

KLEBEBÄNDER UND FLÜSSIGKLEBSTOFFE IM VERGLEICH

Fenster besser kleben

Im Fensterbau erfreut sich das Kleben zunehmender Aufmerksamkeit. Der Grund: Es hilft, u.a. die Wärme- sowie Schalldämmung zu verbessern und den Einbruchschutz zu erhöhen. Zur Auswahl stehen Flüssigklebstoffe oder Klebebänder. Wo liegen die Vor- und Nachteile beider Systeme?

HARTWIG LOHSE, HARALD KRÄMER

Mit dem Audi 100 im Jahr 1977 kam in Europa das erste Auto mit eingeklebter Windschutzscheibe auf den Markt. Aufgrund der Vorteile der eingeklebten Scheibe wie Gewichtsreduktion, verringerte Windgeräusche und kostengünstige Fertigung ist diese Technologie aus dem Automobilbau nicht mehr wegzudenken. Nicht zuletzt deshalb wird auch im

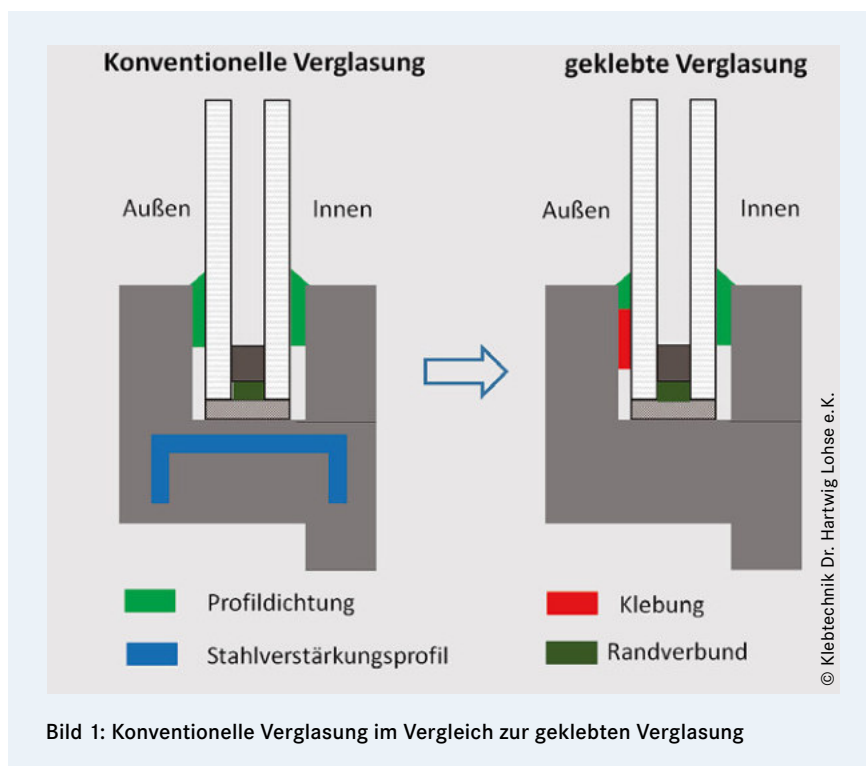
Fensterbau geklebt. Dies betrifft bei der Herstellung von Mehrscheibenisoliertes Glas (MIG) nicht nur die Verklebung der Scheiben mit dem dazwischen angeordneten Abstandhalter und die gleichzeitige Abdichtung des Scheibenzwischenraums [1]. Seit den 1990er Jahren wird der Einsatz des MIG als mittragendes, aussteifendes Element durch Verkleben mit dem Rahmen erprobt und bereits in Serie eingesetzt [2]. In Deutschland wird derzeit jedes 10. Fenster auf die-

se Weise produziert [14]. Anstelle eines Dichtungsprofils ohne Lasttragevermögen wird das MIG über eine der Scheiben mit dem Fensterrahmen klebtechnisch gefügt (Bild 1). Dadurch ist das MIG in die Struktur des Fensterflügels integriert und die Steifigkeit des Fensterflügels verbessert sich. Zu den Vorteilen zählt, dass sich die bei Kunststoffprofilen ansonsten meist erforderliche Versteifung in Form integrierter Stahlarmierungen erübrigt (Tabelle 1). Damit entfällt eine Kältebrücke, sodass sich eine Verringerung des Wärmedurchgangswerts des Rahmens (U_f -Wert) um bis zu $0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ergibt [9].

Darüber hinaus wird die bei konventioneller Verglasung oft auftretende hohe Belastung des MIG im Bereich der Klötze zur Scheibenfixierung verringert. Die Gefahr einer zu Undichtigkeiten führenden Schädigung des Randverbundes im Bereich der Klotzung ist dadurch deutlich geringer. Ein undichter Randverbund hätte ein Eindringen von Feuchtigkeit in den Scheibenzwischenraum und ein „Blindwerden“ der MIG-Scheibe zur Folge.

Konstruktive Überlegungen

Bild 2 zeigt schematisch Möglichkeiten der Positionierung der Klebung. Die Verklebung der äußeren Glasscheibe mit dem Rahmen (Position 1) kommt insbesondere bei Kunststoffprofilen zum Einsatz. Diese Klebvariante wäre den



Handhabung	Design und Dämmung	Sicherheit
<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Einbruch- und Unwetterschutz durch umlaufenden, stoffschlüssigen Verbund zwischen MIG und Rahmen • Geringe Gefahr des Verrutschens der Verklotzung • Verringertes Fenstergewicht, da auf Stahlkern verzichtet werden kann, alternativ größere Fenster • Verbesserte Stabilität der Griffseite des Fenster und daher besseres Bedienungsgefühl • Verringerter Wartungsumfang durch dauerhafte Entlastung der Beschläge • Geringe Investition beim Fensterbauer, Inline-Applikation des Klebebandes beim Profilversteller 	<ul style="list-style-type: none"> • Neue Designmöglichkeiten mit größeren Glasflächen und schlanken Rahmen • Verbesserte Abdichtung zwischen Rahmen und MIG • Höhere Wärmedämmung durch minimierten Einsatz von Stahlarmierung und Nutzung der Stahlkernkammer zur zusätzlichen Dämmung • Verbesserte Ökobilanz des Fensters (höherer Dämmwert, geringere Stahlarmierung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Langjährige Erfahrung • Langjährige Garantie auf Verklebung • ift und RAL-zertifizierte Produkte und Systeme
Quelle: Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K.		

Tabelle 1: Vorteile der Fensterverglasung mit Klebebändern

Witterungseinflüssen direkt ausgesetzt, würde sie nicht durch eine zusätzliche Dichtung vor einer Belastung durch stehendes Wasser und somit vor einer beschleunigten Alterung mit Klebkraftverlust geschützt. Beim Fügen der raumzugewandten inneren Glasscheibe (Position 4), wie sie z.B. bei Holz/Aluminium-Fenstern zur Anwendung kommt, ist in der Regel nicht mit einer Belastung der Klebung durch stehendes Wasser zu rechnen. Auf eine zusätzliche Abdichtung kann also verzichtet werden. Außenklebungen (Position 1) sind im Vergleich zu Innenklebungen insbesondere bei dunklen Rahmen höheren thermischen und aufgrund von Ausdehnungseffekten auch höheren mechanischen Belastungen ausgesetzt. Eine Klebung auf der raumzugewandten Seite (Position 4) bietet naturgemäß auch hinsichtlich des Schutzes vor UV-Belastung Vorteile. Für den Fall einer nicht vollständigen Lastabtragung über Klötze (wie in Bild 2 rechts gezeigt), muss der Randverbund des MIG in der Lage sein, dauerhaft das Eigengewicht der äußeren Glasscheibe aufzunehmen.

Klebstoffauswahl

Es ist nicht verwunderlich, dass zunächst den in der Automobilindus-

trie verwendeten Klebstoffen ähnliche feuchtigkeitsvernetzende 1K-Polyurethan-Systeme verwendet wurden. Heute kommen außerdem die Anforderungen (Tabelle 2) erfüllende, mit Feuchtigkeit vernetzende 1K-Silicone und 2K-Klebstoffe auf Basis von Polyurethan, Silicon und Acrylaten zur Anwendung [9]. Neben den Flüssigklebstoffen werden seit einiger Zeit auch vermehrt doppelseitige Acrylat-Haftklebebänder eingesetzt. Beide Lösungen haben ihre

spezifischen Vor- und Nachteile. Ihnen gemeinsam ist, dass jeweils das Gesamtsystem aller Komponenten und die vor- und nachgelagerten Fertigungsschritte aufeinander abzustimmen sind.

Während über die Verklebung mit Flüssigklebstoffen und die hierfür verwendeten Klebstoffsysteme schon mehrfach [2], [4], [10], [11] berichtet wurde, gibt es bezüglich der Verwendung von Klebebändern bisher nur wenige Veröffentlichungen [6], [12], [15]. Deshalb

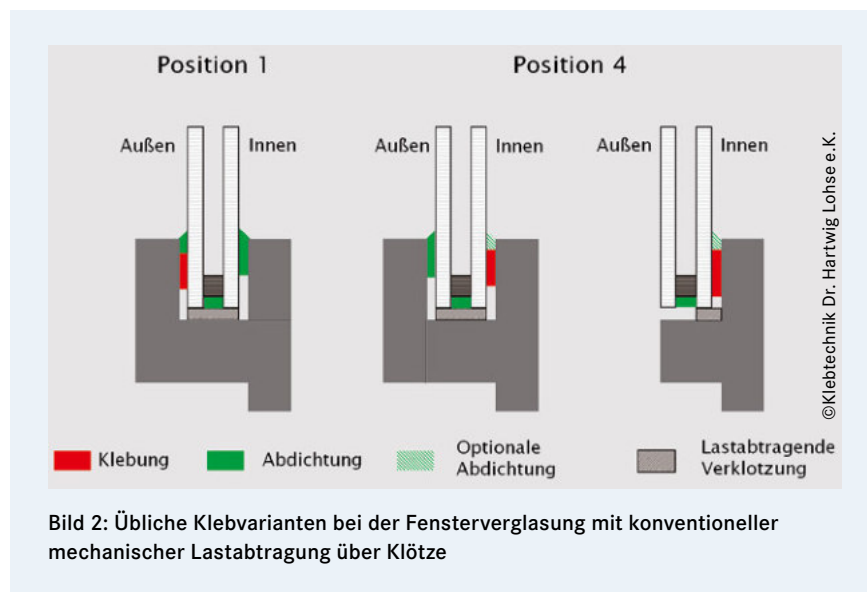


Bild 2: Übliche Klebvarianten bei der Fensterverglasung mit konventioneller mechanischer Lastabtragung über Klötze

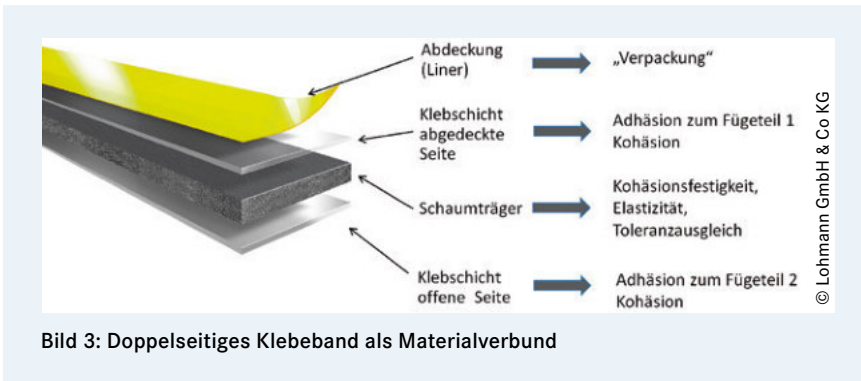


Bild 3: Doppelseitiges Klebeband als Materialverbund

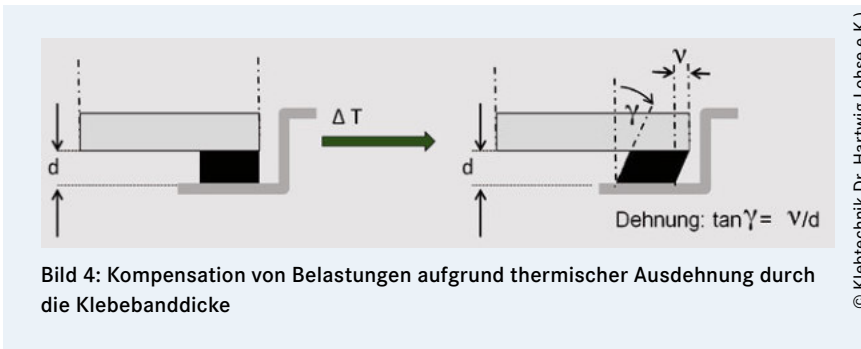


Bild 4: Kompensation von Belastungen aufgrund thermischer Ausdehnung durch die Klebebanddicke

soll die Klebeband-Methode im Folgenden näher betrachtet werden.

Im Unterschied zu einem Flüssigklebstoff stellt das Klebeband allein schon einen Materialverbund dar

(Bild 3). Wie auch bei Flüssigklebstoffen kommt die Adhäsion durch Wechselwirkungen zwischen der Klebebandoberfläche, genauer der Haftklebstoffoberfläche und der Füge teiloberfläche,

zustande. Die den Kohäsionseigenschaften des Flüssigklebstoffs entsprechende innere Festigkeit und Elastizität wird jedoch nicht (nur) durch die der Haftklebschichten, sondern zusätzlich durch deren Adhäsion zum Träger und dessen innerer Festigkeit und Elastizität bestimmt. So können durch eine geschickte Auswahl des Trägermaterials dem Klebeband gezielt Eigenschaften gegeben werden.

Als Trägermaterialien für Klebebänder für die Fenster-Verglasung werden hauptsächlich geschlossenporige Schäume mit relativ hohen Raumgewichten in verschiedenen Dicken verwendet. Über die Dicke des Schaumes kann das Klebeband den Dimensionen und Toleranzen des Systems sowie den Anforderungen hinsichtlich Kompensation von Relativbewegungen der Füge teile z.B. aufgrund von thermischen Ausdehnungseffekten angepasst werden. Je dicker die Klebschicht/der Schaumträger, desto geringer ist die Belastung auf den Klebstoff/Schaumträger (Bild 4). Darüber hinaus muss das Schaummaterial über die gesamte zu erwartende Lebensdauer des Fensters eine gute Kompressibilität mit

Klebstoff	Verklebung
<ul style="list-style-type: none"> ● Ausreichende Festigkeit, d.h. insbesondere langzeitbeständige Haftung auf den beteiligten Werkstoffen (Rahmen und Scheibe) mit einer entsprechenden inneren Festigkeit über den gesamten geforderten Temperaturbereich (mind. -30 bis 60 °C) ● Ausreichende Elastizität, um auftretende Spannungen zu kompensieren ● Feuchtigkeitsbeständigkeit ● UV-Beständigkeit ● Geringe/minimale Kriechneigung ● Kompatibilität mit üblichen (zugelassenen) Reinigungsmitteln ● Ausreichende Langzeitbeständigkeit ● Verträglichkeit mit den umgebenden Materialien, insbesondere der MIG-Randverbundklebung 	<ul style="list-style-type: none"> ● Über den gesamten Lebenszyklus unter allen real auftretenden Bedingungen muss die Belastbarkeit > auftretende Belastung sein. ● Ausreichende Beständigkeit gegenüber den bei Transport und Gebrauch einwirkenden mechanischen Belastungen (statische Last des MIG, Öffnen/Schließen, Lasteinwirkungen im geöffneten Zustand, Deformation durch Winddruck und unterschiedliche thermische Ausdehnung aufgrund von Temperaturunterschieden zwischen innen und außen) in Kombination mit medialen und thermischen Belastungen muss sichergestellt sein. ● Sicherstellen eines umlaufenden Dampfdruckausgleichs, um eine übermäßige Feuchtigkeitsbelastung der Randverbundklebung des MIG zu vermeiden ● Optisch ansprechende Ausführung
<p>Quelle: Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K.</p>	

Tabelle 2: Anforderungen an den Klebstoff bzw. die Verklebung

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1K	2K	
Klebstoff auf einem Füge teil vorap pliziert	nein	nein	möglich
Oberflächen vor be handlung <ul style="list-style-type: none"> ● Reinigung ● Primer (korrekter Primerauftrag und Einhalten von Prozessfenstern) 	ja ja	ja ja	nur MIG nein
Dosieren und Mischen der Komponenten	nein	ja	nein
Blasenfreier, ortsgenauer und mengenmäßig kontrollierter Klebstoffauftrag	ja	ja	nein (nur ortsgenau wenn nicht vorap pliziert)
Einzu haltende und zu kontrollierende Umgebungsbedingungen	Temperatur rel. Luftfeuchte	Temperatur (Einfluss auf Här tungsgeschwindigkeit)	(Temperatur)
Erreichen einer ausreichenden Anfangs festigkeit	langsam	Topfzeitabhängig	sofort
Gefahr einer Verschmutzung von Sichtflächen	ja	ja	nein
Quelle: Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K			

Tabelle 3: Vergleich der Prozessanforderungen

entsprechender Rückstellkraft, eine der Klebfestigkeit des Haftklebstoffs angepasste innere Festigkeit und über den Grad der Geschlossenporigkeit eine entsprechende Dichtigkeit aufweisen.

Neben den mechanischen Eigenschaften der Klebschicht ist die Adhäsion des verwendeten Klebstoffs zu den zu verklebenden Füge teiloberflächen von hoher Bedeutung. Der Klebstoff muss nicht nur zu den Werkstoffen passen, sondern die Oberflächen sind ggf. vorzubehandeln (z.B. Reinigung, Primerauftrag) und müssen frei von Verunreinigung sein. Staub, Trennmittelreste aus der Extrusion von Kunststoffprofilen etc. behindern oder verhindern sogar die Adhäsion und führen zu Klebfehlern.

Da Klebungen wie u.a. auch Schweiß- und Lötverbindungen nicht vollständig zerstörungsfrei geprüft werden können, definiert die ISO 9001 [2] das Kleben als sogenannten „speziellen Prozess“, der besondere Maßnahmen zur Einhaltung des im Rahmen der Prozessentwicklung erarbeiteten und validierten Fertigungsprozesses erforderlich macht. Dies schließt alle vor- und nachgelagerten Teilschritte ein.

Der Fensterbauer muss also bei der Entwicklung eines geklebten Fensters neben den mechanischen und thermischen Eigenschaften des Klebstoffs und der Füge teile auch die Adhäsion zu den Füge teiloberflächen (MIG und Rahmen) berücksichtigen. Es müssen alle Komponenten, die einzelnen Fertigungsschritte und deren Zusammenspiel ganzheitlich betrachtet, geprüft und validiert werden. Verfahren hierfür sind in der ift-Richtlinie VE 08/3 „Beurteilungsgrundlage für geklebte Verglasungssysteme“ [3] beschrieben.

Bei Kunststoffprofilen kommen neben der Zusammensetzung des PVC-U Compounds auch die Menge und Art der verwendeten und z.T. auf der Oberfläche verbleibenden Formentrennmittel sowie Reste eventuell verwendeter Reinigungsmittel eine entscheidende Bedeutung zu. Es ist ferner zu beachten, dass sich die Oberfläche nach der Extrusion durch äußere Einflüsse über die Zeit verändert.

Erfolgt die Klebung auf Holz, spielt nicht nur die Holzart, sondern auch deren Bearbeitungszustand (feinhobeln, schleifen, finieren) eine wichtige Rolle und muss festgeschrieben werden. Soll

auf behandeltem Holz geklebt werden, sind Klebstoff/Klebeband und Oberflächenbeschichtung aufeinander abzustimmen. Hierbei ist nicht nur zu beachten, dass der Klebstoff/das Klebeband eine gute Adhäsion zur Beschichtung ausbildet, sondern es ist auch die Haftung der Beschichtung zum Holz und deren innerer Festigkeit (Kohäsion) kritisch zu betrachten, um ein Versagen der Beschichtung zuverlässig zu verhindern.

Entsprechendes gilt für Aluminium als Fügepartner. Je nach Art der Oberflächenveredlung durch Eloxieren oder Pulverbeschichten können sich unterschiedliche Klebbarkeiten ergeben. Die Haftung der aufgetragenen Schichten zum Grundwerkstoff und deren innere Festigkeit müssen berücksichtigt werden.

Klebebänder versus Flüssigklebstoff

Vor dem Hintergrund der Einstufung des Fügeverfahrens Kleben als „spezieller Prozess“ und der daraus resultierenden Notwendigkeit besonderer Überwachungs- und Dokumentationsmaßnahmen [3,13] ist verständlich, dass der

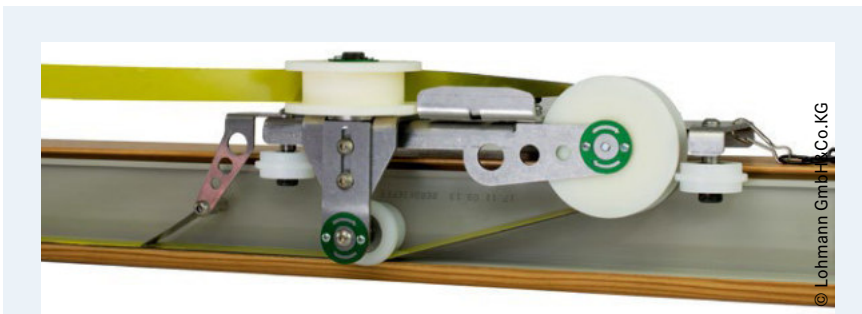


Bild 5: Handapplikatoren erleichtern das Auftragen von Klebebändern auf Holz- oder Aluminium-Profile.

Fensterbauer einen möglichst einfachen (Kleb-)Prozess bevorzugt. Die Entscheidung für ein Klebeband bietet, wie Tabelle 3 zeigt, deutliche Vorteile, da viele

der mit Flüssigklebstoffen verbundene Prozessanforderungen entfallen. Es hat sich gezeigt, dass bei Verwendung von Flüssigklebstoffen die typische hand-

werkliche Auftragsmethode mit Kartusche und Auspresspistole den technischen und optischen Anforderungen hinsichtlich Auftragsmenge und -form nicht gerecht wird. Ein prozesssicherer Klebstoffauftrag benötigt einen mit entsprechenden Investitionen verbundenen hohen Automatisierungsgrad. Die Verwendung von Klebebändern erfordert dagegen keine nennenswerten Änderungen des Fertigungsablaufs, d.h. alle Prozessschritte können mit den bestehenden Maschinen erfolgen.

Werden Kunststoffprofile verwendet, kann das Klebeband idealerweise schon beim Profilhersteller kurz nach der Extrusion des Profils unter Einhaltung des erforderlichen Anpressdrucks automatisiert auf eine definierte und ggf. vorbehandelte Oberfläche aufgebracht werden. Eventuelle Veränderungen der Kunststoffoberfläche durch Alterungseinflüsse oder Verschmutzungen haben dann keine Bedeutung mehr. Für den Fensterbauer verringert sich somit der Aufwand für die Prozessvalidierung und -dokumentation deutlich. Für die Anwendung auf Holz- oder Aluminium-Profilen stehen geeignete Handapplikatoren zur Verfügung (Bild 5).

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass eine Inkompatibilität zwischen Klebeband und Randverbundsystem des MIG praktisch ausgeschlossen werden kann. Entsprechende Spätschäden sind also nicht zu befürchten.

Klebfestigkeiten von Klebebändern liegen mit etwa 0,5 MPa unter denen typischerweise verwendeter Flüssigklebstoffe (ca. 1 – 3 MPa). Somit sind spannungsindizierter Glasbruch - bzw. beim Kleben auf bereits lackierten Rahmen ein Versagen in der Beschichtung - deutlich reduziert und der Austausch einer defekten Scheibe sehr einfach. Andererseits ist ein geringerer Beitrag zur Gesamtsteifigkeit des Fensters zu erwarten, der aber, da ein Herausquetschen von Klebstoff bei Klebebändern nicht auftritt, durch eine Verbreiterung

Quellenverweis

- [1] Manfred Pröbster, 50 Jahre Isolierglasdichstoffe (Teil I) adhäsion 06-2010 und Teil II, adhäsion 7-8/2010
- [2] Karin Lieb, Geklebte Fenster – darauf muss man achten, GLASWELT 07-2008
- [3] ift-Richtlinie VE-08/3, ift Rosenheim 2014
- [4] Karin Lieb, Geklebte Fenster – Hinweise zu Verarbeitung und Qualitätssicherung, ift-Publikation, ift Rosenheim 2008
- [5] Meinhardt Lemuth, Komplettlösungen für den HighTech-Fensterbau, Fachbeitrag 2. RAL Fachtagung Verklebung von Verglasung, Wiesbaden, 08.11.2012
- [6] Peter Harendt, Starkes Doppel, Fenster einkleben mit Klebebändern und Flüssigkleber, Zugriff: 23.12.2014
- [7] Bundesverband Flachglas e.V., Kompass für geklebte Fenster, BF-Merkblatt 001/2007 – Änderungsindex 1 – Okt. 2010, ,
- [8] Knut Göke, Fensterkleben in der Praxis, GKFP-Fachtagung 2012
- [9] Internetauftritt Fa. GEALAN Fenster System GmbH Zugriff 27.12.2014
- [10] Tagung „Verkleben von Verglasungen“ der Gütegemeinschaft Kunststoff-Fensterprofilssysteme e.V. (GKFP) 2012
- [11] Firmenschrift Otto Chemie GmbH, Profi-Raftgeber, Geklebte Fenster perfekt ausführen
- [12] Hartwig Lohse, Verglasung mit Klebebändern, Fachtagung WINDAYS 2015, Biehl 19./20.03.2015
- [13] A. Groß, H. Lohse, Qualitätssicherung in der Klebtechnik – Anforderungen der neuen DIN 2304 und ihre Auswirkung für Klebstoffanwender, adhäsion 6/2015
- [14] QKE Qualitätsverband Kunststoffzeugnisse e.V. in Bauelemente Bau 2/15 (http://www.gkfp.de/fileadmin/gkfp/inhalte_2015/Ver%C3%B6ffentlichungen/BB_02_15.pdf)
- [15] Trocken geklebte Isolierglaskonstruktion, adhäsion 4/2013

der Klebfläche zumindest z. T. kompensiert werden kann. Auf eine Verklotzung sollte wegen der etwas höheren Kriechneigung der Klebebänder nicht verzichtet werden. Um den Vorteil der Sofortfestigkeit der Klebebänder mit dem eines hohen Beitrags zur Gesamtsteifigkeit des Fensters der Flüssigklebstoffe zu kombinieren, gibt es Kombinationssysteme. Nach dem Aufbringen eines speziellen, ausgestanzten Leerflächen aufweisenden Klebebandes werden diese mit Flüssigklebstoff ausgefüllt und nach Abziehen der Klebebandabdeckung die Scheibe eingesetzt. Das Klebeband sorgt hier für die Sofortfestigkeit, ermöglicht damit zeitnah nachfolgende Prozessschritte und dient als „Schablone“ für einen korrekt positionierten Klebstoffauftrag gleicher Schichtdicke [5, 6].

Baurechtlicher Nachweis

Geklebte Verglasungssysteme werden durch das vorhandene baurechtliche Normenwerk (noch) nicht berücksichtigt. Dennoch bedarf ein Fensterflügel mit geklebter Verglasung als Teil eines Fensters einer CE-Kennzeichnung nach EN 14351-1. Die durchzuführenden Prüfungen können im Rahmen eines sogenannten Initial Type Tests am kompletten System, ggf. ergänzt durch Zusatzprüfungen nach der ift-Richtlinie VE 08/3 [3] erfolgen. Da die baurechtlichen Vorgaben im internationalen Vergleich recht unterschiedliche Anforderungen an die Prüfungen stellen, sei an dieser Stelle auf den in [4] gegebenen Vergleich der baurechtlichen Vorgaben in der Schweiz, Österreich und Deutschland sowie auf die Zusammenstellung von Normen und Regelwerken in [7] verwiesen.

Zusammenfassung

Bei einer entsprechenden Auswahl der Komponenten können Klebebänder im Prinzip für alle gängigen Fensterarten zur Verglasung eingesetzt werden. Inwieweit z.B. bei Kunststoffprofilen auf

eine Stahlarmierung verzichtet werden kann, hängt insbesondere von der Größe der Fensterflügel, dem verwendeten Profilwerkstoff- und design ab. Genauso kann die Frage, ob zweiflügelige Fenster ohne Stulp (Mittelposten) realisiert werden können, nicht allgemeingültig beantwortet werden. Auch hier kommt es auf das Zusammenspiel der Systemkomponenten an. Im Vergleich zu Flüssigklebstoffen erfordern Klebebänder vom Fensterbauer einen deutlich geringeren organisatorischen Aufwand in Entwicklung und Fertigung sowie geringere Investitionen, da der bestehende Fertigungsprozess praktisch unverändert fortgeführt werden kann. Eine flexible Fensterfertigung mit häufig wechselnden, individuellen Abmessungen ist ebenfalls möglich. Flüssigklebstoffe sind dagegen prädestiniert für die Fertigung von Serienfenstern mit festen Abmessungen. Der notwendige hohe Automatisierungsgrad wird hier zum Vorteil. ■

Die Autoren

Dipl.-Ing. Harald Krämer (harald.kraemer@lohmann-tapes.com, Tel. 02631 346401) ist als Market Manager im Bereich Architektur bei der Lohmann GmbH&Co. KG beschäftigt und war vorher in der Entwicklung von Profilsystemen tätig.

Dr. Hartwig Lohse (hlohse@hdyg.de, Tel. 04822 95180) bietet mit seinem Beratungsunternehmen Klebtechnik Dr. Hartwig Lohse e.K. Unterstützung bei klebtechnischen Fragestellungen an.

Verglasung mit Klebebändern - Chancen, Leistungen, Erfahrungen

- Einleitung
- Einführung in die Klebtechnik
 - Klebtechnische Grundlagen
 - Was sind und wie funktionieren Klebebänder
- Fensterverglasung mit Klebebändern
 - Klebebänder im Vergleich zu Flüssigklebstoffen
 - Konstruktive Überlegungen
 - Baurechtlicher Nachweis
- Anwendungsbeispiele
- Resümee



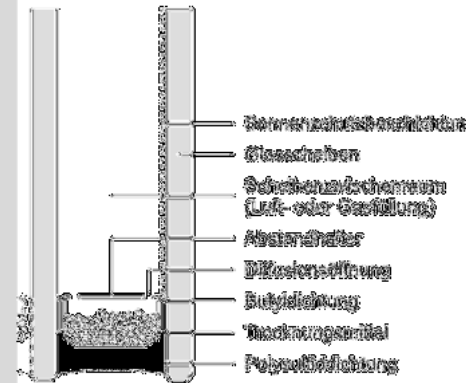
Bild: tesa SE

Audi 100 Baureihe 1977:

Erstes Serien Fahrzeug in Europa mit eingeklebter Frontscheibe

Die Frontscheibe wird struktureller Bestandteil der Karosserie, daraus resultiert u.a.

- Verringerung der Blechstärken bei gleicher Steifigkeit
- Gewichtseinsparung
- Automatisierung in der Montage



Mehrscheibenisolierverglasung:

Mit der Wärmeschutzverordnung wurden ab 1978 die bis dahin dominierenden Einfachverglasungen im Wohnbereich mehr und mehr durch Isolierglasfenster abgelöst

- verbesserte Wärmedämmung
- verbesserte Schalldämmung

Klebstoffe verbinden die Scheiben mit dem Abstandhalter und Dichten den Scheibenzwischenraum ab.

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

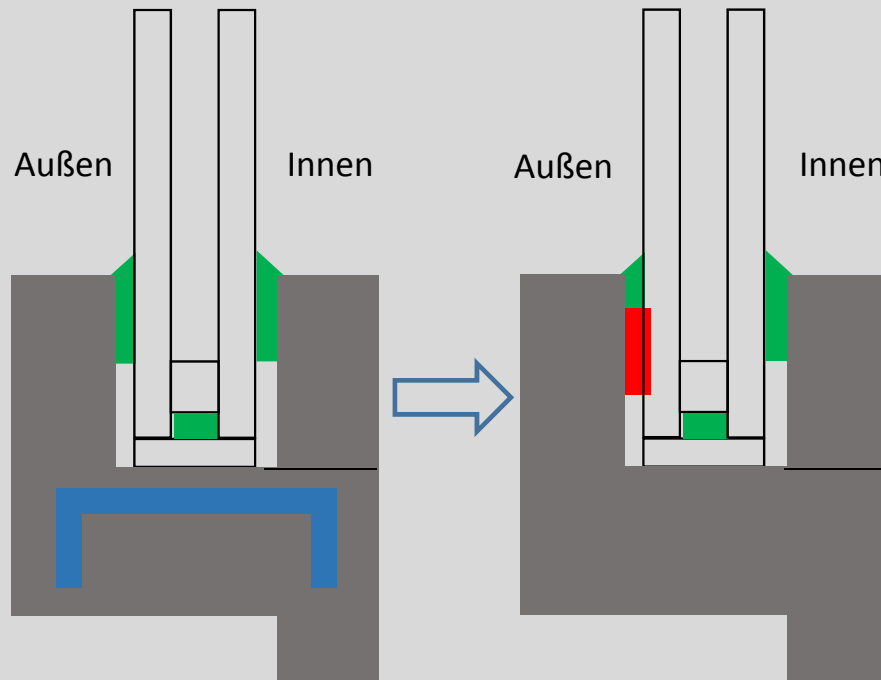
- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis




Anwendungsbeispiele

Resümee



Analog zum Automobilbau wird seit den 90er Jahren im Fensterbau der Einsatz von Glas als mittragendes, aussteifendes Element durch Verkleben des MIG mit dem Rahmen erprobt und auch bereits in der Serie eingesetzt.



 Profildichtung  Klebung  Stahlverstärkungsprofil

Vorteile:

- Gewichtsreduzierung
- verbesserte Steifigkeit erlaubt größere Fenster
- schlankere Profile, größere Glasflächen, mehr Licht
- verbesserte Optik
- erhöhter Wohnkomfort
- wärmetechnische Vorteile (Wegfall des Stahlprofils, schlankeres Rahmenprofil)

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

DIN EN 923

Klebstoff:

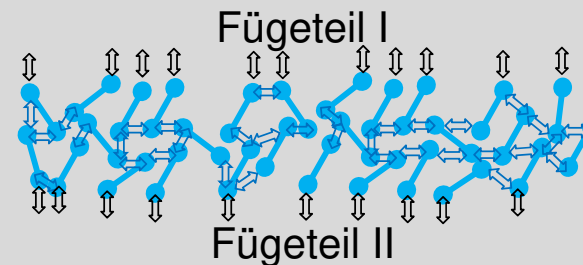
Nichtmetallischer Stoff, der Werkstoffe durch Oberflächenhaftung (Adhäsion) und innere Festigkeit (Kohäsion) miteinander verbinden kann

Kohäsionskräfte:

Innere Festigkeit eines Stoffes bestimmt im Wesentlichen durch das Klebstoffpolymer

Adhäsionskräfte:

Haftung eines Stoffes an einem anderen



- Die für das Zustandekommen der *Adhäsion* infrage kommenden Kräfte haben mit nur wenigen Nanometern eine äußerst geringe Reichweite (< 1 nm)
- Der Oberfläche der Fügeteile kommt eine besondere Bedeutung zu
- Der Klebstoff muss zur Oberfläche passen
- Die Oberfläche muss sauber sein

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

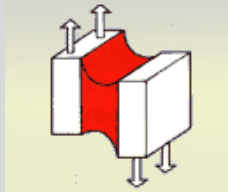
- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

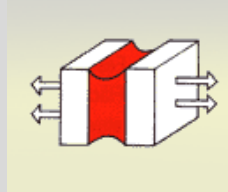
Resümee

Besonderheiten von Klebverbindungen:

- Gute Beständigkeit gegen flächig einwirkende Kräfte (Scherung, Zug, Druck, Schub oder Torsion)



Scher- und Schubbelastung



Zug- und Druckbelastung



Torsionsbelastung

- Anfällig gegen linienförmig wirkende Kräfte (Schälung, Spaltung, etc.)



Spaltbelastung



Schälbelastung

- Schutz der Klebung vor Einfluss schädlicher Medien (z.B. Wasser, UV-Strahlung, etc.) erforderlich

Bilder: Horst Stepanski

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen

- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Besonderheiten von Klebverbindungen:

- Vielfältige Vorteile:
 - Verbinden unterschiedlicher Werkstoffe möglich
 - Erhalt der Werkstoffeigenschaften: Keine Verletzung der Füge­teile z.B. durch Bohrlöcher oder hohe Temperaturen
 - Gleichmäßige, flächige Spannungsverteilung
 - Funktionsintegration
 - Toleranzausgleich, spaltüberbrückend
 - Dichtfunktion
 - Ausgleich unterschiedlicher Füge­teildynamik ($\Delta\alpha$ -Problematik)
 - Thermisch leitend oder isolierend
 - Elektrisch leitend oder isolierend
 - Vibrationsdämpfung und Schalldämmung
 - ...

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen

- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Besonderheiten von Klebverbindungen:

- Nachteile:
 - Eingeschränkte thermische Beständigkeit
 - Langzeitbeständigkeit wird zeitabhängig durch Medieneinfluss bestimmt
 - Widerlösbarkeit oft problematisch
 - Qualität kann nicht durch eine zerstörungsfreie, nachträgliche Überwachung überprüft werden (sog. „spezieller Prozess“ gem. ISO 9001)
 - Die Qualität der resultierenden Klebung kann bei jedem einzelnen Schritt entlang der Prozesskette gefährdet sein
 - Die Prozessfehler können sich ggf. erst bei Gebrauch bemerkbar machen
 - Zur Sicherstellung einer hohen Fertigungsqualität ist ein umfassendes Qualitätsmanagementsystem, ggf. unterstützt durch stichprobenartige zerstörende Prüfungen erforderlich
 - Qualität muss produziert, sie kann nicht „erprüft“ werden

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen

- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

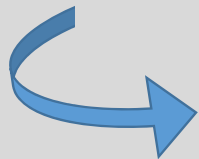
Resümee



Klebeband:

„flexibles Band oder flexibler Träger, beschichtet mit einem haftklebrigen, anfeuchtbaren oder wärmeaktivierbaren Klebstoff“

DIN EN 923



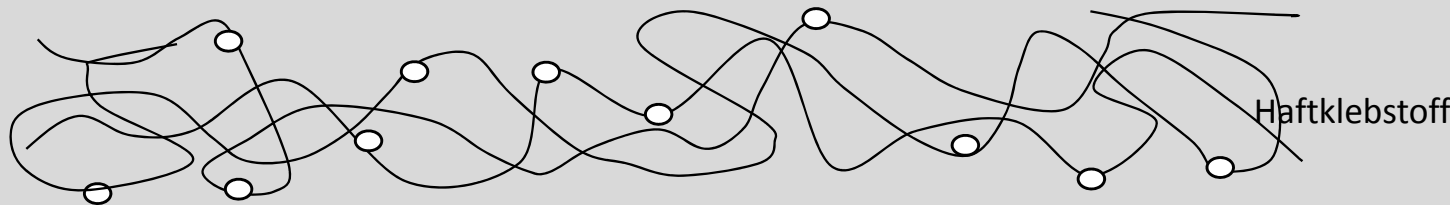
Haftklebstoffklebstoff:

„Klebstoff, der bei Raumtemperatur in trockenem Zustand dauerklebrig ist und der unter kurzem, geringen Druck leicht an Oberflächen haftet“

DIN EN 923

Funktionsweise:

- Der getrocknete Haftklebstoff liegt als hoch viskose, viskoelastische Flüssigkeit mit einem niedrigen T_g (üblicherweise $< -10\text{ °C}$) vor



○ Funktionelle Gruppen im Haftklebstoff

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

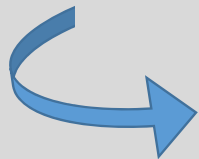
Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebeband:

„flexibles Band oder flexibler Träger, beschichtet mit einem haftklebrigen, anfeuchtbaren oder wärmeaktivierbaren Klebstoff“

DIN EN 923



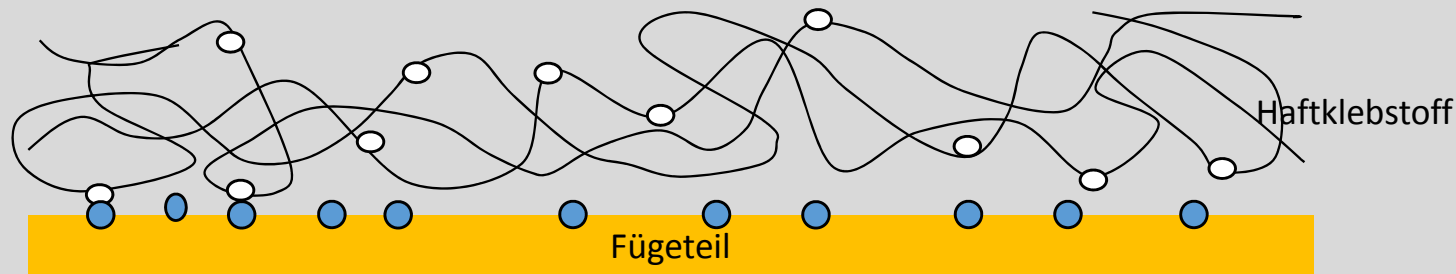
Haftklebstoffklebstoff:

„Klebstoff, der bei Raumtemperatur in trockenem Zustand dauerklebrig ist und der unter kurzem, geringen Druck leicht an Oberflächen haftet“

DIN EN 923

Funktionsweise:

- Die im Klebstoffpolymer, nahe der Fügeiteiloberfläche befindlichen funktionellen Gruppen treten mit solchen in der Fügeiteiloberfläche in Wechselwirkung (Tack).



● Funktionelle Gruppen im Fügeiteile

○ Funktionelle Gruppen im Haftklebstoff

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebertechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



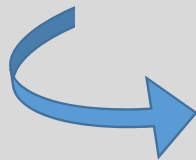
windays

lundi 19 et vendredi 20 mars 2015
Palais des Congrès, Bienne

Klebeband:

„flexibles Band oder flexibler Träger, beschichtet mit einem haftklebrigen, anfeuchtbaren oder wärmeaktivierbaren Klebstoff“

DIN EN 923



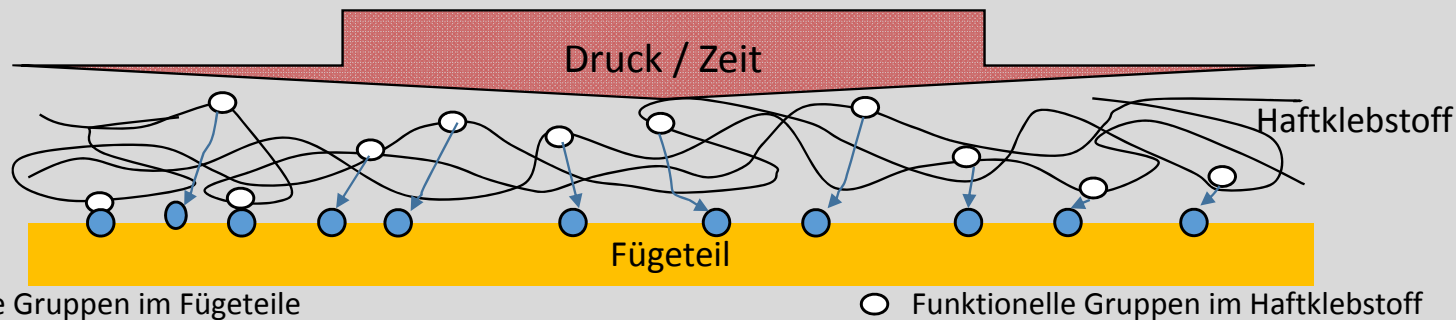
Haftklebstoffklebstoff:

„Klebstoff, der bei Raumtemperatur in trockenem Zustand dauerklebrig ist und der unter kurzem, geringen Druck leicht an Oberflächen haftet“

DIN EN 923

Funktionsweise:

- Durch Druck und Zeit gelangen auch solche Gruppen, die mehr im Polymerinneren liegen in die Grenzfläche und bilden zusätzliche Bindungen



Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



windays

leudi 19 et vendredi 20 mars 2015
Palais des Congrès, Bienne

Klebebänder, Bezeichnungen bei Rollen- bzw. Spulenware

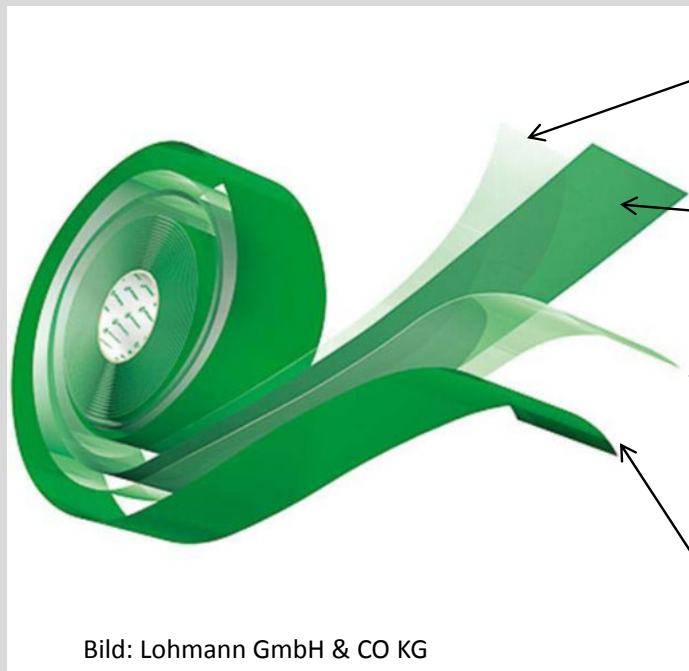
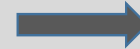


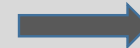
Bild: Lohmann GmbH & CO KG

Klebschicht
offene Seite



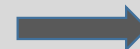
Adhäsion zum Füge teil 1
Kohäsion

Träger



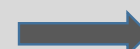
Kohäsionsfestigkeit,
Elastizität,
Toleranzausgleich

Klebschicht
abgedeckte
Seite



Adhäsion zum Füge teil 2
Kohäsion

Abdeckung
(Liner)



„Verpackung“

Einleitung

Einführung in die
Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung
mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele
Resümee

Anforderungen an Klebstoffe für die Fensterverglasung

Ausreichende Festigkeit

- Adhäsion zu Glas und Rahmenwerkstoff
- Kohäsion
- Temperaturbereich -20 bis 60 °C
- Transport
- Gebrauch

Beständig gegen auftretende mechanische Belastungen

- Öffnen/Schließen, Last im geöffneten Zustand
- Indruck
- Unterschiedliches thermisches Ausdehnungsverhalten der Fügeteile (Scheibe, Rahmen) und/oder ΔT Außen/Innen

Beständig gegen auftretende mediale Belastungen

- Feuchtigkeit
- Reinigungsmittel
- Sonnenlicht (UV-Strahlung)

sonstiges

- Spaltüberbrückung, Ausgleich von Fertigungstoleranzen
- Kompatibilität mit Randverbund
- Langzeitbeständigkeit

Über den gesamten Lebenszyklus muss unter allen real auftretenden Bedingungen sichergestellt sein, dass BELASTBARKEIT > BELASTUNG

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

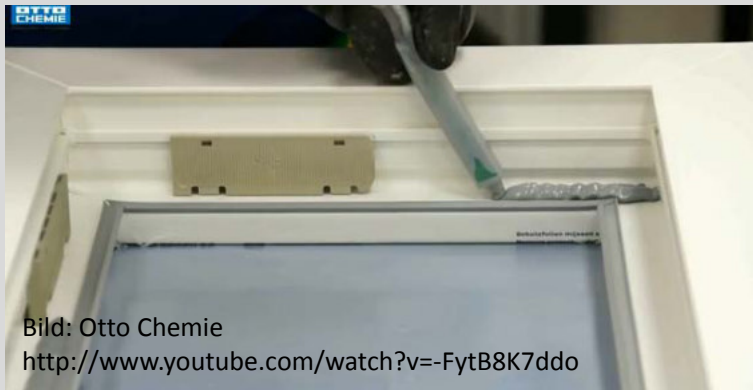
- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



Klebstoffe für die Fensterverglasung



1-k-Klebstoff:

- Härtung durch Reaktion mit Umgebungsfeuchte

2-k-Klebstoff:

- Härtung durch chemische Reaktion der beiden Klebstoffkomponenten

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung



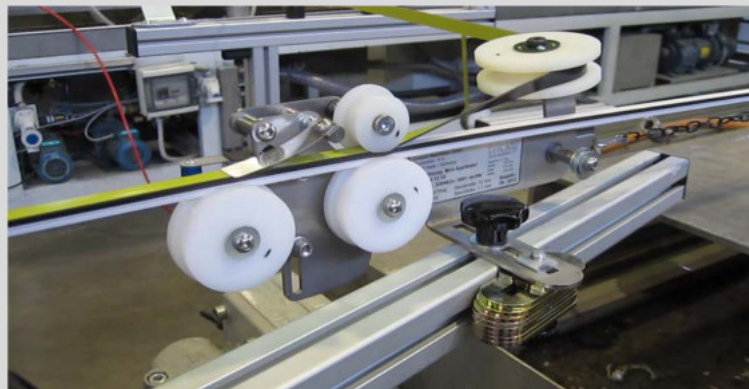
1-k-Klebstoff:

- Härtung durch Reaktion mit Umgebungsfeuchte

2-k-Klebstoff:

- Härtung durch chemische Reaktion der beiden Klebstoffkomponenten

Klebeband bereits bei der Profilherstellung vorappliziert
„Ready to use“



Video: Lohmann GmbH & CO KG

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

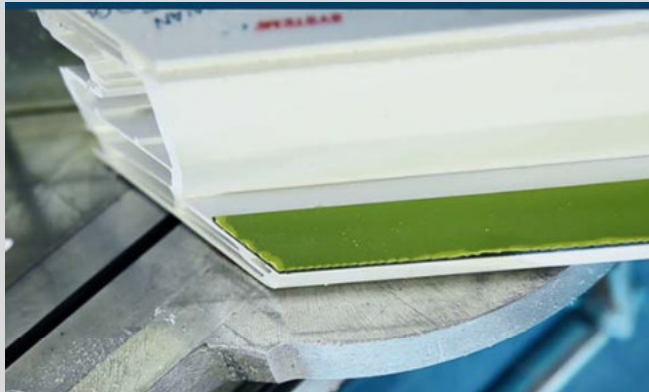
Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

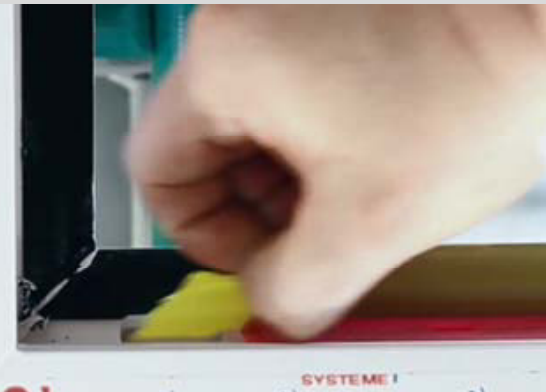
Prozessschritte bei der Verglasung mit Klebeband



Klebeband nach dem Zuschnitt



Verschweißen der Ecken



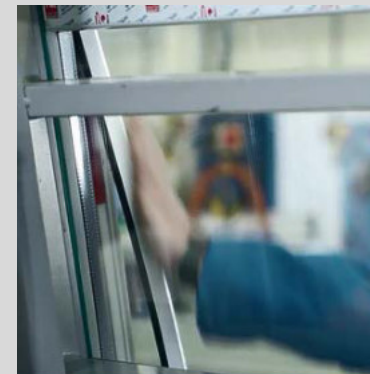
Entfernen der Abdeckung



Klebeband anfeuchten



Einsetzen der Scheibe



Montieren der Glasleisten

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Quelle: GEALAN Fenster System GmbH
<http://stv.gealan.de/site/how-to.php>



Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein
Vor-appliziert durch Profilversteller	nein	nein	möglich

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein
Vor-appliziert durch Profilversteller	nein	nein	möglich
Dosieren und Mischen der Komponenten	Nein	ja	nein

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein
Vor-appliziert durch Profilversteller	nein	nein	möglich
Dosieren und Mischen der Komponenten	Nein	ja	nein
Mengenkontrolliertes Aufbringen auf den Rahmen	ja blasenfrei	ja blasenfrei	nein

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein
Vor-appliziert durch Profilversteller	nein	nein	möglich
Dosieren und Mischen der Komponenten	Nein	ja	nein
Mengenkontrolliertes Aufbringen auf den Rahmen	ja blasenfrei	ja blasenfrei	nein
Zu kontrollierende Raumbedingungen beim Kleben	Temperatur rel. Feuchte	Temperatur	Temperatur

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt	Flüssigklebstoff		Klebeband
	1-k-	2-k-	
Oberflächenvorbehandlung			
• Reinigung	ja	ja	nur MIG
• Primer	ja	ja	nein
Vor-appliziert durch Profilversteller	nein	nein	möglich
Dosieren und Mischen der Komponenten	Nein	ja	nein
Mengenkontrolliertes Aufbringen auf den Rahmen	ja blasenfrei	ja blasenfrei	nein
Zu kontrollierende Raumbedingungen beim Kleben	Temperatur rel. Feuchte	Temperatur	Temperatur
Erreichen der Anfangsfestigkeit	sehr langsam	topfzeitabhängig	sofort

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebstoffe für die Fensterverglasung - Vergleich des Klebprozesses

Prozessschritt

Oberflächenvorbehandlung

- Reinigung
- Primer

Vor-appliziert durch Profilversteller

Dosieren und Mischen der Komponenten

Mengenkontrolliertes Aufbringen auf den Rahmen

Zu kontrollierende Raumbedingungen beim Kleben

Erreichen der Anfangsfestigkeit

Gefahr der Verschmutzung

Flüssigklebstoff

1-k-

2-k-

Klebeband

Aufwendiger möglichst automatisierter Klebprozess mit hohem Investitions- und Qualitätssicherungsaufwand

Nur geringfügige Prozessanpassungen erforderlich

ja

ja

nein

Nein

ja

blasenfrei

Temperatur

rel. Feuchte

sehr langsam

ja

ja

ja

nein

ja

ja

blasenfrei

Temperatur

topfzeitabhängig

ja

nur MIG

nein

möglich

nein

nein

Temperatur

sofort

nein

sofort

nein

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



windays

jeudi 19 et vendredi 20 mars 2015
Palais des Congrès, Bienne

Vorteile der Verglasung mit Klebeband

- Normaler Fertigungsdurchlauf
 - Zuschnitt, Verschweißen und Verputzen der Ecken kann mit bestehenden Maschinen erfolgen
 - Lediglich Oberflächenvorbehandlung des MIG erforderlich (bei auf dem Profil vorappliziertem Klebeband)
 - Keine einzuhaltenden Prozesszeiten (z.B. Ablüftezeiten des Primers, Topf- und Härtingszeit des Klebstoffs)
 - Keine besonderen einzuhaltenden Raumbedingungen (rel. Luftfeuchtigkeit bei 1-k-Klebstoffen)
 - Geringes Risiko der Inkompatibilität zum Randverbund

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Vorteile der Verglasung mit Klebeband

- Normaler Fertigungsdurchlauf
 - Zuschnitt, Verschweißen und Verputzen der Ecken kann mit bestehenden Maschinen erfolgen
 - Lediglich Oberflächenvorbehandlung des MIG erforderlich (bei auf dem Profil vorappliziertem Klebeband)
 - Keine einzuhaltenden Prozesszeiten (z.B. Ablüftezeiten des Primers, Topf- und Härtingszeit des Klebstoffs)
 - Keine besonderen einzuhaltenden Raumbedingungen (rel. Luftfeuchtigkeit bei 1-k-Klebstoffen)
 - Geringes Risiko der Inkompatibilität zum Randverbund
- Keine Gefahr der Verschmutzung

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Vorteile der Verglasung mit Klebeband

- Normaler Fertigungsdurchlauf
 - Zuschnitt, Verschweißen und Verputzen der Ecken kann mit bestehenden Maschinen erfolgen
 - Lediglich Oberflächenvorbehandlung des MIG erforderlich (bei auf dem Profil vorappliziertem Klebeband)
 - Keine einzuhaltenden Prozesszeiten (z.B. Ablüftezeiten des Primers, Topf- und Härtingszeit des Klebstoffs)
 - Keine besonderen einzuhaltenden Raumbedingungen (rel. Luftfeuchtigkeit bei 1-k-Klebstoffen)
 - Geringes Risiko der Inkompatibilität zum Randverbund
- Keine Gefahr der Verschmutzung
- Keine Investitionen in aufwendige Anlagentechnik zum automatisierten Klebstoffauftrag erforderlich → auch für kleinere Stückzahlen und hohe Variantenvielfalt geeignet
 - Sicherstellen der erforderlichen Klebstoffmenge, Raupenform und –position, sowie der resultierenden Klebschichtdicke ist bei der Verwendung von Flüssigklebstoffen nur durch einen automatisierten Prozess möglich

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



Vorteile der Verglasung mit Klebeband

- Normaler Fertigungsdurchlauf
 - Zuschnitt, Verschweißen und Verputzen der Ecken kann mit bestehenden Maschinen erfolgen
 - Lediglich Oberflächenvorbehandlung des MIG erforderlich (bei auf dem Profil vorappliziertem Klebeband)
 - Keine einzuhaltenden Prozesszeiten (z.B. Ablüftezeiten des Primers, Topf- und Härtingszeit des Klebstoffs)
 - Keine besonderen einzuhaltenden Raumbedingungen (rel. Luftfeuchtigkeit bei 1-k-Klebstoffen)
 - Geringes Risiko der Inkompatibilität zum Randverbund
- Keine Gefahr der Verschmutzung
- Keine Investitionen in aufwendige Anlagentechnik zum automatisierten Klebstoffauftrag erforderlich → auch für kleinere Stückzahlen und hohe Variantenvielfalt geeignet
 - Sicherstellen der erforderlichen Klebstoffmenge, Raupenform und –position, sowie der resultierenden Klebschichtdicke ist bei der Verwendung von Flüssigklebstoffen nur durch einen automatisierten Prozess möglich
- Geringer Überwachungs-, Prüf- und Dokumentationsaufwand, geringes Fertigungsrisiko

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

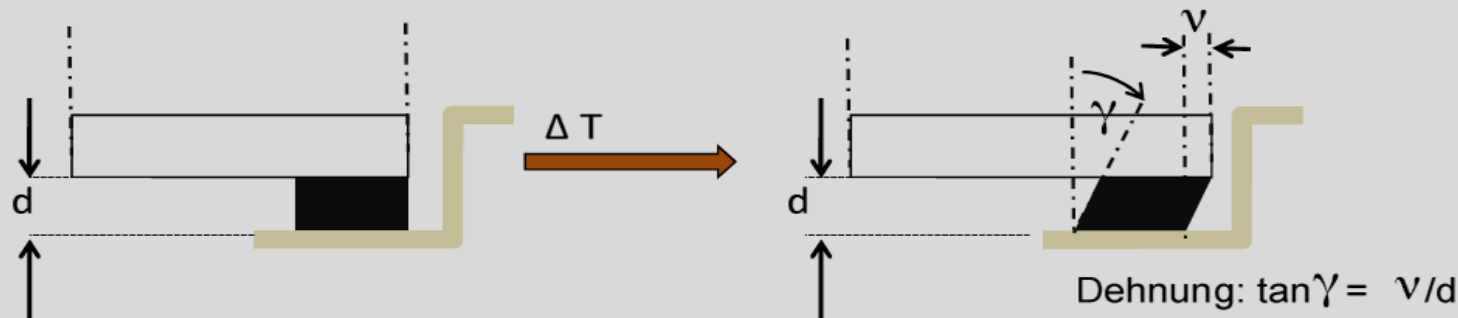
Anwendungsbeispiele

Resümee



Mechanische Eigenschaften des Klebstoffs/Klebebandes

- Klebkraft vs. Elastizität:
 - prinzipiell tendiert man dazu Klebstoffe mit hoher Festigkeit zu bevorzugen um den maximalen Beitrag des MIG zur Fenstersteifigkeit zu erhalten
 - Der Klebstoff/das Klebeband darf jedoch nicht derart hohe Kräfte auf das MIG übertragen, dass es bei Belastung zur Schädigung des Rahmenverbundes oder gar zum Glasbruch kommt. Genauso darf beim Kleben auf einer Beschichtung nicht deren Versagen induziert werden.
 - Der Klebstoff/das Klebeband muss eine ausreichende Flexibilität (hohe Reißdehnung) haben um, z.B. durch thermische Ausdehnung bedingte mechanische Belastungen „ab zu puffern“; dies erfordert eine gewisse minimale Klebschichtdicke



Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Mechanische Eigenschaften des Klebstoffs/Klebebandes

- Klebkraft vs. Elastizität:

- Die mit Klebebändern erreichbaren Festigkeiten liegen z.T. deutlich unter denen die mit Flüssigklebstoffen zu realisierenden sind.

Klebstoffart	Flüssigklebstoff	Klebeband
Festigkeit	1 - 3 MPa	~ 0,5 MPa
Reißdehnung	> 200 %	~ 300 %

- Als Folge ist bei der Verwendung von Klebebändern
 - die Gefahr von Glasbruch oder Versagen in einer eventuellen Beschichtung als Klebuntergrund praktisch zu vernachlässigen
 - die Kriechneigung höher, auf die übliche Verklotzung sollte nicht verzichtet werden. Die Klebung überträgt trotzdem einen Teil der durch das Eigengewicht des MIG wirkenden Kräfte direkt auf den Rahmen und verringert so die punktförmige Belastung der Glaskanten und des Randverbunds im Bereich der Klötze.
 - der Beitrag zur Gesamtsteifigkeit des Fensters geringer
 - eine Reparatur eher möglich als bei der Verwendung von Flüssigklebstoffen (Abhängig vom Design des Klebflansches)

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



Berücksichtigung der Eigenschaften von Klebstoffen/Klebebändern

- Schutz der Klebung vor äußeren Belastungen:
 - Die Festigkeit von Klebungen ist Temperaturabhängig, dies muss bei der Klebstoffauswahl und auch bei der Konstruktion berücksichtigt werden.
Es liegt in der Natur der Fenster, dass die Außenseiten zeitweilig direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und sich, gerade bei dunklen Farben entsprechend erwärmen.
→ erhöhte Temperaturbelastung
→ erhöhte $\Delta\alpha$ -Problematik
 - Auch wenn die bei der Herstellung für Verglasungs-Klebebändern verwendeten Acrylat-Haftklebstoffe eine gute UV-Beständigkeit besitzen, ist eine konstruktive Abschattung vorteilhaft.
 - Dem Schutz der Klebung vor stehendem Wasser durch eine entsprechende Konstruktion kommt nicht nur bei der Verglasung mit Klebebändern eine hohe Bedeutung zu.
(ist bei Holzfenstern ohnehin zum Schutz der Beschichtung erforderlich)

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

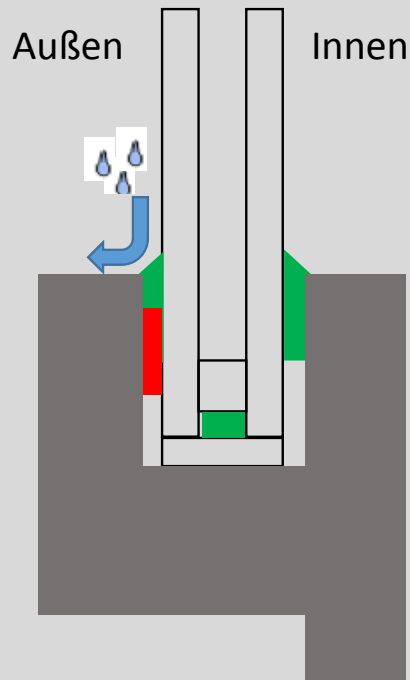
- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

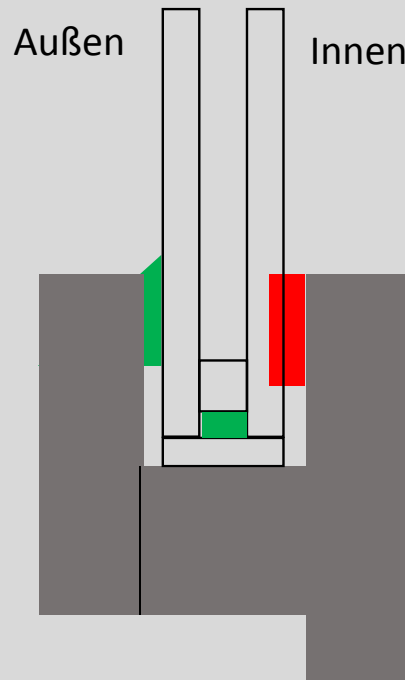
Resümee


Designmöglichkeiten


Position 1
z.B. Kunststofffenster



Position 4
z.B. Holz-/Alu-Fenster



 Klebeband

 Abdichtung

 Optionale Abdichtung

Vorteile einer innenliegende Verklebung:

- keine Gefahr durch stehendes Wasser
- geringere thermische Belastung
- geringe Belastung aufgrund thermischer Ausdehnung
- verringerte UV-Belastung

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

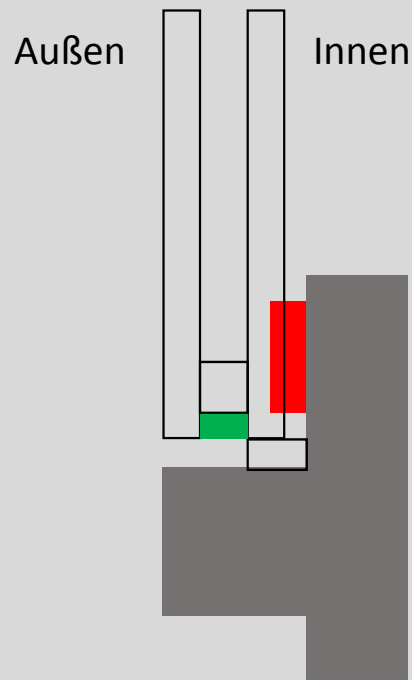
- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee


Designmöglichkeiten

Position 4
mit tragender Isolierglasklebung



- Keine vollständige Lastabtragung über die Klötze
- Der Randverbund muss dauerhaft in der Lage sein ohne Funktionsverlust (Abdichtung des Zwischenraums gegen Gasverlust und Feuchtigkeitszutritt) das Eigengewicht der äußeren Glasscheibe aufzunehmen.

 Klebeband

 Abdichtung

Optionale Abdichtung

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Grundsätzliche Überlegungen

- Alle Komponenten und die jeweiligen Prozessschritte müssen ganzheitlich betrachtet und bewertet werden.
- Bei Kunststofffenstern sind von Bedeutung:
 - die Zusammensetzung des PVC-U Compounds
 - die Art und Menge des auf der Oberfläche vorhandenen Formtrennmittel
 - eventuell auf der Oberfläche verbliebene Reinigungsmittelreste
 - das Alter der Oberfläche (zeitabhängige Veränderung nach dem Extrusionsprozess)
- Bei Holzfenstern die:
 - die Holzart
 - der Feuchtegehalt
 - der Bearbeitungszustand (feinhobeln, schleifen, finieren)
 - die Art und Schichtdicke einer eventuellen Beschichtung und deren Adhäsions- und Kohäsionseigenschaften, sowie deren „Klebarkeit“ („soil release Lacke“ sind nicht geeignet)
- Bei Aluminium ist die Oberflächenveredlung (eloxiert oder pulverbeschichtet) zu beachten

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen

Konstruktive Überlegungen

- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



Grundsätzliche Überlegungen

Bei einer entsprechenden Auslegung der Komponenten sind im Prinzip alle gängigen Fensterarten realisierbar.

Inwieweit schlankere Profile verwendet werden können und bei Kunststofffenstern z.B. auf eine Stahlarmierung verzichtet werden kann, hängt u.a.

- von der Fensterart (z.B. Dreh-Kipp-, Stulp-, Schwing-, Schiebefenster)
 - der Fenstergröße, insbesondere der Fensterflügel
 - des vorgesehenen Fensterprofils (Material, Design)
 - 2-Scheiben- oder 3-Scheiben-Isolierglas, Scheibenstärke, Gewicht des MIG
 - der angestrebten Sicherheitsklasse
 - der vorgesehenen Klebfläche
 - des verwendeten Klebstoffs/Klebebandes
- ab und kann nicht allgemein beantwortet werden

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen

Konstruktive Überlegungen

- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



- Das existierende baurechtliche Normenwerk berücksichtigt geklebte Verglasungssysteme derzeit (noch) nicht
- Dennoch bedürfen geklebte Fensterflügel einer CE-Kennzeichnung nach EN 14351-1 was entsprechende Prüfungen voraussetzt.
- Die ifT-Richtlinie VE 08/3 gibt Hinweise zu entsprechenden Prüfungen auch für die Prüfungen von Klebstoffen und Klebebändern
- Prüfungen nach RAL-Richtlinien beziehen sich dagegen auf das Gesamtsystem
- Die baurechtlichen Vorgaben stellen im internationalen Vergleich recht unterschiedliche Anforderungen an die durchzuführenden Prüfungen.



Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

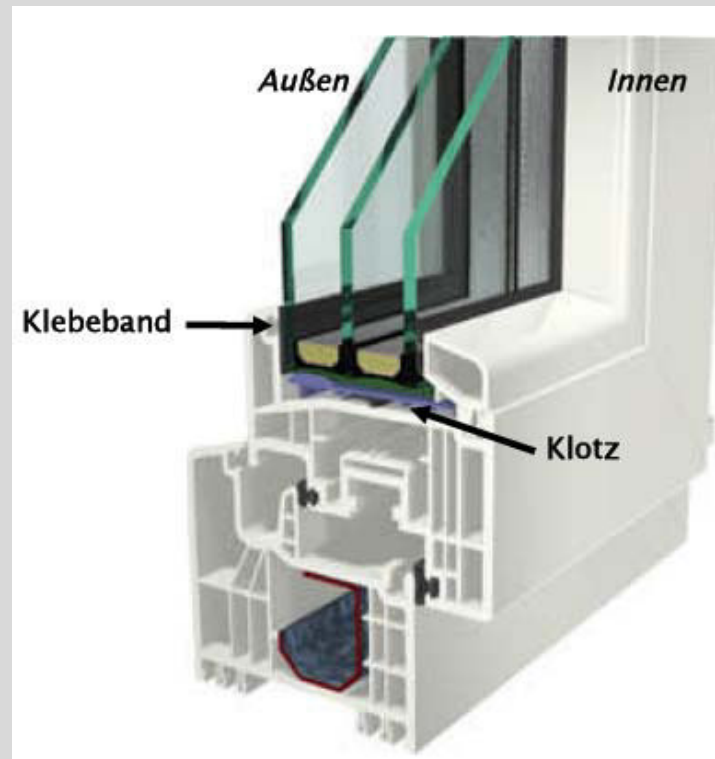


Klebeband-Verglasung in Position 1

Profil: PVC-U
Klebung: Position 1 mit Verklotzung
Klebebandauftrag: auf das Profil bei der Profilverstellung

Vorteile:

- Normaler Fertigungsablauf beim Fensterbauer ohne Zusatzinvestitionen
- Bei normal großen Elemente bis 1,5 x 1,5 m keine Stahl-Aussteifung erforderlich
- Mit Stahl-Aussteifung übergroße Elemente, z.B. Balkontüren bis 2,5 m Flügelhöhe möglich
- mit um bis zu 0,2 W/m²K verbesserte U_f-Werte
- Reparaturtauglich
- RAL-GZ 7166/1, Abschn. III, teil A zugelassen
→ ift-Publikation, K. Lieb, Geklebte Fenster
→ BF-Merkblatt 001/2007



Quelle: GEALAN Fenster-System GmbH
<http://www.gealan.de/fensterbauer/produkte/andere/stv/>

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Klebeband-Verglasung in Position 4

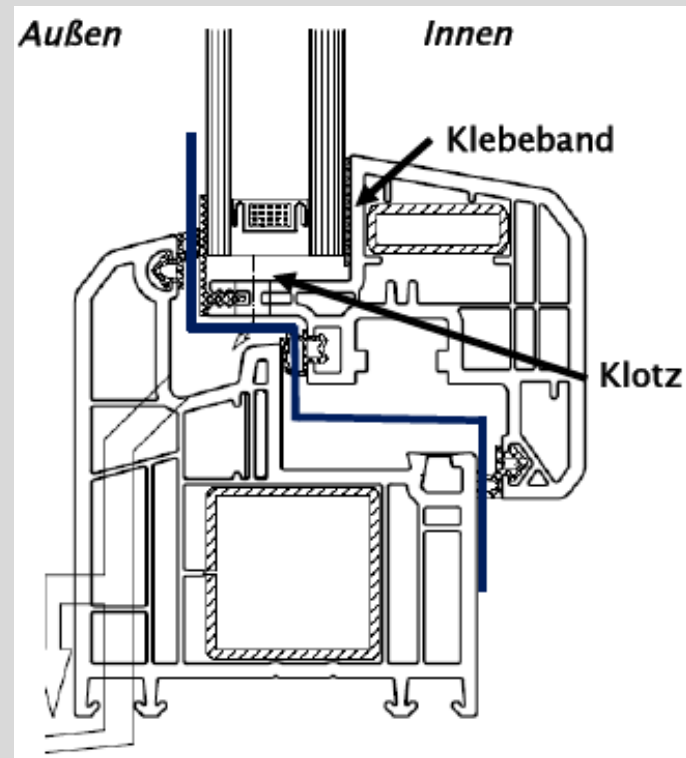
Profil: PVC-U

Klebung: Position 4 mit Verklotzung

Klebebandauftrag: auf das Profil bei der
Profilherstellung

Vorteile:

- Klebebandauftrag beim Profilhersteller
- Innenliegende Klebung, minimale Belastung durch stehendes Wasser
- Reparaturtauglich



Quelle: Lohmann GmbH & Co KG

Einleitung

Einführung in die Klebertechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

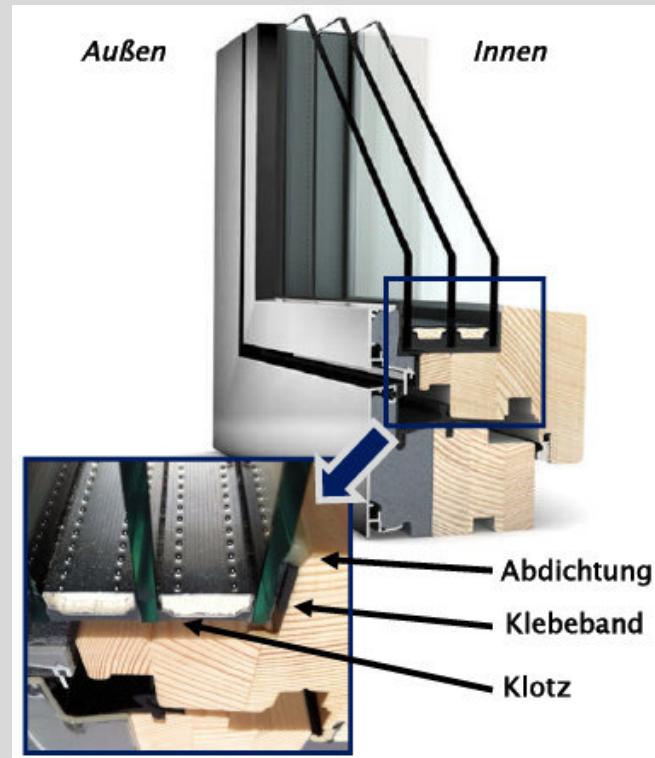
Resümee

Klebeband-Verglasung am Holz-Alu-Fenster

Profil: Holz-Alu
Klebung: Position 4 mit Verklotzung
Klebebandauftrag: auf das Holz-Profil

Vorteile:

- Klebebandauftrag beim Fensterbauer
- Innenliegende Klebung, minimale Belastung durch stehendes Wasser
- Reparaturtauglich



Quelle: Internorm International GmbH/Lohmann GmbH & Co KG
<http://www.internorm.com/de/produkte/home-pure/home-pure-fenster/holzaluminium.html/>

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

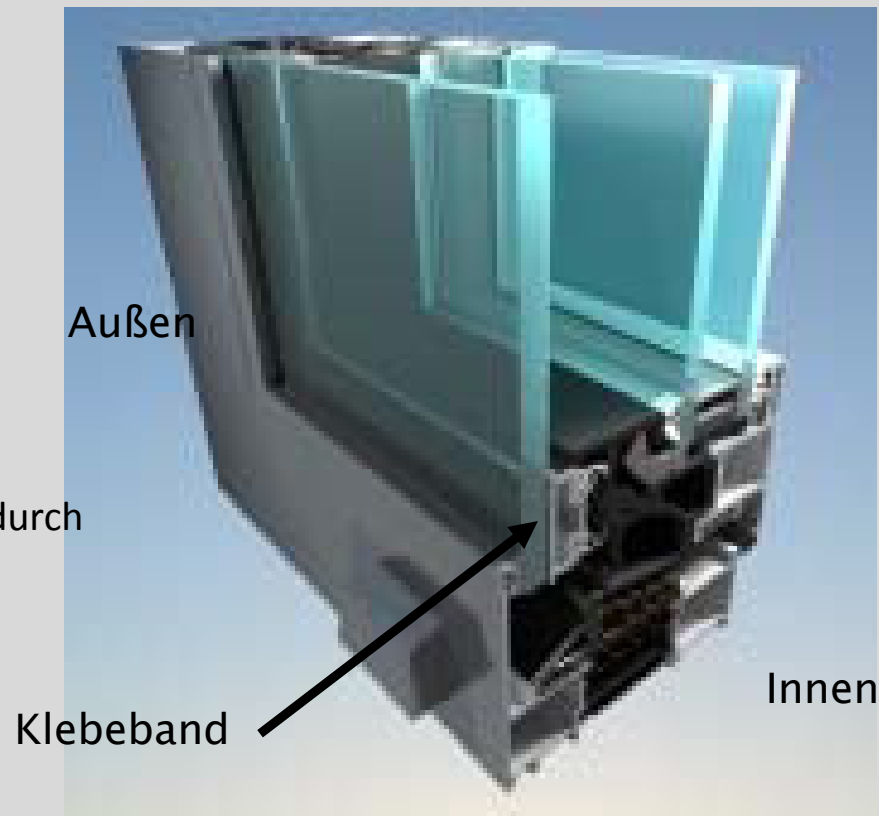
Resümee

Klebeband-Verglasung am Verbundfenster

Profil: Aluminium
Klebung: Position 2
Klebebandauftrag: Beim Fensterbauer

Vorteile:

- Kombination des inneren MIG mit einem vorgesetzten Flügel (zusätzliche Wärme- und Schalldämmung)
- Innenliegende Klebung, minimale Belastung durch stehendes Wasser



Quelle: Eduard Hueck GmbH & Co KG
<http://www.hueckrichter.at/download/WEBDAV/hrplanung2.013/Kataloge/LAMBDA/100/L100.pdf>

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee

Resümee

- Das Einbeziehen des MIG in die Struktur des Fensterflügels durch Verklebung bietet verschiedene Vorteile
- Die Verklebung kann mittels chemisch vernetzenden Flüssigklebstoffen oder mittels doppelseitiger Klebebänder erfolgen
- Beide Technologien bedürfen einer ganzheitlichen Betrachtung des kompletten Systems mit allen beteiligten Komponenten
- Kleben als sog. „spezieller Prozess“ erfordert von dem Ausrühenden die Berücksichtigung und Umsetzung verschiedener klebtechnischer Anforderungen
- Flüssigklebstoffe erfordern in der Regel einen höheren Aufwand und eine Prozesssicherheit ist nur durch einen hohen Automatisierungsgrad sicherzustellen
- Klebebänder können in der Regel ohne nennenswerte Änderungen des Fertigungsablaufs und ohne große Investitionen eingesetzt werden
- Klebebänder sind prädestiniert für eine flexible Fensterfertigung mit häufig wechselnden individuellen Abmessungen der Fenster
- Flüssigklebstoffe sind prädestiniert für die Fertigung von „Serien-Fenstern“

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee



Vielen Dank für Ihre Zeit und
Ihre Aufmerksamkeit

Fragen?

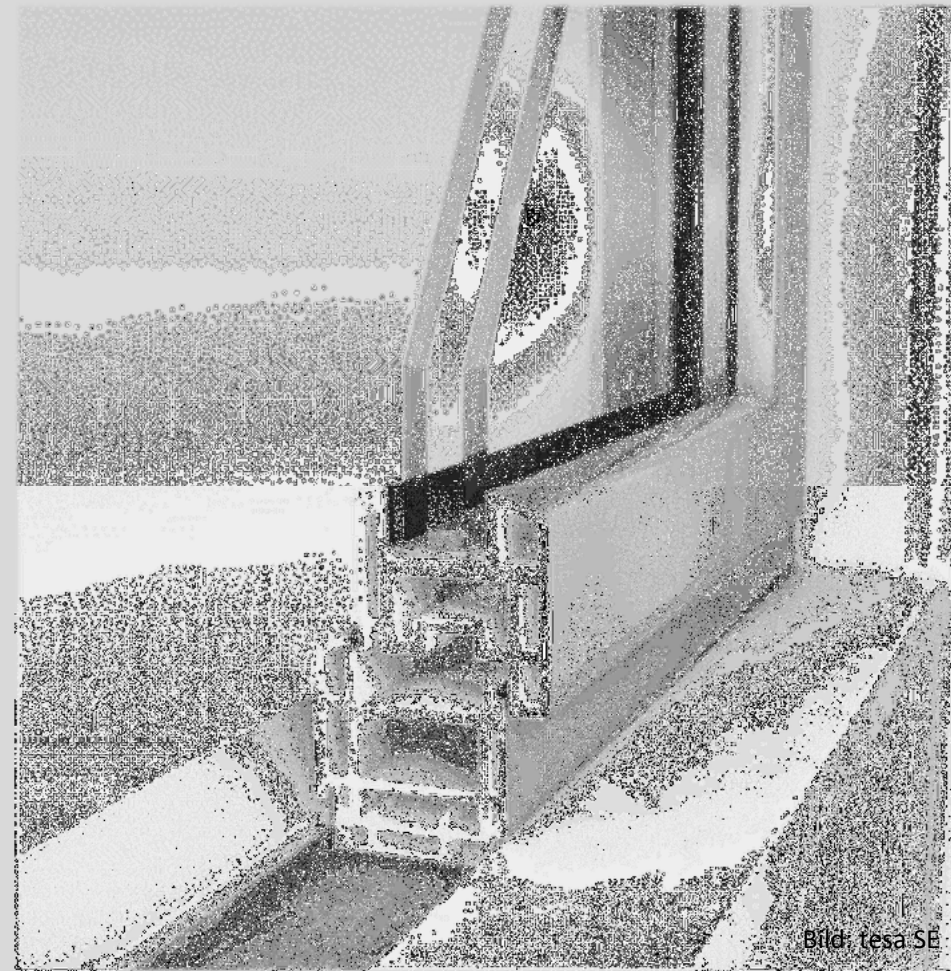
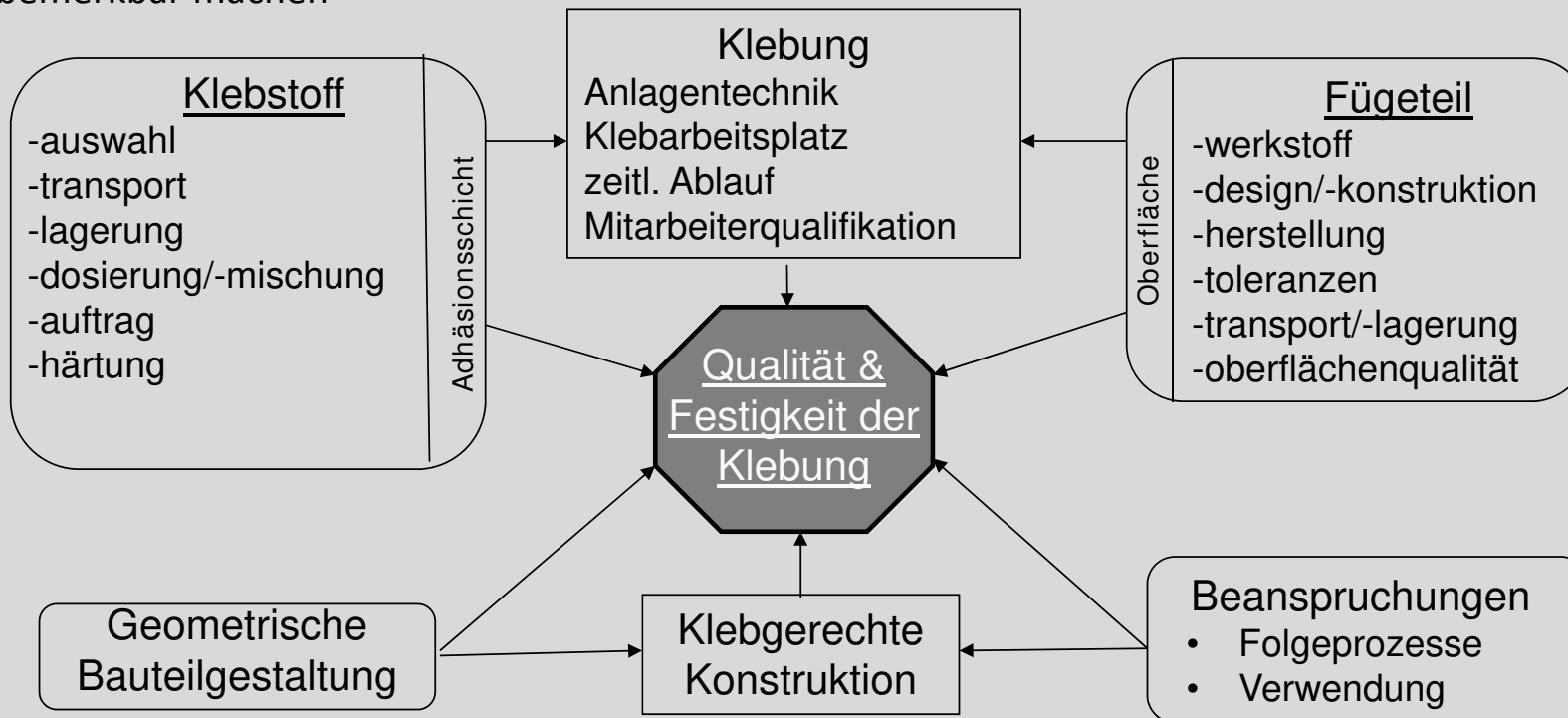


Bild: tesa SE



„spezieller Prozess“ gem. EN ISO 9001: Prozessfehler können sich evtl. erst im Gebrauch bemerkbar machen



nach: G. Habenicht, Kleben, Springer Verlag, 2002

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele
Resümee

Kombinationsverklebung: Klebeband – Flüssigklebstoff

Durch die Kombination von Klebebändern mit Flüssigklebstoff können die Vorteile beider Systeme weitgehend genutzt und die Nachteile vermieden werden.

Es kommt ein doppelseitiges Klebeband mit ausgestanzten Leerflächen, die mit Flüssigklebstoff gefüllt werden zum Einsatz

Das Klebeband

- liefert die Soforthaftung
- bestimmt die Schichtdicke
- maskiert die Klebfläche bei der Lackierung

Der Flüssigklebstoff

- liefert die höhere Verbundfestigkeit

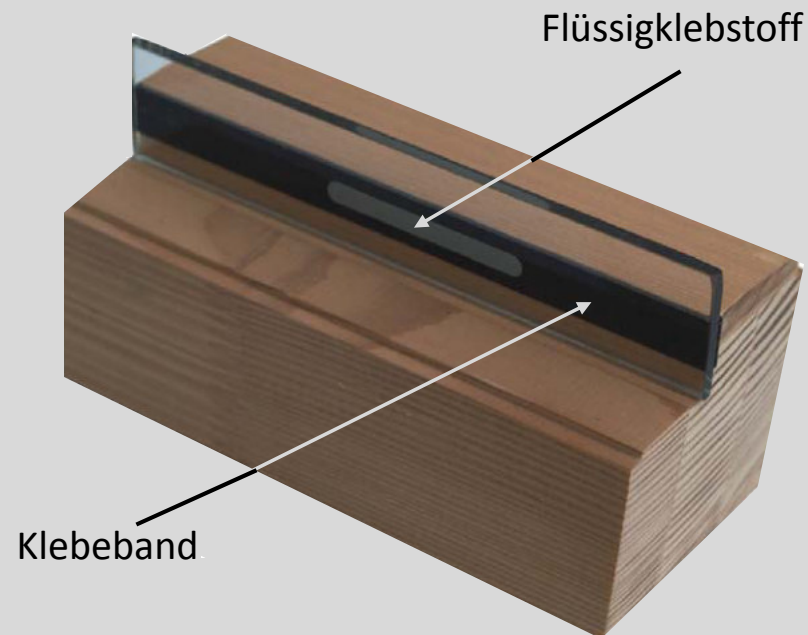


Bild: Lohmann GmbH & CO KG
Glaswelt Sonderheft

Einleitung

Einführung in die Klebtechnik

- Klebtechnische Grundlagen
- Klebebänder

Fensterverglasung mit Klebebändern

- Vergleich mit Flüssigklebstoffen
- Konstruktive Überlegungen
- Baurechtlicher Nachweis

Anwendungsbeispiele

Resümee