Mehr bewegen mit weniger CO_2 Kleben in der Automobilindustrie

Das Auto begleitet uns seit mehr als 120 Jahren. Zu Beginn war es teuer und ausschliesslich für die Wohlhabenden, aber nach und nach wurde es auch für die breite Masse erhältlich. Mittlerweile ist es schwierig, sich das Leben ohne Auto vorzustellen. Es hat die Art wie wir leben, unsere Landschaft und unsere Sicht der Dinge verändert sowie weltweit bei Millionen von Menschen für Mobilität, Vergnügen und wirtschaftliche Chancen gesorgt. Seine weit verbreitete Nutzung hat aber auch der Umwelt geschadet. Nun stellt sich die grosse Frage, wie nachhaltig das Auto und die Art seiner Verwendung ist.

Etwa die Hälfte aller CO_2-Emissionen der Transportbranche wird durch Autos verursacht und ist fast für 12% des gesamten CO_2-Ausstosses in der Europäischen Union verantwortlich.

Deshalb hat die Europäische Kommission eine umfassende Strategie ausgearbeitet, um die CO_2-Emissionen von neuen Autos und LKWs in der EU zu reduzieren und die Treibhausgas-Emissionsziele des Kyoto Protokolls zu erreichen.

Um diese Ziele zu erreichen, sind grundlegende Veränderungen in der Art wie Autos gebaut, genutzt und letztlich entsorgt werden, erforderlich. Kleben zeichnet sich in der Autoherstellung durch äusserst positive Eigenschaften aus, weil unter anderem das Fahrzeuggewicht und somit der CO_2-Ausstoss reduziert werden kann. Kleben hat sich deshalb als energieeffizienteste Verbindungstechnik etabliert.

Leichtere Autos stossen weniger CO_2 aus. Moderne Autos müssen aber immer mehr innovative, funktionale Designs und höhere Sicherheiten für die Insassen aufweisen.

Um all diese Anforderungen zu erfüllen und die Gewichtsbegrenzung einzuhalten, werden verschiedene Materialien wie Aluminium, Magnesium, Stahl oder Faserverbundkunststoffe eingesetzt. Die Verbindung der Bauteile und Materialien zu einem Auto lassen sich nur mit Klebstoffen bewerkstelligen, weil herkömmliche Verbindungstechniken wie Schweissen, Nieten und Chlinchen das Material beschädigen und nicht auf allen Unterlagen angewendet werden können.

Fahrzeughersteller verwenden für Türen, Stossstangen und weitere Teile der Autokarosserie zunehmend Kunststoffe. Die Ausrüstung für Kunststoffteile kostet in der Regel weniger, erfordert weniger Entwicklungsaufwand als Stahlbauteile und kann von Konstrukteuren kostengünstiger ausgetauscht werden, was sie trotz des höheren Kilogrammpreises zu einem attraktiven Material für Fahrzeugbauer macht. Das geringe Gewicht trägt so auch zur besseren Kraftstoffausnutzung bei. Nicht nur die Autokarosserie, sondern auch viele sichtbare und nicht sichtbare Aussen- und Innenteile verdanken ihre Funktionalität neusten Klebetechnologien.

Gesamthaft betrachtet verbrauchen Klebstoffanwendungen weniger Energie als herkömmliche Verbindungstechniken wie Schweissen oder Chlinchen. Eine Vergleichsstudie verschiedener Verbindungstechnologien wie Punktschweissen, Laserschweissen, Chlinchen und Kleben hat ergeben, dass Kleben mit weniger Energie die gleiche oder sogar eine grössere Verbindungsstärke erzielt.

Kleben erhöht die Materialauswahl und ermöglicht innovativeres Design, beides wichtige Faktoren für die Sicherheit des Autos.

FKS – Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz
Postfach 213, CH-5401 Baden | T +41 56 221 51 00 | www.fks.ch | info@fks.ch

Die Windschutzscheibe zum Beispiel verleiht der Autokarosserie Strukturfestigkeit und hilft, Insassen bei einem Unfall im Fahrzeuginnern zu halten. Ebenso wichtig wie die Qualität der Windschutzscheibe, ist auch deren saubere und fachgerechte Verklebung.

Die Verwendung von Klebstoffen in der Automobilproduktion verbessert die Sicherheitsstandards und ermöglicht modernes Design mit innovativen Materialien. Klebstoffe unterstützen die Automobilindustrie, die Herausforderung zur Entwicklung umweltfreundlicher Lösungen für die Zukunft zu bewältigen.

Und wie sieht die Zukunft aus?
Elektro- und Brennstoffzellenautos werden als Teil einer nachhaltigen Lösung gefördert. Diese benötigen indirekt nach wie vor Kraftstoffe und eine erhebliche CO_2-Reduktion würde die Stromerzeugung aus nicht fossilen Quellen erfordern. Elektrofahrzeuge können allerdings für die Reduktion der Schadstoffbelastung vor Ort wichtig sein. Diese Autos sind auf bedeutende Gewichtseinsparungen angewiesen, um die Reichweite zu erhöhen.

Brennstoffzellen stellen die neuste und vielleicht lobenswerteste alternative Energietechnologie dar. Die Brennstoffzelle ist ein krafterzeugendes System, in dem Wasserstoff als Brennstoffquelle genutzt wird. Wasserstoff kann mit einem Reformer aus fraktionierten Kohlenwasserstoffen (z.B. Benzin, Methanol, Propangas) oder aus natürlichem Gas gewonnen werden. Wasserstoff kann auch mit einer Elektrolyse aus Wasser hergestellt werden.

Äusserst verlässliche und ausfallsichere Dichtungen der elektrischen Bestandteile sind in der Elektrotechnik und Brennstoffzellentechnologie ein absolutes Muss. Die Kleb- oder Dichtstoffe müssen für grosse Mengen und die Massenproduktion entsprechend designet sein und niedrige Montagekosten aufweisen.

In welche Richtung auch immer die Kraftfahrzeugindustrie sich in den nächsten Jahrzehnten bewegt – fest steht, dass Kleb- und Dichtstoffe darin eine zunehmende Rolle spielen werden.

FKS – Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz
Postfach 213, CH-5401 Baden | T +41 56 221 51 00 | www.fks.ch | info@fks.ch

ANHANG I – Gewichtsreduktion

Wegen neuen Funktionen bei den Autos hat das Fahrzeuggewicht stetig zugenommen. Derzeit liegt das Durchschnittsgewicht eines Autos in Europa bei ungefähr 1 350 kg und produziert ungefähr 180 g CO_2, in den USA liegen die Werte bei 1 850 kg und 210 g CO_2. Unfallsichere, leichtgewichtige Strukturen führen zu weniger Verbrauch beim Fahren und weniger Emissionen, was durch effizientere Verbrennungsmotoren, Hybrid- oder Elektroantriebe, reibungsfreiere Reifen, verbesserte aerodynamische Formen, etc. ergänzt werden muss. Die Verwendung von Klebstoffen ermöglicht die Entwicklung neuer Technologien mit guten Resultaten bei der Gewichtsreduktion.

Die Eigenschaften geklebter Strukturen ermöglichen Gewichtseinsparungen von 15%, wenn hochfester Stahl mit geringerer Dicke ohne Einbussen beim Unfallverhalten und der Lebensdauer verwendet wird. Geht man von einer 350 kg wiegenden Stahlkarosserie aus, spart das um 52,5 kg reduzierte Gewicht 912 MJ ein, die für die Herstellung des Rohstahls und 1135 MJ für diejenige von verzinktem Stahl anfallen. Weil Schweissen die Stärke von hochfestem Stahl verringert, werden die Schweissnähte zu Schwachpunkten, welche die Lebensdauer des Konstrukts verringern. Im Gegensatz dazu behält der Stahl beim Kleben seine hochfesten Eigenschaften unverändert bei und dadurch können dünnere Metalle bei gleich bleibender Festigkeit und Lebensdauer verwendet werden.

Die Einsparungen aufgrund der Lebensdauer des Autos, berechnet mit den Daten aus der IFEU2-Studie, belaufen sich auf 27 GJ je100 kg oder, im Falle von 52,5 kg Gewichtseinsparung, auf 14,2 GJ für einen Benzinmotor und auf 13,1 GJ für einen Dieselmotor.

Das heisst: über die Lebensspanne eines Autos macht die Klebetechnologie Energieeinsparungen möglich, die doppelt so hoch sind, wie die für die Herstellung der Stahlkarosserie des Autos nötige Energie.

Die Benzineinsparungen liegen laut IFEU beim NEDC-Testzyklus bei rund 0,3 l / 100 km und je 100 kg Gewichtsreduktion. Wenn man bei einem Personenkraftwagen von durchschnittlich 200.000 km und 15-jährigem Gebrauch ausgeht, ergeben sich über seine Lebenszeit Benzineinsparungen von 315 l. Bei einem berechneten Benzinpreis von 1,50 €/l spart der Besitzer 472 €. Und das mit der kleinen Menge von 800 g Klebstoff.

Bei Stahlautos wird die Verwendung von Strukturklebstoff helfen, das Gewicht eines Autos um mindestens 15% zu reduzieren. Der Energieverbrauch bei der Herstellung wird um 912 MJ und in der Nutzungsphase um 14,2 GJ verringert, was zusammen über 15 GJ ergibt. Verglichen mit der für Ausgangsmaterialien und Herstellung von 800 g Klebstoff erforderlichen Energie von 120 MJ entspricht dies einem Einsparungsfaktor von 125. Und die dem Klebstoff innewohnende Energie kann am Ende seines Lebens zur Verbrennung genutzt werden. Der Unterschied zwischen verschiedenen Klebstoffen liegt bei weniger als 20%. Daher ist für die Einsparungen die Leistung des Klebstoffs und nicht seine individuelle CO_2-Bilanz entscheidend.

ANHANG II – Energiereduktion während des gesamten Lebenszyklus

Die folgenden Berechnungen zeigen, wie Klebstoffe helfen können, die Energie zur Produktion eines Stahlautos mit geringerem Gewicht zu reduzieren.

Abbildung 1
Unterscheidungsmerkmale unterschiedlicher Verbindungstechniken (Stephan Henrik 2007)

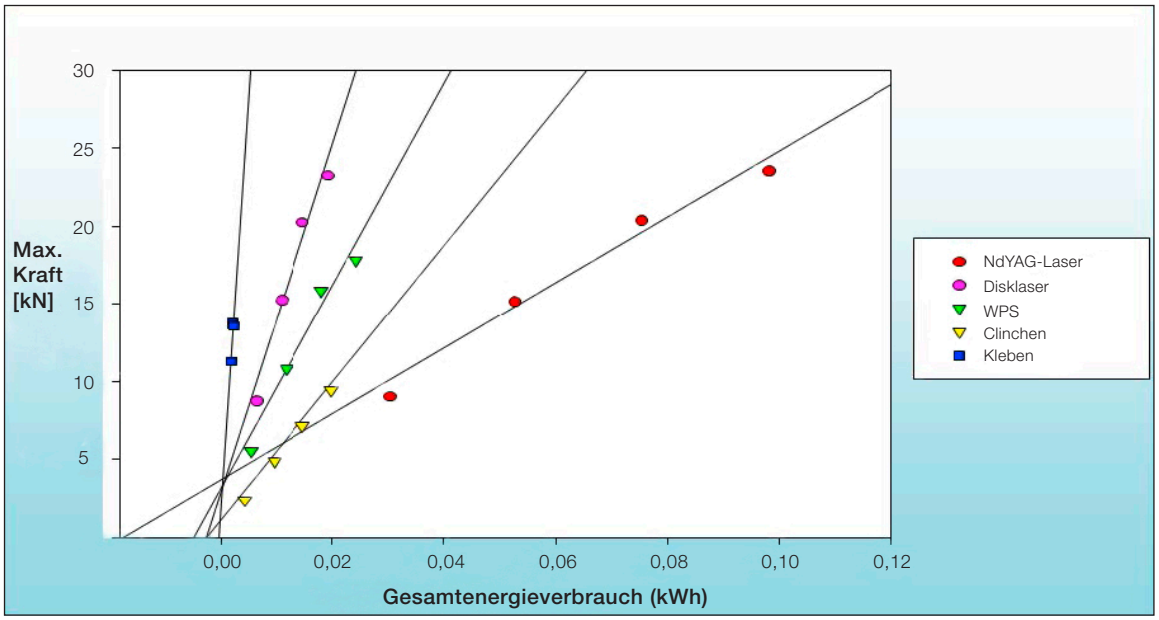


Abbildung 1 zeigt, dass die Energie für 4 Punktschweissungen (WPS = Widerstandspunktschweissung) auf einer Länge von 100 mm 0,02 kWh oder 0,072 MJ beträgt. Die Energie, die man braucht, um eine ähnliche Stärke für die Verbindung mit Verkleben zu erreichen, beträgt 0,003 kWh oder 0,011 MJ. Siehe Tabelle 1 unten für die Grundlagen des Vergleichs.

Tabelle 1:
Unterscheidungsmerkmale unterschiedlicher Verbindungstechniken (Stephan Henrik 2007)

Basis Shear-Stärke in Bezug auf 1 WPS Punkt			
	Verbindungsäquivalent	Energieverbrauch (kWh)	Shear-Stärke (kN)
WPS	1 Punkt	0,00546	5,5
NdYAG-Laser	13 mm	0,01072	5,5
Disklaser	13 mm	0,00285	5,5
Clinchen	3 Punkte	0,01108	5,5
Kleben	0,05 cm^3	0,00072	5,5

Grundenergieverbrauch in Bezug auf 1 WPS Punkt			
	Verbindungsäquivalent	Energieverbrauch (kWh)	Shear-Stärke (kN)
WPS	1 Punkt	0,005461	5,5000
NdYAG-Laser	9 mm	0,005461	4,3640
Disklaser	50 mm	0,005461	8,4700
Clinchen	2 Punkte	0,005461	2,9698
Kleben	0,2 cm^3	0,005461	31,2361

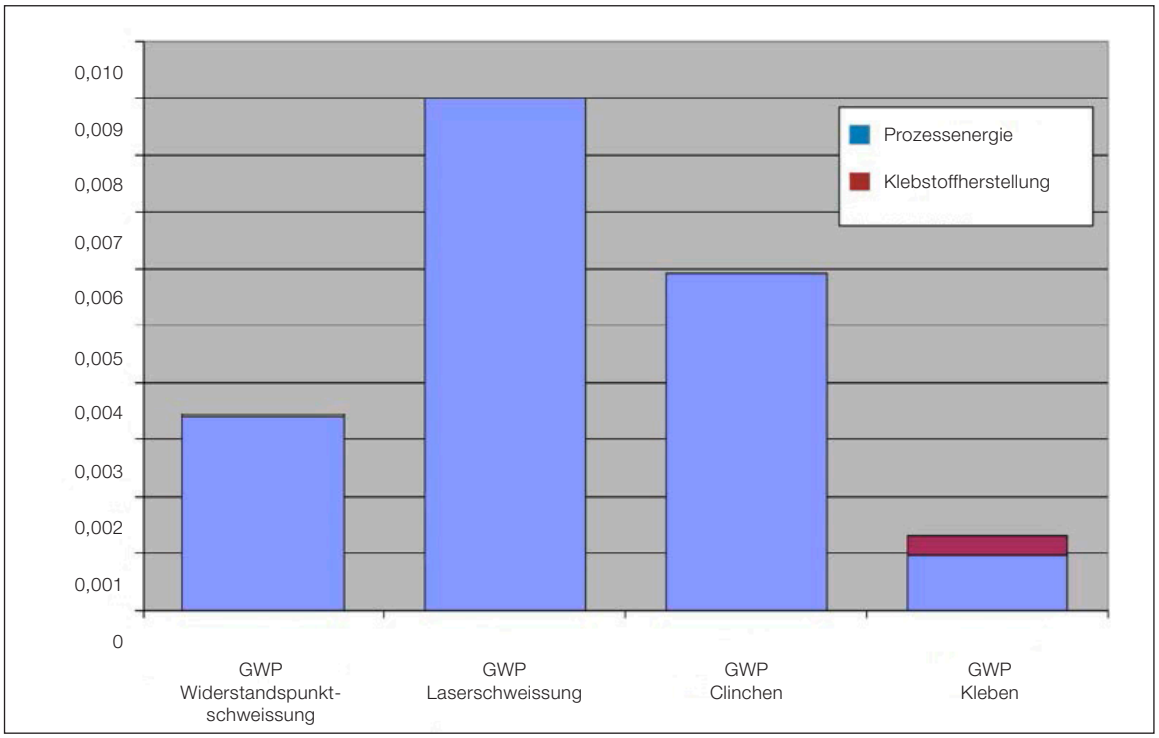
Die benötigte Energie für das Schweissen der Autokarosserie bei einer Nahtlänge von 135 m wird anhand von 4500 Punktschweissungen berechnet. Ein Punkt erfordert 0,005 kWh, multipliziert man das mit 4500, ergibt sich für die Punktschweissung der Autokarosserie ein Energieverbrauch von 22,5 kWh oder 81 MJ.

Laut Tabelle entspricht eine Punktschweissung 0,05 cm^3 Klebstoff. Dieser erfordert Energie von 0,00072 kWh. Um 4500 Punktschweissungen durch Klebstoff zu ersetzen, werden 4500 * 0,00072 kWh = 3,24 kWh oder 11,64 MJ benötigt. 0,05 cm^3 Klebstoff entspricht einer Nahtlänge von 11,25 mm, einer Überlapplänge von 15 mm und einer Klebschichtdicke von 0,3 mm. Das Klebstoffvolumen für die 135 m lange Nahtlänge wird gemäss obigen Annahmen auf 600 cm3 berechnet, oder ausgehenden von einem spezifischen Gewicht von 1,33 g auf 800 g.

Wenn man dies mit der Energie vergleicht, die nötig ist, um den Stahl für eine 350 kg schwere Autokarosserie herzustellen, die im Bereich von 6,08 Gigajoule (GJ) für Rohstahl und 7,75 GJ für verzinkten Stahl liegt, dann ist dies um das 30-fache höher als die zum Kleben benötigte Energie.

In Anbetracht des gesamten Lebenszyklus verändert sich die Rangfolge der verglichenen Verbindungstechnologien nicht. In Abbildung 2 stehen die Resultate der Lebenszyklusanalyse für die Wirkungseinstufung mit Bezug auf das globale Erwärmungspotenzial. Die Herstellung der Klebstoffe ist hier inbegriffen. Bezüglich der CO_2-Menge liegt die für den Klebeprozess im Automobilwerk nötige Energie über derjenigen für die Herstellung der Klebstoffe. Auf den gesamten Lebenszyklus bezogen kann Kleben als beste Verbindungstechnologie angesehen werden.

Abbildung 2: Vergleich Verbindungstechnologien über den Lebenszyklus hinweg – Globales Erwärmungspotenzial in kg CO_2-Äquivalenten (Stephan Henrik, 2007)



Literaturnachweis

Stephan Hendrik (2007): Assessment procedure for joining technologies from the perspective of environmental protection, Phd-thesis, Scientific Journal Series Technical University, Darmstadt.

Article in Adhesion (Bernd Burchardt, Jan Olaf Schulenburg, Martin Linnenbrink, New building blocks for lightweight structures, Adhesion, Adhesives & Sealants extra, 10/ 2009 p 22).

Energy savings by light-weighting Final Report 2003.

Abgerufen unter: www.corusconstruction.com/en/sustainability/carbon_and_steel

Über FKS

Der Fachverband Klebstoff-Industrie Schweiz vertritt die Interessen der Mitglieder von führenden Kleb- und Dichtstoff Unternehmen in der Schweiz.

Unsere Anliegen sind:
- Förderung qualitativ hochstehender und umweltgerechter Produkte
- Erhöhung der Sicherheit bei Herstellung, Transport, Anwendung und Entsorgung
- Vertretung der Interessen gegenüber Behörden und Verbänden, einschliesslich der Mitwirkung bei gesetzgeberischen Aufgaben auf nationaler und indirekt über den Dachverband FEICA auf europäischer und internationaler Ebene

Danksagung

Wir danken FEICA für die Zurverfügungstellung dieser Benefit-Story und für die gute Zusammenarbeit. FKS ist Mitglied der FEICA, dem Verbband der europäischen Kleb- & Dichtstoffindustrie.

Über Feica

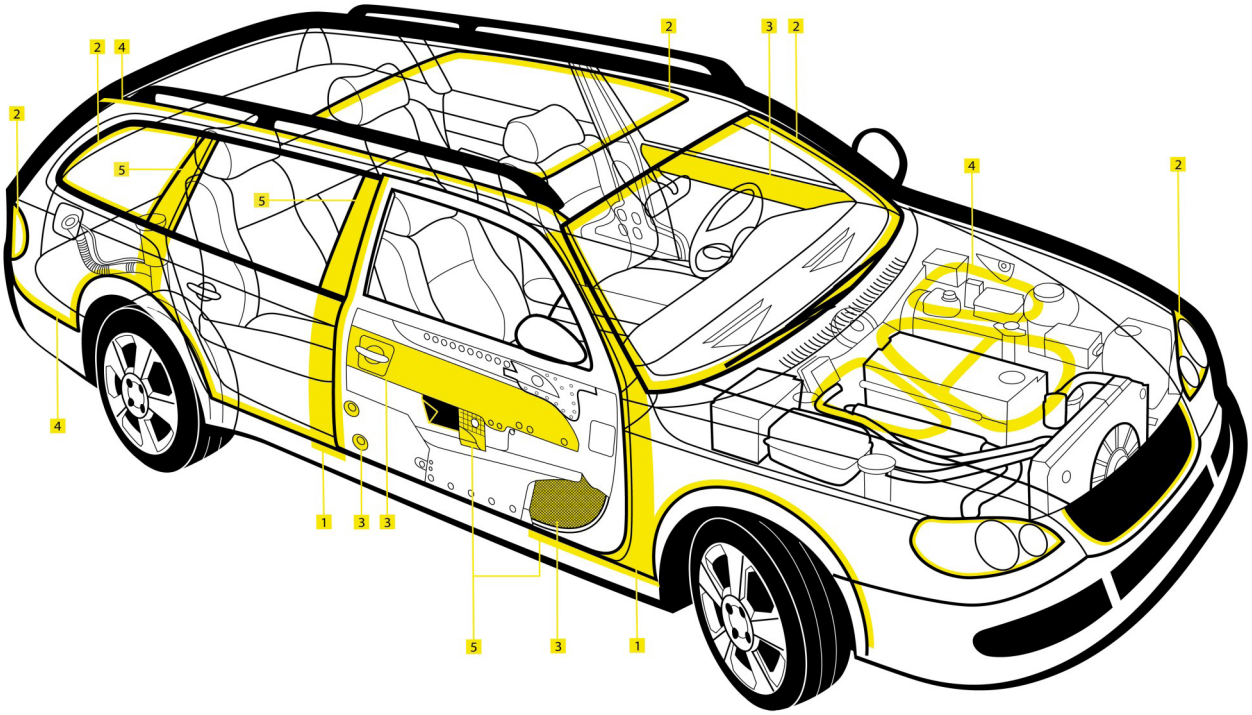
FEICA, Verband der europäischen Kleb- & Dichtstoffindustrie, ist ein multinationaler Verband, der die europäische Kleb- und Dichtstoffindustrie vertritt. Mit der Unterstützung von 14 Länderverbänden und mehreren Unternehmen und assoziierten Mitgliedern, koordiniert, vertritt und verfechtet FEICA die gemeinsamen Interessen unserer Branche in ganz Europa. In dieser Hinsicht zielt FEICA auf die Herstellung eines konstruktiven Dialogs mit Gesetzgebern ab, um der Kleb- & Dichtstoffindustrie bei der Lösung ihrer Probleme als verlässlicher Partner zur Seite zu stehen.

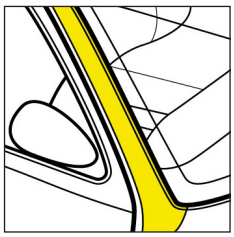
Kontaktieren Sie für mehr Informationen über diese Benefit-Story:

Kristel Ons
Kommunikations- & Veranstaltungsmanager
k.ons@feica.eu
0032 (0) 2 792 75 17

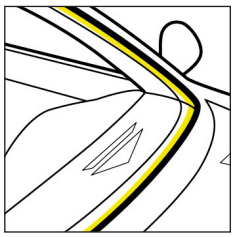
Dieses Dokument wurde unter Verwendung des derzeit verfügbaren Wissensstandes verfasst und der Benutzer beruft sich auf eigenes Risiko. Die Informationen sind im guten Glauben erstellt, ohne Risikoübernahmen und Gewährleistungen bezüglich Richtigkeit oder Vollständigkeit. Für Schäden jeglicher Art, die sich aus der Verwendung oder Berufung auf dieses Papier ergeben, wird keine Haftung übernommen. Die in diesem Dokument geäusserten Ansichten spiegeln nicht die Meinung aller Mitgliedsunternehmen von FEICA wider.

Anwendungsbeispiele von Kleb- und Dichtstoffen im Automobilbau

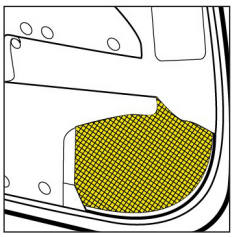




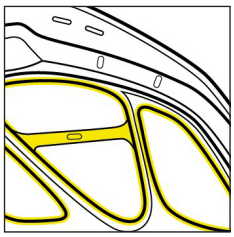
1. Strukturelle Verstärkung von Hohlräumen



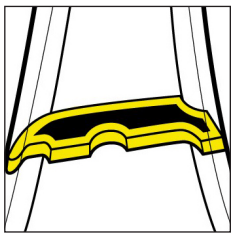
2. Direktverglasung mit äusserer Verklebung



3. Verklebung Innenraum



4. Strukturverklebung und Strukturabdichtung



5. Geräuschdämmung

«Sika Car» – Bild mit freundlicher Genehmigung von Sika Services AG