

Manfred Rasche*

Klebemöglichkeiten von PTFE

Die hohe Beständigkeit und die antiadhäsiven Eigenschaften von Polytetrafluorethylen erschweren das Kleben dieses Kunststoffes beträchtlich. Da PTFE praktisch unlöslich ist, können Diffusionsklebverbindungen nicht hergestellt werden und Adhäsionsklebungen haben nur eine geringe Festigkeit. Es ist jedoch durch entsprechende Behandlungen möglich, die Oberfläche so zu verändern, daß hochfeste Adhäsionsklebverbindungen möglich sind.

Das bekannteste Oberflächenvorbehandlungsverfahren ist das **Beizen** in einer Natrium-Naphtalin-Lösung. Das Verfahren wird wie folgt beschrieben:

- entfetten mit Aceton,
- PTFE-Fügeflächen etwa 15 min bei Raumtemperatur in die Beizflüssigkeit eintauchen,
- mit Aceton abwaschen,
- mit klarem, fließendem Wasser spülen,
- sorgfältig trocknen.

Die vorbehandelten Fügeile zeigen nach dem Trocknen eine braune Farbe /1/.

Das Beizbad kann wie folgt hergestellt werden:

Zusammensetzung:	
Tetrahydrofuran	2,0 l
Naphtalin	256,0 g
Natrium	46,0 g

In einem mittels Chloralkaliumrohr verschlossenen und mit einem Rührer versehenen Dreihalskolben werden 2,0 l Tetrahydrofuran eingefüllt. Hierin werden 256 g Naphtalin in Lösung gebracht und anschließend 46 g in kleine Stücke geschnittenes metallisches Natrium zugegeben. Nach etwa zwei Stunden ist die Reaktion des Natriums mit Naphtalin beendet. Die Lösung zeigt eine braunschwarze Eigenfarbe und ist für die Vorbehandlung von PTFE gebrauchsfertig. Gut verschlossen ist diese Lösung zwei bis drei Monate haltbar. Beim Umgang mit metallischem Natrium ist die notwendige Sorgfalt zu beachten.

Die Beizlösung muß nicht unbedingt nach dem oben beschriebenen Verfahren selbst hergestellt werden, sondern kann auch von entsprechenden Herstellern fertig bezogen werden.

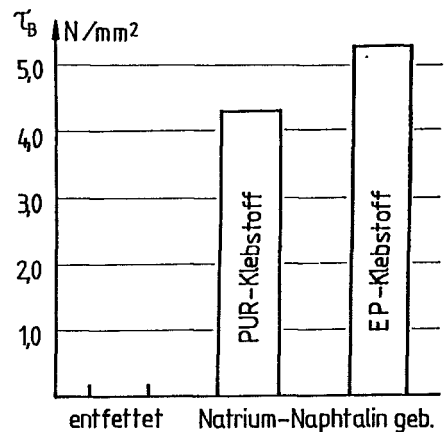
Beim Beizen reagiert die Flüssigkeit mit der Oberfläche. Das führt zu einer veränderten Beizbad-Zusammensetzung, wo-

durch die Wirkung der Beize mit der Zeit nachläßt. Daher muß das Bad nach einer gewissen Zeit entweder regeneriert oder durch ein neues Bad ersetzt werden. Hierdurch kommt es zu Problemen. Das Regenerieren lohnt sich nur bei größeren Mengen, da es mit einem entsprechenden Aufwand verbunden ist. Wegen seiner Zusammensetzung ist die verbrauchte Beizlösung Sondermüll. Die Beseitigung von Sondermüll dürfte jedoch bei gesteigertem Umweltbewußtsein in der Zukunft immer schwieriger und teurer sein. Als Alternative zum Beizen im eigenen Unternehmen bietet sich daher die Lohnfertigung in entsprechenden Betrieben an, in denen die Abfallproblematik gelöst ist. Die vorbehandelte Oberfläche kann so stabil sein, daß sie den notwendigen Transport ohne unzulässige Verluste an Haftungsvermögen übersteht. Um unliebsame Überraschungen zu vermeiden, sollte im Einzelfall jedoch der Einfluß der Liegezeit, der Zeit zwischen Vorbehandlung und Klebstoffauftrag, exakt geklärt werden.

Das Beizen führt zu guten Klebfestigkeiten. In einer Untersuchung /2/ wurde PTFE in einem handelsüblichen Beizbad gebeizt. Sowohl mit einem Epoxidharz als auch mit einem Polyurethanklebstoff wurden beträchtliche Festigkeitssteigerungen erreicht /2/. Auch wenn der Zahlenwert der erreichten Klebfestigkeiten niedrig erscheint, so ist doch die maximal mögliche Klebfestigkeit erreicht worden, da bei dem eingesetzten Zugscherversuch ein Versagen in PTFE auftrat. Bei einem Versagen des Grundmaterials ist das Maximum der im Zugscherversuch übertragbaren Kraft erreicht.

Die Haftungsprüfung mit dem Zugscherversuch ist bei Kunststoffen problematisch. Dies liegt am Spannungszustand in der geklebten Probe. Auf diese Problematik kann hier jedoch nicht näher eingegangen werden. Mehr dazu an anderer Stelle /6/. In Alterungsuntersuchungen er-

wiesen sich die mit dem Polyurethanklebstoff geklebten Proben im Vergleich zu denen mit Epoxidharz als die beständigeren. Insgesamt wurde das Langzeitverhalten von PTFE-Klebverbindungen, trotz der eintretenden Festigkeitsverluste, als brauchbar bezeichnet. Als Beizdauer wurden nur 40 s benötigt, um die oben angegebenen Klebfestigkeiten zu erreichen. Diese Beizzeit ist wesentlich kürzer, als in dem nach /1/ beschriebenen Beizvorgang und als an anderer Stelle /3,4,5/ angegeben ist. Hier werden Beizzeiten von 15 min genannt. Es zeigt sich wieder einmal, daß die an einem bestimmten Kunststofftyp ermittelten Vorbehandlungsparameter nicht unesehen verallgemeinert werden dürfen.



Festigkeit von gebeizten PTFE-Klebverbindungen /2/

Als Ursache für die Festigkeitssteigerung wird ein Einbau von Natriumatomen anstelle von Fluoratomen in grenzflächennahen Molekülen vermutet /2/. Natrium konnte an der gebeizten Oberfläche nachgewiesen werden. Gleichzeitig tritt durch das Beizen eine Aufrauung der Oberfläche ein, was ebenfalls zur verbesserten Adhäsion beitragen kann /2/.

Niederdruckplasmabehandlung von PTFE

Eine weitere Vorbehandlungsmöglichkeit ist die Behandlung im Niederdruckplasma. Dieses Verfahren hat jedoch noch nicht die Verbreitung wie das Beizen gefunden. Laboruntersuchungen zeigen gute Ergebnisse /7/. Beim 90°C Schälversuch

* Dr. Manfred Rasche, beratender Ingenieur für Klebtechnik, Oberflächentechnik und Niederdruckplasmatechnologie

KLEBEN IM LEDER- UND TEXTILBEREICH

traten Brüche in der PTFE-Folie auf. Die Folie war fünf Minuten im Argonplasma vorbehandelt und anschließend mit Epoxidharz auf ein kupferkaschiertes Leiterplattenmaterial geklebt worden. Die Vorbehandlung hatte zu keiner, mit dem bloßen Auge sichtbaren, Veränderung der Folie geführt.

Bei der Niederdruckplasmabehandlung treten nur geringe Mengen von Abfallprodukten auf. Es handelt sich hierbei um gasförmige Zersetzungsprodukte des PTFE und um Reaktionsprodukte zwischen dem PTFE und dem Plasmagas. Über Art und Menge dieser Produkte kann derzeit nichts gesagt werden. Wegen der geringen Menge der Abfallprodukte scheint dieses Verfahren jedoch das umweltfreundlichere zu sein.

Weitere Vorbehandlungsverfahren

In der Literatur sind noch weitere Vorbehandlungsverfahren für PTFE aufgeführt; allerdings werden keine Festigkeitssteigerungen angegeben, so daß Aussagen über die Wirksamkeit der Verfahren nicht gemacht werden können. Die Verfahren sind:

- eine bis fünf Sekunden Tauchen in Natriumamid /8/
- Hochfrequenzeinwirkung führt zu freien Radikalen. Dabei muß unter Sauerstoffausschluß gearbeitet und bald nach der Vorbehandlung geklebt werden /8/.
- Vorbehandlung mit Elektronen- und Ionenstrahlen /2/
- Vorbehandlung durch Beflammen /5/
- Coronavorbehandlung /5/

Die Möglichkeit und Grenzen der neuen Verfahren wie Coronavorbehandlung, Vorbehandlung im Niederdruckplasma, Plasmapolymerisation und die Anwendung von energiereichen Strahlen sind weitgehend noch unbekannt oder nicht veröffentlicht.

Fluorpolymere als Klebstoff

Obwohl die Fluorpolymere – zu denen PTFE gehört – ohne Vorbehandlung praktisch nicht geklebt werden können, sind gewisse thermoplastische Fluorpolymere (zu denen PTFE nicht gehört) als Schmelzklebstoff geeignet /9/. Die Klebstoffe haben eine gute Haftung auf Metall, Glas, Keramik und Fluorpolymeren und sind temperaturbeständig. Nachteilig sind die hohen Verarbeitungstemperaturen und der Preis.

Literatur

- /1/ N. N.: *Vorbehandlung metallischer und nicht-metallischer Werkstoffe für die Verklebung mit Araldit*, Firmenschrift der Ciba-Geigy AG, Januar 1989
- /2/ Brockmann, Walter: *Das Kleben chemisch beständiger Kunststoffe*, Adhäsion (1978), Heft 2, S. 38–44
- /3/ N. N.: *Technische Informationen zur Werkstoffvorbehandlung*, Firmenschrift der Beiersdorf AG Hamburg
- /4/ N. N.: *Vorbehandlung metallischer und nicht-metallischer Werkstoffe für die Verklebung*, Anwendungstechnik Nr. 17, Firmenschrift der Gussolit GmbH & Co
- /5/ Landrock, Arthur H.: *Adhesives Technology Handbook*, Noyes Publications USA, 1985
- /6/ Rasche, Manfred: *Zugscherversuch in der Klebtechnik*, erscheint demnächst in Adhäsion
- /7/ Dorn, L.; Bischof, R.; Rasche, M.: *Klebflächenvorbehandlung im Niederdruckplasma*, Kunststoffberater 1984, Heft 7/8, S. 22–26
- /8/ Dimter, Lothar: *Klebstoffe für Plaste*, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1969
- /9/ Fitz, Herbert: *Fluorthermoplaste – Einsatz als Schmelzklebstoffe in: Hoch- und tieftemperaturbeständige Kleb- und Dichtstoffe und deren Einsatzgebiete*, Sonderdokumentationsreihe 8/1987, München 1987