



Im Fokus: Werkstoffe

**Kein Ende
in Sicht**

12



Automotive

**2 in 1
senkt die Kosten**

16



IN!STAND

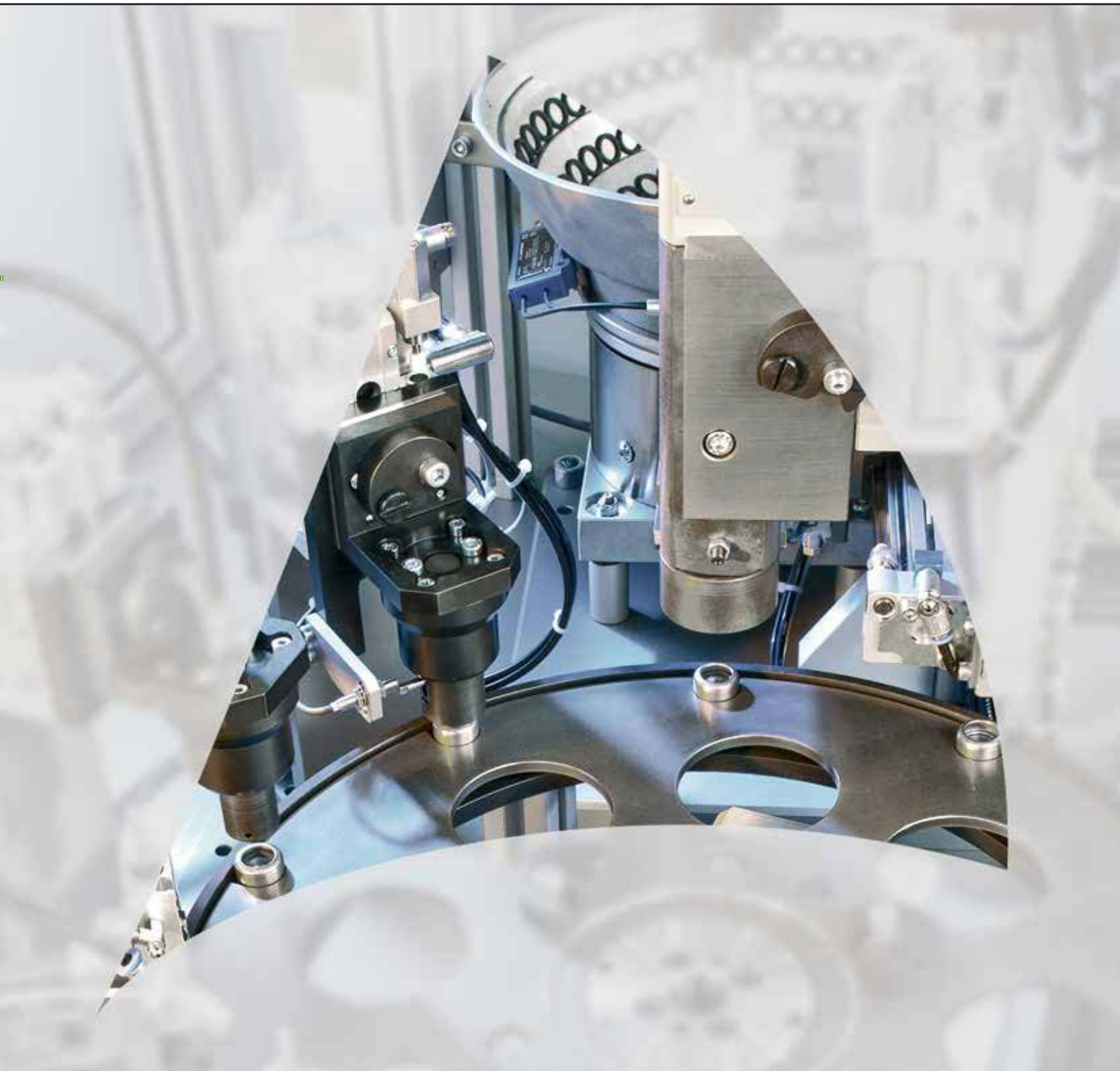
**Wertschöpfungsfaktor
Instandhaltung**

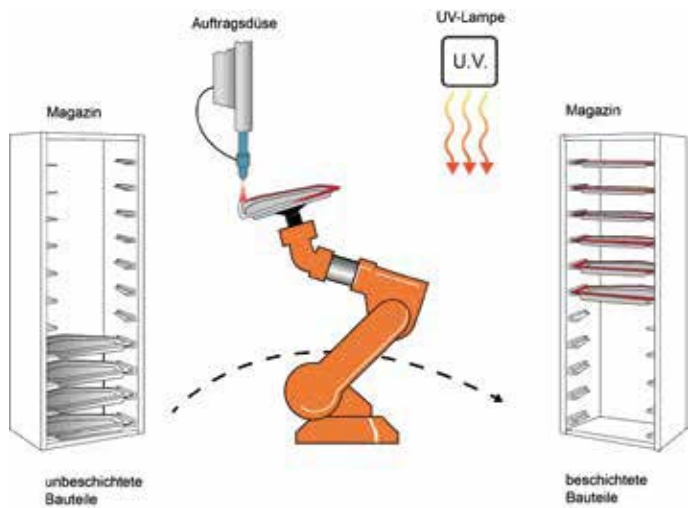
28

D I C H T !

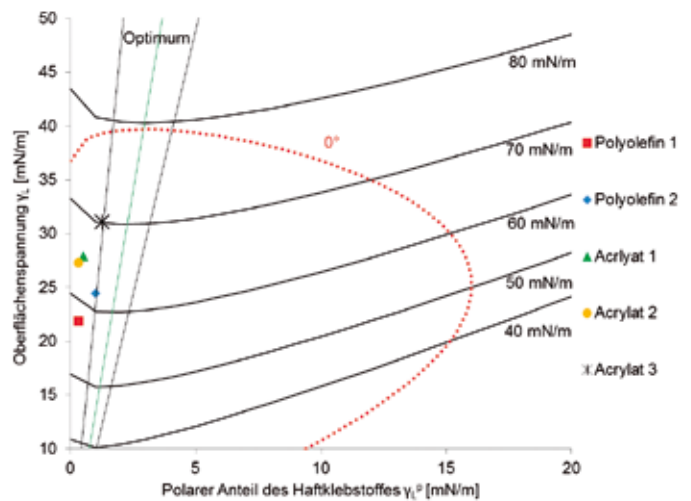
TRIALOG DER DICHTUNGS-, KLEBE- UND ELASTOMERTECHNIK

03-2013 | € 8,50





»1 Haftklebstoff-Direktauftrag



»2 Adhäsionsarbeit verschiedener Klebstoffe auf PET

Prozesskosten runter, konstruktive Freiheitsgrade rauf

Direktauftrag von Haftklebstoffen als Dicht- und Montagemittel

KLEBTECHNIK – Moderne Fügetechniken kombinieren mehrere Funktionen in den Endeigenschaften des Verbundes. Haftklebstoffe z.B. bieten, abgesehen von der üblichen Kraftübertragung auch einen möglichen Dichtungseffekt [1]. Dichtungen, haftklebrige im Besonderen, werden als Stanzteile oder biegeschlaffe Ringe bzw. Folien zum Einsatz gebracht. Daraus resultieren oftmals Probleme bei der Applikation und Positionierung. Die alternative Anwendung flüssig applizierbarer Dichtmaterialien zur Verbesserung der Automatisierbarkeit ist ebenfalls Stand der Technik, für haftklebrige permanente Systeme mit hoher thermischer Beständigkeit bislang jedoch unbekannt. Eine Lösung, die Vorteile beider Techniken vereint, ist in der viskosen Applikation neu entwickelter Haftklebstoffe zu sehen [2], welche nach der Applikation innerhalb kürzester Zeit durch UV-Licht vernetzbar sind »1. Wie für Haftklebstoffe üblich generieren diese hohe Soforthaftung bereits nach kurzer Kontaktierung des zweiten Fügeteiles.

Die Auswahl geeigneter Haftklebstoffe gestaltet sich für den Direktauftrag jedoch deutlich schwieriger, da die notwendige Applikationstechnik auf den Klebstoff und seine rheologischen Eigenschaften abzustimmen ist. Eine einfache und kostengünstige manuelle Applikation mittels Dispenser ist aufgrund der damit verbundenen reduzierten Oberflächengüte nicht empfehlens-

wert. Einfache Versuche zur mechanischen Charakterisierung, wie diese bei Bahnwaren üblich sind, zeigen daher einen erheblich höheren Aufwand und finanziellen Invest in geeignete Applikationstechnik. Eine Vorauswahl geeigneter Klebstoffe auf Basis thermodynamischer und rheologischer Modelle ist daher von hohem Interesse. Die vorliegende Veröffentlichung stellt mögliche Ansätze hierzu vor und belegt die Eignung UV-vernetzender Haftklebstoffe für den Einsatz als Kleb- und Dichtmaterialien.

Adhäsionseigenschaften

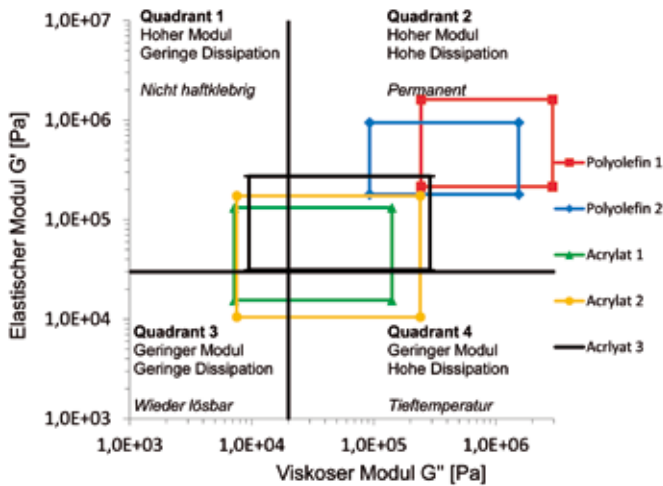
Haftklebstoffe bauen auf einer Vielzahl verschiedener Oberflächen innerhalb kürzester Zeit eine hohe Anfangsfestigkeit auf, welche über den Tack charakterisiert wird [3]. Diese Soforthaftung ist ein großer Vorteil gegenüber konventionell aushärtenden Systemen, ermöglicht aber keinen Rückschluss auf die Endeigenschaften einer Haftklebung. Für eine Bewertung von Schälfestigkeit, Scherfestigkeit und Wärmestandfestigkeit einer Haftklebung bieten sich nur aufwändige, mechanische Versuche an jeder relevanten Klebstoff-Substrat-Kombination an.

Eine Möglichkeit, diesen Prozess effizienter zu gestalten, besteht in der theoretischen Betrachtung der rheologischen [4] und thermodynamischen Kenngrößen [5] eines Haftklebstoffes. Diese Vorgehensweise er-

möglicht es einerseits, den experimentellen Aufwand in der Prüfung von Bauteilen zu reduzieren. Andererseits werden hierdurch auch angepasste Klebstoffformulierungen für ein definiertes Problem möglich. Durch die Definition der Substrat- und gewünschten Verbindungseigenschaften können so die Entwicklungskosten und -zeiten reduziert werden.

In diesem Bereich verfügt die Biolink GmbH über umfassendes Know-how und bietet Klebstoffe auf Basis von Acrylaten und Polyolefinen an, die ein breites Spektrum möglicher Zielsubstrate abdecken. Hierzu zählen nahezu alle Substrate mit Oberflächenenergien größer als die von Polypropylen (PP), auf welchen mit direkt applizierten olefinischen Klebstoffen Schälfestigkeiten bis zu 2,5 kN/m erzielt werden.

Über thermodynamische Betrachtungen zur theoretischen Adhäsionsarbeit kann eine erste Klebstoffauswahl erfolgen. »2 veranschaulicht dies exemplarisch für Polyethylenterephthalat (PET) und verschiedene olefinische und acrylatbasierte Haftklebstoffe. Zu erkennen ist, dass alle Klebstoffe innerhalb des 0° Wetting Envelope (rote Linie) liegen. Damit ist eine gute Benetzung sichergestellt. Ferner ist anhand der Minima der für PET errechneten Isolinien zu erkennen, dass vor allem das Acrylat mit der hohen Polarität hervorragende Adhäsionseigenschaften auf PET erreicht. Die daraus



»3 Viskoelastisches Fenster verschiedener Haftklebstoffe für den Einsatz als Dichtmaterialien

ableitbare Erkenntnis, dass direkt applizierte Acrylate die höchsten Verbindungsfestigkeiten vor allem auf polaren Oberflächen wie Glas oder Stahl, aber auch auf vielen höherenergetischen Kunststoffen zeigen, deckt sich mit den praktischen Erfahrungen. Dort werden mit Acrylat 3 Schäl- und Scherfestigkeiten bis zu 2,9 kN/m erreicht.

Abgesehen von den thermodynamischen Eigenschaften eines Haftklebstoffes spielen auch die rheologischen Kennwerte für die Verbindungseigenschaften eine herausragende Rolle. Ein geeigneter Ansatz zur Bewertung ist das viskoelastische Fenster nach E. P. Chang [6]. »3 veranschaulicht diese Eigenschaften entsprechender Haftklebstoffe. Die dargestellten Haftklebstoffe liegen zwischen dem Bereich der Allrounder bis hin zum Quadrant 2, der durch hohe Schäl- und Scherfestigkeit gekennzeichnet ist. Damit eignen sich diese Produkte vor allem für permanente Verbindungen.

Diffusionseigenschaften

An Dichtungen werden vor allem Forderungen hinsichtlich eines ausreichenden Grades an Gas- und Mediendichtigkeit gestellt. Von Natur aus sind die polymeren Netzwerke eines Haftklebstoffes locker vernetzte Elastomere, welche nur eine vergleichsweise geringe Diffusionssperwirkung bieten. Innerhalb des Forschungsprojektes „IGF 17062 N 1 – Fuel Cell Bond“ wurden sowohl konventionelle Dichtungen aus Fluorkautschuk (FKM) und Silikon sowie Haftklebstoffe auf ihre Diffusionseigenschaften gegenüber H_2 untersucht. H_2 ist das kleinste mögliche Molekül und diffundiert durch nahezu jeden Werkstoff in messbarer Quantität. »4 veranschaulicht die H_2 -Diffusionskennwerte nach Barrer [7] für diese Materi-

alien. Haftklebstoffe liegen damit genau zwischen den Diffusionseigenschaften der konventionellen Dichtmaterialien Silikon und FKM.

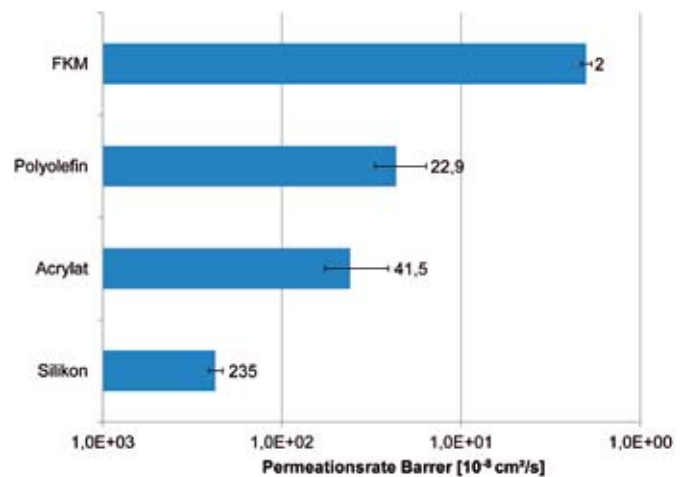
Fazit

Direkt applizierte Haftklebstoffe besitzen ein breites Adhäsionsspektrum. Auch auf niederenergetischen Oberflächen wie PP lassen sich hervorragende Adhäsionseigenschaften erreichen. Durch geeignete Vorbehandlungsmaßnahmen lassen sich diese noch weiter verbessern. Die viskose Applikation verbessert die Adhäsion bei gleichzeitig erhöhter Automatisierbarkeit und geometrischer Freiheit sowie reduziertem Rohstoffeinsatz.

Die Dichtleistung der Haftklebstoffe ist vergleichbar mit konventionellen Dichtmaterialien aus Silikon und FKM, wobei – durch die automatisierte Applikation und Aushärtung – die Handhabung filigraner Dichtungsringe und die damit verbundene Gefahr einer Fehlpositionierung entfallen.

Literaturverzeichnis

- [1]. Krüger, G. Haftklebbehälter, selbstklebende Folien und Etiketten. München: Carl Hanser Verlag, 2012
- [2]. Lindner, Edgar, Dilger, Klaus und Reimers, Jan-Dirk. Verfahren zur Herstellung eines Bauteils. EP 1562751 B1 Europa, USA, 20.11.2002
- [3]. Dahlquist, C. A. An investigation into the nature of tack. Adhesives Age. 1959
- [4]. Mazzeo, F. Characterizing pressure sensitive adhesives using rheology. New Castle: TA Instruments, 2002. S. 139-148, TA Instruments report RH082
- [5]. Dataphysics. Applikationsbericht 14 - Ermittlung der maximalen Adhäsionsarbeit bestimmter Flüssigkeiten. Dataphysics - Applikationsberichte. [Online] [Zitat vom: 15.03.2013.] http://www.dataphysics.de/?cat_id=49
- [6]. Chang, E. P. Viscoelastic Properties of Pressure-Sensitive Adhesives. The Journal of Adhesion. 60, 1997, S. 233-247
- [7]. Stern, S. A. The "Barrer" Permeability Unit. Journal of Polymer Science. A-2, 1968, Bd. 6.



»4 H_2 -Diffusion durch ein Acrylat und ein Polyolefin im Vergleich zu konventionellen Dichtmaterialien

FAKTEN FÜR KONSTRUKTEURE

- Mehr konstruktive Freiheitsgrade
- Direkt applizierbare Haftklebstoffe mit einem breitem Adhäsionsspektrum stehen zur Verfügung

FAKTEN FÜR EINKÄUFER

- Geringere Prozesskosten im Vergleich zum Einsatz von Stanzteilen
- Reduzierter Rohstoffeinsatz

FAKTEN FÜR QUALITÄTSMANAGER

- Automatisierung verhindert Fehlpositionierung von Dichtungen

Das IGF-Vorhaben 17.062N der Forschungsvereinigung DECHEMA wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

ifs TU Braunschweig*
www.ifs.tu-braunschweig.de

Biolink GmbH**
www.biolink-tapes.de

ZBT GmbH***
www.zbt-duisburg.de

Von M. Sc. Marcus Weber, Professor Dr.-Ing. Klaus Dilger, Dr. rer. nat. Fabian Fischer* Edgar Lindner, B. Eng. Jan Scheffel, Peter Gämmerler** Dipl.-Ing. Sebastian Brokamp***