

INDUSTRY KNOW HOW



INDUSTRIE KNOW HOW

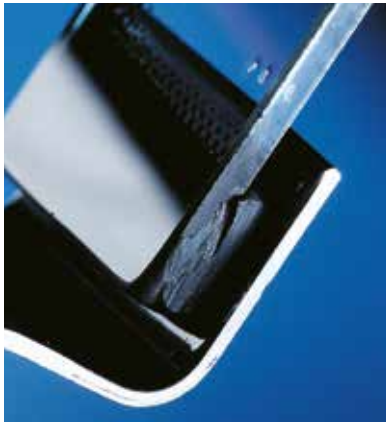
Mehrwert durch industrielle Klebtechnik

Innovative Klebtechnik ist eine bewährte Verbindungstechnik die das Spektrum der klassischen Fügetechniken wie Schweißen, Nieten und Schrauben hervorragend ergänzt.

Durch die Klebtechnik lassen sich unterschiedlichste Werkstoffe wie z.B. Glas, Kunststoffe, Karbon und Leichtmetalle in den ausgefallensten Formen verbinden. Modernsten Design Wünschen sind dabei kaum mehr Grenzen gesetzt, die optische Attraktivität steigt und neue Massstäbe werden gesetzt. Es entstehen nachhaltige Produkte die wesentlich zur Reduktion von CO₂-Emissionen beitragen.

INDUSTRY KNOW HOW

GRUNDBEGRIFFE UND VORTEILE DER KLEBETECHNIK



BEGRIFF „KLEBEN“:

- Kleben ist die Verbindung von Füge­teilen (Werkstoffen) unter Verwendung eines geeigneten Klebstoffsystems.
- Elastisches Kleben ist die stoffschlüssige Verbindung von unterschiedlichen Füge­teilen, um dynamische Kräfteinwirkungen und thermisch bedingte Längenänderungen im Klebstoff aufzunehmen.
- Definition nach DIN 16920:
Der Klebstoff ist ein „nicht metallischer Werkstoff, der Füge­teile durch Flächenhaftung und innere Festigkeit verbinden kann.“

VORTEILE FÜR KONSTRUKTION UND QUALITÄT:

- Hohes Mass an Gestaltungsfreiheit
- Vermeidung von Metallkorrosion
- Kompensation unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten
- Optimale Optik durch verzugsfreie Verbindungen
- Geräusch- und Vibrationsdämpfung
- Gewichtsersparnis
- Dauerhaft sichere Verbindungen
- Erhöhte Produktlebensdauer

VORTEILE FÜR DIE KALKULATION:

- Einsparung von teuren, massgeschneiderten Dichtprofilen
- Geringe Vorarbeiten und weniger Arbeitsschritte

- Kostengünstige Verbindungstechnik bei Berücksichtigung aller Prozesse und Materialien
- Hoher Automatisierungsgrad möglich
- Reduzierung von Fertigungszeiten

VORTEILE FÜR DIE FERTIGUNG:

- Kombination unterschiedlicher Materialien / Werkstoffe
- Ausgleich von Fertigungstoleranzen
- Montieren und Dichten in einem Arbeitsgang, geringe Vorarbeiten
- Breites Anwendungsspektrum und hohe Prozesssicherheit
- Möglichkeit der Integration in die industrielle Fertigung
- Wirtschaftliche Fertigungszeiten durch hohes Automatisierungspotenzial

ZEIT- UND KOSTENVERGLEICH DER VERBINDUNGSTECHNIKEN KLEBEN UND SCHWEISSEN AM BEISPIEL VON ALUMINIUM-WERBETAFELN:

Zeitanalyse (Minuten)		
Fertigung	Schweissen	Kleben
Zuschnitt aller Teile (9 St.)	120	120
Ablegen auf Arbeitstisch	10	10
Reinigen der Flächen	0	10
Applikation Klebstoff	0	6
Fügen der Winkel	6	10
Schweissen	8	0
Segmentmontage	25	25
Nacharbeit (Schleifen)	120	0
Summe	289	181

Zeiteinsparung durch Kleben: 108 Minuten

Kostenanalyse (in CHF)		
Kosten/9er-Tafel	Schweissen	Kleben
Arbeitskraft 35,00 CHF/h	163.90	105.60
Klebstoff (40,00 CHF/L): 9*25 ml	0	9.00
Schweissmaterial	1.50	10
Schleifm./Spachtel	5.00	0
Zwischensumme	170.40	114.60
Anlagenkosten Kleben (40.000 Tafeln)	0	7.50
Anlagenkosten (Schweissen)	2.50	0
Summe	172.90	122.10
Kosteneinsparung durch Kleben: 50.80 CHF je Bauteil		

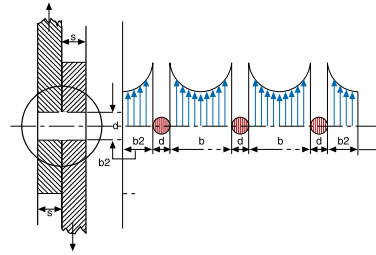
* Bei einem Kostenvergleich sollte man nicht nur die reinen Materialkosten betrachten. Vorarbeiten, Nacharbeiten und die insgesamt benötigte Arbeitszeit müssen mitberücksichtigt werden.

INDUSTRY KNOW HOW

VERGLEICH DER VERBINDUNGSTECHNIKEN

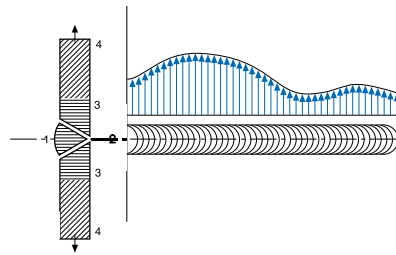
NIETVERBINDUNG

Spannungsspitzen an den Nietlochrändern führen zu punktueller Krafteinleitung.



SCHWEISSVERBINDUNG

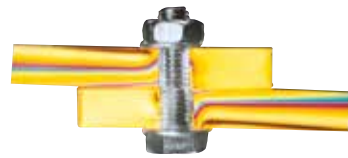
Ungleichmässige Spannungsverteilung durch überlagerte Schweissspannung führt zu ungleichmässiger Krafteinleitung.



- 1 Schweißdraht
- 2 Überhitzungszone
- 3 geschwächte Zone
- 4 Kernmaterial

SCHRAUBVERBINDUNG

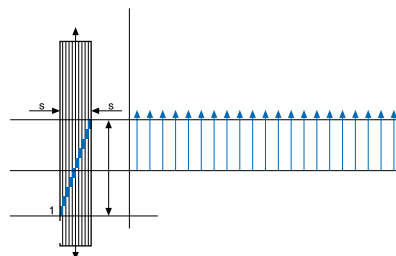
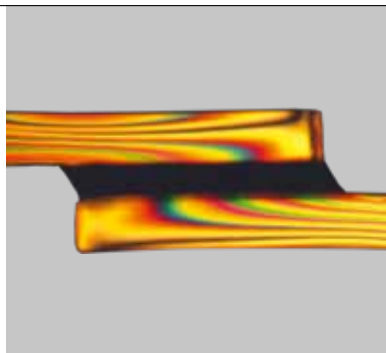
Spannungsspitzen an den Schraubenrändern führen zu punktueller Krafteinleitung.



Spannungsoptische Aufnahme an einem Modell aus transparentem und optisch aktivem Werkstoff. Die Spannungsverteilung wird durch polarisiertes Licht sichtbar.

KLEBEVERBINDUNG

Gleichmässige Spannungsverteilung bedeutet gleichmässige Krafteinleitung.



Spannungsoptische Aufnahme an einem Modell aus transparentem und optisch aktivem Werkstoff. Die Spannungsverteilung wird durch polarisiertes Licht sichtbar.

INDUSTRY KNOW HOW

KONSTRUKTION: BELASTUNGEN UND KLEBEGERECHTE AUSLEGUNG

KLEBEGERECHTE AUSLEGUNG

In der Praxis sind Klebefugen zahlreichen Kräften (Zug-, Druck-, Scher- und Schälkräfte) ausgesetzt. Die Stärke der Verbindung ist von der Klebefläche, von den inneren Kräften des Klebstoffes und der Fügeiteile sowie von der Spannungsverteilung innerhalb der Verbindung abhängig.

Eine falsche Auslegung kann zu hohen Spannungsspitzen und damit zum Versagen der Verbindung führen. Deshalb sollte bei

der Auslegung auf eine einfache Applikation des Klebstoffes und eine klebegerechte Geometrie geachtet werden. Damit ist eine lange Lebensdauer unter den gefragten Bedingungen möglich.

Ein elastischer Klebstoff kann seine Vorteile (Bewegungsausgleich, Schlagzähigkeit, Vibrations- und Schalldämpfung) nur bei richtiger Auslegung der Klebegeometrie beweisen. Eine Schichtstärke von 2 bis 4 mm hat sich bei vielen Anwendungen bewährt.



Zugkräfte



Zugscherkräfte



Schälkräfte

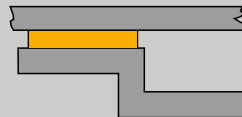
EINFACHE ÜBERLAPPUNG

besonders bei geringen Materialstärken wegen einfacher Ausführung und guter Festigkeit bevorzugt.



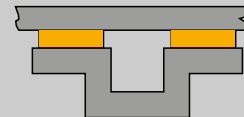
Z-PROFIL

für die Versteifung von grossen Blechen.



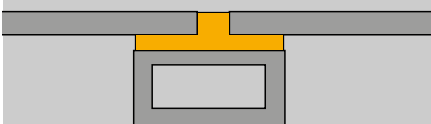
HUTPROFIL

für die Versteifung und Montage von Blechen und Verbundplatten.



EINFACHE LASCHE / STOSSFUGE

findet Anwendung, wenn ohne besondere Vorarbeit eine Fläche glatt sein soll.



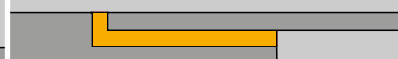
DOPPELTE ÜBERLAPPUNG

findet häufig Anwendung, da über die grossen Klebeflächen Kräfte gut übertragen werden.



FLANSCH

wird bei der Montage von Scheiben eingesetzt.

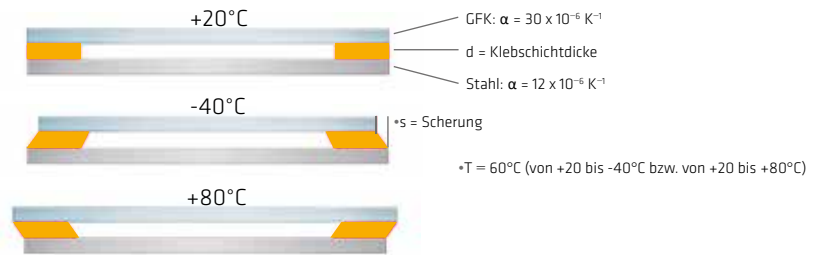


INDUSTRY KNOW HOW

Thermisch bedingte Längenausdehnung

Material	Thermischer Längenausdehnungskoeffizient (α in $10^{-6} K^{-1}$)	Bauteiländerung in mm pro m bei Differenz von 60°C (z.B. +20 - +80°C)
Aluminium	24	1,44 mm
Messing	17	1,02 mm
Chromstahl	11	0,66 mm
Stahl	12	0,72 mm
Zink	36	2,16 mm
Acrylglas/ Polycarbonat	70-80	4,20-4,80 mm
Polyamid	80-90	4,80-5,40 mm
Polyethylen	60-200	3,60-12,0 mm
Polyurethan hart	70-100	4,20-6,00 mm
PVC hart	80	4,80 mm
GFK (UP/EP)	20-50	1,20-3,00 mm
Holz längs	3-6	0,18-0,36 mm
Holzwerkstoffe	10-15	0,60-0,90 mm
Glas	8-12	0,48-0,72 mm

ELASTISCHE KLEBSTOFFE KOMPENSIEREN BEI RICHTIGER DIMENSIONIERUNG THERMISCHE RELATIVBEWEGUNGEN:



FORMEL ZUR ERRECHNUNG DER KLEBSCHICHTDICKE:

Vorgabe der Klebstoffhersteller zur zulässigen Verformung:
Klebstoffbewegung auf Scherung (Schub): max. 50%

$$d = \Delta s / 50\%$$

$$\Delta s = 1/2 \times L_o \times (\alpha_{\text{Material 1}} - \alpha_{\text{Material 2}}) \times 10^{-6} K^{-1} \times \Delta T$$

Beispielrechnung an einem Bauteil mit einer Länge von 8.000 mm:

$$\Delta s = 1/2 \times 8.000 \text{ mm} \times (30-12) \times 10^{-6} K^{-1} \times 80^\circ C = 4,3 \text{ mm}$$

$$d = \Delta s / 50\% = 8,6 \text{ mm}$$



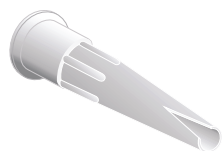
Klebstoff-Verbrauchstabelle

Schichtstärke / Höhe mm	Laufmeter pro Kartusche à 300 ml			Laufmeter pro 100 ml Klebstoff		
	Breite der Klebestelle			Breite der Klebestelle		
	5 mm	10 mm	15 mm	5 mm	10 mm	15 mm
1	60,0	30,0	20,0	20,0	10,0	6,7
2	30,0	15,0	10,0	10,0	5,0	3,3
3	20,0	10,0	6,7	6,7	3,3	2,2
4	15,0	7,5	5,0	5,0	2,5	1,7
5	12,0	6,0	4,0	4,0	2,0	1,3
6	10,0	5,0	3,3	3,3	1,7	1,1
7	8,6	4,3	2,9	2,9	1,4	0,9
8	7,5	3,7	2,5	2,5	1,2	0,8
9	6,7	3,3	2,2	2,2	1,1	0,7
10	6,0	3,0	2,0	2,0	1,0	0,6

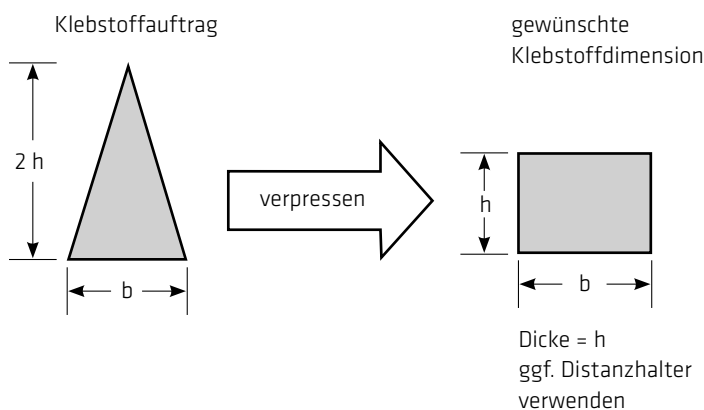
KLEBVERBINDUNGEN WERDEN DANN DAUERHAFT SICHER, WENN DIE EINZELNEN ARBEITSSCHRITTE BEI DER VERARBEITUNG GENAU BEACHTET WERDEN.

DÜSENGEOMETRIE

Undichtigkeiten, Spannungen in den Bauteilen und andere Probleme können bei einer Klebung bereits im Vorfeld ausgeschlossen werden. Durch den richtigen Zuschnitt der Klebstoffdüsen werden die Fehlerquellen reduziert. Der Klebstoff wird in der richtigen Dimension aufgetragen und kann seine Funktionen voll entfalten. Bei der Klebung sollten Klebstoffe grundsätzlich immer in Form einer Dreiecksraupe aufgetragen werden. Diese gewährleistet die grösstmögliche Benetzung der Werkstoffe mit dem Klebstoff. So werden Lücken in der Kleberaupe, ein nicht ausreichender Ausgleich von Fügeiteiltoleranzen oder zu dünne Schichtdicken und damit z.B. der Eintritt von Wasser verhindert. Bei Kunststoffen kann eine zu dünne Klebeschicht zu Spannungsrissen führen.



V-Ausschnitt für Dreiecksraupen bei Klebeanwendungen.
Durchmesser = Raupenbreite
V-Höhe = ca. 2x erforderliche Klebstoffschichtstärke



Bei einer bündigen Klebung auf einem Flansch sollte die Höhe des Düsenzuschnitts der Höhe des Flansches entsprechen. Durch das Verpressen werden die Fügeiteile in der Oberfläche bündig (vgl. Skizze oben).

KLEBEVERSUCH FÜR ELASTISCHE KLEB- UND DICHTSTOFFE

Auf einem Originalsubstrat, das entsprechend der Empfehlung vorbehandelt wurde, wird eine Kleb- oder Dichtstoffraupe von ca. 10 mm Durchmesser aufgetragen (vgl. Abb. 1). Anschließend die Kleberaupe für 7 Tage bei Raumtemperatur aushärten lassen.

Versuch: Mittels eines Messers wird am Raupenanfang zwischen Substrat und Kleb- bzw. Dichtstoff ein Stück von ca.

3 cm Länge gelöst. Versuchen Sie dann mit Hilfe einer Spitzzange durch Verdrehen dieser, die Raupe vom Substrat abzuschälen. Während des Abschälens von Zeit zu Zeit bis in den Untergrund einschneiden (vgl. Abb. 2).

Ergebnis: Es gibt drei unterschiedliche Versagensbilder:

- Sikaflex® bricht in sich (kohäsives Versagen) = optimales Ergebnis (vgl. Abb. 3)
- Substrat bricht (Substrat-Versagen) = akzeptables Ergebnis (vgl. Abb. 4)
- Sikaflex® kann rückstandslos vom Substrat abgelöst werden (Haftversagen) = schlechtes Ergebnis (vgl. Abb. 5)

Ein Mischbruch (kohäsiv, adhäsiv) ist möglich. Mehr als 95% kohäsives Versagen gilt als ausgezeichnet (vgl. Abb. 4), 75% Kohäsivbruch wird in vielen Fällen akzeptiert.



Abb. 1: Klebstoffraupe auf Originaloberfläche auftragen



Abb. 2: Ausgehärtete Klebstoffraupe einschneiden und mit einer Spitzzange abschälen

VERSAGENSBILDER



Abb. 3: Beispiel einer exzellenten Haftung



Abb. 4: Gute Haftung mit einigen Substratbrüchen auf der Oberfläche



Abb. 5: Schlechte Haftung (keine Klebeschicht bzw. nur Klebefilm)

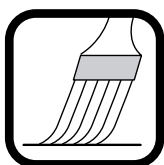
ARBEITSSCHRITTE



Klebeflächen müssen sauber, trocken und fettfrei sein. Klebeflächen ggf. mit einem Schleifvlies anschleifen und Staub anschliessend entfernen. Starke Verschmutzungen mit Sika® Remover-208 oder Sika® Cleaner P reinigen. Die Vorbehandlungstabelle ist zu beachten.



Falls erforderlich (Vorbehandlungstabelle beachten), Klebeflächen mit einem Haftreiniger (Sika® Aktivator-100, Sika® Aktivator-205, Sika® ADPrep) mithilfe eines sauberen, fusselfreien Papiervlies abwischen. Die jeweilige Abluftzeit ist zu beachten.



Falls erforderlich (Vorbehandlungstabelle beachten), Klebeflächen mit einem Pinsel, Wollfilzapplikator oder Schaumstoff-Applikator primern. Die jeweilige Abluftzeit ist zu beachten.



Bei Klebungen mit standfesten Produkten den Klebstoff als Dreiecksraupe auftragen. Die Düse nach aufgeprägter Skala zuschneiden und Pistole beim Auftrag senkrecht halten. Mindestschichtdicke beachten, ggf. Abstandshalter benutzen.



Bei zweikomponentigen Produkten Statikmischer aufsetzen und punktförmig oder in Raupenform auftragen. Mindestschichtdicke beachten, ggf. Abstandshalter benutzen.



Fügeteil positionieren und andrücken. Bauteil ggf. fixieren und Klebstoff aushärten lassen. Handlingzeiten beachten.



Herausquellender Klebstoff kann in nicht reagiertem Zustand mit Spachtel und Sika® Remover-208 entfernt werden. Andere Reiniger können Reaktionsstörungen verursachen.

DAS IST BEI DER VERARBEITUNG ZU BEACHTEN

Verarbeitung eines aufeinander abgestimmten Systems

Es wird empfohlen, mit einem aufeinander abgestimmten System an Vorbehandlungsmitteln und Klebstoffen zu arbeiten, um eine problemlose Verarbeitung der Produkte und einen störungsfreien Haftungsaufbau sicherzustellen.

Kein Alkohol auf nicht ausgehärtetem Klebstoff

Nach der Klebstoffverarbeitung sollte der Kontakt von alkoholhaltigen Produkten mit dem frisch aufgetragenen Klebstoff vermieden werden, solange sich noch keine Haut gebildet hat. Alkohol stört die Reaktion und bewirkt, dass der Klebstoff nicht aushärtet und pastös-klebrig bleibt. Zur Entfernung von Klebstoffresten können Sie z.B. den Sika® Remover-208 verwenden.

Silicon auf Untergrund oder Klebstoff

Siliconhaltige und rückfettende Produkte können die Haftung verschlechtern und zu Ablösungen und infolge dessen zu Wassereintritt führen.

Klebung von Distanzhaltern

Die Klebung von Distanzhaltern mit Cyanacrylatklebstoffen (Sekundenkleber) kann zu Haftstörungen in der Umgebung und damit zu Undichtigkeiten führen. Der Einsatz von selbstklebenden Distanzhaltern ist unproblematisch. Distanzhalter sollten nicht in die Kleberaupe eingebettet werden, sondern möglichst neben der Klebung. Somit lassen sich Undichtigkeiten vermeiden. Zur Verhinderung von punktuellen Spannungsspitzen sollte die Härte der Distanzhalter der Härte des Klebstoffs entsprechen und keinesfalls härter sein.

PLANUNG

Richtige Vorbereitung und Planung der Arbeitsabläufe sichern einen zügigen und reibungslosen Produktionsablauf. Rechtzeitiges Festlegen der Werkstoffe und Kenntnis der Oberflächenbeschaffenheit (roh, grundiert, lackiert usw.) ermöglichen eine sorgfältige Bestimmung der geeigneten Klebstofftypen und der dafür notwendigen Vorbehandlungsschritte. Trennmittel, Ziehöl usw. beeinflussen die Verklebbarkeit der Werkstoffe negativ. Im Zweifelsfall sind Vorversuche mit den Originalmaterialien durchzuführen.

ARBEITSPLATZ

Ein sauberer Arbeitsplatz in gut durchlüfteten, hellen Arbeitsräumen sollte vorausgesetzt werden können. Bei der Verarbeitung sollte die Raumtemperatur von +15°C und eine minimale Luftfeuchtigkeit von 30% nicht unterschritten werden. Trennen Sie die Vorbereitungsarbeiten (Grobreinigen und Anschleifen) vom Bereich Vorbehandeln/Reinigen der Oberflächen und Kleben. Sorgen Sie dafür, dass bei den jeweiligen Arbeitsbereichen die notwendigen und geeigneten Hilfswerkzeuge und Materialien bereitstehen.

VORBEREITUNG

- ☑ Sauberer Arbeitsplatz
- ☑ Entölte Pressluft, um die Werkstoffoberflächen von Staub frei zu machen
- ☑ Fusselfreies Papiervlies anstelle von Stofflappen oder Putzwolle
- ☑ Geeignete Pinsel oder andere Auftragssysteme bereitlegen
- ☑ Klebeband nicht saugend, aber reissfest und glatt.
- ☑ Schleifpad
- ☑ Arbeitshandschuhe

ARBEITSMITTEL

- ☑ Stabile Verarbeitungspistole (Handdruck-, Druckluft- oder Akku-Pistole).
- ☑ Kartuschenöffner zum Öffnen der Spitze.
- ☑ Scharfes Messer für Düsenzuschnitt.
- ☑ Distanzstücke zur Sicherstellung der erforderlichen Klebstoffschichtstärke.
Diese müssen der Klebstoffhärte angepasst sein und dürfen die Dichtfunktion nicht stören.
- ☑ Hilfsmittel zum gleichmässigen Andrücken (z.B. kurzes Profilrohr) von grossflächigen Fügeteilen.
- ☑ Hilfsmittel für das Fixieren der zu montierenden Teile (Klemmen, Gewichte usw.) gegen Abrutschen oder Aufstehen.
- ☑ Spachtel zum Entfernen überschüssigen Klebstoffs.
- ☑ Sika® Remover-208 zum Entfernen dünner, frischer Klebstoffreste.
- ☑ Sika® Handclean-Tücher zum Reinigen der Hände von frischen Klebstoffresten.



VORBEHANDLUNG

Das Reinigen gehört zu den wichtigsten Arbeitsschritten in der Klebtechnik. Die Haftfläche muss sauber, trocken, staub- und fettfrei sowie frei von nicht tragenden Schichten (Lackreste, Rost, Zunder usw.) sein. Die Vorbehandlung mit Sika® Aktivator bewirkt gleichzeitig eine Reinigung und Aktivierung der Oberfläche. Damit kann die Haftung auf glatten, nicht saugenden Untergründen deutlich verbessert werden.

Es ist darauf zu achten, dass das Reinigungspapier (keine Stofflappen!) regelmässig und oft gewechselt wird, um den Schmutz wirklich zu entfernen statt nur gleichmässig zu verteilen. Bei starken Verschmutzungen ist vorab eine Grobreinigung mit reinen Lösungs-

mitteln (Sika® Cleaner P, Sika® Remover-208) vorzunehmen. Keine Nitroverdüner oder Siliconentferner verwenden, da diese nicht komplett fettfrei sind.

ACHTUNG BEI DER VORBEHANDLUNG

Auf saugenden Untergründen darf zur Vorbehandlung weder Lösungsmittel noch ein Sika® Aktivator verwendet werden. Nicht abgelüftete Lösungsmittel stören den Durchhärtungsmechanismus der Kleb- und Dichtstoffe. Ebenfalls muss unbedingt beachtet werden, dass Alkohol die Durchhärtung der Kleb- und Dichtstoffe verhindern kann.

PRIMERN (VORANSTRICH)

Bestimmte Untergründe benötigen als Haftvermittler einen Primer. Primer werden dünn und deckend aufgetragen.

- Achten Sie darauf
- dass die geprimerten Flächen auch mit den Klebeflächen übereinstimmen.
- dass der richtige Primer auf die richtige Werkstoffoberfläche kommt.
- dass der Primer vor der Klebung vollkommen trocken und ausgehärtet ist, d.h. Abluftzeit beachten.
- dass pigmentierte Primer gut aufgeschüttelt werden müssen.
- dass die Primer sofort nach Gebrauch wieder verschlossen werden.