

Manfred Rasche

Kleben im Kraftfahrzeugbau

Die Klebtechnik hat in den letzten Jahren in der Fertigung von Kraftfahrzeugen weltweit Einzug gehalten. Geklebt wird im Karosseriebereich, bei den Einbau- und Anbauteilen und bei den Aggregaten.

Stahl-Stahl-Klebverbindungen

Im Karosseriebereich werden heute noch in erster Linie Stahl-Stahl-Klebverbindungen eingesetzt. Dabei handelt es sich zum einen um die sogenannten Bördelnaht- oder Falznahtverbindungen, wie sie an den Türen und den Hauben des Motor- und Kofferraums eingesetzt werden. Die Bördelnahtklebung ist eine kombinierte Verbindung: Das Blech der Außenhaut wird um das Blech der Innenhaut herum gefalzt oder gebördelt. Der Falz ist zusätzlich mit Klebstoff versehen. Zum anderen werden bei Koffer- und Motorraumhauben die Verbindungen zwischen den Aussteifungen und dem Außenblech durch Kleben hergestellt.

Die Falzklebung an den Türen, der Kofferraum- und der Motorraumklappe sowie die Versteifungsklebung an Koffer- und Motorraumklappe ersetzen Punktschweißverbindungen. Beim Punktschweißen drücken sich die Elektroden in das Blech ein. Diese Eindrücke müssen mit hohem Arbeitsaufwand durch Spachteln und/oder Schleifen beseitigt werden, da sie die optische Qualität eines Automobils beeinträchtigen. Der Klebstoff verhindert auch die Spaltkorrosion im Falz, die hier bevorzugt auftritt, da im Falz ein Korrosionsschutz durch Phosphatieren und Lackieren nicht gegeben ist. Ausreichend geschützt wird die Bördelnaht jedoch erst durch das nachträgliche Versiegeln mit einem Dichtstoff.

Die erwähnten Klebverbindungen werden im Karosserie-Rohbau durchgeführt.

Damit ergeben sich eine ganze Reihe von Anforderungen an diese Verbindungen:

- Die Klebungen erfolgen auf eingeölten Stahlblechen. Dies ist aus produktions-technischen Gründen notwendig, da ein entfettetes Blech sehr schnell korro-

bäder sowie gegen die Lacke resistent sein.

- Die bei erhöhten Temperaturen erfolgende Aushärtung der Grundierung und der Lacke darf die Klebverbindung nicht beeinträchtigen. Sie muß auch eine eventuell durch Produktionsstö-

örungen auftretende verlängerte Temperaturbelastung aushalten können.

- Durch den Klebstoff darf keine Verschmutzung der Reinigungs-, Phosphatier- und Lackierbäder eintreten – er muß also schon vor dem Kontakt mit diesen Flüssigkeiten relativ fest sein.

Neben der erwähnten Bördelfalzklebung werden auch kombinierte Verbindungen aus Kleben und Punktschweißen eingesetzt. Die Schweißpunkte sorgen für eine sofortige Fixierung der Teile. Die Klebverbindung übernimmt nach dem Abbinden die Kraftübertragung. Aber auch in den Bereichen, wo der Klebstoff mehr zur Übernahme von Dichtfunktionen und als Korrosionsschutz eingesetzt wird, führt das Kleben zu einer steiferen Konstruktion. Dadurch konnte bei einem Fahrzeug die Anzahl der Schweißpunkte im vorderen Karosseriebereich von 1000 auf 300 reduziert werden.

Für die Punktschweißklebverbindungen werden spezielle Punktschweißklebstoffe verwendet. Die beim Schweißen entstehenden Zersetzungsprodukte dieser Klebstoffe greifen den Stahl nicht an. Bei PVC-Plastisolen beispielsweise würde die sich abspaltende Salzsäure zur Korrosion des Stahlblechs führen.

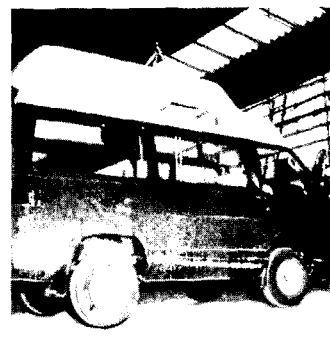


Verklebungen zwischen Außenhaut und Spiegeln bei einem Kleintransporter. Bilder: Sika

Ein Aufsatz aus glasfaserverstärktem Kunststoff wird mit elastischem 1-K-Klebstoff verbunden.



Klebstoffauftrag bei der Montage eines GFK-Hochdaches.



Das Hochdach wird auf einen Kleintransporter aufgesetzt.

diert, was bei den anschließenden Lackiervorgängen die Qualität des Lackes negativ beeinflusst.

- Die Klebverbindungen dürfen durch die nachfolgenden Fertigungsprozesse nicht beeinträchtigt werden. Sie müssen also gegen die Reinigungs- und Phosphatier-

KLEBEN AM AUTOMOBIL

Für die aufgeführten Verbindungen werden überwiegend einkomponentige pastöse Reaktionsklebstoffe verwendet. Man kann jetzt hier auch Klebstoffolien beziehungsweise -bänder einsetzen. Der Klebstoffauftrag erfolgt entweder mit der Hand oder durch Roboter. Für die Versteifungsklebung der Deckel wird der Klebstoff auch mit Vielpunktanlagen aufgetragen.

Die Klebstoffe binden gleichzeitig mit der Grundierungs- und Lackaushärtung ab. Um den Verbindungen vorher eine gewisse Anfangsfestigkeit zu verleihen und um zu verhindern, daß die Klebstoffe in den Bändern ausgewaschen werden, müssen die Verbindungsstoffe „vorgelieren“. Das Vor- und Angelieren erfolgt durch eine kurzzeitige Erwärmung, die entweder im Umluftofen oder durch induktive Erwärmung der Blechteile erreicht wird.

Im Nutzfahrzeugbau wird die Verbindung zwischen den Spiegeln und der Außenhaut des Fahrzeuges durch Kleben hergestellt. Auch hier geht es in erster Linie darum, die Außenhaut des Fahrzeuges nicht durch Schweißpunkte oder durch Nieten zu verunstalten. Eingesetzt werden sowohl hochviskose einkomponentige Reaktionsklebstoffe als auch expandierende Klebstoffschnüre. Die Aushärtung kann entweder bei Raumtemperatur durch eindiffundierende Luftfeuchtigkeit oder durch Wärmezufuhr bei der sogenannten Einbrennlackierung erfolgen. Neuere Entwicklungen führen zur Anwendung von doppelseitig klebenden Klebbändern.

Stahl-Kunststoff-Klebinverbindungen

Im Karosseriebereich werden zunehmend Kunststoffteile verwendet. Ein wichtiger Grund dafür ist, daß auf diese Weise erhebliche Gewichtseinsparungen möglich sind. Als Fügetechnik bietet sich die Klebtechnik an. So wird beispielsweise eine aus Kunststoff gefertigte Reserveradmulde in die Stahlkarosse eingeklebt. Bei dieser Klebinbindung wird jedoch nicht auf das blanke verölte Blech geklebt, son-

dern auf lackiertes Blech. Damit ergibt sich eine Verringerung der infolge von Korrosion verstärkt auftretenden Alterungsproblematik von Klebinverbindungen.

Die Technik, Kunststoffteile der Karosserie auf tragende Stahlteile zu kleben, wird immer häufiger angewendet. Bei Kleinserien ist es kostengünstiger, Karosserieteile aus Kunststoff zu fertigen, da die Stanz- und Ziehwerkzeuge für Blechteile sehr teuer sind. So werden beispielsweise Hochdächer für Sonderausführungen im Nutzfahrzeugbau aus glasfaserverstärktem

Kunststoffen besonders wichtig, da viele Kunststoffe stark kerbempfindlich sind.

Hier ist noch anzumerken, daß bei einem weitgehend unbeachteten Fahrzeug schon seit vielen Jahren Kunststoffkarosserieteile auf den grundierten Rahmen geklebt werden. Es handelt sich um das DDR-Fahrzeug Trabant. Probleme mit diesen Klebinverbindungen sind nicht bekannt.

Stahl-Glas-Klebinverbindungen

Eine weitere Anwendung der Klebtechnik im Karosseriebereich sind Klebinverbindungen von Stahl mit Glas. Auch hier wird auf das lackierte Stahlblech geklebt. Ausgangspunkt dieser Entwicklung war die Forderung aus den USA, daß bei einem Frontalaufprall mit 30 Meilen pro Stunde die Frontscheibe nicht aus dem Fahrzeug herausfallen darf. Diese Forderung konnte am besten mit der Klebtechnik erfüllt werden. Ein weiterer Vorteil ist, daß die Scheiben bündig in die Karosse eingefügt werden können, wodurch der c_w -Wert des Fahrzeuges verbessert wird.

Das Einkleben der Scheibe führte zu einer beträchtlichen Versteifung der Karosse. Im Omnibusbau werden die Scheiben inzwischen als tragende Teile eingesetzt, was zu einem verminderten Materialeinsatz geführt hat. Nicht verschwiegen werden soll jedoch, daß beim Scheibenbruch der Austausch einer geklebten Scheibe aufwendiger ist als bei einer konventionell befestigten Scheibe.

Als Klebstoffe werden vorwiegend pastöse, einkomponentige feuchtigkeitsvernetzende Systeme verwendet. Vor dem Klebstoffauftrag werden sowohl das Blech, als auch das Glas mit Primern vorbehandelt.

Ein- und Anbauteile

Mit der Karosserie werden die sogenannten Ein- und Anbauteile verbunden. Dies erfolgt inzwischen vielfach ebenfalls durch Kleben. Aber auch bei der Herstellung dieser Teile wird die Klebtechnik angewendet.



Bei diesem Reise-Luxus-Omnibus sind alle Scheiben eingeklebt. Bild: Neoplan

Verkleben von Zierleisten mit doppelseitigen Klebbändern. Bild: Lohmann

Eingeklebte Zwischenprofile machen aus Dichtgummis für die Türenfertigung Endlosprofile. Bild: Sichel

Bei Rückleuchten wird das Dichtgummi mit Cyanacrylatklebstoffen eingeklebt. Bild: Sichel

Kunststoff angefertigt und anschließend an die Karosserie angeklebt. Doch auch im Pkw-Bau ist diese Vorgehensweise zu finden. Die vollständig aus duroplastischem Kunststoff aufgebaute vierzigteilige Karosserie des Renault Alpine beispielsweise wird mit einem lösungsmittelfreien zweikomponentigen Polyurethanklebstoff auf ein grundiertes Metallskelett geklebt.

Die Klebinverbindungen weisen gegenüber der konventionellen Schraub- oder Niettechnik eine bessere Kraftübertragung auf, da die Kräfte flächig und nicht punktförmig übertragen werden. Dies ist bei

KLEBEN AM AUTOMOBIL

Seit geraumer Zeit schon werden Fußmatten, Teppichböden, Dämmatten und ähnliches mit Lösungsmittelhaltigen Kontakklebstoffen in die Karosserie eingeklebt. Da hier großflächig Klebstoff aufgetragen wird, aus dem Lösungsmittel beim Abbindevorgang herausdiffundiert, kann in diesem Bereich der Fertigung leicht der zulässige MAK-Wert erreicht und überschritten werden. Es gibt daher Bestrebungen, auf lösungsmittelfreie Klebstoffsysteme auszuweichen. Wie leistungsfähig diese Systeme inzwischen sind, zeigt sich daran, daß ein kompletter Kunststoffhimmel mit einem Kontakklebstoff auf Dispersionsbasis eingeklebt wird.

Das Ankleben der Vorreiber zum Verriegeln der Dreiecksfenster ist seit vielen Jahren gebräuchlich. Hier gab es zunächst beträchtliche Alterungsprobleme durch UV-Strahlen, die über das Glas an die Klebstelle gelangen. Das Problem ist inzwischen gelöst: Der Zutritt des UV-Lichtes zur Klebstelle wird häufig durch eine, auf der Scheibe aufgebraute, schwarze Keramikschicht verhindert. Heute werden auch Innenspiegel an die Frontscheibe angeklebt. Geklebt wird auch bei der Herstellung der Spiegel, bei denen das Spiegelglas auf den Träger aufgeklebt wird.

Sogenannte Stylingteile, wie Zierleisten und Flankenschutzleisten, werden mit einkomponentigen Klebstoffen oder mit Klebebändern befestigt. Durch das Kleben entfallen die zum Klipsen notwendigen Löcher im Blech oder die Metallklammern, von denen häufig Korrosion ausgeht.

Das Kaschieren von Formteilen zur Innenausstattung, wie Türinnenverkleidungen oder Armaturenbretter, erfolgt mit speziellen Kaschierklebstoffen. An diese Klebstoffe werden in Teilbereichen hohe Anforderungen bezüglich der Haftfestigkeit gestellt. Das Kaschieren erfolgt zum Teil im Tiefziehverfahren. Weist das zu kaschierende Teil große Höhenunterschiede auf, so wird das Kaschiermaterial stark gedehnt. Dies führt im Kaschiermaterial zu hohen Eigenspannungen, die Ablösungen hervorrufen können.

Wenn das zu kaschierende Formteil aus den preiswerten Kunststoffen Polyethylen (PE) oder Polypropylen (PP) bestehen soll, so ist vor dem Klebvorgang eine Vorbehandlung der Kunststoffteile unumgänglich, da sonst keine ausreichende Haftung erzielt werden kann. Kaschiert wird auch bei den Polster-elementen: Schaumstoffteile werden auf diese Weise mit einem Überzug versehen.

Für die oben aufgeführten Anwendungen wurden ursprünglich Kontakklebstoffe verwendet; sie wurden zum Teil durch

auch beim Kleben von Rahmenverkleidungen und Fensterführungen eingesetzt.

Aggregate

Auch bei den Aggregaten, die in einem Kraftfahrzeug verwendet werden, wird heute geklebt.

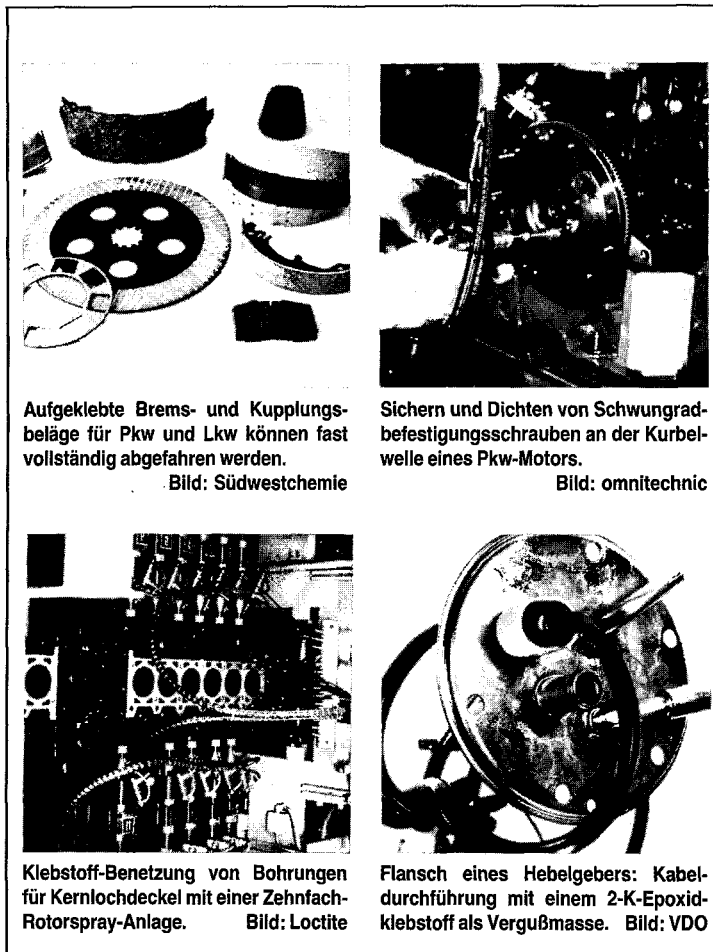
Beim Verbinden der Kupplungs- und Bremsbeläge mit dem Träger ist das Nieten weitgehend durch das Kleben ersetzt worden. Geklebte Beläge haben eine bessere Kraftübertragung und können, im Gegensatz zu genieteten Belägen, fast vollständig abgefahren werden. Für diese Klebverbindungen werden vorwiegend einkomponentige warm-aushärtende Klebstoffe auf Phenolharzbasis verwendet. Dieses Beispiel zeigt, daß sogar Sicherheitsteile mit der Klebtechnik herstellbar sind.

Einkomponentige, kalt-aushärtende anaerobe Klebstoffe werden vorwiegend zur Schraubensicherung, beispielsweise im Motorenbau, eingesetzt. Der Klebstoffauftrag einschließlich der Kontrolle, ob Klebstoff aufgetragen ist, erfolgt automatisch. Ein weiterer Anwendungsfall ist das Einkleben der „Kernlochstopfen“ in fertigungsbedingte Kernlöcher im Motorblock. Der Klebstoffauftrag, die Kontrolle des Auftrages, das Fügen und die Prüfung der Klebverbindungen werden vollautomatisch durchgeführt.

Weitere Anwendungen sind das Einkleben der Streuscheibe in den Scheinwerferkörper und das Einkleben der metallenen Kühlkörper in das aus

Kunststoff gefertigte Gehäuse von Flüssigkeitskühlern. Geklebt wird auch im Filterbau; sowohl beim Filterkörper selbst, als auch beim Filtergehäuse. Bei der Herstellung von Heizungs- und Lüftungskanälen werden die Einzelteile durch Kleben zusammengesetzt. Auch Meßinstrumente sind häufig geklebt. Beispielsweise werden Zeiger mit Cyanacrylatklebstoffen auf den Achsen befestigt.

Abschließend soll noch die Verwendung von Klebebändern zur Bündelung von Kabelbäumen und das Aufkleben von Typen- und Hinweisschildern erwähnt werden.



Aufgeklebte Brems- und Kupplungsbeläge für Pkw und Lkw können fast vollständig abgefahren werden.
Bild: Südwestchemie

Sichern und Dichten von Schwungradbefestigungsschrauben an der Kurbelwelle eines Pkw-Motors.
Bild: omnitechnic

Klebstoff-Benetzung von Bohrungen für Kernlochdeckel mit einer Zehnfach-Rotorspray-Anlage.
Bild: Loctite

Flansch eines Hebelgebers: Kabeldurchführung mit einem 2-K-Epoxidklebstoff als Vergußmasse.
Bild: VDO

andere Klebstoffe verdrängt. Erwähnt werden müssen hier auch die Schmelzklebstoffe sowie die nachvernetzenden Schmelzklebstoffe.

Beim Endlosmachen von Gummidichtungen für Türen kommen Cyanacrylatklebstoffe zum Einsatz. Sie sind für Gummi gut geeignet und gewährleisten ein schnelles Abbinden und damit eine schnelle Arbeitsfolge. Für das Ankleben von Dichtleisten werden Kontakklebstoffe verwendet. In neuerer Zeit klebt man Dichtleisten jedoch auch mit doppelseitig klebenden Klebebändern. Diese werden

KLEBEN AM AUTOMOBIL

Reparaturklebung

Eine neuere Entwicklung ist die Reparaturklebung im Karosseriebereich nach einem Unfall. Die beschädigten Karosserieteile werden herausgeschnitten und ein entsprechendes Reparaturteil eingeklebt. Der Arbeitsvorgang an sich ist genau so teuer wie eine konventionelle Reparatur durch Schweißen. Insgesamt ist dieses Verfahren jedoch kostengünstiger, weil die brennbaren Teile am Fahrzeug nicht ausgebaut werden müssen, wie das beim Schweißen erforderlich ist.

Was bringt die Zukunft?

In diesem kurzen Überblick konnten nicht alle Anwendungen der Klebtechnik dargestellt werden. Es dürfte jedoch deutlich geworden sein, daß im Kraftfahrzeugbau die Klebtechnik an vielen Stellen und zum Teil schon seit etlichen Jahren erfolgreich eingesetzt wird. Derzeit werden pro Pkw zwischen 3,5 und 5 kg Klebstoff verarbeitet.

Diese Tatsache sollte dazu beitragen, die gegenüber dem Kleben bestehenden Vorurteile abzubauen.

Mit einer weiteren Zunahme des Klebens im Kfz-Bau ist zu rechnen. Hierauf deutet die steigende Verwendung von Kunststoffen und von beschichteten Stahlteilen hin, Werkstoffe also, bei denen das Punktschweißen nicht oder nur unter erschwerten Bedingungen angewendet werden kann. Außerdem werden derzeit in dem groß angelegten, vom Bundesminister für Forschung und Technologie geförderten, Forschungsvorhaben „Fertigungssystem Kleben“ weitere Einsatzmöglichkeiten der Klebtechnik im Kfz-Bereich untersucht. □

Klebtechnik für Karosseriereparaturen

Bei Karosseriereparaturen hat das konventionelle Schweißen Konkurrenz bekommen: Die Klebtechnik hält Einzug in die Autowerkstätten.

Reparaturkleben an Fahrzeugen muß heute kein Problem mehr sein. Und wenn in Kfz-Werkstätten seit gut einem Jahr viel häufiger als früher geklebt wird, so geht das zu einem wesentlichen Anteil auf das Konto der Adolf Würth GmbH, Künzelsau. Der schwäbische Großsortimenter für Montagetechnik hat vor rund dreieinhalb Jahren zusammen mit Ciba-Geigy, Wehr, damit begonnen, ein System für die Karosserie-Klebtechnik zu entwickeln. Vor einem Jahr – auf der automechanika 86 – wurde das Ergebnis, ein Zweikomponentenklebstoff mit dazugehörigem Verfahren, der Fachöffentlichkeit vorgestellt. Seither sind die Außendienstmitarbeiter von Würth dabei, die Systemlösung vor Ort in den Kfz-Betrieben zu demonstrieren und das nötige Know-how zu vermitteln. Wie nehmen die Handwerker die Klebtechnik an? Dazu Karl Weidner, Geschäftsführer bei Würth: „Die Vorteile des Klebens bei bestimmten Karosseriearbeiten werden ganz klar gesehen. Es ist allerdings schwierig, die tiefsitzenden Vorurteile gegen diese Technik abzubauen.“

Im Vergleich zu dem Konkurrenzverfahren Schweißen bietet die Klebtechnik bei einigen Arbeiten wesentliche Pluspunkte. Wer zum Beispiel Blechteile in der näheren Umgebung von Brennstofftank, empfindlichen Kabelsträngen oder Heck- und Windschutzscheiben klebt, der erspart sich das lästige und kostspielige Aus- und Einbauen. Eine Gefahr durch hohe Temperaturen, wie sie beim Schwei-

Im Crashtest bewährt

Ein Aufpralltest mit einem vor mehr als einem Jahr reparierten Pkw lieferte kürzlich den Nachweis, daß geklebte, zur Fixierung bei der Montage punktgeschweißte oder genietete Reparaturbleche mindestens so belastbar sind wie eingeschweißte Teile, zusätzlich aber noch Korrosionsschutz gewähren. Initiiert wurde der Versuch von der Klebstoffherstellerin Ciba-Geigy.

Als Versuchsfahrzeug diente ein 1980er Toyota Celica 1600 ST, 1465 kg schwer, der nach einem Austausch beschädigter Heckblechteile mittels Kleben, Punktschweißen und Nieten im September 1985 weitere 25000 km zurückgelegt hatte. Als „gegenerisches“ Fahrzeug diente ein 1987er Citroen GS GXBG mit 1345 kg Gewicht. Bei dem Versuch wurde der Citroen mit 26,2 km/h gegen das Heck des mit eingelegetem 1. Gang und angezogener Handbremse geparkten Toyota gefahren, der durch den Aufprall um einige Meter verschoben wurde. Die zerbeulten Heckblechteile des Toyota wurden noch am Ort des Geschehens inspiziert und dann abgetrennt, um das Ausmaß des Schadens genau zu untersuchen. Dabei zeigte sich, daß sämtliche mit Epoxidklebstoff, einigen Punktschweißstellen oder Nieten ausgeführten Verbindungen einwandfrei gehalten hatten und frei von Korrosion waren, ausgenommen kleinere Randzonen, in denen einige Schweißstellen nicht ganz mit Klebstoff überdeckt waren. Im Gegensatz dazu zeigten alle nur geschweißten, aber nicht geklebten Reparaturverbindungen starke Rostbildung.



Trotz starker Beschädigung der Karosserie blieb die Testklebverbindung intakt.

Bilder: Ciba-Geigy

ben besteht, entfällt beim Kleben. Wenn es um die Verbindung von verschiedenen Materialien wie zum Beispiel GFK, Aluminium und Stahlblech geht, ist das Kleben ideal. Verzugs- und Korrosionsprobleme gehören mit dieser Fügtechnik der Vergangenheit an.

Das Würth-Ciba-System beinhaltet neben dem Klebstoff eine Kartusche mit auswechselbarem „Zwangsmischer“. Darunter ist ein computergenaues ausgeklügeltes, langes Rohr zu verstehen. Im Inneren sorgen gegeneinander versetzte Schne-

kenelemente für die gleichbleibend optimale Vermischung der beiden Klebstoffkomponenten. Aufgetragen wird je nach Bedarf mit einer Handkartuschen- oder einer Druckluftkartuschenpistole. Der große Vorteil für den Reparaturbetrieb ist, daß mit diesem Verfahren kein Material verloren geht. Das ganze System ist einfach zu handhaben – wenn es einmal gelernt wurde. Als Material wird ein Zweikomponenten-Epoxidklebstoff auf Basis „Araldit“ eingesetzt. Was von diesem Reparatursystem erwartet werden kann, wird im obenstehenden Kasten beschrieben. □



**Gut geklebt
fährlänger**

Das Kleben von Türen hat sich im Automobilbau weltweit durchgesetzt. Neben der reinen Verbindungsfunktion ist auch die Abdichtung gegen korrosive Einflüsse von entscheidender Bedeutung. Im Volkswagenwerk in Wolfsburg liegen dazu langjährige Erfahrungswerte und eine ausgefeilte Verfahrenstechnik vor.

Die Uhrzeiger in Halle 1 des Wolfsburger Volkswagenwerks stehen auf Punkt 10.15 Uhr. Just in diesem Moment greift der Roboterarm am Eingang zur sechsten Fertigungsstraße für Türenverklebungen in die Palette, umfaßt das obenaufliegende Tür außenblech und legt es mit genau abgezierter Akkuratess auf das in Schritthöhe laufende Förderband. Mit der gleichen minutiösen Genauigkeit wird das Gegenstück, die Innenhaut, auf das Band gehoben. Wie die aufgespaltenen Schalen einer Nuß liegen die beiden rohen Formteile aus grauem, ölig schimmernden Stahlblech jetzt nebeneinander und gleiten langsam vorwärts.

Ein leises Zischen, ein Knacken, und die Außenseite hat Verstärkung bekommen: Roboter haben Dopplerbleche am Fensterschaft, an der Schloßöffnung und an den Scharnierblechen abgelegt. Einen

Schritt weiter fährt ein Punktschweißautomat herab. An den Schweißpunkten steigen kleine Qualmfähnchen auf, ein ölverbrannter Geruch dringt in die Nase, und schon sind die eingefügten Teile fest mit der Außenhaut verbunden. An der Steuereinheit in Augenhöhe ist ein großes, rotes „D“ zu lesen; hier wird also dokumentationspflichtig geschweißt.

Geschwindigkeit und Präzision

Das Türaußenteil mit dem senkrecht aufgestellten Außenflansch rollt weiter – direkt unter drei sechsbahngesteuerte Klebstoffauftrags-Automaten. Mit vollendeter Präzision teilen sich die drei in ihre Arbeit, den Bördelflansch gleichmäßig mit einer Klebstoff-Doppelraupe zu beschichten. Die Außenhaut ist nun aufnahmebe-

reit. Mit kantigen Bewegungen umfaßt der nächste Roboter das Innenblech und schachtelt es exakt in die Außenhaut. Ein paar Sekunden später wird der erste Schritt zu einer dauerhaften Verbindung gemacht. Ein schwerer Preßstempel drückt die aufgestellte Bördelkante der Außenhaut mit gebremster Wucht ein Stück weit hinunter zum genau eingepaßten Innenblech. Das nächste Pressen ist schon kräftiger und beim dritten Mal ist der Falz perfekt. Aus der Falznaht quillt hier und da etwas Klebstoff.

Dem Auge weitgehend verborgen bleibt das, was während der nächsten Etappe geschieht: Die Türkanten werden induktiv erwärmt, um den pastösen Klebstoff vorzugelieren. Derart gefestigt, kann die Tür auch die folgende Säuberungsaktion überstehen. Der ausgetretene Kleber wird zum größten Teil von automatischen Saubermännern abgebürstet und weggesaugt. Den letzten Schliff erhält die Tür von Menschenhand. Am Ende der Türen-Fertigungsstraße stehen zwei Arbeiter, Kontrollblick, Bürsten in der Hand. Mit geübten Bewegungen werden die letzten Klebstoffreste vom Blech gefegt. Es ist 10.21 Uhr.

KLEBEN AM AUTOMOBIL

Sechs Minuten für eine Türenklebung, 13 000 Türen an einem Tag – möglich werden diese beeindruckenden Zahlen nur durch eine vollautomatisierte Fertigung. Das Tagessoll wird in Halle 1 durch acht Türenfertigungsstraßen, die jeweils im Zweischichtbetrieb produzieren, erfüllt. Der größte Teil der Rohbautüren ist für den nachträglichen Anbau an die in Wolfsburg hergestellten Modelle Golf, Jetta und Polo bestimmt. Ein gewisses Kontingent geht an VW-Kundendienste in aller Welt.

16 Stunden für ein Auto

Jeden Tag rollen rund 4000 Neuwagen aus den Wolfsburger Fertigungshallen, davon entfallen allein circa 3500 auf Golf und Jetta. Sollte einer der vielen Volkswagen-Fans auf die Idee kommen, sein späteres Auto durch alle Produktionsetappen zu begleiten, dann müßte er dafür nicht eine Stunde Schlaf opfern: Ganze 16 Stunden dauert der Weg vom ersten Blechzuschnitt bis zum fertigen Auto. In diesem Zeitraum haben viele verschiedene und zum größten Teil hochautomatisierte Einzeloperationen stattgefunden. Der Besucher kann darüber viel Lehrreiches aus dem Vierfarbenprospekt der Wolfsburger erfahren. Als Garanten für eine solide Konstruktion werden da Schweißen und Schrauben genannt – das Kleben wird nicht erwähnt. Dabei spielt dieses Verbindungsverfahren gegenüber seinen klassischen Verwandten eine bedeutende Rolle im Fertigungsablauf. Im Karosseriebau sind Bördelnahtverklebungen bei Anbauteilen wie Türen, Kofferraumdeckeln und Motorhauben heute international Stand der Technik. Geklebt werden auch Dachspiegel zum Dach, Versteifungsprofile zum Seitenteil und Rückwandklappen. Seit Anfang der achtziger Jahre ist das Verkleben von Schiebedachrahmen mit der Dachaußenhaut gebräuchlich. Mit diesem Verfahren konnte die Anzahl der Schweißpunkte am Dach von 45 auf drei gesenkt werden. Darüberhinaus wird das Kleben für Glas-

Metall-Verbindungen eingesetzt, etwa im Bereich der Türscheiben und Ausstellfenster, in zunehmendem Maße auch für Front-, Heck- und Seitenscheiben. Die Anwendungsgebiete für Klebstoffe sind damit noch lange nicht erschöpft: der vermehrte Einsatz von Kunststoffen wird für weitere Zuwachsraten sorgen.

Das erste Modell mit geklebten Rohblechteilen ging 1958 bei Ford unter dem Namen „P3“ in Serie. Von der Premiere bis zum Durchbruch für das Karosseriekleben vergingen noch viele Jahre. Bei VW fing man Ende der sechziger Jahre mit dem Verkleben von Rückwandklappen an. Der nächste Schritt war 1977 die serienmäßige Türenverklebung. Heute sind die Wolfsburger Spitzenreiter in der Bundesrepublik, wenn es um den Einsatz von Kleb- und Dichtstoffen am Auto geht.

Spezialisten für Klebtechnik

Die Auswahl der Klebstoffe und Geräte, aber auch die Produktionsüberwachung, wird in Wolfsburg von einer 28köpfigen Truppe gesteuert. Als Unterabteilung für Kleben, Dichten und Konservieren gehört sie zur Prozeßabteilung, die mit ihren rund 190 Mitarbeitern als Bindeglied zwischen Konstruktion und Produktion steht. Sie ist zuständig für Beschichtungen im weitesten Sinn, für Lacke und Farben, für Öle, Fette, Galvanik und, last but not least, für Kleb- und Dichtstoffe. Die hier Beschäftigten – meist sind es Ingenieure, Chemotechniker und Anwendungstechniker – setzen um, was sich die Kollegen aus der Entwicklungsabteilung ausgedacht haben. Dabei hilft eine eigene Vorentwicklung.

Der ständige Kontakt zum Markt ist ein wesentlicher Aspekt dieser Arbeit. In der Unterabteilung „Kleben und Dichten“ ist man an zwei Tagen pro Woche auf Vertreterbesuch aus der klebtechnischen Industrie eingerichtet. „Wir verwenden fast

keine Standardprodukte; die Regel sind Sonderanfertigungen“, erläutert Harry Winarske, der Leiter der Unterabteilung. Er ist einer vom Typ „gestandener Praktiker“, der erst dann glaubt, wenn er gesehen hat, daß es auch funktioniert. Harry Winarske war von Anfang an



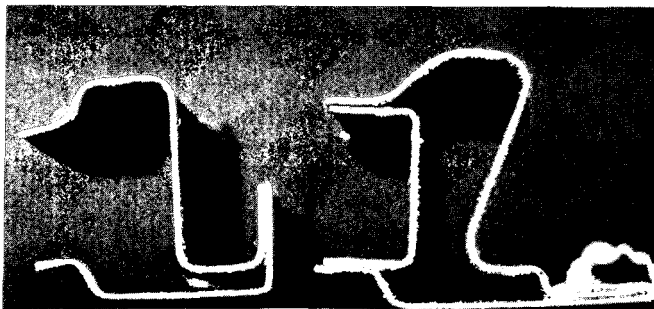
Harry Winarske: „Die großen Investitionen haben sich gelohnt.“

dabei und hat die Umstellung der Serienproduktion vom Punktschweißen auf Kleben miterlebt. Rückblickend meint er: „Die großen Investitionen vor rund zehn Jahren haben sich gelohnt: Wir haben von Anfang an gute Erfahrungen mit den Bördelnahtverklebungen gemacht. Korrosionsprobleme gibt es keine mehr. Heute kann man mit Fug und Recht behaupten, daß sich diese Anwendung als Positivbeispiel für das Kleben bewährt hat.“

Probleme mit dem Korrosionsschutz waren es denn auch, die den Weg für die Klebtechnik geebnet haben. Die früher üblichen Punktflanschkonstruktionen für Anbauteile boten dem Rost eine Fülle von Ansatzpunkten. Im Blech einnisten konnte er sich über die von Grundierung und Lack nicht ausreichend geschützten Schnittkanten und Schweißflansche. Begünstigt wurde der Blechfraß durch die reduzierte Blechstärke (Gewichtseinsparung) und die Verwendung von Auftausalzen im Winter. Als die Probleme sich häuften, suchte man nach einem Ausweg aus dieser sehr kostspieligen Zwickmühle. Die Klebstoffindustrie konnte erstmals Systeme anbieten, die auf die schwierigen Bedingungen der Automobilproduktion abgestimmt waren.

„Es sind eine ganze Reihe von Eigenschaften, die Klebstoffe für den Karosserierohbau haben müssen – wollen sie unseren Anforderungen genügen“, bemerkt Michael Stege, seit etlichen Jahren schon die „rechte Hand“ von Harry Winarske. Was er dann als notwendige Charakteristika aufzählt, ergibt tatsächlich eine ausgeprägte Klebstoff-Persönlichkeit:

1. Haftung auf geöltem Karosserieblech
2. automatisierbarer Klebstoffauftrag
3. ausreichende Standfestigkeit
4. Beständigkeit gegen Wasch- und Phosphatierlösungen
5. Temperaturstabilität bis 30 min/220 °C



Früher und heute: Schnitt durch alte punktgeschweißte Flanschausführung (links) und moderner korrosionsgeschützter Klebeflansch. Bilder: VW

KLEBEN AM AUTOMOBIL



Michael Stege: „Die Klebstoffe müssen unseren hohen Anforderungen genügen.“

6. „Funktionieren“ im Fahrbetrieb bei Temperaturen zwischen 80 °C und -40 °C
7. Salzwasserbeständigkeit
8. Schwitzwasserbeständigkeit
9. keine Bildung von brennbaren und explosiven Luftgemischen, da im Rohbau Schweißarbeiten durchgeführt werden
10. keine Bildung von korrosiven Spaltprodukten, da die Verklebung auf der rohen Stahloberfläche erfolgt.

Diese vielfältigen Anforderungen werden heute von PVC-Plastisolen, von Einkomponenten-Epoxidharzen, von heißhärtenden Einkomponenten-Polyurethanen, von Acrylester-Plastisolen und von modifizierten Kautschukmassen erfüllt. Diese Klebstoffe verbessern zudem den Korrosionsschutz und erhöhen die Verwindungssteifigkeit des Bauteils. Sie sind zugleich auch Dichtstoffe – Harry Winarske drückt es so aus: „Bei der Verbindung von Einzelteilen liegen Kleben und Abdichten oft sehr nah beieinander, weil erstens ein Klebstoff auch dichtet, andererseits aber auch eine Dichtmasse klebt.“ Generell wird von allen im Karosserie-Rohbau eingesetzten Materialien verlangt, daß sie neben ihrer eigentlichen Bestimmung auch rostschützend wirken, weil sie die Grundierung mit ersetzen müssen.

Kantenversiegelung für perfekten Korrosionsschutz

Eine ganz besondere Bedeutung kommt dabei den Grenzzonen der Klebe- und Dichtnähte zu. So ist die korrosiv am stärksten gefährdete Stelle die Schnittkante der umgebördelten Außenhaut. An dieser Kante kann sich der Lack nur in sehr dünnen Schichten ablagern. Um eine Rostbildung hier vollständig auszuschließen, muß – wie Untersuchungen gezeigt haben – der Bördelfflansch vollständig ver-

klebt und anschließend die Kante abgedichtet werden. Dieses Abdichten geschieht in Wolfsburg nach dem Rohbau und nach dem Reinigen, Phosphatieren und Grundieren der Karosse per Handauftrag. Man verwendet dafür stabilisiertes PVC-Plastisol; die Feinabdichtraupe wird in einer Breite von circa 8 mm appliziert. Nach dem Passieren eines Trockenofens ist die Dichtraupe etwa zur Hälfte ausgehärtet – das ist wichtig, damit die Kantenversiegelung dem jetzt folgenden Lackierprozeß widerstehen kann. Hundertprozentig ausgehärtet wird die Kantenversiegelung dann im Lacktrockenofen.

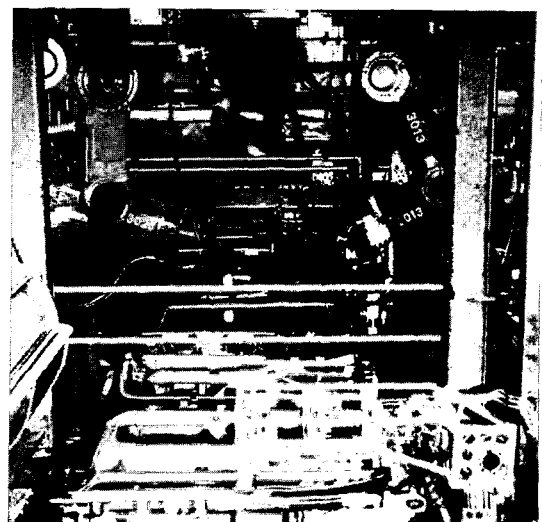
Bei VW verwendete man bis vor einigen Jahren noch PVC-Plastisole für die Bördelfalzverklebungen. Sie gelten als Pioniere des Klebens im Automobilbau und haben neben ihrem niedrigen Preis auch Vorteile wie gute Festigkeit und Elastizität, sie enthalten keine Lösemittel und erfordern keinerlei zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen. Auf der Minusseite schlägt allerdings zu Buche, daß sie sich oberhalb 200 °C thermisch zersetzen und Salzsäure abspalten. Bis zur Rostbildung ist dann nicht mehr weit. „Das Material ist deshalb umstritten“, meint Rainer Köhn, der als Fachreferent in der „Forschung Fahrzeugtechnik“ tätig ist. „PVC ist beim Verbrennen nicht unproblematisch. Das Recycling wird dadurch erschwert, wenn nicht sogar ganz unmöglich. Der Trend wird in Zukunft in Richtung anderer Polymere, Polyurethane oder Acrylate gehen.“

Die Ingenieure bei VW haben sich in der aktuellen Produktion für einen modifi-



Rainer Köhn: „GFK kann heute Stahlblech noch nicht überall ersetzen.“

zierten einkomponentigen Epoxidklebstoff entschieden. Er enthält eine gelierfähige Komponente und ist pastös eingestellt. Die typischen Vorteile von Epoxymaterialien, wie hohe Zugscherfestigkeit, Lösemittelfreiheit und die Tatsache, daß sie keine Spaltprodukte bei thermischer Belastung abgeben, müssen allerdings im Vergleich zu den PVC-Plastisolen ungleich teurer erkaufte werden. Ungefährlich ist das Material im nicht ausgehärteten Zustand auch nicht, aber, so Harry Winarske: „Werker kommen bei uns nur mit gehärteten Epoxidklebstoffen in Berührung.“ Dazu kommt, daß Epoxy sich ma-



Die automatische Türenfertigungsstraße. Im Vordergrund: Zusammenfügen der Türinnen- und Türaußenhaut, im Hintergrund: Klebstoffauftrag mit drei Robotern.

schinell leichter abbürsten läßt. Auch in punkto Korrosionsschutz habe man mit diesem Material bessere Erfahrung gemacht. Ein weiterer Pluspunkt: Es ist nicht thermoplastisch und überzeugt insgesamt durch höhere Festigkeit. Etwas mehr Flexibilität wünschen sich die Anwendungstechniker schon von den Epoxymaterialien der Zukunft. Das von den Anwendern gewünschte Verhältnis von Festigkeit und Elastizität zu finden, stellt sicherlich eine nicht einfache zu lösende Aufgabe an die Klebstoffhersteller dar.

Wird es in naher Zukunft Türen aus nichtmetallischen Werkstoffen an Volkswagen geben? Man denke zwar an den Einsatz von glasfaserverstärkten Werkstoffen (GFK), sagt Rainer Köhn, aber nicht für die komplette Tür, sondern nur für die Innenhaut. Der Grund liegt vor allem darin, daß GFK nicht gut verformbar ist und daher nicht die passive Sicherheit bietet, die Stahlblech aufweist. Wenn es zu dieser Umstellung kommen sollte, ist man mit den „Robbys“ in Halle 1 schon bestens gerüstet. Be