

Vom Lösemittel zur gezielten Vernetzung

Wie UV-härtende Hotmelt-PSA neue Freiheitsgrade im Converting eröffnen, erklärt dieser Fachartikel von Patrick Schulze.

Die Converting- und Beschichtungsindustrie befindet sich im Umbruch: Nachhaltigkeitsanforderungen, steigende Energiekosten und der Bedarf an stabilen, reproduzierbaren Prozessen treiben den Abschied von lösemittelhaltigen Systemen voran. Klassische Hotmelt-PSA haben sich bereits als Alternative etabliert – stoßen jedoch bei der gezielten Einstellung von Klebeeigenschaften an ihre Grenzen. UV-härtende Systeme eröffnen hier neue Möglichkeiten und verändern die Prozesslandschaft nachhaltig.

Der Wandel in der Klebstofftechnologie ist kein kurzfristiger Trend, sondern das Ergebnis struktureller Veränderungen. Insbesondere die Kombination aus regulatorischem Druck, steigenden Energiepreisen und wachsendem Nachhaltigkeitsbewusstsein zwingt Unternehmen dazu, bestehende Prozesse kritisch zu hinterfragen und neu auszurichten. „Ein Hotmelt-Klebstoff kommt ohne Lösemittel aus und muss nicht getrocknet werden – das spart enorme Energiemengen“, erklärt Melanie Ott, CEO von artimelt, einem spezialisierten Anbieter von Hotmelt-Klebstoffen für industrielle Converting-Anwendungen. „Gerade mit den stark gestiegenen Gaspreisen wurde das zu einem entscheidenden Faktor, der Investitionsentscheidungen in der Branche massiv beeinflusst hat.“



Über die UV-Dosis lässt sich die Vernetzung – und damit das Verhältnis von Haftung und Kohäsion – gezielt und reproduzierbar einstellen.

Hotmelt-PSA als etablierte Alternative

Vor diesem Hintergrund haben sich klassische Hotmelt-PSA in vielen Anwendungen durchgesetzt. Sie ermöglichen nicht nur kompaktere Anlagenkonzepte, sondern reduzieren auch die Komplexität der gesamten Prozesskette erheblich.

Der Wegfall von Trocknungsstrecken führt zu geringeren Energieverbräuchen und vereinfacht gleichzeitig die Anlagenplanung.

Während konventionelle Beschichtungsanlagen mit Trocknungsöfen Längen von bis zu 50 Metern erreichen können, sind Hotmelt-Anlagen deutlich kürzer und effizienter ausgelegt. Dies wirkt sich nicht nur auf Investitionskosten aus, sondern auch auf den Platzbedarf in der Produktion sowie auf Wartungs- und Betriebskosten. Auch technisch bieten sie Vorteile. „Kautschukbasierte Hotmelts zeigen ein sehr gutes Kaltklebeverhalten und haften zuverlässig auf niederenergetischen Oberflächen“, so Ott. Diese Eigenschaften machen sie insbesondere für Anwendungen wie Etiketten auf Kunststoffsubstraten attraktiv, bei denen andere Technologien an ihre Leistungsgrenzen gelangen.

Grenzen klassischer Systeme werden sichtbar

Mit steigenden Anforderungen zeigen sich bei klassischen Hotmelt-PSA jedoch zunehmend Schwächen im Einsatz. Diese sind vor allem chemisch bedingt, da die zugrunde liegenden Kautschuksysteme nur ein begrenztes Eigenschaftsspektrum abdecken können.

„Die Einschränkungen liegen letztlich in der Kautschukbasis selbst“, erläutert Ott. „So lassen sich z.B. Temperaturbeständigkeit, UV-Stabilität oder auch Atmungsaktivität nur in bestimmtem Maße beeinflussen – unabhängig davon, wie stark man die Formulierung optimiert.“

Insbesondere bei Anwendungen mit hohen thermischen oder mechanischen Belastungen wird dies zum Problem. Auch das Prozessfenster bleibt limitiert: Eigenschaften können zwar verschoben, aber nicht beliebig erweitert werden. Das führt zu Zielkonflikten zwischen Haftung und Kohäsion, die sich nur innerhalb enger Grenzen auflösen lassen.

Anforderungen differenzieren sich zunehmend

Parallel dazu steigen die Anforderungen an moderne Haftklebstoffe kontinuierlich an. Die Bandbreite der Anwendungen nimmt zu, und damit auch die Komplexität der geforderten Eigenschaften:

- » Bei **Etiketten** etwa liegt der Fokus auf einer zuverlässigen Haftung des Etiketts auf dem Substrat, insbesondere auf schwierigen, niederenergetischen Oberflächen wie PE- oder PP-Verpackungen

- (z. B. Folienbeutel oder Kunststoffflaschen) sowie auf Glas- und PET-Flaschen. Zusätzlich müssen sie häufig bei niedrigen Temperaturen oder unter feuchten Bedingungen funktionieren und gleichzeitig regulatorische Anforderungen, etwa im Lebensmittelbereich, erfüllen.
- » **Klebebänder** hingegen müssen mechanische Belastungen aufnehmen und über lange Zeiträume stabil bleiben. Hier stehen hohe Kohäsion, Temperaturbeständigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen im Vordergrund. Je nach Anwendung können dabei Temperaturen von deutlich über 80 °C auftreten.
 - » Im **medizinischen Bereich** kommen weitere Anforderungen hinzu. „Hier geht es nicht nur um Haftung, sondern auch um Hautverträglichkeit und Atmungsaktivität“, beschreibt Ott. „Ein modernes Pflaster soll sicher haften, aber gleichzeitig angenehm zu tragen und leicht wieder zu entfernen sein – ohne Rückstände zu hinterlassen.“

UV-Härtung als technologischer Schritt nach vorn

Um diese steigenden Anforderungen zu erfüllen, rücken UV-härtende Hotmelt-PSA zunehmend in den Fokus. Sie basieren in der Regel auf Acrylatchemie und ermöglichen eine gezielte Vernetzung der Polymerketten während des Beschichtungsprozesses.

Durch die UV-Bestrahlung entsteht ein dreidimensionales Netzwerk, das die mechanischen Eigenschaften des Klebstoffs deutlich verbessert. „Durch die Vernetzung steigt die Kohäsion massiv an, ebenso die Temperaturbeständigkeit“, erklärt Ott. „Gleichzeitig bringt die Acrylatchemie zusätzliche Vorteile wie UV-Stabilität und Atmungsaktivität mit sich.“ Ein entscheidender Vorteil liegt in der gezielten Steuerbarkeit der Eigenschaften im Prozess. „Wir können über die UV-Dosis genau einstellen, wie stark ein System vernetzt wird“, ergänzt Christian Fischer, Head of Marketing & Communications bei artimelt. „Das bedeutet: Mehr Vernetzung erhöht die innere Festigkeit (Kohäsion), während die Haftung gezielt reduziert wird - weniger Vernetzung wirkt entsprechend umgekehrt.“

Prozesssteuerung wird zum Erfolgsfaktor

Damit diese Potenziale in der Praxis genutzt werden können, kommt der Anlagentechnik eine zentrale Rolle zu. Moderne UV-Systeme ermöglichen eine präzise Steuerung der Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Maschinengeschwindigkeit und sorgen so für stabile Prozessbedingungen. In der Praxis kommen dabei beispielsweise UV-Härtungssysteme von Hoenle zum Einsatz, einem spezialisierten Anbieter von UV-Härtungssystemen und Anlagenkonzepten für Hotmelt-Prozesse im Converting. Die regelbare und präzise Steuerung dieser Systeme wird von Anwendern in der Praxis genutzt, um die gewünschten Klebstoffeigenschaften reproduzierbar einzustellen.



Technische Visualisierung einer UV-Aushärtekammer von Hoenle

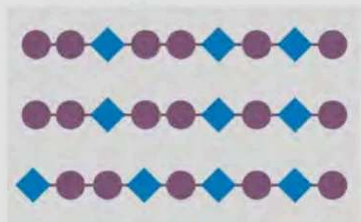
„Die Dosis ergibt sich aus Intensität und Verweilzeit – und die hängt direkt von der Geschwindigkeit der Anlage ab“, erläutert Volker Selg, Director Sales bei Hoenle. „Moderne Systeme passen die Leistung automatisch an und sorgen so für konstante Bedingungen über den gesamten Prozess hinweg.“ Ein weiterer maßgeblicher Faktor ist die Homogenität der Bestrahlung. Gerade bei breiten Bahnen ist es notwendig, über die gesamte Substratbreite eine gleichmäßige Intensität zu erreichen, um konsistente Produkteigenschaften sicherzustellen.

„Es lassen sich daher heute nicht nur die Parameter exakt einstellen, sondern auch permanent kontrollieren“, ergänzt Selg. „Inline-Messsysteme erkennen Veränderungen wie Lampenalterung oder Verschmutzung frühzeitig und ermöglichen eine kontinuierliche Nachregelung.“

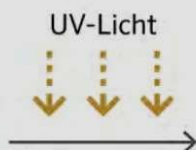
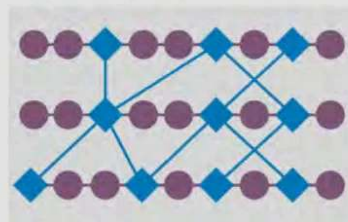
Praxis: Zusammenspiel von Material und Anlage

In der Praxis wird die Leistungsfähigkeit durch die gezielte Abstimmung von Formulierung und UV-Prozess realisiert: artimelt entwickelt anwendungsspezifische Hotmelt-PSA, während Hoenle die dazu passenden UV-Härtungssysteme liefert und parametrisiert, sodass die gewünschten Eigenschaften reproduzierbar eingestellt werden können. Dabei geht es für eine maximale Leistungsfähigkeit des Endprodukts vor allem um die präzise Abstimmung auf die jeweilige Anwendung. Unterschiedliche Anforderungen erfordern unterschiedliche technologische Ansätze, die gezielt kombiniert werden müssen. „Die Entscheidung für ein System ist keine Kostenfrage, sondern eine Frage der Anforderungen“, betont Ott. „Welche Technologie die bessere ist, hängt immer vom konkreten Einsatzfall ab und davon, welche Eigenschaften im Fokus stehen.“

So bleiben klassische Hotmelt-PSA beispielsweise bei Anwendungen mit hohen Anforderungen an Kaltklebeverhalten weiterhin die erste Wahl. UV-härtende Systeme hingegen spielen ihre Stärken bei hohen Temperaturen, mechanischen Belastungen und Außenanwendungen aus.

Flüssiges Photopolymer


● Polymer
 ◆ Photoinitiator


Lichtinduzierte Polymerisation


— vernetzte Photoinitiatoren

*Darstellung
 der UV-Licht-
 induzierten
 Polymerisation*

Effizienzgewinne und neue Möglichkeiten

UV-härtende Hotmelt-PSA eröffnen zusätzliche Freiheitsgrade im Prozess, da sich das Verhältnis von Haftung und innerer Festigkeit über die UV-Dosis gezielt und reproduzierbar auf eine konkrete Anwendung einstellen lassen. Der Verzicht auf Trocknungsstrecken ist dabei ein genereller Vorteil von Hotmelt-Technologien und gilt sowohl für klassische als auch für UV-härtende Systeme. „UV-basierte Verfahren gehen jedoch einen entscheidenden Schritt weiter: Die nachgelagerte UV-Vernetzung erweitert das anwendungstechnische Fenster und ermöglicht stabile sowie reproduzierbare Prozesse auch bei höheren Schichtdicken und anspruchsvolleren Anwendungen“, fügt Selg hinzu. Insbesondere im Vergleich zu lösemittelbasierten Systemen ergeben sich daraus Vorteile hinsichtlich Liniengeschwindigkeit und Prozessstabilität. Während dort physikalische Grenzen wie Trocknungskapazitäten oder Explosionsschutz eine Rolle spielen, ermöglichen UV-härtende Systeme eine deutlich flexiblere Prozessführung. Gleichzeitig bleibt jedoch entscheidend, dass die erreichbaren Geschwindigkeiten stark von der jeweiligen Anwendung und dem Vergleichssystem abhängen.

Unabhängig davon eröffnen Hotmelt-Technologien insgesamt neue Möglichkeiten bei der Verarbeitung anspruchsvoller Substrate. „Bei porösen Materialien wie Textilien oder Schäumen bleibt der Klebstoff an der Oberfläche und dringt nicht unkontrolliert ein“, erklärt Ott. Dadurch lassen sich Materialkombinationen realisieren, die mit flüssigen Systemen nur eingeschränkt umsetzbar sind.

Auch sicherheitstechnische Vorteile sind zu berücksichtigen: Der Verzicht auf Lösemittel eliminiert potenzielle Emissionen und reduziert Explosionsrisiken. Dies vereinfacht nicht nur den Anlagenbetrieb, sondern senkt auch den Aufwand für Sicherheits- und Genehmigungsmaßnahmen erheblich.

Fazit: Präzise Prozesskontrolle als Treiber des Technologiewandels

Der Wandel von lösemittelhaltigen Klebstoffsystemen hin zu Hotmelt- und insbesondere UV-härtenden Technologien ist das Ergebnis klarer industrieller Anforderungen: höhere Energieeffizienz, stabile Prozesse und gezielt einstellbare Produkteigenschaften. Klassische Hotmelt-PSA haben diesen Wandel maßgeblich vorangetrieben, zeigen jedoch bei steigenden Leistungsanforderungen zunehmend ihre systembedingten Grenzen.

UV-härtende Hotmelt-PSA erweitern dieses Spektrum entscheidend, da sie nicht nur bessere Materialeigenschaften ermöglichen, sondern vor allem eine präzise Steuerung im laufenden Prozess erlauben. Erst durch die Kombination aus anwendungsspezifischer Formulierung und exakt geregelter UV-Dosis wird es möglich, Haftung, Kohäsion und Temperaturbeständigkeit gezielt auszubalancieren.

In der Praxis zeigt sich dabei, dass der eigentliche Mehrwert nicht allein in der Materialinnovation liegt, sondern im abgestimmten Zusammenspiel von Klebstoffchemie und Anlagentechnik. Anbieter wie artimelt mit ihrer Formulierungskompetenz sowie Hoenle mit präzise regelbaren UV-Härtungssystemen verdeutlichen exemplarisch, wie sich diese beiden Welten in industriellen Anwendungen effizient zusammenführen lassen.

Damit entwickeln sich UV-härtende Hotmelt-PSA zu einer Schlüsseltechnologie für anspruchsvolle Converting-Anwendungen – insbesondere überall dort, wo für klassische Systeme Leistungsgrenzen erkennbar und gleichzeitig höchste Anforderungen an Effizienz und Prozesssicherheit gestellt werden.



www.hoenle.com

www.artimelt.com

Bildquelle: Hoenle AG, artimelt AG