

# Besser als Tapes: Flüssige Haftklebstoffe

Flüssige Haftklebstoffe kombinieren die Eigenschaften von Klebebändern mit der einfachen und automatisierbaren Verarbeitung von Flüssigklebstoffen. Sie sind für nahezu jede Anwendung einsetzbar und bieten völlig neue Möglichkeiten für die Gestaltung von Fertigungsprozessen.

**H**aftklebstoffe werden heutzutage standardmäßig in der Unterhaltungselektronik sowie bei industriellen Anwendungen in der Produktion eingesetzt, meist in Form eines Klebebands. Allerdings haben Klebebänder zwei große Nachteile: 1. Bei kleinen und komplexen Geometrien lassen sie sich aufgrund ihrer mangelnden Steifigkeit nur sehr schwer verarbeiten. 2. Sobald die Schutzfolie abgezogen wurde, ist die freiliegende Oberfläche klebrig. Beides erschwert die automatisierte Verarbeitung, sodass die theoretisch mögliche Prozessgeschwindigkeit oft nicht voll ausgeschöpft werden kann. Diese Nachteile haben flüssige Haftklebstoffe nicht. Sie können auf nahezu jede Geometrie dosiert werden – vollautomatisiert, so wie jeder andere flüssige Industrieklebstoff auch. Nach dem Auftragen wird der flüssige Klebstoff belichtet und erhält dadurch erst seine Klebeband-ähnlichen Eigenschaften, wie z. B. die typische, klebrige Oberfläche. Durch Anpressdruck kann anschließend das zweite Bauteil gefügt werden. Somit sind Haftklebstoffe heute in nahezu jeder Anwendung einsetzbar, womit sich völlig neue Möglichkeiten im Herstellungsprozess ergeben.

## Konventionelle Haftklebstoffe

Haftklebstoffe (Pressure-Sensitive Adhesives, PSAs) werden hauptsächlich als Klebebänder verwendet.

Deren Vorteile liegen auf der Hand: Ein Klebeband ist jederzeit einsatzbereit und haftet unmittelbar auf der Oberfläche. Die sofortige Anfangsfestigkeit, auch Tack genannt, wird durch einen kurzen Anpressdruck aufgebaut. Verklebte Bauteile können dadurch direkt weiterverarbeitet werden. Aufgrund der kurzen Verarbeitungszeit sind PSAs eine attraktive Lösung für viele industrielle Anwendungen und zu einem Standard in zahlreichen Herstellungsprozessen geworden. Konventionelle Klebebänder eignen sich dabei besonders gut für große und ebene Flächen. Da die Automatisierung jedoch komplex und teuer ist, laufen Klebeband-Prozesse hauptsächlich manuell oder halbautomatisch ab. In Kombination mit dem anhaltenden Trend zu immer kleineren und komplexeren Strukturen stoßen Tapes somit häufig auf erhebliche Einschränkungen in Bezug auf Verarbeitbarkeit und wirtschaftliche Effizienz.

## Flüssig-PSAs: Verarbeitung und Vorteile

Mit flüssigen Haftklebstoffen können diese Einschränkungen überwunden werden, wodurch das volle Potenzial der PSA-Technologie in automatisierten Prozessen genutzt werden kann. Flüssig-PSAs kombinieren die Vorzüge eines flüssigen Klebstoffs mit Tape-Eigenschaften nach der Belichtung. Die Vorteile eines flüssigen PSAs in industriellen Anwendungen werden

beim Betrachten des Prozesses deutlich, dargestellt in Abbildung 1.

Die flüssigen Haftklebstoffe lassen sich so dosieren wie andere flüssige Klebstoffe auch. Besonders wenn es um kleine Details, Ecken oder komplexe dreidimensionale Geometrien geht, hat ein Flüssigklebstoff gegenüber einem Klebeband erhebliche Vorteile und bietet völlige Gestaltungsfreiheit. Zudem kann die Klebstoffraupe unendlich oft unterbrochen werden, während bei festen Klebebändern für jede Unterbrechung ein neues Stück angebracht werden muss. Je nach gewähltem Produkt stehen eine Vielzahl von Dosieroptionen zur Verfügung. Nadeldosierung oder Jetten etwa eignen sich gut für schmale Raupen oder Tropfen, wohingegen Schablonendruck, Siebdruck oder Schlitzdüsenbeschichtung die richtige Wahl für größere Strukturen darstellen. Darüber hinaus ist die Automatisierung des flüssigen Dosierprozesses in der Industrie Standard und damit uneingeschränkt möglich.

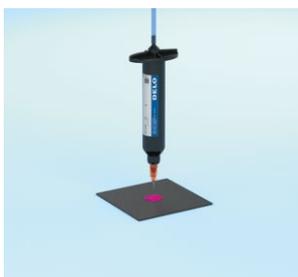
Nachdem der flüssige PSA dosiert wurde, wird er mit geeigneter Wellenlänge (typischerweise 360 nm oder 400 nm) belichtet. Durch diesen Vorgang erreicht der flüssige Klebstoff innerhalb von Sekunden die sogenannte Tape-Phase. Die Tape-Phase ist durch einen signifikanten Viskositätsanstieg gekennzeichnet, wodurch ein unerwünschtes Fließen des Dosierbilds

verhindert wird. Nun weist der Klebstoff die charakteristische klebrige Oberfläche eines klassischen Klebebands auf, die bei mäßiger Druckeinwirkung leicht auf einem zweiten Substrat haftet. Die daraus resultierende sofortige Funktionsfestigkeit erlaubt eine direkte Verarbeitung der verklebten Bauteile und ermöglicht so kurze Taktzeiten. Trotz seiner Schnelligkeit ist das Verfahren robust, da der Klebstoff die PSA-Eigenschaften erst nach der Belichtung annimmt. Je nach Produkt bleibt die Klebrigkeit während der Tape-Phase über mehrere Minuten bis zu einigen Wochen erhalten.

Im Vergleich zu herkömmlichen UV-Aushärtungsprozessen, bei denen mindestens ein Substrat für die Belichtungswellenlänge durchlässig sein muss, gibt es bei den flüssigen PSAs keine solchen Einschränkungen – die Belichtung erfolgt vor dem Fügen der Komponenten. Da für die Endaushärtung keine Wärme benötigt wird, eignet sich das Verfahren auch für Anwendungen, bei denen die thermische Belastung auf ein Minimum beschränkt werden muss. Nach dem Belichten härten die flüssigen Haftklebstoffe bei Raumtemperatur ohne einen zusätzlichen Prozessschritt aus.

Ein weiteres Argument für einen flüssigen PSA ist die positivere Energiebilanz im Vergleich zu Klebebändern. Durch den Wegfall des komplexen und energie-

## DOSIERUNG



Handhabung wie bei jedem anderen flüssigen Klebstoff

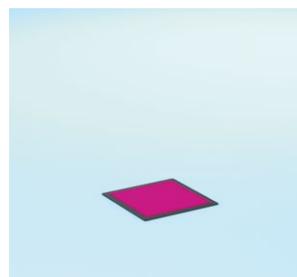
- Nadeldosierung
- Schablonendruck
- Spin Coating
- Jetten

## BELICHTUNG



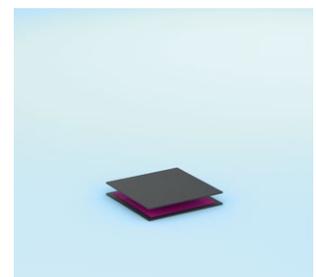
- Belichtung mit spezifizierter Wellenlänge, um die Aushärtung zu starten
- Überführen in die Tape-Phase

## TAPE-PHASE



- Tape-ähnlicher Zustand erreicht
- Klebrige Oberfläche

## FÜGEN



- Fügen der Bauteile mit externem Druck
- Sofortige Festigkeit

Abbildung 1: Verarbeitungsprozess von flüssigen Haftklebstoffen.

aufwendigen Beschichtungsprozess auf das Trägermaterial weisen flüssige PSAs einen deutlich geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck auf als Tapes. Zudem

	Konventionelles Klebeband	Flüssiger PSA von DELO
<b>Gestaltungsfreiheit</b>	○ Schwierig an Ecken und 3D-Geometrien	+ Alle denkbaren Geometrien
<b>Miniaturisierung</b>	○ Ungeeignet für schmale Strukturen	+ Kleinste Strukturen
<b>Handfestigkeit</b>	+ Sofort	+ Sofort
<b>Benutzerfreundlichkeit</b>	+ Gebrauchsfertig ohne zusätzliche Verarbeitung	○ Zusätzlicher Belichtungsschritt erforderlich
<b>Taktzeit</b>	- Vergleichsweise lang (Zuschnitt, Liner entfernen, exakte Positionierung)	+ Sekunden-schnell
<b>Automatisierungsgrad</b>	○ Manuell, halb-automatisiert	+ Automatisiert
<b>CO<sub>2</sub>-Fußabdruck</b>	- Hoch	+ Gering

Tabelle 1: Vergleich ausgewählter Merkmale von industriellen Klebebändern und den flüssigen PSAs von DELO.

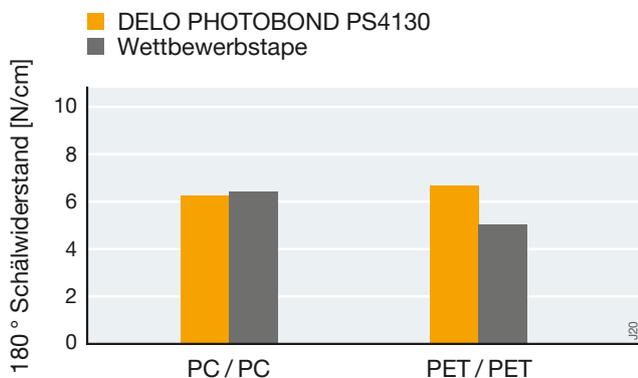


Abbildung 2: Der 180° Schälwiderstand-Test (nach DIN EN ISO 11339) von DELO PHOTOBOND PS4130 und einem industriellen Klebeband auf verschiedenen Substraten (PC: Polycarbonat, PET: Polyethylenterephthalat) zeigt vergleichbare Ergebnisse.

sind Verschnitt durch Ausstanzen und Abfälle durch die Schutzfolie bei flüssigen Haftklebstoffen kein Thema. Damit ist der gesamte Produktionsprozess deutlich umweltfreundlicher.

Tabelle 1 fasst die wichtigsten Vorteile von Flüssig-PSAs im Vergleich zu herkömmlichen Klebebändern zusammen.

## Produkte und Anwendungen

DELO bietet eine Vielzahl von flüssigen PSA-Produkten, die auf verschiedenen Chemien basieren, um unterschiedliche Anforderungsprofile abzudecken. Flüssige Haftklebstoffe auf Acrylatbasis, wie die DELO PHOTOBOND PS Produkte, kommen in ihrem Eigenschaftsprofil einem üblichen industriellen Klebeband nahe. Durch ihre weichen und hochflexiblen Eigenschaften besitzen sie etwa den gleichen guten Schälwiderstand auf verschiedenen Substraten, wie Abbildung 2 zeigt.

Die flüssigen DELO PHOTOBOND PSAs haben einen niedrigen E-Modul von typischerweise < 10 MPa. Standardprodukte sind direkt nach dem Belichten innerhalb von Sekunden vollständig ausgehärtet. Spezialprodukte verfügen über einen zusätzlichen Nachhärtungsmechanismus. Genau wie herkömmliche Klebebänder bieten die flüssigen Haftklebstoffe direkt nach dem Fügen eine durchschnittliche, sofortige Klebfestigkeit. Nach 24 h ist die für Haftklebstoffe charakteristische physikalische Nachvernetzung

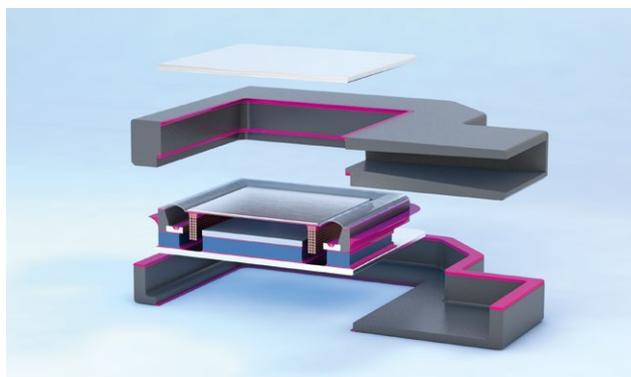


Abbildung 3: Flüssige Haftklebstoffe lassen sich selbst auf kleinste Bauteile präzise dosieren, z. B. bei der Fertigung von Smartphone-Lautsprechern.

abgeschlossen; das Festigkeitsniveau steigt leicht, bleibt aber auf durchschnittlichem Niveau. Damit sind diese Flüssig-PSAs ideal für Klebanwendungen mit kurzen Taktzeiten und moderaten Anforderungen an die Endfestigkeit geeignet. Als zusätzlichen Vorteil bieten die meisten Produkte eine grundsätzlich unbegrenzte Tape-Phase, die es erlaubt, Bauteile auch noch nach Wochen zu fügen, z. B. wenn diese verschickt werden müssen. Aufgrund seiner hervorragenden Dämpfungseigenschaften und der niedrigen Ausgasungswerte wird DELO PHOTOBOND PS beispielsweise bei der Montage von Smartphone-Lautsprechern auf Strukturen mit Sub-Millimeter-Breite eingesetzt (siehe Abbildung 3).

Die DELO KATIOBOND PS Produkte auf Epoxidharzbasis wurden hingegen für strukturelle Verklebungen mit hohen Endfestigkeiten (siehe Abbildung 4) und in Kombination mit einem E-Modul von über 1 GPa entwickelt.

Durch die zusätzliche Hochtemperaturstabilität von bis zu +150 °C und eine gute Medienbeständigkeit sind DELO KATIOBOND PS Produkte für anspruchsvollste Verklebungen auch im Automobilbereich bestens geeignet. Für großflächige Anwendungen, wie z. B. Laminierung, stehen flexible und spannungsausgleichende Produkte zur Verfügung. Wie Abbildung 5 zeigt, ist die Anfangsfestigkeit, die sich aus der klebrigen Oberfläche nach der Belichtung ergibt, im Vergleich zu

Abbildung 4: Die Druckscherfestigkeit von DELO KATIOBOND PS6371 und PS6372 auf verschiedenen Substraten nach der Endaushärtung ist vergleichbar mit konventionellen Verklebungen.

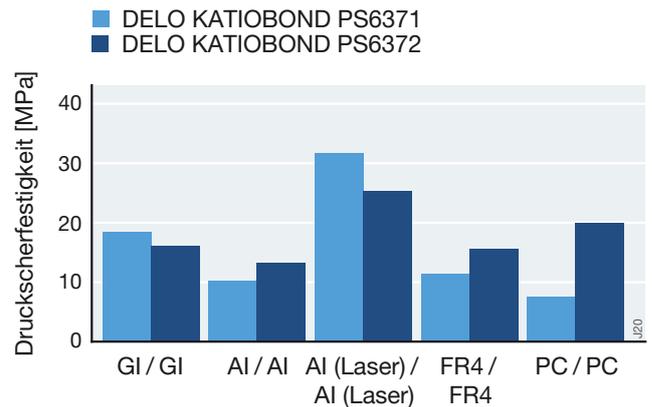


Abbildung 4: Die Druckscherfestigkeit von DELO KATIOBOND PS6371 und PS6372 auf verschiedenen Substraten nach der Endaushärtung ist vergleichbar mit konventionellen Verklebungen.

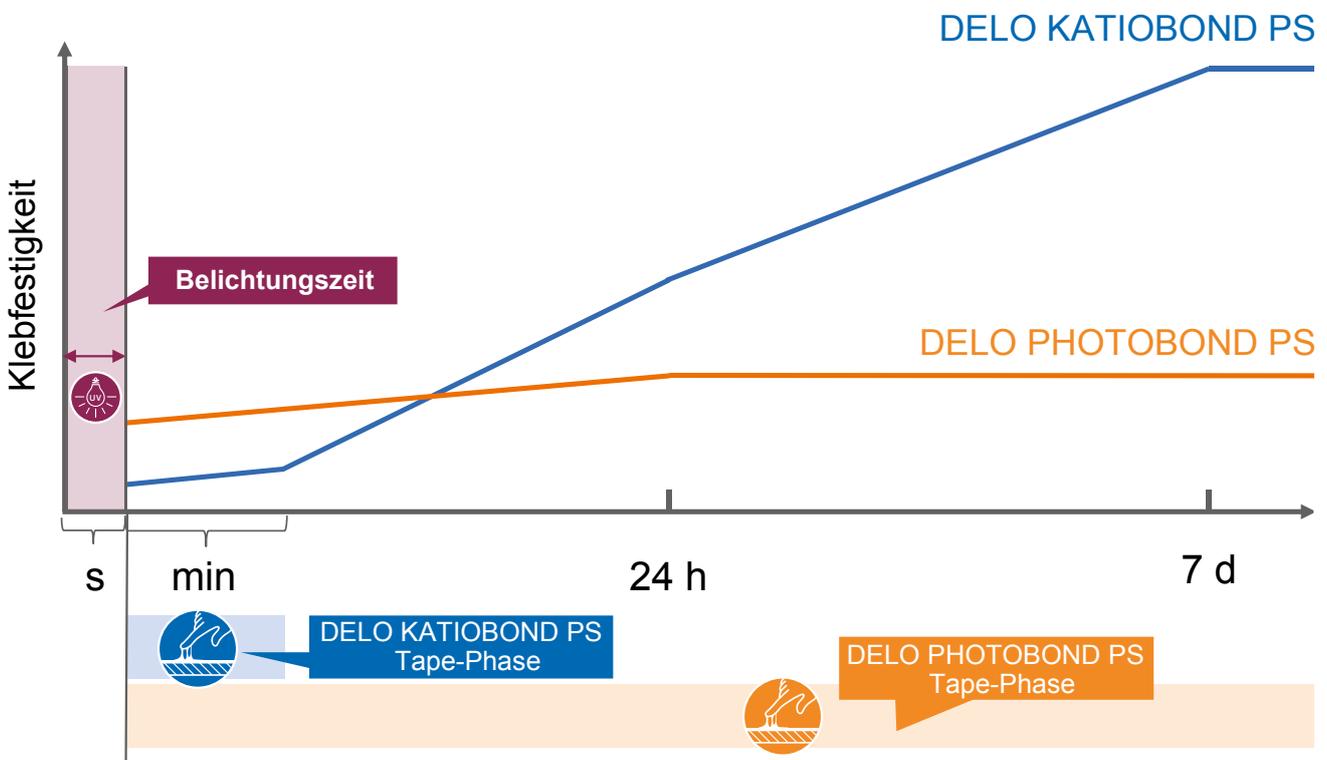


Abbildung 5: Qualitativer Aufbau der Klebfestigkeit über die Zeit nach der Belichtung für typische DELO KATIOBOND PS und DELO PHOTOBOND PS Klebstoffe. Die Tape-Phase, in der Bauteile gefügt werden können, ist unten dargestellt.

DELO PHOTOBOND PS Produkten niedriger, dafür aber nach der Endaushärtung deutlich höher. Zudem ist die Tape-Phase je nach Produkt auf < 10 min begrenzt. Infolgedessen ist der Klebstoff am Ende aufgrund der zugrunde liegenden chemischen Reaktion oberflächentrocken. DELO KATIOBOND PS härten bei Raumtemperatur innerhalb weniger Tage nach der Belichtung aus. Die Aushärtung kann zudem durch Wärmezufuhr (z. B. +80 °C für 30 min) beschleunigt werden. Die einzigartigen Eigenschaften von DELO KATIOBOND PS ermöglichen völlig neue Fügeprozesse in Anwendungen, bei denen Klebebandlösungen von vornherein ausgeschlossen sind, z. B. die Verklebung von Automobilsensoren in einer Sacklochgeometrie mit sofortiger Fixierfestigkeit und hoher Endfestigkeit (s. Abbildung 6).

## Zusammenfassung

Flüssige PSAs verbinden die Eigenschaften von Klebebandern mit der einfachen und automatisierbaren Verarbeitbarkeit von Flüssigklebstoffen. Dank der klebrigen Oberfläche nach der Belichtung können Bauteile durch mäßigen Anpressdruck mit sofortiger

Anfangsfestigkeit gefügt werden. Dadurch lassen sich die Bauteile direkt weiterverarbeiten, ohne dass ein Einspannen nötig ist. Die flüssigen Haftklebstoffe sind damit ideal für Prozesse mit hohen Stückzahlen geeignet. Im Vergleich zu Klebebandern lässt sich der Dosierprozess leicht automatisieren und ist nicht durch die Geometrie der Klebfläche begrenzt. Aufgrund der variablen Eigenschaften je nach Wahl der grundlegenden Chemie kann nahezu jedes Anforderungsprofil durch einen DELO-PSA-Klebstoff abgedeckt werden.



Abbildung 6: Mit DELO PSA ist es problemlos möglich, einen Haftklebstoff auch in schwer zugänglichen Sacklochgeometrien einzusetzen, etwa in Automobilsensoren.



Für Fragen zum Thema  
wenden Sie sich gerne an  
[psa-experts@DELO.de](mailto:psa-experts@DELO.de)