

Andere Länder – andere Zargen. Türzargen around the world...

von Ingo Horsthemke, Jowat SE Detmold

Die Konstruktion von Innentüren ist global gesehen sehr vielfältig. Wenngleich es sich immer um eine festverbaute Türzarge als Einrahmung und Wandanschluss handelt, in die ein Türblatt eingehängt wird, so gibt es im Detail und im Aufbau der einzelnen Bauteile große Unterschiede. Die Konstruktion und Ausbildung des Türblattes und der dazugehörigen Türzarge ist jeweils ein eigenständiges und anspruchsvolles Thema. Im Folgenden sollen die klebstofftechnischen Aufgaben und Herausforderungen bei der weltweiten Herstellung von Türzargen für Innentüren betrachtet werden.

Zum weiteren Verständnis ist es zunächst elementar, wichtige Begrifflichkeiten aus der Türenindustrie zu erläutern.

Im Kern lassen sich zwei Ausführungen von Türzargen unterscheiden. Die klassische Blockzarge und die sogenannte Holzumfassungszarge. Die Blockzarge (auch Stockzarge genannt) kommt häufig zum Einsatz, wenn das Türblatt flächenbündig mit der Wandbekleidung abschließen soll. Sie besteht aus einem massiven Laibungsteil, das ohne weitere Verkleidung der Wandteile auskommt. Aufgrund der robusten Bauweise sind Blockzargen im Objektbau sehr beliebt. Populärer ist in Privathaushalten hingegen die Holzumfassungszarge, die als vielseitig einsetzbares Zargensystem gilt. Aus Konstruktionssicht handelt es sich hierbei um ein anspruchsvolles Bauteil, da es aus einem Futterbrett (oder Futterplatte), einer Falzbekleidung und einer Zierbekleidung besteht. Das Futterbrett ist die Verkleidung der Wandlaibung. Die Falz- und die Zierbekleidung bilden jeweils den Übergang zur Wand. Die Falzbekleidung ist hierbei meist fest mit dem Futterbrett verbunden (vorwiegend durch eine Klebung) und umfasst den Teil der Zarge, den man bei geschlossener Tür von der Bandseite (Seite mit den Türscharnieren) sieht. Die Zierbekleidung liegt gegenüber auf der türblattabgewandten Seite und wird bauseits, nach dem Einsetzen des Futterbretts in die Wandlaibung, über eine Nut-und-Feder-Verbindung mit dem Futterbrett verbunden. Dieses ermöglicht ein Ausgleichen von Wanddickentoleranzen.

Eine exemplarische Vorstellung unterschiedlicher Konstruktionen von Türzargen aus unterschiedlichen Regionen soll die weltweite Vielfalt aufzeigen.

Deutschland

Die „deutsche Türzarge“ repräsentiert den hohen westeuropäischen Technologiestandard in der Holz- und Möbelindustrie und im Innenausbau. Eine durchdachte Konstruktion, die auf eine hocheffiziente Fertigung ausgelegt ist, macht diese Türzargen zu sehr komplexen Bauteilen. Die einzelnen Elemente durchlaufen in der Fertigung gleich mehrere, nacheinander geschaltete Bearbeitungsschritte. Die Konsequenz hieraus ist der Einsatz einer ganzen Reihe unterschiedlicher Klebstoffsysteme. Dabei immer im Fokus: die effizienteste Klebstofflösung für das beste Resultat. Diese fertigungstechnologischen Rahmenbedingungen werden darüber hinaus durch Anforderungen aus Normen und Gütezeichen ergänzt. Die „einwandfreie Funktionserfüllung“ für Innentüren regelt in Deutschland die DIN 68706 für Innentüren aus Holz und Holzwerkstoffen, mit dem hier wesentlichen Teil 2 für Türzargen. Ergänzend regelt die RAL Deutsches Institut für Gütesicherung in der RAL-GZ 426 die erforderlichen Güte- und

Prüfbestimmungen, insbesondere für die Oberflächenbeständigkeit und die Kantenstoßfestigkeit.

Auszug aus der DIN 68706-2: „Beim Einsatz von Zargen auf Fußbodenbelägen, die feucht gepflegt werden können, ist die Fuge zwischen Zarge und Fußbodenbelag beim Einbau gegen Feuchtigkeit zu schützen, z. B. durch Verfugen mit einer dauerelastischen Masse.“

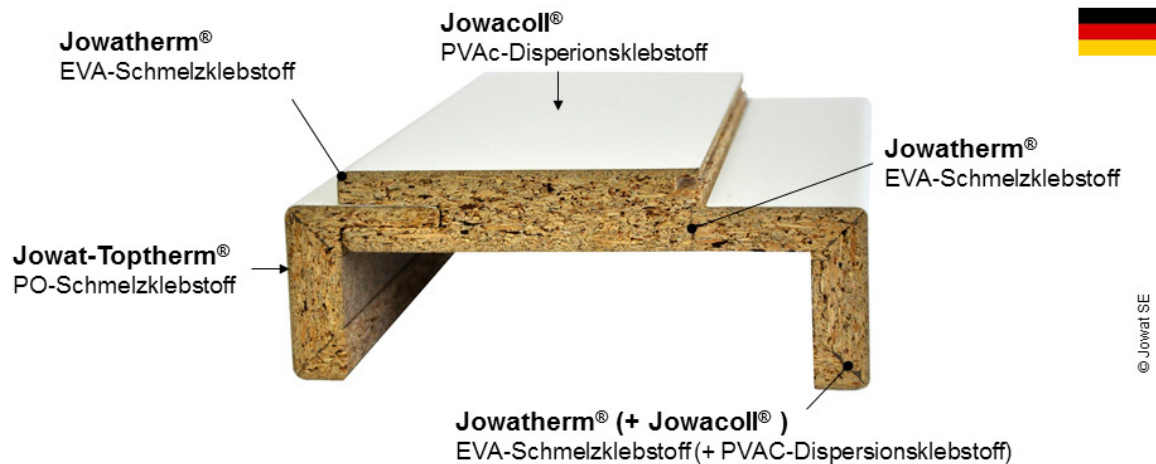


Abbildung 1: Die "deutsche Türzarge" im Profil

Abbildung 1 zeigt das Profil einer „deutschen Türzarge“. Diese Holzumfassungszarge ist ein komplexes, aber gleichzeitig technisch bis ins Detail ausgefeiltes Bauteil. Die Türzarge basiert auf einer kosteneffizienten Spanplatte, die in zahlreichen Prozessschritten bearbeitet wird. Wie in der Abbildung 1 ersichtlich kommt eine breite Auswahl von Klebstoffen zum Einsatz.

Zunächst beginnt der Herstellungsprozess mit verschiedenen Montageklebungen im Bereich stumpfer Fügungen aber auch Gehrungsklebungen an sogenannten Faltanlagen, um das Grundkonstrukt der Umfassungszarge herzustellen. Bei diesen Klebungen kommen diverse EVA-Schmelzklebstoffe (Ethylen-Vinyl-Acetat) zum Einsatz, die durch eine gute Kosteneffizienz und eine sichere Handhabung im Verarbeitungsprozess überzeugen. Populärstes Fügeverfahren in den Faltanlagen ist aber eine Kombinationsklebung mit einem EVA-Schmelzklebstoff und einem PVAc-Dispersionsklebstoff (Poly-Vinyl-Acetat). Der Schmelzklebstoff liefert bei diesem Verfahren die erforderliche Anfangsfestigkeit für den schnellen Prozess, der Dispersionsklebstoff die hohe Endfestigkeit der Klebung.

Das dekorative Belegen der Spanplattenoberflächen erfolgt vornehmlich durch eine Kaschierung mit Schichtstofflaminaten, zumeist CPL (Continuous-Pressure-Laminate). Diese Lamine weisen eine ausreichende Flexibilität auf, um an Profilmantelungsanlagen im Durchlauf auf das profilierte Bauteil (vornehmlich die Falz- und die Zierbekleidung) geklebt zu werden. Bei dieser Klebstoffanwendung kommen meist Schmelzklebstoffe auf Basis von Polyolefin (PO) zum Einsatz. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand:

PO-Schmelzklebstoffe bieten ein breites Adhäsionsspektrum, welches ideal die hohen klebtechnischen Anforderungen einer CPL-Rückseitenoberfläche bewältigt. Dies, in Kombination mit einer Wärmebeständigkeit über +100°C und einem problemlosen Bestehen des Wärmelangzeittests bei +50°C, macht den Einsatz eines PO-Schmelzklebstoffes im Vergleich zum EVA-Schmelzklebstoff überaus empfehlenswert.

Doch auch in der Verarbeitung zeigen PO-basierte Schmelzklebstoffe gegenüber EVA-basierten Formulierungen Vorteile. Die verbesserte thermische Oxidationsstabilität führt zu signifikant verlängerten Reinigungsintervallen und somit zu einem reduzierten Wartungsaufwand im Prozess. Abbildung 2 zeigt beide Klebstofftypen im Direktvergleich. Links die Schmelze nach drei Stunden thermischer Belastung; rechts die Schmelze nach 30 Stunden thermischer Belastung bei 200 °C. Zeigen die konventionellen EVA-Schmelzklebstoffe bereits nach drei Stunden erste Verfärbungen, kommt es nach 30 Stunden bereits zu deutlichen Verfärbungen aufgrund eines oxidativen Abbaus der Formulierungsbestandteile. Der Verarbeiter spricht in diesem Zusammenhang gerne von „Verbrennungen“. Der PO-Schmelzklebstoff aus der **Jowat-Toptherm®**-Familie hingegen zeigt nach drei Stunden eine sehr helle, unverfälschte Farbgebung und nach 30 Stunden nur leichte Verfärbungen. Signifikante Separierungen oxidativ belasteter Bestandteile des Klebstoffes sind nicht erkennbar.

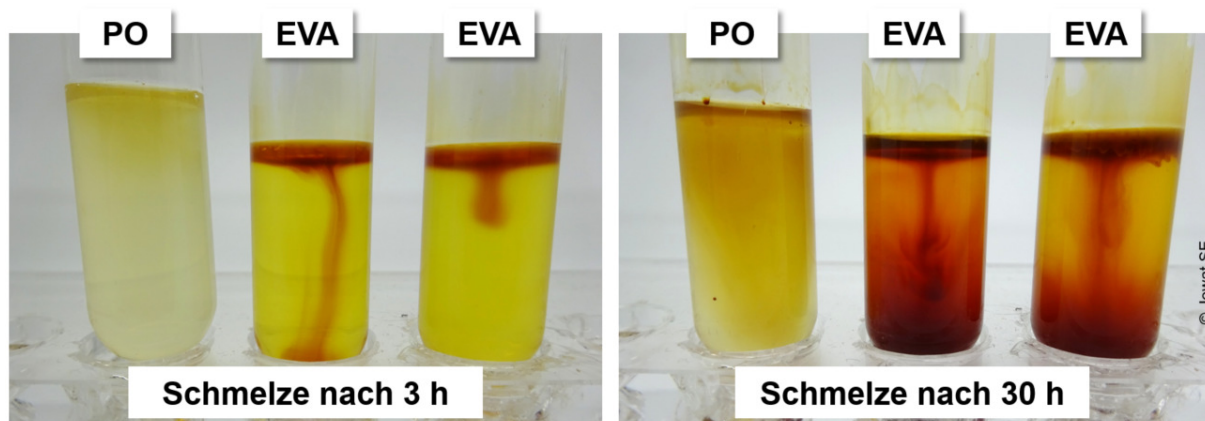


Abbildung 2: Thermische Oxidationsstabilität. Prüfung im Wärmeschrank bei 200 °C (konstant)

Für die Herstellung des Futterbretts lassen sich am Markt sehr unterschiedliche Verfahren finden. Ursprünglich war es sehr populär, dieses flächige Bauteil in Mehrfachbreite als Plattenware herzustellen. Hier kamen oftmals formaldehydhaltige Kondensationsharzklebstoffe, sogenannte UF-Klebstoffe (Harnstoff-Formaldehyd) zum Einsatz. Die Einschränkungen in der Weiterverarbeitung durch die harte Fuge und der Wunsch auf den Verzicht formaldehydhaltiger Klebstoffsysteme führen zum Einsatz alternativer Klebstofflösungen.

Es lassen sich zwei Varianten unterscheiden. Zum einen bleibt es bei der flächigen Kaschierung in Mehrfachbreite. Als formaldehydfreie Alternative werden Dispersionsklebstoffe auf Basis von PVAc (Poly-Vinyl-Acetat) eingesetzt. Diese wasserbasierten Klebstoffe werden über Auftragswalzen appliziert und die Platten durch die aufgelegten Folien oder Lamine in Taktpressen kaschiert. Die thermoplastische und weiche Fuge erlaubt die Ausbildung des Schmalflächenprofils im Direktpostforming-Verfahren, nachdem die vollformatigen Platten in die gewünschten Futterbreiten aufgetrennt wurden.

In der zweiten Variante verzichtet man auf die Kaschierung in Mehrfachbreiten und auf das nachgeschaltete Postforming-Verfahren. Profilierte Futterbretter werden – analog zu der Kaschierung von Falz- und Zierbekleidung – unter der Verwendung von PO-Schmelzklebstoffen ummantelt. Während Variante 1 vornehmlich bei den Türenherstellern selbst zum Einsatz kommt, findet sich die zweite Variante verstärkt im Bereich der vorgeschalteten Zulieferer für die Türenindustrie.

In jedem Fall wird deutlich, dass es sich bei der „deutschen Türzarge“ um ein komplexes Bauteil auf hohem technischem Niveau handelt.

Brasilien

Die „brasilianische Türzarge“ steht beispielhaft für den Trend im südamerikanischen Innenausbau, weg von einfachen Blockzargen (meist aus Stahl) hin zu höherwertigen Holzumfassungszargen. Aufgrund des vorherrschenden Überangebots an Massivholz im Vergleich zu Holzwerkstoffen finden sich hauptsächlich Holzumfassungszargen im Markt, die auf Massivholzprofilen aufbauen. Die populäre Brasilkiefer (*Araucaria angustifolia*) gilt als populäres Nadelholz. Der Handelsname *Barsilkiefer* ist hierbei jedoch verwirrend, da diese Holzart aus botanischer Sicht nicht zur Kieferngattung (*Pinus*) zu zählen ist. Aus klebtechnischer Sicht ist dieses ein enormer Vorteil. Kieferholz kann aufgrund der vorhandenen Harzanteile im Holz für Klebungen herausfordernd sein. Zwar schwankt der Harzanteil im Kieferholz je nach Kiefernart und Wuchsgebiet, die benannte „Brasilkiefer“ aber weist hingegen gar keine Harzgallen auf. Für Klebungen, wie zum Beispiel die Profilmantelung mit Schmelzklebstoffen, ein entscheidender Vorteil. Limitierend für den Einsatz als Ausgangsmaterial für südamerikanische Türzargen sind bei der Brasilkiefer aber die schlechte Witterungsfestigkeit und die geringe Resistenz gegenüber Pilzbefall. Dieses ist insbesondere deswegen von entscheidender Bedeutung, weil die südamerikanische Türzarge im verbauten Zustand deutlich anderen Belastungen ausgesetzt ist, als es beispielsweise bei der deutschen Türzarge in europäischen Gefilden üblich ist. Verursacht wird dieses durch kulturelle Unterschiede in der Reinigung der Räumlichkeiten. Während der deutsche Fußboden (je nach Beschaffenheit des Fußbodens) üblicherweise „nebelfeucht“ bis feucht gewischt wird, kommt bei der Reinigung südamerikanischer Fußböden bedeutend mehr Wasser zum Einsatz. Beim Wischen von Fußböden wird eine größere Menge des Wischwassers ausgekippt, der Boden gereinigt und das benutzte Wischwasser anschließend wiederaufgenommen. Ein wiederkehrender Kontakt des unteren Teils der Türzarge mit überschüssigem Wasser kann somit nicht verhindert werden. Eine bauseitige Abdichtung der Fuge zwischen Türzarge und Fußboden über entsprechende Dichtstoffe (wie in Deutschland üblich und in DIN 68706-2 gefordert) ist in Südamerika nicht üblich.

Dieser Umstand bringt daher eine neue Herausforderung an die lokalen Hersteller von Türzargen mit sich: einen wasserfesten Abschluss der Türzarge.

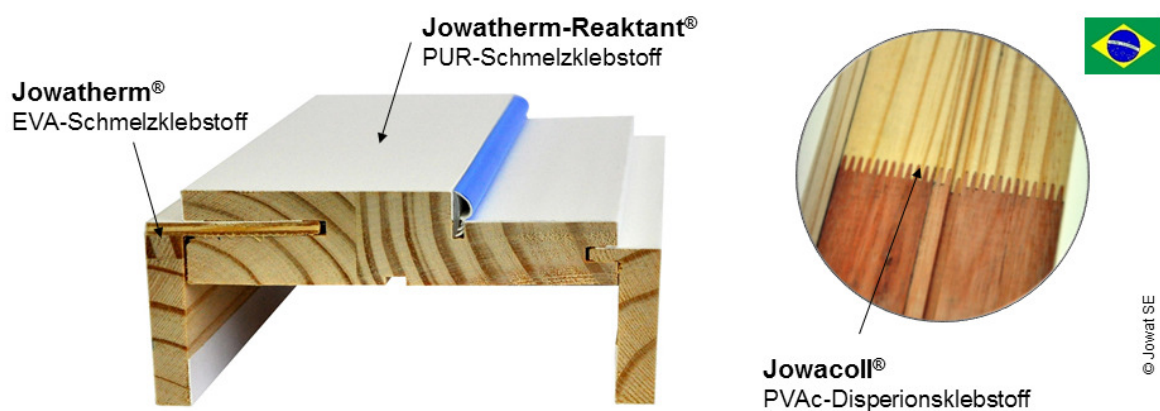


Abbildung 3: Die "brasilianische Türzarge" im Profil (mit Detail „Keilzinkung“)

Eine der populärsten Lösungen ist die Modifizierung der Profilenden von Futterbrett und Bekleidungsprofilen. Hierzu werden die Endstücke des Basisprofils aus Brasilkiefer durch eine andere Holzart mit erhöhter Resistenz gegen Wasser und Pilzbefall ersetzt. Dieses ist in der Regel ein lokales Rotholz, wie zum Beispiel eine lokale Eukalyptus-Art. Deutlich häufiger findet man jedoch die Verwendung der Holzart „Abarco“ (*Cariniana Pyriformis*), dessen Kernholz eine sehr gute Resistenz gegenüber Feuchtigkeit und Pilzbefall bietet. Zur Längsverbinding der beiden Holzarten kommt eine Keilzinkenverbinding zum Einsatz (siehe Detail in Abbildung 3). Hierbei sind die Enden der jeweiligen Profile mit keilförmigen, ineinandergreifenden Zinken versehen und durch einen Klebstoff dauerhaft miteinander verbunden. In der Regel werden hierzu PVAc-Dispersionsklebstoffe (Polyvinylacetat) der Beständigkeitsklassen D3 oder D4 eingesetzt. Nach erfolgreicher Längsverbinding der Basisprofile für Futterbrett und Bekleidungsleiste folgt üblicherweise die Kaschierung beziehungsweise Ummantelung mit dekorativen Materialien wie farbigen, thermoplastischen Folien (oftmals PVC (Polyvinylchlorid)) oder Furnieren. Populär ist auch der Einsatz von sogenannten „technischen Furnieren“, die oftmals unter den Begriffen *Fineline* oder *Industriefurnier* vermarktet werden.

Die Auswahl eines geeigneten Klebstoffes muss unter sorgfältiger Berücksichtigung aller Klebpartner und der geforderten Anforderungen erfolgen. Der eingesetzte Klebstoff muss folglich eine gute Haftung zu thermoplastischen Folien, technischen Furnieren und Massivholzprofilen aus den verschiedensten Holzarten ermöglichen, als auch eine hohe Wasserbeständigkeit mitbringen. Diese anspruchsvollen Anforderungen bewältigen am besten moderne Schmelzklebstoffe auf Basis von PUR (Polyurethan, reaktiv). Die Produkte aus der **Jowatherm-Reaktant**[®]-Familie reagieren mit Wassermolekülen aus dem Substrat oder aus der Luftfeuchtigkeit, wodurch eine wasserfeste, chemische Vernetzung stattfindet. Die reaktiven Gruppen in den Schmelzklebstoffen wirken sich zudem äußerst positiv auf das Adhäsionsverhalten aus, da der Klebstoff zusätzlich mit geeigneten Reaktionspartnern auf den Substratoberflächen feste (kovalente) chemische Bindungen eingehen kann.

Tabelle 1 zeigt einen Auszug aus dem Jowat Prüfbericht 18#5014246, bei dem ein Prüfkörper einer Warmfeuchtlagerung unterzogen wurde. In der Prüfung wird der Prüfkörper über 28 Tage bei +50 °C und 85 % relativer Luftfeuchte (rF) gelagert. Nach jeweils 7, 14, 21 und schließlich 28 Tagen erfolgt eine visuelle Beurteilung des Prüfkörpers und der Klebung. Bei dieser Prüfung kam ein Abschnitt eines „brasilianischen“ Futterbretts zum Einsatz (Profil: Brasilkiefer mit Abarco; Kaschiermaterial: Industriefurnier; Klebstoff: **Jowatherm-Reaktant**[®] 608.00). Selbst nach vierwöchiger Lagerung in diesem feuchten Milieu gibt es an dem Prüfkörper keine sichtbaren Veränderungen („k. s. V.“).

Tabelle 1: Auszug aus Jowat Prüfbericht 18#5014246

Warmfeuchtlagerung 28 d, +50 °C, 85 % rF	
Nach 7 Tagen	k. s. V.
Nach 14 Tagen	k. s. V.
Nach 21 Tagen	k. s. V.
Nach 28 Tagen	k. s. V.

Israel

Der israelische Markt kann in diesem Zusammenhang als isolierter Markt betrachtet werden, der insbesondere eine limitierte Verfügbarkeit an Holzwerkstoffen aufweist. Um diesem Umstand entgegen zu wirken, setzen israelische Türenhersteller auf alternative Konstruktionen und alternative Werkstoffe. Sehr populär ist es hierbei seit einiger Zeit, sehr preisgünstige WPC-Profile (Wood-Plastic-Composite) aus Asien - vornehmlich China - einzusetzen. Das verwendete WPC ist ein Kompositwerkstoff aus Holzfasern und PVC (Polyvinylchlorid). Dieses WPC ist global gesehen eine noch junge Entwicklung und nicht vergleichbar mit den in Europa eingesetzten WPC-Qualitäten aus Holzfaser und PP (Polypropylen), wie sie beispielsweise im Bereich von Terrassendielen eingesetzt werden. Obwohl der reine Werkstoff PVC aus klebtechnischer Sicht als gut beherrschbar gilt, haben die eingesetzten WPC-Profile zwei entscheidende Herausforderungen: Die asiatischen WPC-Qualitäten weisen zum Teil hohe Anteile an Recyclingmaterial auf. Dieses führt zu einer stark schwankenden und sehr undefinierten Oberflächenqualität. Zum anderen befinden sich oftmals Rückstände aus dem Herstellungsprozess (Extrusionsverfahren) auf den Oberflächen der Kompositwerkstoffe, die eine Klebung nur schwer möglich machen. Es handelt sich um diverse Trenn- und Gleitmittel, die teilweise auf Fetten oder Silikonen basieren.

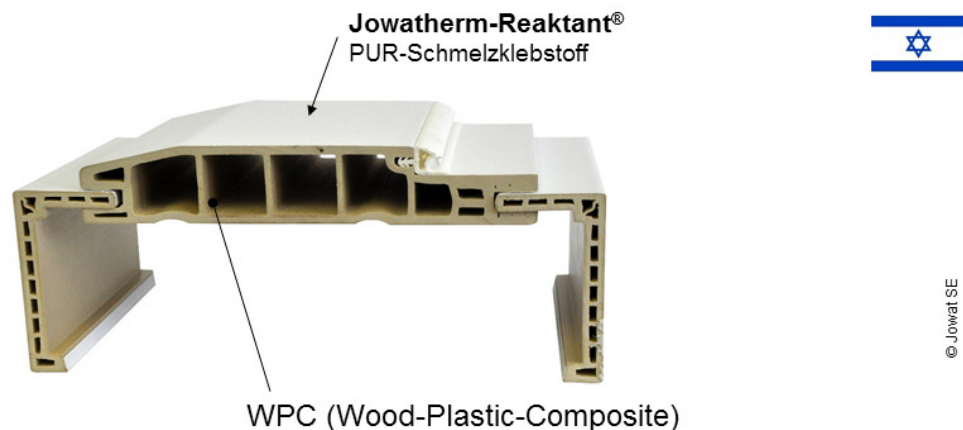


Abbildung 4: Die "israelische Türzarge" im Profil

Unter Berücksichtigung dieser Eigenschaften und dem Einsatz von geeigneten Vorbehandlungs- und Reinigungsschritten sind diese WPC-Profile dann aber mit adhäsionsstarken Schmelzklebstoffen auf Basis von PUR (Polyurethan) prozesssicher zu kleben. Als Kaschiermaterial kommen meist Schichtstofflaminate wie CPL zum Einsatz, wie sie auch bei der „deutschen Türzarge“ verwendet werden. Das Erscheinungsbild nach außen ist daher ein sehr vergleichbares – der Kern und der Aufbau hingegen ein völlig anderer.

Tabelle 2: Auszug aus Jowat Prüfbericht 18#5014264

	Adhäsion RT	Aufsteigender Wärmetest	Wärmelangzeittest (28 Tage, 50 °C)	Adhäsion RT nach WLT
CPL	2 - 3	nach 1 h bei 120 °C k. s. V.	nach 28 Tagen k. s. V.	2

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse diverser Basisprüfungen, die an einem Prüfkörper durchgeführt worden sind (Profil: WPC (Basis PVC); Kaschiermaterial: CPL; Primer: **Jowat® 406.89**, Klebstoff: **Jowatherm-Reaktant® 605.20**). Insbesondere Belastungen unter Wärme simulieren sehr gut einen gewissen Alterungseffekt der Klebung. Wird bei einem aufsteigenden Wärmetest der Wärmestand bis 120 °C geprüft, ist es bei einem Wärmelangzeitest die kontinuierliche Belastung durch mittlere Temperaturen über 28 Tage. Prüfbericht 18#5014264 attestiert der israelischen Tüorzarge (Futterbrett, Falz-, und Zierbekleidung) eine gute Klebung, die in dieser Form nur durch den Einsatz eines PUR-Schmelzklebstoffes erreicht werden konnte.

China

Das folgende Beispiel einer „chinesischen Tüorzarge“ erinnert stark an die zuvor vorgestellte „israelische Tüorzarge“, da hier sehr ähnliche WPC-Profile aus asiatischer Produktion zum Einsatz kommen. Anders als in Israel, ist der Einsatz dieses Werkstoffes in China bereits sehr verbreitet und etabliert. Häufig kaufen chinesische Türenhersteller keine WPC-Profile von extern zu, sondern betreiben ihre eigenen Extrusionslinien, auf denen die entsprechenden Profile hergestellt werden. Wie zuvor erwähnt, erschweren auch hier der Einsatz von Recyclingmaterial im WPC sowie Trenn- und Gleitmittel auf der Oberfläche die Klebung mit den Kaschiermaterialien. Anders als in Israel, kommen in China nur selten Schichtstofflaminate wie CPL zum Einsatz. Häufiger sind es dünne PVC-Folien in unterschiedlicher Farbgebung.

In der chinesischen Türenindustrie findet derzeit ein Umbruch in der Fertigungstechnologie statt. Mit der Veröffentlichung des 13. Fünf-Jahres-Plans im März 2016 verpflichtet sich die chinesische Regierung zur Einhaltung verschiedener Umweltziele. Erstmals betrachtet dieser 13. Plan auch die Emissionen an sogenannten VOCs (Volatile Organic Compounds), den flüchtigen organischen Verbindungen, wie sie in lösemittelhaltigen Produkten vorkommen. Die Regulierung sieht im Kern eine Reduktion der VOC-Emission bis 2020 um mindestens 10 % vor. Für die meisten chinesischen Türenhersteller erwächst hieraus eine enorme Herausforderung. Die Substitution von lösemittelhaltigen Klebstoffen auf Basis von PU (Polyurethan) zur Profilmantelung durch PUR-Schmelzklebstoffe, wie wir sie in Europa in der Kunststofffensterprofilummantelung schon vor ca. 20 Jahren erlebt haben, hat in China noch nicht überall stattgefunden. Die chinesischen Türenhersteller sind daher erst jetzt damit konfrontiert, ein alternatives Klebstoffsystem zu qualifizieren, welches keine VOCs emittiert. Der Einsatz von Schmelzklebstoffen als 100%-Systeme (100 % Festkörperanteil) bietet sich auch hier an.

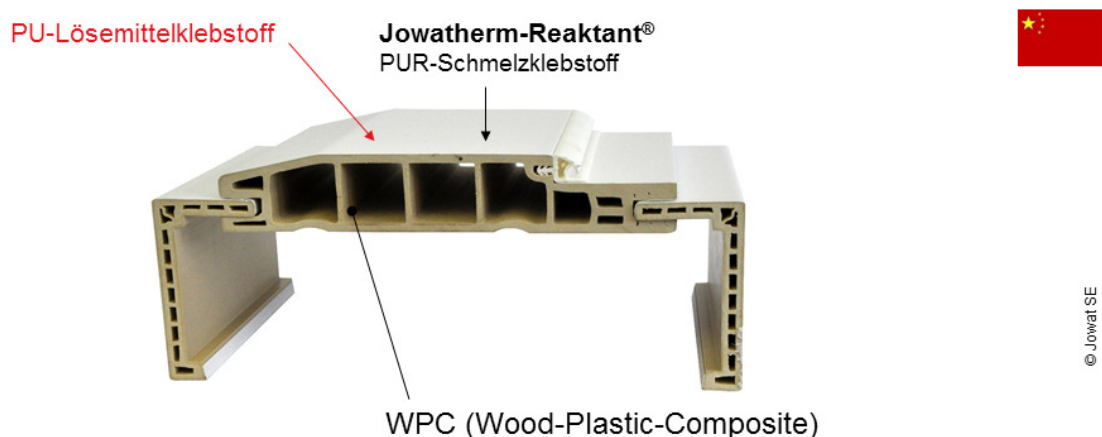


Abbildung 5: Die "chinesische Tüorzarge" im Profil

Die zuvor bereits erwähnten PVC-Folien weisen üblicherweise nur eine Dicke von 120 - 140 µm auf. Damit sind sie aufgrund der thermoplastischen Eigenschaften von PVC, also dem Erweichen bei Zuführung von Wärmeenergie, sehr temperaturempfindlich. Erfahrungsgemäß empfehlen sich keine Klebstoffverarbeitungstemperaturen über 150 °C, da der Wärmeeintrag die Folien schädigen würde. Der Einsatz nichtreaktiver Schmelzklebstoffe auf Basis von EVA oder PO schließt sich daher meist aus.

Die Lösung sind in diesem Fall wieder PUR-Schmelzklebstoffe, die aufgrund ihrer guten Eigenschaften in der chinesischen Türenindustrie immer populärer werden. Einerseits bewältigt das breite Adhäsionsspektrum dieser Klebstoffe die klebtechnisch kritische WPC-Oberfläche, andererseits schont die niedrige Verarbeitungstemperatur von 120 – 140 °C die temperaturempfindlichen PVC-Dünnschichten.

Die Herstellung von Innentüren weist global gesehen einen bunten Strauß von Materialien und Konstruktionen auf. Die richtige Wahl und prozesssichere Anwendung des Klebstoffes ist hier mehr als entscheidend. Wenngleich heute verstärkt PUR-Schmelzklebstoffe zum Einsatz kommen, um in diesem breiten Feld von Anforderungen eine ausreichende Prozesssicherheit zu gewährleisten, so sind sie doch nicht zwingend als „Allheilmittel“ für alle Klebstoffanwendungen in der Türenindustrie zu verstehen. Die „deutsche Türzarge“ mit ihrem erfolgreichen Trend zu polyolefinbasierten Schmelzklebstoffen kann hier als Beispiel angeführt werden. Unter Betrachtung und Abwägung aller Prozessparameter, Klebpartner und späteren Anforderungen im verbauten Zustand sind PO-Schmelzklebstoffe eine sehr hochwertige, gleichzeitig aber auch effiziente Lösung.