



# Hält. Dämpft. Schützt.

## Silan-Epoxid-Klebstoffe

### Collano RS 6400 und Collano RS 8505

Die ausgewogene Kombination aus Haftung, Energieaufnahme und Schwingungsdämpfung gewährleistet ein hohes Mass an Sicherheit unter realen Belastungsbedingungen.

Von technischen Klebstoffen wird erwartet, dass sie verschiedene Materialien zuverlässig verbinden und gleichzeitig rauen Bedingungen standhalten. Sie tragen Lasten, halten Temperaturwechseln stand und widerstehen Umweltverschleiss in Anwendungen, bei denen ein Versagen keine Option ist.

Dieser Überblick zeigt, wie die fortschrittlichen Silan-Epoxid-Klebstoffe von Collano zuverlässige Haftung mit ausgezeichneter Zähigkeit und Stossfestigkeit verbinden und damit gegenüber gängigen Alternativen einen Leistungsvorteil bieten, insbesondere bei anspruchsvollen Anwendungen wie dem ballistischen Schutz.

Die 2K Silan-Epoxid-Klebstoffe Collano RS 6400 und Collano RS 8505 sind starke Kandidaten für anspruchsvolle Nischenanwendungen. Sie eignen sich besonders für ballistische Schutzsysteme, aber auch für multimateriale Anwendungen wie architektonische Elemente im Aussenbereich, die sowohl strukturelle Integrität als auch Dämpfung erfordern. Um diese Positionierung zu etablieren, wurden diese Silan-Epoxid-Klebstoffe von Collano mit drei Referenzklebstoffen verglichen, die unterschiedliche chemische Zusammensetzungen aufweisen:

1. 1K reaktives Polyurethan (1K PUR)
2. 2K Silan-modifizierter Klebstoff (mit alternativer Formulierung)
3. 1K reaktives Epoxidharz

Anhand von Ashby-Diagrammen wurden ausgewählte Materialeigenschaften verglichen.

## Dämpfung und Elastizität

Gemessen durch dynamisch-mechanische Analyse (DMA) über einen Frequenzbereich ( $10^{-3}$  bis  $10^{12}$  Hz):

- Die Materialien im oberen linken Quadranten weisen eine ausgeprägte Dämpfung bei mässiger Steifigkeit auf, während die Materialien im unteren rechten Quadranten eine hohe Steifigkeit bei minimaler Dämpfung aufweisen.
- Die Klebstoffe **Collano RS 6400** (■) und **Collano RS 8505** (■) liegen im mittleren Leistungsbereich und kombinieren eine gute Tragfähigkeit (strukturelle Verklebung) mit einer effektiven Stoss- und Vibrationsfestigkeit (Dämpfungsverhalten). Diese Kombination führt zu einer starken, dauerhaften, robusten und zuverlässigen Verklebung.
- Der **1K PUR-Klebstoff** (■) und der **2K Silan-modifizierte Klebstoff** (■) weisen ein ausgeprägtes viskoelastisches Verhalten auf und eignen sich sehr gut, wenn vor allem Dämpfungseigenschaften gefragt sind, weniger jedoch, wenn der Schwerpunkt auf der strukturellen Verklebung liegt.
- Der **1K reaktive Epoxidharz-Klebstoff** (■) weist deutlich geringere Dämpfungseigenschaften auf und sollte vorwiegend für strukturelle Verklebungen in Betracht gezogen werden.

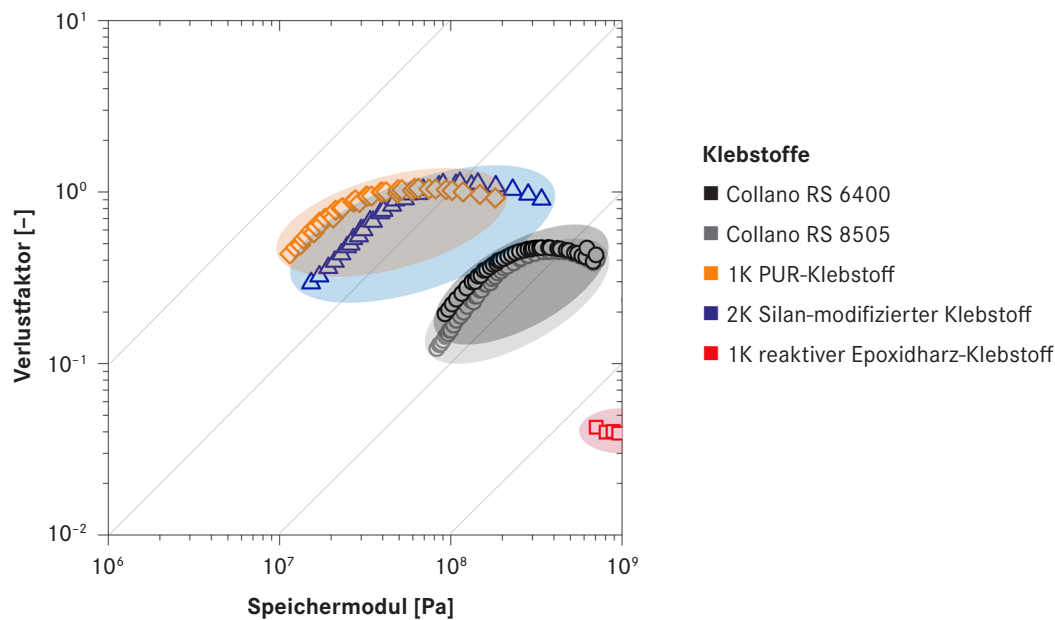


Abbildung 1 zeigt den Verlustfaktor, ein Mass für die Materialdämpfung, aufgetragen gegen den Speichermodul, ein Mass für die Materialsteifigkeit.

## Bruchverhalten

Abgeleitet aus Zug- und Überlappungsscherprüfungen an unbehandeltem Aluminium:

- Im Allgemeinen trennt die Darstellung Klebstoffe nach Dämpfung/Flexibilität (oben links) und Struktur/Steifigkeit (unten rechts).
- Collano RS 8505 (■) weist die höchsten Werte für Zähigkeit und Bruchenergie auf, Collano RS 6400 (■) und der 1K PUR-Klebstoff (■) weisen eine mittlere bis hohe Zähigkeit und Bruchenergie auf, der 2K Silan-modifizierte Klebstoff (■) hat eine geringe Bruchenergie und eine sehr geringe Zähigkeit (Sprödigkeit), während der 1K reaktive Epoxidharz-Klebstoff (■) ein steifer, wenig dämpfender Klebstoff ist, der gut haftet, aber abrupt versagt, ohne sich vor dem Bruch verformen zu können.

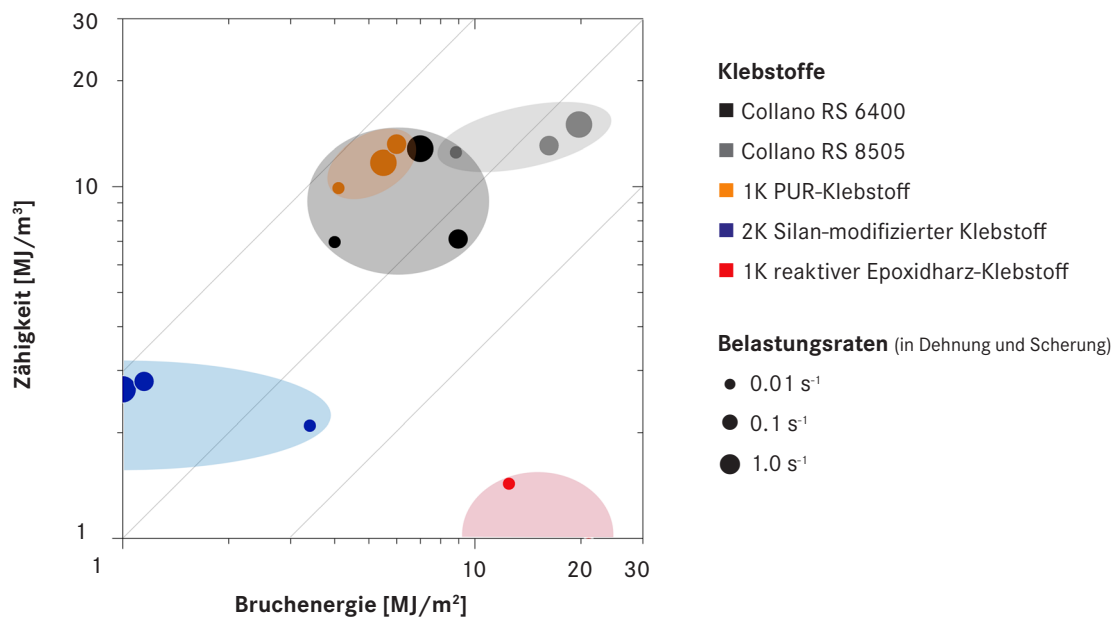


Abbildung 2 stellt das Bruchverhalten als Zähigkeit (aus Zugversuchen) gegenüber der Bruchenergie (aus Überlappungsscherungsversuchen) dar und zeigt, wie jeder Klebstoff bei unterschiedlichen Belastungsraten (0.01, 0.1, 1.0 s<sup>-1</sup>) ein Gleichgewicht zwischen Energieaufnahme und Widerstandsfähigkeit gegen Rissbildung herstellt.

## Schergeschwindigkeit

Abgeleitet aus Überlappungsscherversuchen an unbehandeltem Aluminium:

- Die Grafik zeigt, wie stark der Klebstoff der Scherbeanspruchung widersteht und wie viel Energie er vor dem Versagen absorbieren kann, getestet bei verschiedenen Schergeschwindigkeiten.
- **Collano RS 8505** (■) zeigt, dass das Material sowohl sehr fest als auch sehr zäh ist, da es bei einem Aufprall versteift und Energie absorbiert. Hier wird überwiegend ein gewünschter kohäsiver Bruchversagen erzielt.
- Der 1K reaktive **Epoxidharz-Klebstoff** (■) erreicht eine ähnliche Festigkeit und Bruchenergie wie Collano RS 8505, weist jedoch überwiegend einen weniger gewünschten adhäsiven Bruch auf.
- **Collano RS 6400** (■) zeigt bei unterschiedlichen Scherbelastungsraten eine konstante Leistung und liegt im mittleren bis hohen Leistungsbereich. Es zeigt einen 50/50-Mischbruch, was darauf hindeutet, dass die Klebeverbindung gleichmässig zwischen der Oberflächenverbindung und der inneren Festigkeit des Materials verteilt ist.
- **1K PUR-Klebstoff** (■) ist trotz ausgezeichneter Dämpfung zu weich für die Lastübertragung bei Überlappungsverbindungen.
- **2K Silan-modifizierter Klebstoff** (■) weist auf unbehandeltem Aluminium eine schlechte Benetzung auf, was durch das vorwiegend erzielte Adhäsionsbruchversagen deutlich wird. Dies ist ein kritischer Nachteil für die Zielanwendungen.

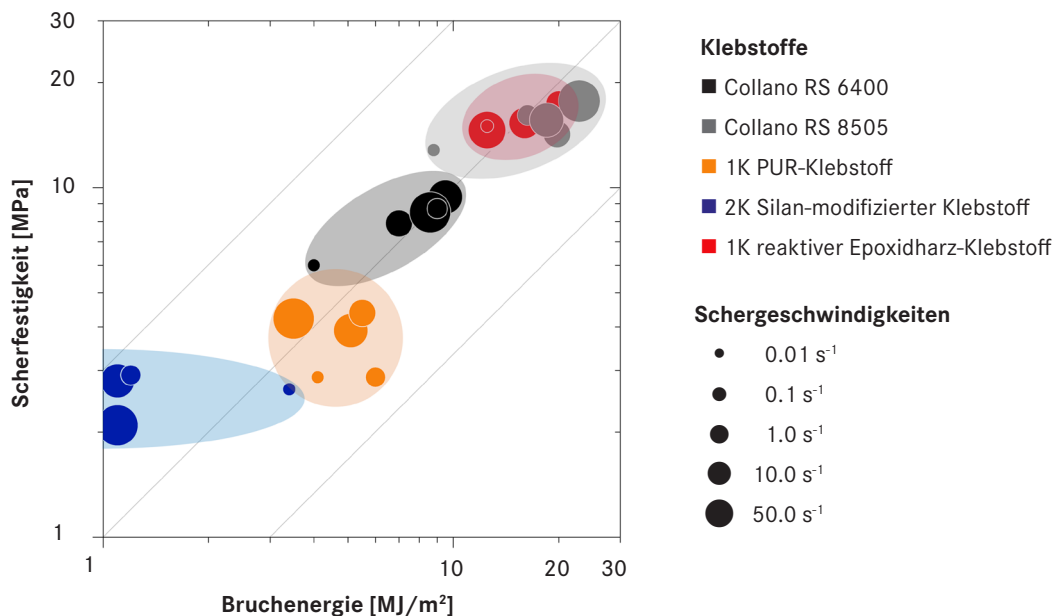


Abbildung 3 zeigt die Überlappungsscherfestigkeit im Vergleich zur Bruchenergie bei verschiedenen Scherbelastungsraten (0.01–50 s<sup>-1</sup>) und trennt die Klebstoffe nach ihrer Überlappungsscherleistung.

## Zusammenfassung

| Eigenschaften  | Anmerkungen   | Collano RS 6400  | Collano RS 8505   | 1K PUR-Klebstoff   | 2K Silan-modifizierter-Klebstoff   | 1K Epoxidharz-Klebstoff   |
|--|---|--|---|--|--|---|
| <b>Dämpfung und Steifigkeit</b><br>(DMA)   | Fähigkeit zur Absorption von Schwingungen im Verhältnis zu seiner Steifigkeit | <b>Ausgewogen:</b><br>gute Mischung aus Steifigkeit und Schwingungsdämpfung        | <b>Ausgewogen:</b><br>gute Mischung aus Steifigkeit und Schwingungsdämpfung | <b>Sehr weich:</b><br>ausgezeichnete Dämpfung, geringe Steifigkeit     | <b>Weich:</b><br>gute Dämpfung, geringe Steifigkeit                        | <b>Sehr steif:</b><br>fast keine Dämpfung   |
| <b>Bruchverhalten</b><br>(Überlappungs-scherung, steigende Belastungsraten)              | Rissbeständigkeit durch erhöhte Energieaufnahme                               | <b>Mässige bis hohe Zähigkeit:</b><br>absorbiert Energie relativ gut               | <b>Höchste Zähigkeit:</b><br>absorbiert die meiste Energie                  | <b>Mässige bis hohe Zähigkeit:</b><br>flexibel und energieabsorbierend | <b>Geringe Zähigkeit:</b><br>spröde und reisst leicht                      | <b>Geringe Zähigkeit:</b><br>hohe Festigkeit, aber neigt zu plötzlichen Rissen (spröde) |
| <b>Schergeschwindigkeit</b><br>(Überlappungs-scherung, steigende Schergeschwindigkeiten) | Beständigkeit gegen Scherkräfte und schnelle Stösse                           | <b>Gleichbleibende Leistung:</b><br>stabil über alle Schergeschwindigkeiten hinweg | <b>Sehr robust und schlagfest</b>   | <b>Zu weich für tragende Verbindungen; gute Dämpfung</b>               | <b>Schlechte Leistung:</b><br>schwache Haftung auf unbehandeltem Aluminium | <b>Robust, aber spröde:</b><br>uneinheitliche Haftleistung                              |
| <b>Gesamtverhalten</b>   | Zusammenfassung der allgemeinen Eigenschaften                                 | Stark und flexibel   | Am stärksten und am energieabsorbierendsten                                 | Weich und dämpfungsfo-kussiert   | Schwache Haftung und spröde  | Sehr robust, aber spröde  |

### Fazit

Die getesteten Silan-Epoxid-Klebstoffe Collano RS 6400 und Collano RS 8505 zeigen im Benchmarkvergleich ein ausgewogenes und technisch überlegenes Eigenschaftsprofil. Sie verbinden strukturelle Festigkeit mit wirksamer Schwingungs- und Stossdämpfung – eine Kombination, die von den untersuchten Referenzklebstoffen (PUR, silan-modifiziert, Epoxid) nicht erreicht wird.

Collano RS 8505 liefert die höchste Zähigkeit und Energieaufnahme und zeigt besonders unter dynamischer Belastung eine robuste Performance mit bevorzugt kohäsivem Bruchbild. Collano RS 6400 erreicht stabile mittlere bis hohe Werte und überzeugt durch konstantes Verhalten über verschiedene Belastungsraten.

Die Ergebnisse belegen, dass beide Klebstoffe besonders für Anwendungen geeignet sind, in denen gleichzeitig Lastübertragung, Schlagzähigkeit und Dauerhaltbarkeit gefordert sind – insbesondere in ballistischen Schutzsystemen und anspruchsvollen strukturellen Aussenanwendungen.

### Kontakt

Dominik Fuhrer, Global Business Development Manager  
Phone +41 41 545 98 19, dominik.fuhrer@collano.com

[collano.com/anwendungen/sicherheit](https://collano.com/anwendungen/sicherheit) ↗