für eine optimale Aushärtung und Leistung.

## Wie wird der Volumenwiderstand von ECAs gemessen



Sobald die Probe vorbereitet worden und ausgehärtet ist, werden die zwei Pole eines Voltmeters an die Enden des Streifens aufgebracht, um den Widerstand über die Probe zu messen. Der Volumenwiderstand wird nach der folgenden Gleichung berechnet:

$$\text{Volumenwiderstand (ohm}\cdot\text{cm)} = \frac{R \cdot w \cdot t}{L}$$

R = Widerstand (Ohm)  
W = Breite (cm)  
t = Dicke (cm)  
L = Länge (cm)

Auf [www.epotekeurope.com](http://www.epotekeurope.com) finden Sie weitere Tech Tipps.