

Auch im Metallbau wird zunehmend öfter geklebt. Verschiedenste Materialien sollen durch Kleben dauerhaft verbunden werden. Die Wahl der richtigen Klebstoffe sowie die korrekten Anwendungen erfordern viel Know-how. Der Beitrag liefert wichtige Informationen dazu. Ruderer Klebtechnik GmbH, Geschäftsbereich Technicoll

**Kleben scheint die einfachste Sache der Welt zu sein.** Doch der Anschein trügt. Sorgfältige Abklärungen betreffend Materialien, Klebstoffe und Anwendungstechniken sind unabdingbar. Wer beabsichtigt, Metalle zu kleben, dem sei empfohlen, für sich die unten aufgeführten Fragen zu beantworten:

- Um welche Art Metall handelt es sich?
- Wie ist die Oberfläche beschaffen?
- Welche geometrische Klebefläche liegt vor?
- Bestehen verarbeitungstechnische Vorgaben oder Zwänge?
- Welche Art und Umfang belasten die Klebung?
- Wo liegt der spätere Einsatzbereich des geklebten Metalls?

Diese Rückfragen bringen den Anfragenden meist in Verlegenheit. Nur wenige gut vorbereitete können diese klebetechnisch wichtigen Fragen sofort beantworten.

## Was ist Kleben?

Nun lassen Sie uns mal die vorgenannten einzelnen Punkte betrachten. Auch hier gilt der Grundsatz: Kleben ist eine Verbindungstechnik, die «nur» die Oberflächen eines Werkstoffs verbindet. Anders verhält es sich bei den typischen mechanischen Verbindungen wie Schrauben, Nieten oder Schweißen. Eine Standardfrage ist immer: Handelt es sich um ein blankes Metall oder liegt eine Art Oberflächenveredelung vor? Bei blanken Metallen muss weiter unterschieden werden, um welche Art Metall es sich im vorliegenden Fall handelt. Es gilt zu unterscheiden, ob klassische Metalle wie Eisen bzw. Stahl und Edelstähle oder die sogenannten Buntmetalle zu verkleben sind. Typische Buntmetalle sind Aluminium, Kupfer, Nickel, Blei, Zinn, Zink, Messing und Bronze.

## Metallklebung mit 2-K-Epoxidharzklebstoffen

Diese vorgenannten Metalle zeigen arttypische Abweichungen in der Klebeeigenschaft und es muss jeweils geprüft werden, welcher der vielen angebotenen Klebstoffe erbringt hier die besten Klebeerfolge. In den vergangenen Jahrzehnten haben sich für Klebungen dieser Werkstoffe miteinander oder untereinander die Zweikomponenten-Klebstoffe auf Basis Epoxidharze behauptet. Bei diesen 2-K-Klebstoffen spricht man auch von Konstruktionsklebstoffen oder Strukturklebstoffen. Die Klebstoffindustrie bietet eine Vielzahl von solchen Klebstoffsystemen. Je nach den rezepturmässig eingesetzten Epoxidharzen und verwendeten Zusatzmaterialien wie Füllstoffe und Additive erbringen diese Klebstoffe unterschiedliche Adhäsions- und Nutzungseigenschaften, wobei



Verklebung von Metall mit Verbundwerkstoffen.

hier zusätzlich noch die verschiedenen Viskositäteeinstellungen und andere Verarbeitungseigenschaften mit einwirken.

## Unterschiedliche Klebstoffe je nach Anwendungsgebiet

Schon hier wird klar, nur einen Klebstoff für Metalle gibt es nicht. Das breite Angebot dieser Klebstoff-Formulierungen kann auf den Anwender sehr verwirrend wirken. Es muss differenziert werden, wo die Einsatzbereiche liegen. Gerne wird in den Medien die Automobilindustrie zitiert und als Paradebeispiel für die Leistungsfähigkeit von Verklebungen bei metallischen Teilen hervorgehoben. Im Fahrzeugbau handelt es sich in der Regel um gezielt auf den jeweiligen Einsatz hin entwickelte Rezepturen, wobei die Geometrie der Klebefläche vielfach speziell für eine Klebung ausgelegt, also kon-

struktiv angepasst wird. Quasi gestern das Teil schrauben und heute dieses ersatzweise kleben funktioniert nicht. Wie schon oben gesagt, zeigen die unterschiedlichen Metalle ihre eigenen, oft abweichenden Klebeeigenschaften. Es ist immer zwingend notwendig, vor dem Einsatz sorgfältige und praxisnahe Eignungsversuche durchzuführen. Entsprechende Alterungstests und Belastungsprüfungen hinsichtlich der späteren Verwendung gehören ebenfalls zum Pflichtenheft der Klebstoffauswahl. Extreme thermische Belastungen sowie Einflüsse durch Bewitterung, Wasser und andere Substanzen müssen in der Beurteilung einer Eignung mit einfließen.

**Mechanische Beanspruchungen der Klebungen** Nicht zu vernachlässigen sind die eventuell auftretenden mechanischen Beanspruch-

## Nicht zu vernachlässigen sind die auftretenden mechanischen Beanspruchungen.

ungen. Ob es nun plötzlich, selten oder dauerhaft auftretende grosse Kräfte auf die Klebefuge sind, Vibrationen oder schälende Beanspruchungen, all diese Parameter erfordern eine Berücksichtigung. Im vorausgehenden Text wurden die Zweikomponentenklebstoffe auf Basis Epoxy (EP) genannt. Die Klebstoffindustrie ist sehr innovativ und hat ein sehr grosses Portfolio geeigneter Klebstoffe entwickelt. Diese müssen nicht zwingend 2-K-Produkte oder auf Basis Epoxy sein. Je nach Einsatz können auch heisshärtende 1-K-Epoxidharze, spezielle Formulierungen auf Basis 2-K-Polyurethan (PUR) sowie die in den letzten Jahren verstärkt auftretenden Acrylatklebstoffe (MMA) Verwendung finden. Aber auch hier ist kein Alleskönner dabei.

### Verarbeitung von 2-K Klebstoffen zur Metallklebung

Da eine Metallklebung üblicherweise mittels der 2-K-Klebstoffe erfolgt, kommt der Verarbeiter an der exakten Dosierung und homogenen Vermischung der Komponenten nicht vorbei. Ein sorgfältiges Arbeiten ist zwingend erforderlich. Kleine Flächen oder Streifen bzw. Raupen lassen sich einfach und sauber mit Strukturklebstoffen aus Doppelkammerkartuschen (auch «side by side» genannt) verarbeiten. Diese bevorzugt

in Mischungsverhältnissen 1:1, 2:1 oder 10:1 Volumenteile abgepackten Kartuschen werden mittels geeigneter Auspresspistolen und statischer Mischrohre verarbeitet. Bei grösseren Bedarfsmengen wird aus entsprechenden Gebinden gearbeitet. In diesen Fällen erfolgt die Anlieferung der Komponenten in getrennten Verpackungen. Die Verarbeitung erfolgt dann entweder manuell (Dosierung abwägen und vermischen) oder mit geeigneten Dosier- und Mischanlagen. Hier bietet die Maschinenindustrie bewährte Geräte. Je nach Topfzeit erfolgt dann die Vermischung mittels statischen Mischrohr oder dynamischen Mischer.

### Dickschichtkleben als weitere Möglichkeit der Metallklebung

Verstärkt wird seit einigen Jahren der Einsatz von sogenannten Dichtklebstoffen beobachtet. Hier handelt es sich um Systeme, die ursprünglich aus dem Bereich der Abdichtungen kommen, aber auch klebetechnisch sehr leistungsfähig sind. Diese Klebedichtmassen, bevorzugt im ein-komponentigen Einsatz, werden überwiegend auf Basis Polyurethan (PUR) oder sogenannte silanterminierte Polymere (STP, MS) angeboten. Häufig wird auch der Begriff Hybridklebstoff verwendet. Einzelne 2-K-Systeme sowie >



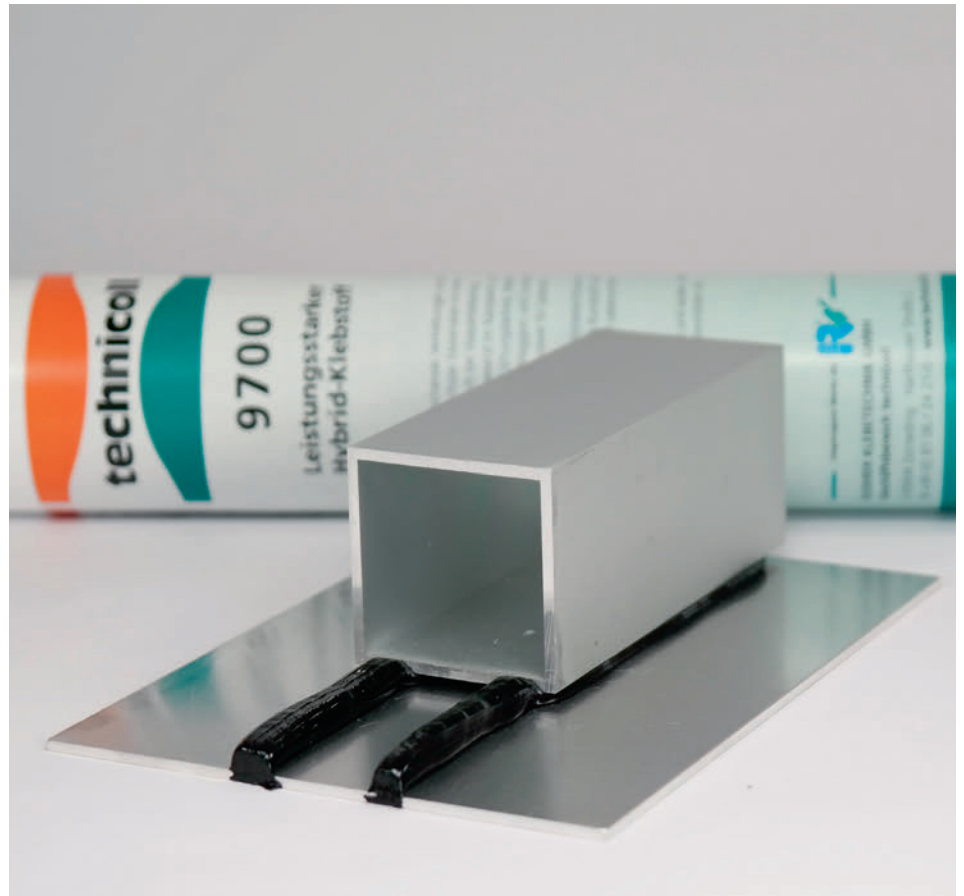
Eine Vielzahl an Klebstoffen für eine Vielzahl von möglichen Verbindungen. Eine fachtechnische Beratung kann lohnenswert sein.

## VERBINDUNGSTECHNIK

> sogenannte Boostersysteme behaupten sich ebenfalls. Dieses häufig auch als Dichtkleben oder Dickschichtkleben bezeichnete Verfahren zeigt seine Stärke darin, dass die Klebefuge eine gewisse Elastizität behält und somit Spannungen, Dehnungen oder Erschütterungen ausgleicht. Diese Eigenschaft nutzt man gerne im Fahrzeug-, Maschinen- und Lüftungsbau. Also Anwendungen, bei denen häufig Vibrationen und Schwingungen eine Klebung belasten. Damit solche Dichtklebstoffe die erwartete Leistungsfähigkeit erbringen, ist es meist notwendig, dass hier eine vorgegebene Mindestschichtdicke der Fuge eingehalten wird. Bedingt durch den Vernetzungsmechanismus (auch Härtung genannt), werden diese Produkte selten flächig verwendet, sondern bevorzugt in Streifen und Raupen.

### Flächige Klebung von Metallen

Die vorausgehenden Zeilen beschäftigten sich vorrangig mit sogenannte Struktur- oder Konstruktionsverklebungen. Vielfach ist es aber erforderlich, dass Metalle flächig miteinander oder mit anderen Werkstoffen klebetechnisch verbunden werden. Bei solchen Anwendungen können sowohl 1-K- als auch 2-K-Reaktionsklebstoffe zum Einsatz kommen. Je nach Flächengrößen sind neben den Eignungsmerkmalen der



Dickschichtklebung mit elastischer Klebefuge

**Bei der Oberflächenbehandlung sind Verfahren wie Anschleifen und Sandstrahlen sehr beliebt. Hier ist es wichtig, zu berücksichtigen, dass immer erst eine Reinigung, Entfettung mittels geeigneter Substanzen erfolgt. Erst danach darf geschliffen oder gestrahlt werden.**

Klebstoffe auch weitere Verarbeitungsparameter zu berücksichtigen. Da bei 2-K-Produkten die sog. Topfzeit ein wichtiges Kriterium bildet, grenzt diese eine Auswahl häufig deutlich ein. Es gilt zu beachten, bei grossen Klebeflächen benötigten eingesetzte reaktive Systeme eine zeitlich entsprechend bemessene Topfzeit. Lange Topfzeiten bedingen analog dazu lange Härtezeiten. Bis zur Aushärtung einer Klebstoffschicht ist ein sorgfältiges Fixieren der Teile oder Flächen nötig, um zu gewährleisten, dass die Flächen komplett mit Klebstoff benetzt werden. Um hier optimale Arbeitsabläufe zu ermöglichen, ist eine Auswahl eines Klebstoffs mit passender Härtezeit sinnvoll.

Bisher wurde bei der Metallklebung bevorzugt von den reaktiven Systemen gesprochen. Bei derartigen Klebstoffen erfolgt die Härtung mittels chemischer Reaktion. Die beiden Klebstoffkomponenten müssen zwingend in den vorgegebenen Mischungsanteilen exakt dosiert und homogen vermischt werden. Eine Verarbeitung kann nur innerhalb der rezepturbedingten Topfzeit erfolgen. Die nach Ablauf der Topfzeit beginnende Aushärtungszeit wird ebenfalls rezepturbedingt gesteuert. Eine dosierte und abgestimmte Zufuhr von Wärme kann den chemischen Prozess der Aushärtung beschleunigen. Die jeweiligen Angaben, also Zeiten, in den Datenblättern gelten in der Regel im Temperaturbereich zwischen +20° C und 23° C, sogenannte Raumtemperatur. Geringere, also niedrigere Temperaturen verlangsamen diese Prozesse.

#### **Flächiges Kleben von Metallen mit Kontaktklebstoffen**

Neben den Reaktivsystemen kommen auch andere Klebstoffarten zum Einsatz, insbesondere bei flächigen Anwendungen. Dominierend sind hier Kontaktklebstoffe auf Rohstoffbasis Polychloropren (im Volksmund auch Neopren genannt). Die Rohstoffe auf Basis Polychloropren (CR) zeigen bei blanken und auch oberflächenbehandelten Metallen gute Adhäsionseigenschaften. Diese sind meist in Lösungsmitteln gelöst, fallweise in Wasser dispergiert und werden anwendungsorientiert aufgerollt, gespritzt, gepinselt, gerakelt oder in anderen Verfahren appliziert. Kontaktklebstoffe müssen beidseitig auf die Werkstoffe aufgetragen, danach abgelüftet und innerhalb der offenen Zeit sofort gefügt werden. Solche Klebstoffe erbringen eine sofortige Anfangsfestigkeit, die geklebten Teile können unmittelbar danach verarbeitet werden. Diese Klebetechnik findet bevorzugt in Kaschierbereichen, z. B. Bleche auf Hölzern u. a. ihren Einsatz.

#### **Oberflächenvorbereitung vor der Klebung**

Eingangs wurde schon erwähnt, Kleben verbindet Oberflächen. Dass diese verschiedenen

Oberflächen sich klebetechnisch unterscheiden, ist ebenfalls klargestellt worden. Einige blanken Metalle bilden Veränderungen an ihren Oberflächen. Es handelt sich hier um Oxydationen, die oft durch Verfärbungen erkennbar sind, aber nicht immer. Da solche Schichten ebenfalls wie Öle und Fette Trennschichten bilden, auf denen die Klebstoffe gut kleben können, aber diese Schicht wiederum nicht ausreichend fest auf dem Metall haftet, müssen solche sorgfältig entfernt werden. Ein weiteres Hindernis bei Metallen kann die Bildung eines Films aus Kondenswasser sein. Dieses Symptom ist bei Metall gerne dann zu beobachten, wenn Metalle bei kalten oder niedrigeren Temperaturen gelagert werden und zur Klebung in einen wärmeren, beheizten Bereich verbracht werden. In solchen Fällen ist es zwingend nötig, die zu klebenden Metalle eine ausreichende Zeit zu temperieren.

#### **Reinigung der Oberflächen**

Da metallische Oberflächen selten ausreichend sauber für eine Klebung anzutreffen sind, ist fast immer eine sorgfältige Reinigung der Klebefläche absolut notwendig. Metalle können wie gesagt Oxydschichten aufweisen, aber häufig auch Korrosionsschutzmittel wie Öle, Fette und andere Substanzen sowie Stäube und diverse anhaftende Verschmutzungen. All diese, eine Klebung störende oder schädigende Oberflächenzustände, müssen entfernt werden. Eine einwandfreie Reinigung der Klebeflächen ist zwingend notwendig. Bei der Oberflächenreinigung sind leichte, nicht anhaftende Verschmutzungen einfach zu entfernen. Fette, Öle und Trennmittel können nur mittels geeigneter Reinigungsmittel entfernt werden. Hier bieten sich unterschiedliche Lösungsmittel und ähnliche Substanzen an. Die jeweilige Reinigungswirkung muss fallweise getestet werden. Bei Oxydschichten haben sich mechanische Reinigungen bewährt.

Bei der Oberflächenbehandlung sind Verfahren wie Anschleifen und Sandstrahlen sehr beliebt. Hier ist es wichtig, zu berücksichtigen, dass immer erst eine Reinigung, Entfettung mittels geeigneter Substanzen erfolgt. Erst danach darf geschliffen oder gestrahlt werden. Vorhandene trennende Medien wie Öle und Fette können im Schleifprozess ins Metall hinein geschliffen (gestrahlt) werden und wirken weiterhin trennend zum Klebstoff. Die Vorbehandlung des Schleifens oder Strahlens wird bei Metallen gerne verwendet, denn dadurch kommt es durch die Berg-und-Tal-Bildung zu einer Vergrößerung der Klebeflächen. Je nach Schleifkorn kann ein Mehrfaches an Oberfläche erreicht werden. ■

[www.ruderer.de](http://www.ruderer.de)  
[www.technicoll.de](http://www.technicoll.de)