

Kontrollierbare Viskosität bringt Vorteile in der kompletten Wertschöpfungskette

Gleiche Viskosität der Einzelkomponenten in Mehrkomponentensystemen führt zu einem optimierten Mischungsverhalten und resultiert in einem qualitativ höherwertigen Produkt. Um ein sehr gutes Standvermögen bei hohen Applikationsschichten zu erzielen, ist eine hohe Ausgangsviskosität unumgänglich. Die neue Additivgeneration der VCT (Viscosity Control Technology) macht es nun möglich, die Viskosität zu steuern: niedrige Ausgangsviskosität – hohe Applikationsviskosität.

Sascha Kockoth, Marina Gajewiak, Verena Boeckmann

Ein sehr gutes Standvermögen nach einer Applikation geht oft einher mit einer hohen Viskosität der Ausgangskomponenten. Eine Angleichung der Viskosität in Zwei- oder Mehrkomponentensystemen führt zu einem verbesserten Mischungsverhalten und ergibt ein qualitativ besseres Produkt. In der Regel geht dies jedoch einher mit einer hohen Viskosität der Einzelkomponenten, die wiederum Herausforderungen für die Fertigung und Applikation bedeutet. Eine Steuerung der Viskosität der Einzelkomponenten sowie des Systems wird durch die Kombination von Thixbreaker und Thixbooster (VCT) erreicht. Die Anforderung an das sehr hohe Standvermögen findet man in vielen Anwendungen, zum Beispiel in Kleb- und Dichtstoffen, Gelcoats und Korrosionsschutzlacken, Mörteln oder diversen Pastensystemen. Es handelt sich hierbei oft um gefüllte Systeme, die mit klassischen Rheologieadditiven, wie Polyamiden, pyrogenen Kieselsäuren oder Schichtsilikaten, ausgestattet sind. Prädestiniert für die oben genannten Anwendungen sind Reaktivharzsysteme mit hoher Applikationsviskosität. Die-

se liegen als Ein-, meist jedoch als Zwei-, gelegentlich auch als Mehrkomponentensysteme in der Industrie vor. Sie basieren auf Epoxid-, Polyurethan-, Acrylat- oder Polyesterharzsystemen.

Bei der Formulierung solcher Systeme stehen Entwickler vor folgenden Herausforderungen:

- Mischen einzelner Komponenten mit stark unterschiedlicher Viskosität,
- Mischen von Komponenten mit unterschiedlichen Polaritäten,
- Performance-Beeinflussung durch abweichende Mischungsverhältnisse.

Auch bei Wahl der Verdickungsmittel stehen nur begrenzte Möglichkeiten für einzelne Komponenten zur Verfügung. So führen Modifikationen, wie beispielsweise Oberflächenbehandlungen einzelner Stellmittel, zu einem guten Standvermögen in der Applikation. Modifizierte Stellmittel haben aber den Nachteil, dass diese zeitintensiv in der Einarbeitung sind, zu hoher Viskosität der Einzelkomponenten führen, Luft stabilisieren und sich nur mit höherem Aufwand verarbeiten lassen.

Zur Erzielung von Schichtstärken im mittleren Bereich reicht es, lediglich eine Komponente mit rheologisch wirksamen Additiven auszustatten, um ein Ablaufen zu verhindern. Möchte man jedoch hohe Schichtstärken erzielen, ist der Einsatz von Rheologieadditiven in mindestens zwei Komponenten nötig. Dies hat zur Folge, dass beide Komponenten einer besonderen Fertigungstechnologie unterzogen werden müssen und hohe Viskositäten entstehen, die wiederum weitere Prozessschritte nach sich ziehen.

Viskosität gezielt steuern

Hier setzt die VCT an: Viskosität lässt sich mittels Additiv und Rheologiemittel gezielt steuern. Die Idee der neuen Technologie ist es, den Aufbau einer rheologischen Struktur in der Harzkomponente zu verhindern und einen Viskositätsanstieg zu vermeiden (*Bilder 1–3*). Nach dem Vermischen der niedrigviskosen Einzelkomponenten muss jedoch ein sofortiger rheologischer Netzwerkaufbau stattfinden (*Bilder 4 und 5*).



Bild 1 > Aufbau Aggregatstrukturen des Stellmittels in Komponente A

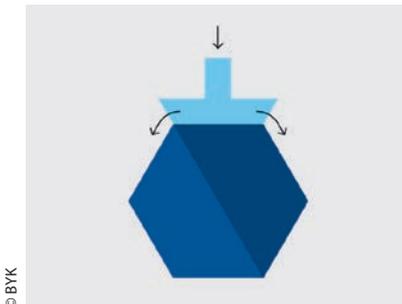


Bild 2 > Zugabe Thixbreaker zur Komponente A



Bild 3 > Der Netzwerkaufbau wird durch das Additiv unterbunden



Bild 4 > Zugabe von Komponente B inklusive Thixbooster zur Komponente A

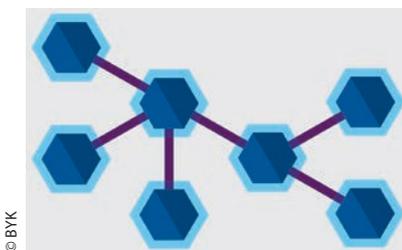


Bild 5 > Verstärkter Strukturaufbau in der Mischung durch Kombination von Thixbreaker, Stellmittel und Thixbooster

Hierzu bedarf es eines speziellen Designs von zwei aufeinander abgestimmten Additiven. Zuerst muss der thixotrope Strukturaufbau des Rheologiemittels blockiert werden. Sobald die zweite Komponente im Mischprozess hinzukommt, muss der Strukturaufbau wieder ermöglicht werden, ähnlich einem Schlüssel-Schloss-Prinzip – oder in der VCT durch die Kombination Thixbreaker und Thixbooster.

Eine der vielen Herausforderung im Additivdesign für die VCT liegt darin, den Thixbreaker so zu entwickeln, dass die Struktur mit den affinen Gruppen des Stellmittels wechselwirkt und den Netzwerkaufbau verhindert, im Mischprozess aber reversible Eigenschaften zeigt und einen Strukturaufbau ermöglicht.

Die Struktur des Thixbreakers ermöglicht, dass seine funktionellen Gruppen mit den Wasserstoff- beziehungsweise den Hydroxylgruppen des Rheologiemittels interagieren. Die hochverzweigte Backbone-Struktur wirkt als sterische Hinderung und unterbindet somit gezielt den Strukturaufbau des Stellmittels. Daraus resultiert eine niedrige Viskosität der Komponente.

Die Struktur des Thixbreakers weist eine hohe Anpassungsfähigkeit auf. Im Mischprozess kommt diese flexibel ausgerichtete Struktur zur Wirkung: Beim Zusammentreffen mit dem Thixbooster wird ein sofortiger rheologischer Netzwerkaufbau erlaubt.

Der Thixbooster ist so aufgebaut, dass er die sterische Abschirmung auflöst und intermolekular mit den funktionellen Gruppen des Rheologiemittels und des Thixbreakers wechselwirken kann. Unterschiedlich stark affine Gruppen und der Molekülaufbau des Thixboosters bilden beim Zusammentreffen der Komponenten sofort Wasserstoffbrückenbindungen aus. Dadurch findet der Netzwerkaufbau verstärkt statt, wodurch die Viskosität auf das gewünschte Niveau ansteigt. Die VCT funktioniert im Zusammenspiel mit geeigneten Stellmitteln. Dagegen führt die Additivkombination alleine zu keinem Viskositätsanstieg.

VCT im Epoxidharzsystem

Das Wirkprinzip der gezielt kontrollierten Viskosität wird in *Bild 6* anhand eines Zweikomponenten-Epoxidharzsystems erläutert (*Tabellen 1 und 2*). Zur Erreichung einer sehr hohen Applikationsschicht werden in Epoxidharzsystemen sowohl das Epoxidharz als auch der Aminhärter mit einem großen Anteil an pyrogenen Kieselsäuren modifiziert. Durch die unterschiedlichen Polaritäten beider Komponenten setzt man im Harz bevorzugt eine oberflächenmodifizierte hydrophobe und im Härter eine hydrophile beziehungsweise leicht modifizierte Kieselsäure ein.

Epoxidharz	Anteil in %
Bisphenol-A/F Blend	92
1,4 Butandiol-Diglycidylether	5
Hydrophile Kieselsäure	3
Thixbreaker	50 – 100*

* bezogen auf den Anteil hydrophiler Kieselsäure im Harz

© BYK

Tabelle 1 > Rezepturbeispiel Epoxidharz

Aminhärter	Anteil in %
Cycloaliphatisches Amin	15
Polyetheramin	32
Polyamid	50
Hydrophile Kieselsäure	3
Thixbooster	5 – 50*

* bezogen auf den Anteil hydrophiler Kieselsäure im Aminhärter zur Viskositätsanpassung; zur Erzielung hoher Applikationsschichtdicken ist der Thixbooster immer auf den Gesamtanteil hydrophiler Kieselsäure im System zu kalkulieren.

© BYK

Tabelle 2 > Rezepturbeispiel Aminhärter

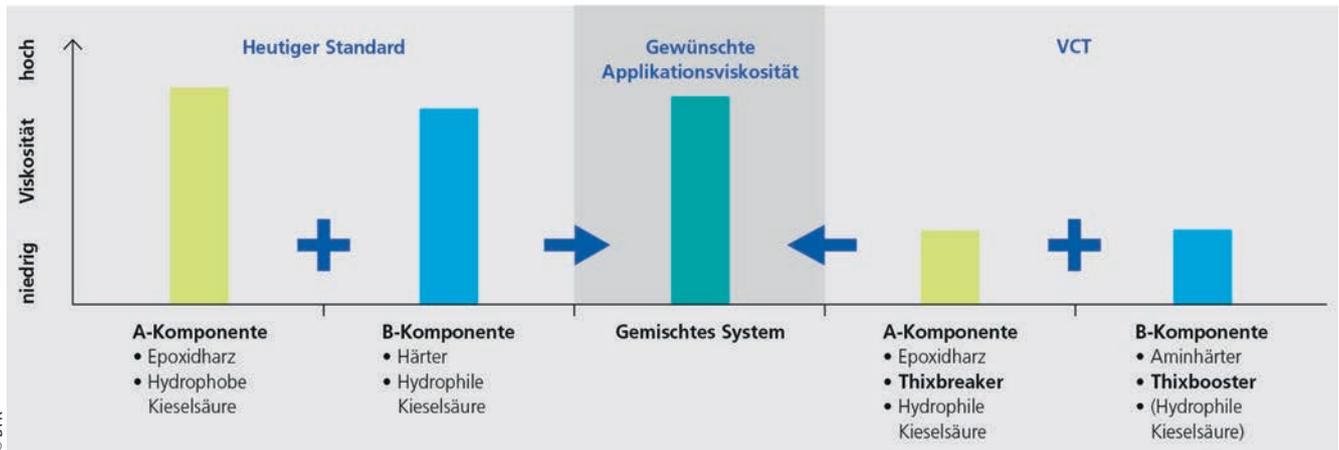


Bild 6 > VCT für Epoxidharzklebstoffe: hohe Applikationsschichtstärke, aber niedrige Ausgangsviskositäten

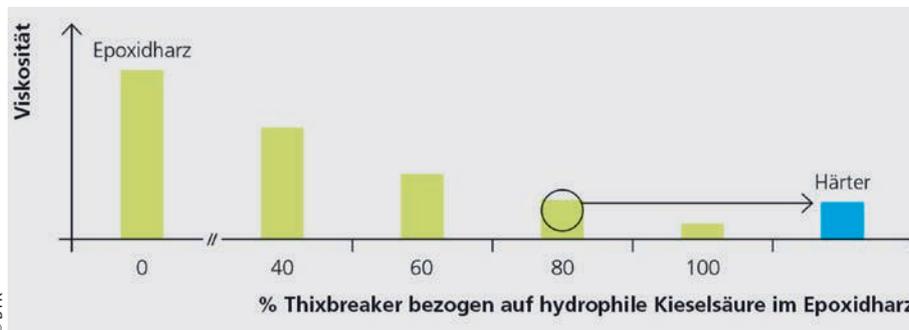


Bild 7 > Szenario 1: Anpassung der Harzviskosität an die des Aminhärters

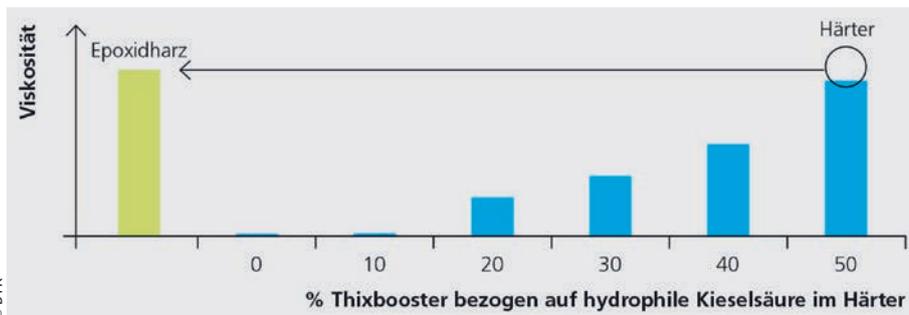


Bild 8 > Szenario 2: Anpassung der Härterviskosität an die des Epoxidharzes

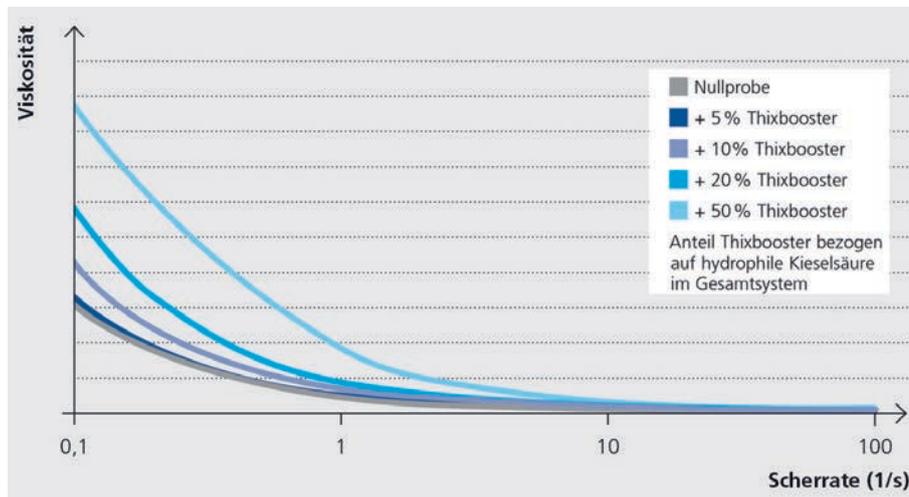


Bild 9 > Gezielte Viskositätseinstellung der Applikationsviskosität (Anteil Thixbooster bezogen auf hydrophile Kieselsäure im Gesamtsystem)



Bild 10 > Auftrag unterschiedlicher Schichtstärken direkt nach Herstellung und nach Lagerung

- **Szenario 1: Viskositätsanpassung der Epoxidharzkomponente**

Die Umsetzung der neuen Viskositätstechnologie in einem Epoxidharz beinhaltet den Austausch von hydrophober pyrogener Kieselsäure durch hydrophile Kieselsäure. Durch die Zugabe des Thixbreakers wird der thixotrope Strukturaufbau im Harz unterbunden oder gezielt an die Viskositätsbedürfnisse des Härters angepasst (Bild 7). Die Additivzugabe kann so

wohl vor als auch nach der Einarbeitung der Kieselsäure erfolgen.

- **Szenario 2: Viskositätsanpassung der Aminkomponente**

Der Thixbooster wird in flüssiger Form ohne Einfluss auf die Viskosität dem Härter zugesetzt. Alternativ besteht die Möglichkeit, durch die Kombination von hydrophiler pyrogener Kieselsäure und Thixbooster die Viskosität des Aminhärters

variabel an die der Harzkomponente anzupassen (Bild 8). Dabei gilt es zu berücksichtigen, dass eine ausreichende Menge Thixbooster für das gesamte System vorhanden sein muss.

- **Viskositätsanpassung Gesamtsystem**

Neben der Anpassung der Viskosität der Einzelkomponenten bietet die Dosierung des Thixboosters die Möglichkeit, die gewünschte Endviskosität des Systems einzustellen (Bild 9). Das Additiv wirkt verstärkend auf den Netzwerkaufbau des Stellmittels – auch nach Lagerung (Bild 10). Durch diese Eigenschaft kann die Menge des Stellmittels reduziert werden, ohne Einbußen des Standvermögens nach der Applikation zu verzeichnen.

Vorteile der VCT entlang der Wertschöpfungskette

Durch die Umsetzung der VCT ergeben sich vielfältige Vorteile und Einsparmöglichkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Bild 11):

- **Rezeptur**

Unterschiedliche Mischviskositäten der Harz- und Härterkomponente lassen sich exakt aufeinander abstimmen. Zudem kann eine kostengünstige hydrophile Kieselsäure alternativ zur hydrophoben Kieselsäure eingesetzt werden.



Bild 11 > Darstellung der Wertschöpfungskette



Starke Verbindung gesucht?

Sprechen Sie mit uns auf der European Coatings Show vom 19. bis 21. März in Nürnberg, Halle 4A, Stand 314b und erfahren Sie mehr über unsere neuen Additive und Technologien!



Bild 12 > Produktion: Flüssige Komponenten lassen sich einfacher fertigen, schneller abfüllen und fördern.



Bild 13 > Applikation: Durch die gezielt angepasste Viskosität der Harz- und Härterkomponenten lassen sich Durchmischung und die Qualität des Zweikomponentensystems verbessern.

Bild 14 > Applikation: Schon beim Mischprozess wird die gewünschte Standfestigkeit erreicht, und das Epoxidharzsystem kann direkt appliziert werden.

● Produktion

Zur Fertigung der Einzelkomponenten wird häufig auf ein Planetenrührwerk zurückgegriffen. Dieses Verfahren führt zu einem hohen zeitlichen Mischaufwand, um die pyrogene Kieselsäure einzuarbeiten. Alternativ erzielen höhere Einsatzmengen den gleichen verdickenden Effekt. Hinzu kommt, dass hochviskose Medien schwerer zu fördern beziehungsweise zu verarbeiten sind als niedrigviskose Komponenten. Durch den Einsatz des Thixbreakers ist es möglich, flüssige Einzelkomponenten zu produzieren. Diese können mittels Dissolver hergestellt werden, wobei hier ein effektiverer Aufschluss der Kieselsäure möglich ist. Dies spiegelt sich hinterher positiv im Strukturaufbau wider. Zudem lassen sich flüssige Komponenten einfacher fertigen, schneller abfüllen und fördern (Bild 12).

● Transport

Pumpfähige Harz- und Härterkomponenten können in IBCs und Bulk-Containern transportiert werden. Auch das Fördern aus Kannen und Fässern ist durch die niedrige Viskosität möglich.

● Applikation

Durch die gezielt angepasste Viskosität der Harz- und Härterkomponenten lassen sich Durchmischung und die Qualität des Zweikomponentensystems verbessern (Bild 13). Bei niedrigviskosen Komponenten können Sicherheitsfaktoren bei maschineller Dosierung und Vermischung aufgrund geringerer Drücke in den Leitungen reduziert werden.

Aus dem Mischen zweier niedrigviskoser Komponenten resultiert eine standfeste Applikation. Schon während des Mischprozesses interagiert der Thixbooster mit der hydrophilen Kieselsäure und dem Thixbreaker und bewirkt einen starken Netzwerkaufbau. Die gewünschte Standfestigkeit wird sofort erzielt und kann maschinell appliziert werden (Bild 14).

Fazit

Durch die neue Additivgeneration der VCT (Thixbreaker und Thixbooster) ist es möglich, Viskositäten gezielt zu steuern: niedrige Ausgangsviskosität, hohe Applikationsviskosität. Die Technologie zeigt neue Ansätze zu Rezepturentwicklung, Fertigung

und Applikation dickschichtiger Mehrkomponentensysteme auf. Gleichzeitig schont die VCT Ressourcen und Umwelt. //

Die Autoren

Sascha Kockoth

(thermosets.byk@altana.com)

ist Laborleiter des Bereiches Technical Service Thermosets bei BYK

Marina Gajewiak

(thermosets.byk@altana.com)

ist Mitarbeiterin des Bereiches Technical Service Thermosets bei BYK

Verena Boeckmann

(verena.boeckmann@altana.com)

ist Laborleiterin des Bereiches Technical Service Adhesives & Sealants bei BYK