

mit der flüssigen Komponente Mökodur L 5001 gemischt und daraus eine Paste gefertigt, deren Viskosität nach den Erfordernissen variiert werden kann. Nach dem Auftragen mit dem Spachtel sind als Härtezeit je nach Temperatur 2 bis 12 h erforderlich. Beim Verschleifen unbedingt Staubschutzmaske tragen, da das als Füllmittel verwendete Quarzmehl Gesundheitsschäden auslösen kann!

4.2. Polyester G

wurde durch seine Verarbeitung zum sogenannten Glasfaser bekannt. In abgewandelter Form ist es zusammen mit Glasfasergewebe Kreuzkörper K 1800 auch in der Karosserie-Instandsetzung anwendbar. Durch Auflaminieren von Deckschichten aus Glasfasergewebe auf durchgerostete Stellen werden Festigkeiten erreicht, die weit über die des Originalmaterials hinausgehen. Man kann es auch in Gestalt von kompletten Formteilen, die über beschädigte Blech-Formteile geklebt werden, anwenden.

Polyester G gibt es in drei Komponenten: Harz, Härtepaste und Beschleuniger. Härter und Beschleuniger dürfen unter

keinen Umständen zugleich mit dem Harz gemischt werden, da in diesem Fall explosionsartiger Zerfall möglich ist. Durch Variieren des Beschleunigerzusatzes kann die Härtezeit verändert werden. Beim Aufbringen von Glasfasergewebe verfährt man wie bei der Verarbeitung von Epoxidharzen.

5. Zusammenfassung

Es werden mehrere Beispiele für die Anwendung der Klebtechnik bei der Kfz-Instandsetzung gebracht und die guten Anwendungsmöglichkeiten auch in der Traktoren- und Landmaschinen-Instandsetzung unterstrichen.

Literatur

- [1] FISCHER, S.: Kleben und Laminieren in der industriellen Kfz-Instandsetzung. Vortrag auf der Informationstagung der KDT am 12. Mai 1965
- [2] JAHNS, W.: Die technische und ökonomische Bedeutung der Klebtechnik. Deutsche Agrartechnik (1966) H. 12, S. 568
- [3] FISCHER, S.: Die Technologie der Metallklebtechnik in der Kraftfahrzeuginstandsetzung. Kraftfahrzeugtechnik (1963) H. 9, S. 350 bis 352 A 6631

Die technische und ökonomische Bedeutung der Klebtechnik

Technologie W. JAHNS, KDT

Bei der stürmischen Entwicklung der Chemie entstanden neue Werkstoffe, die außer den gesuchten Eigenschaften sich manchmal als gute Klebstoffe erwiesen. War man vor mehr als 3 Jahrzehnten nur bemüht, neue Plaste zu entwickeln, die der Konstrukteur als Material einsetzen sollte, so wird heute bewußt ein Teil der chemischen Forschungs- und Entwicklungskapazität aufgewendet, um neue Plaste zu erhalten, die sich durch ein besonders gutes Haftvermögen an Metall, Plast, Keramik, Glas, Quarz, Glimmer, Holz u. a. auszeichnen.

1938 wurden in der Schweiz die Epoxidharze patentiert, die heute neben anderen Mehr- und Einkomponenten-Klebstoffen auf der Basis von Polyester, Polyurethan, thermoplastmodifiziertem Phenolharz auf dem Gebiet der unlöslichen Verbindung von Materialien einen wichtigen Platz in der Technologie einnehmen.

Vielfach sind die gleichen Plaste als Gieß- und Laminierharze einsetzbar und im Korrosionsschutz, oft mit Füllstoffen versetzt, als Spachtelmassen oder als Lacke und Imprägnierharze in ihrer Wirkung den bisherigen Werkstoffen dieser Kategorien überlegen.

Vor 12 Jahren wurden im Institut für Kunststoffe der DAW zu Berlin und in den VEB Leuna-Werke „Walter Ulbricht“, Epoxidharze entwickelt. Durch eine kleine Gruppe Wissenschaftler, Konstrukteure, Technologen, Meister und Neuerer, die in der KDT organisiert sind, wurde die Erprobung und Verbreitung der Kleb-, Gieß- und Laminierharze in der Geräte- und Elektrotechnik, im Maschinenbau, im Verkehrswesen und im Bauwesen in Angriff genommen.

Die Bedeutung der Kleb-, Gieß- und Laminierharze sowie der Stützstoffbauweise ist noch längst nicht allen Ingenieuren bekannt und der mögliche ökonomische Nutzen für die Volkswirtschaft bei weitem noch nicht erreicht.

Die Klebtechnik bietet in ihrem Anwendungsbereich von -250 °C bis z. Z. +180 °C gegenüber dem Nieten und Schweißen Vorteile. In Tafel I wird hierzu eine Übersicht gegeben.

Damit sind die Vorzüge der Klebtechnik jedoch noch nicht erschöpft. Die Klebtechnik gestattet dem Konstrukteur, glas-harte Materialien mit weichen Materialien schnell und billig zu verbinden.

Viele Betriebe wurden durch die Erfolge in der Instandsetzung für die Einführung der Klebtechnik in die Produktion gewonnen. Bei beschädigten Ventilsitzen in Buntmetallarmaturen, wurde der schadhafte Sitz ausgedreht und ein neuer Ring eingeklebt. Da die Epoxidharze gegen viele Lösungsmittel, Laugen, Säuren und Gase beständig sind, ist dieser Variantenvergleich sehr aufschlußreich. Eine derart billige und gut ausgeführte Reparatur wurde Vorbild für viele Konstruktionen, bei denen die Doppelfunktion — Verbinden bei gleichzeitiger Abdichtung — genutzt wurde (Bild 1). Vor der Umstellung waren für die Jahresproduktion von 10 000 Ventilen 12 550 h notwendig. Für die Klebkonstruktion werden nur noch 9800 h benötigt. Da die Porosität im Messingguß häufig am Ventilsitz auftrat, war ein Aus-

Tafel 1 Vorteile der Klebtechnik gegenüber dem Schweißen und Nieten

Schweißen: Nachteile	Kleben: Vorteile	Nieten: Nachteile
Auftreten von Spannungen Verzug kaum vermeidbar	Gleichmäßiger Spannungsverlauf Spannungsfrei Kein Verzug Voller Querschnitt	Auftreten von Spannungsspitzen Deulspannungen Querschnittschwächung
Gefügeumwandlungen Nur Verbindungen von Metallen möglich Verbindung verschiedener Werkstoffe nur bedingt möglich	Keine Gefügeumwandlung Alle Werkstoffe lassen sich kleben Werkstoffkombinationen in großem Umfang Keine Kontaktkorrosion	Auftreten von Kontaktkorrosion bei Metallkombinationen
	Leichtere und kleinere Konstruktionen Bei Fügeteilen größere Toleranzen und größere Oberflächengüte als beim Einschrumpfen möglich Verbinden, Abdichten und Isolieren in einem Arbeitsgang Genaueres Justieren möglich	
Vorteile:	Nachteile:	Vorteile:
Hohe Temperaturbeständigkeit	Geringe Temperaturbeständigkeit Relativ schlag- und schälempfindlich	Hohe Temperaturbeständigkeit

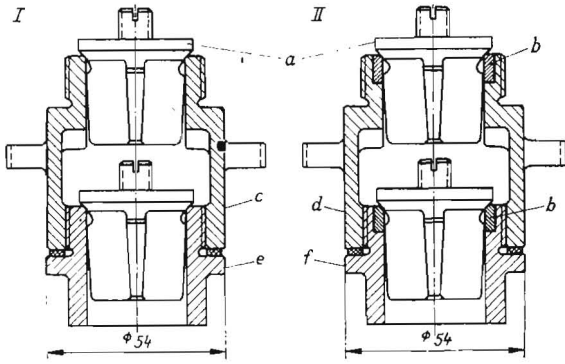


Bild 1. Variantenvergleich Buntmetalleinsparung. I Ursprüngliche Technologie (Doppelfußventil nur aus Rotguß); II Neue Technologie (Kombination aus Grauguß und Messing durch Kleben): a Ventiltiegel aus Rotguß, b eingeklebte Ventilsitzringe aus Messingrohr, c Mittelstück aus Rotguß, d Mittelstück aus Grauguß, e Unterteil aus Rotguß, f Unterteil aus Grauguß

schoß bis zu 80% zu vermeiden. Seit man den Messingring in den Graugußkörper einklebt, ist die Produktion ausschubfrei. Die Gesamtkosten wurden um 74,5% gesenkt, die Arbeitsproduktivität um 28% gesteigert, insgesamt 14,64 t Buntmetall eingespart und die Materialkosten um 87% gesenkt [1]. Die Armaturen u. ä. können oft in Grau- oder Temperguß bzw. in Alu-Guß sowie Duro- oder Thermoplast ausgeführt werden, nur noch die Ventilsitze werden aus dem teuren oder edleren Material hergestellt.

Beim Aufschrumpfen von Zahnkränzen aus Bronze müssen die Schrumpfspannungen auch nach dem Verzahnen in der erforderlichen Größe vorhanden sein. Um das Festsitzen zu garantieren, ist eine große Wanddicke notwendig. Die Klebtechnik verbindet das Rad mit dem Zahnkranz spannungsfrei. Es wird nur noch die Wanddicke benötigt, die ein Ausbrechen des Zahnes aus dem Zahnkranz während der Höchstbelastung verhindert.

Durch die konstruktive Gestaltung des Zahnkranzes oder des Rades ist eine genaue Zentrierung möglich, so daß der Zahnkranz als Einzelteil verzahnt werden kann.

Verzichtet man darauf, an der Klebstelle einen kleinen Bund als Passung zu drohen, so muß eine Klebvorrichtung für das konzentrische Zusammenfügen der Einzelteile bereitgestellt werden. Diese Methode hat den Vorteil, daß durch die Klebfuge die Rundlauffehler aufgenommen werden und ein einwandfreies Endprodukt erzielt wird.

Wir Klebtechniker sind der Meinung, daß unsere Kollegen in der Landtechnik die Lagerstellen von Wellen und Achsen nach dem gezeigten Prinzip reparieren können. Bisher wurden solche Teile abgedreht, aufgeschweißt und anschließend geschliffen. Eine vorbereitete Buchse, die jetzt sogar gehärtet und geschliffen sein kann, wird nun z. B. auf die abgedrehte Welle geklebt. Es ist nur beim Drehen des Radius darauf zu achten, daß Welle und Buchse an einer Stelle nach dem Auf-

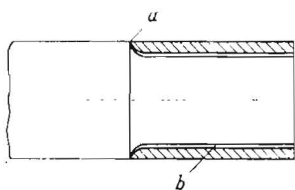


Bild 2. Kleben von Lagerbuchsen. a harte Anlage, b Klebfuge 0,05 bis 0,15 mm

stecken hart anliegen, damit bei größeren Umdrehungszahlen die Wärme besser abgeleitet wird (Bild 2).

An Getrieben, insbesondere mit geteiltem Gehäuse, werden die Kugellager eingeklebt.

Auch hier war es die Instandsetzungstechnik, die aus der Not eine Tugend machte. Ausgeschlagene Kugellagersitze bei Kraftfahrzeugen wurden eingeklebt, und man stellte fest, daß sich die Kugellagerlaufzeit um 100% erhöhte.

Die Instandsetzungsbetriebe, die sich die Erfahrungen der KDT-Mitglieder nutzbar machten, wurden mit ihren Mitarbeitern nun selbst Bahnbrecher für die Klebtechnik auf ihrem Spezialgebiet.

In der PGH-Kfz Fürstenwalde/Spree wurden in den letzten Jahren eine Vielzahl von Reparaturarbeiten mit Hilfe der Klebtechnik ausgeführt und geeignete Technologien dafür erarbeitet [2].

Bei den im Jahre 1962 ausgewiesenen Instandsetzungen an PKW, LKW, Bulldozern, Motorstaplern, Tankwagen wurden z. B. Getriebe, E-Generatoren, Vakuumpumpen, Fässer, Wagentüren, Kurbelwellen, Frostrisse im Kühlmantel, Risse im Zylinderkopf, undichte und schadhafte Ölwanne, ausgeschlagene Kugellagersitze in Getrieben, poröser Guß, beschädigte Stoßstangen, Kolflügel sowie Karosserieteile geklebt oder imprägniert.

Bei der Reparatur von Plastikkarosserieteilen ist die Klebtechnik kaum durch andere Technologien zu ersetzen.

Bei diesen vielseitigen Reparaturen wurden beachtliche Mittel eingespart (Tafel 2).

Diese Ergebnisse wurden 1962 und 1964 mit einer zu etwa 80% vollbeschäftigten Arbeitskraft und 1963 mit 1,5 vollbeschäftigten Arbeitskräften erzielt. Wird dieser Nutzen durch die veränderte Technologie auf eine vollbeschäftigte Arbeitskraft bezogen, so ergibt sich für die 3 Jahre ein Durchschnitt, der zwischen 120 bis 150 TMDN schwankt. Mit den eingesparten Stillstandszeiten, die bei zügiger Auslieferung der Fahrzeuge eintreten, ist dieser Nutzen je vollbeschäftigter Arbeitskraft mit jährlich 210 bis 250 TMDN anzusetzen.

Einen weiteren Vorteil bietet die Klebtechnik mit Epoxidharz o. a. dort, wo es sich um die Reparatur explosionsgefährdeter Anlagen handelt, insbesondere von Behältern, in denen Benzin u. a. ähnliche Medien transportiert werden oder fließen. Bei der Anwendung der Laminieretechnik ist die Brand- und Explosionsgefahr auch an Gasleitungen und Behältern ausgeschlossen.

Die Laminieretechnik, insbesondere unter Verwendung von Glasfasern oder Geweben, schafft für die Industriebetriebe in der Produktion, für die Entwicklungsbetriebe und Institute bei der Musterfertigung viele Möglichkeiten. Im Handauflegeverfahren oder beim Spritzen von Glasfasern auf Vakuumformen und anschließendem Verpressen des Formkörpers mit Polyesterharz kann man in der Produktion und im Musterbau durch den geringen Aufwand an Form- oder Gesenkkosten billiger fertigen.

Wenn heute in den Gartenbaubetrieben Gewächshäuser aus GFK-Schalen hergestellt werden, warum sollen nicht morgen gleiche Häuser als provisorische oder ständige Arbeitsräume Verwendung finden.

Bei der Freiluftmontage von Anlagen können durch das Laminieren gefährdete Teile vor Witterungseinflüssen geschützt werden.

Tafel 2. Einsparung durch Klebtechnik-Instandsetzung (in TMDN)

Jahr	1962	1963	1964
Einsparung	199,6	320	199
davon durch			
Klebtechnik	126	190	126
Verringerte Stillstandszeit	73,6	130	73

Literatur

- [1] GROSCH, H.: Die technisch-ökonomische Bedeutung der Klebtechnik. Diplom-Arbeit TU Dresden 1959
- [2] LEUTHOLD, K.: Information über die Anwendung des Metallklebens in der Kfz-Instandhaltung. Rat des Bezirkes Frankfurt/Oder (Neuerzentrum und Bericht an den FA Kleb- und Gießharztechnik der KDT) A 6595