

# adhäsion

KLEBEN+  
DICHTEN

Das Fachmagazin für industrielle Kleb- und Dichttechnik

## Aus der Branche

Statusreport zu Kunststoffen  
und deren Verwertung

## Anlagen- und Gerätetechnik

Neues Durchflusssystem  
optimiert Fertigungsprozesse

## Aus Forschung und Entwicklung

Aktuelle Projekte aus der  
klebtechnischen Forschung

Kleben und Kaschieren

## Hochtemperaturbeständige Klebstoffe und Beschichtungen



# Hochtemperaturbeständige Klebstoffe und Beschichtungen

Heares, ein Start-up-Unternehmen von Nolax, bietet neuentwickelte, wasserbasierte Klebstoffe und Beschichtungen an, die eine Beständigkeit gegenüber extremen Temperaturen bis 900 °C aufweisen. Die Produkte zeigen eine gute Haftung auf Glasfasergewebe, Metall oder Aluminiumfolie und sind einfach zu applizieren.

Markus Läßle, Dominik Fuhrer

Für Verklebungen im Hochtemperaturbereich werden spezielle Klebstoffe benötigt, da die organischen Substanzen konventioneller Formulierungen bei Temperaturerhöhung aufgespalten werden und entweichen. Dabei nimmt die Klebkraft immer weiter ab, bis die Klebverbindung schließlich vollends versagt. Die neuartigen Klebstoffe und Beschichtungen von Nolax/Heares eignen sich für hochhitzebeständige und flexible Verbunde sowie für feste Hitzeschutzbauteile. Neben der Hochhitzebeständigkeit der Verbunde konnte

auch die Hitzebarriere und Hitzeschildfunktion der Substrate verbessert werden. So wird die Hitzedämmfunktion eines Substrates um 200 °C (IR-Methode) durch die Beschichtungen erhöht. Die Klebstoffe und Beschichtungen sind einfach zu applizieren (Rakel, Walzensystem, Düse, Spray) und sind gegen alle Fahrzeugflüssigkeiten beständig. Es sind bereits getestete und zertifizierte Produkte auf dem Markt, die in der Automobilindustrie speziell am Abgasstrang erste Anwendungen finden.

## Hitzeschutz in Motor und Batterie

Hohe Temperaturen im Motor sind aus ökologischer Sicht wünschenswert, führen aber zu enormen Problemen für Bauteile, wie Kabel und Schläuche. Für den Schutz dieser Bauteile gibt es Hitzeschutz-Sleeves. Diese werden aber einem immer höheren Hitzestress ausgesetzt und altern schneller als erwünscht. Üblicherweise bestehen Hitzeschutz-Sleeves aus einem Verbund aus Glasfasergewebe und Alufolie, die mit Silikonen oder 1K-Poly-

Klebstoff	Langzeit-Temperaturbeständigkeit bis	Applikation
Nolax/Heares- Silikonharze	400 °C	Wässriges System mit Rakel, Walze, Düse, Spray
Standard-2K-Silikon	280 °C	Rakel, Walze, aufwendige Lösemittelrückgewinnung/Verbrennung
Standard-PU-Dispersion (unvernetzt)	180 °C	Wässriges System mit Rakel, Walze, Düse, Spray

Tabelle 1 > Vergleich hochhitzebeständiger Klebstoffe

© Nolax

Testmethode	Norm	Werte	Ergebnis
Kurzzeitalterung, Hitzebeständigkeit IR	Nolax PM 1043, Alterung IR	740 °C, 2 h	Keine Selbstdelamination
Langzeitalterung, Thermoofen	Nolax PM 1065, Alterung Thermoofen	400 °C, 1000 h	Keine Selbstdelamination

Tabelle 2 > Ergebnisse der Hitzeschutz-Sleeve-Prüfungen nach der Nolax-Methode

© Nolax

urethan-Lösungen verklebt sind. Herkömmliche Klebstoffe stoßen bereits bei Temperaturen ab 180 °C an ihre Grenzen, während der von Nolax und Heares entwickelte Klebstoff dauerhaft Temperaturen von 400 °C aushält (Tabelle 1).

### Silikonharz-Emulsion

#### • Chemie und Prinzip

Basierend auf der Silikontechnologie wurde eine im Klebstoffbereich bisher unbekannte Silikonharz-Emulsion entwickelt. Die Patentanmeldung für Heares ist bereits eingereicht (WO2018158407A1 waserbasierter Klebstoff).

Silikonharze sind hochverzweigte Polysiloxane in einem 3D-Netzwerk mit verbleibenden funktionellen Gruppen, wie in Bild 1 dargestellt. Nach der Applikation der wässrigen Formulierung wird das beschichtete Substrat einem physikalischen Trocknungsprozess zugeführt, sodass Wasser und Lösungsmittelreste (< 5 %) verdampfen. Die endgültige Härtung erfolgt durch Wärmezufuhr, wobei eine Kondensationsreaktion der verbleibenden reaktiven Gruppen einsetzt.

Zusammengefasst bieten die Nolax/Heares-Klebstoffe und -Beschichtungen die folgenden wesentlichen Vorteile:

- hoher Feststoffgehalt (ca. 60 %),
- einfache Applikation, (Rakel, Walze, Sprühsystem, Robotik möglich),

- gute, schnelle Haftung am Substrat (Glasfilament und Metalloberflächen),
- hohe thermische Beständigkeit über lange Zeit 400 °C, kurze Zeit: 950 °C,
- schwer entflammbar (zum Beispiel UL 94),
- geringe Rauchbildung,
- gute mechanische Beständigkeit zum Beispiel gegen Abrieb (erhöht die Lebensdauer des Bauteils),
- beständig gegen Säuren, Laugen, Löse-mittel, Öle und andere Flüssigkeiten des Alltags,
- nicht elektrisch leitfähige Beschichtung (kein Kriechstrom).

#### • Verarbeitung

Die Silikonharz-Emulsionen werden so formuliert, dass die gewünschten Klee-eigenschaften erreicht werden. Sie sind gebrauchsfertig und müssen nicht verdünnt, gemischt oder verdickt werden. Zudem sind maßgeschneiderte Formulierungen möglich, zum Beispiel durch Änderung der Viskosität oder durch Anpassung der Additive. Die Verklebung der Substrate erfolgt beim Anwender über Nasskaschierung, das Trocknen je nach Anwendung in einem Ofen oder Textiltrockner (Spannrahmen). Im Spannrahmen wird die Temperatur in den Feldern über eine „Rampe“ bis 200 °C geführt. Bei der Verklebung von Metallhalbschalen erfolgt die Trocknung an der Luft. Die

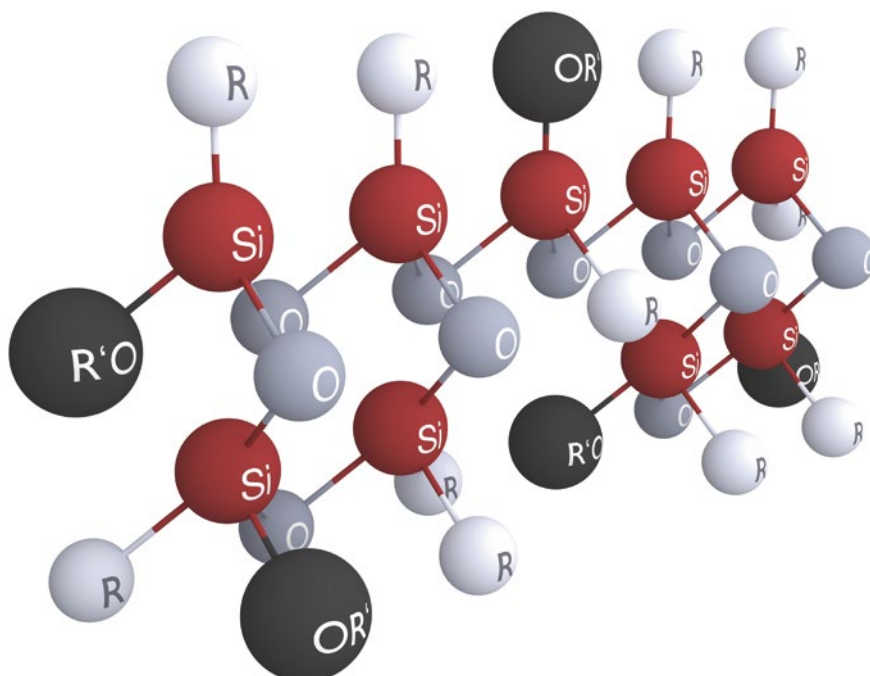


Bild 1 > Vernetztes Silikonharz



**SPIELEND LEICHT  
PERFEKT DOSIERT**

**Präzise.  
Zuverlässig.  
Leistungsstark.**

**Wir setzen Maßstäbe  
in der Pumpentechnik**

**Beinlich Pumpen GmbH**  
Phone +49 (0) 23 32 / 55 86-0  
info@beinlich-pumps.com  
www.beinlich-pumps.com



© Nolax

**Bild 2** > Hitzeschutz-Sleeve einer Abgasregelklappe in einem LKW. Der Hitzeschutz muss über lange Zeit Temperaturen bis 400 °C aushalten.

Vernetzung kann direkt am Bauteil vorgenommen werden.

**Anwendungen**

● **Hitzeschutz-Sleeve im Automobil**

Während des Kaschierprozesses erfolgt der Auftrag des hochhitzebeständigen Silikonharz-Klebstoffes auf die Alufolie über eine Walzenapplikation, wobei das Glasfasergewebe nass aufkaschiert, getrocknet und in einem Textil-Trockner aktiviert wird. Im *Bild 2* sind konfektionierte Hitzeschutz-Sleeves abgebildet. In der Anwendung im Motorraum wird der Hitzeschutz-Sleeve Temperaturen bis 400 °C auf Dauer ausgesetzt. Das folgende System wurde bereits mehreren Prüfungen unterzogen:

VW LV 312-3 (Einkaufsnorm von Volkswagen für Hitzeschutz-Sleeves)

- Medienbeständigkeit
  - PV (Prüfvorschrift) 1200 Klimawechseltest: 20 Zyklen; +80 °C und 80 % relative Feuchte, -40 °C
  - PV (Prüfvorschrift) 1210 Korrosionsprüfung: 15 Zyklen; 5%ige Natriumchloridlösung
  - FMVSS 302 (horizontale Brennprüfung)
- Hierbei wurde keine Selbstdelamination beobachtet. Die entsprechenden Testmethoden und Ergebnisse sind in *Tabelle 2* aufgeführt.

● **Turbolader-Abdeckung**

Für Turbolader-Abdeckungen oder SCR-Katalysatorgehäuse wird eine Glasmatte in ein Formteil aus Edelstahl mit einem Hochtemperaturklebstoff eingeklebt (*Bild 3*). Hier gilt es, Anforderung bezüglich ei-



© Nolax

**Bild 3** > Turbolader-Abdeckung in einem Verbrennungsmotor



© Nolax

Auslösen des Kurzschlusses

Explosion

brennende Batteriezelle

**Bild 4** > Batteriezellenträger-Abdeckung im Härtestest: Impact/Explosion einer 4,2 V Li-OH-Batterie, durchgeführt am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Ulm



**Bild 5** > Impact-Test am ZSW Ulm: Prüfkörper aus Glasfasergewebe in Kombination mit reflektierender und isolierender Nolax/Heares-Beschichtung – verklebt auf Aluminiumblech; die Impact-Seite weist weder ein Loch noch ein Durchbrennen auf.

ner Temperaturbelastung bis 500 °C auf Dauer zu erfüllen. Hinzu kommen die Anforderungen „kein Ausgasen“ und kein dadurch entstehender Geruch.

Der Nolax/Heares-Klebstoff erfüllt die VDA 270 Geruchsprüfung und zeichnet

sich durch die Einfachheit seiner Anwendung aus.

Durch punktgenaue Applikation mittels Robotik wird der Klebstoffverbrauch reduziert. Der Auftrag kann jedoch auch per Hand erfolgen und an der Luft ge-

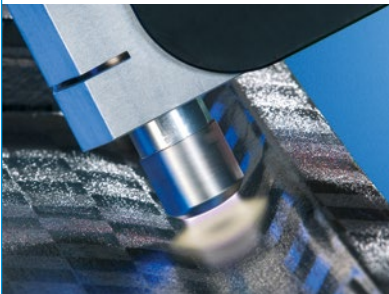
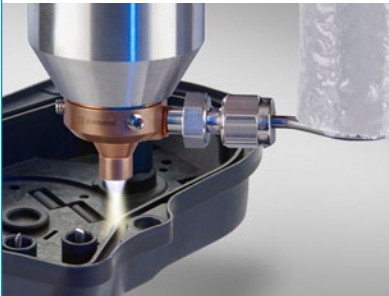
trocknet werden. Dies ermöglicht eine Just-in-Time-Produktion.

- **Hitze- und Brandschutz für Batteriezellenträger-Abdeckung**

Wie *Bild 4* verdeutlicht, werden Abdeckungen von Batteriezellenträgern bei einem Impact (Kurzschluss einer Batteriezelle) innenseitig kurzfristig bis zu 1000 °C heißen Gasen und Partikeln ausgesetzt. Dabei werden in sehr kurzen Zyklen extrem hohe Energien frei. Die hochtemperaturbeständigen, reflektierenden und intumeszierenden Nolax/Heares-Beschichtungen sorgen hier für hohe Sicherheit und Wärmereduktion am Batteriezellenträger.

Bei einem Impact-Test am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Ulm wurde in einer Batteriezelle bei voller Ladung mit einem Nagel ein Kurzschluss erzeugt (*Bild 5*). Dabei wurde die Batteriezelle heiß, und es traten explosionsartig sofort und sehr heftig Gase mit einer Temperatur bis zu 900 °C und zum Teil auch Flammen aus. Zudem wurde heißes Metall (Alumini-

 **plasmatreat**

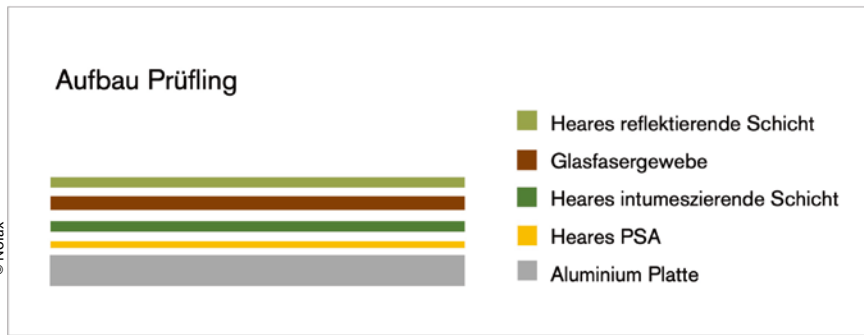


### Oberflächenbehandlung von höchster Qualität durch Openair-Plasma®

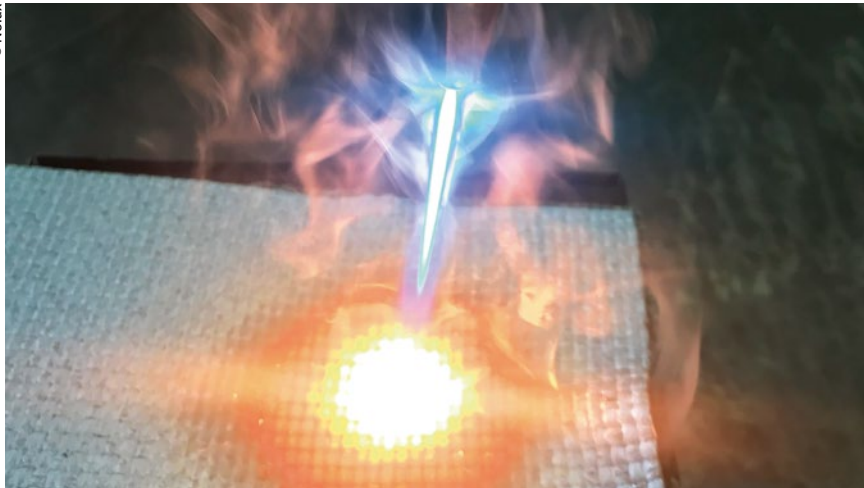
Zuverlässige Feinstreinigung, präzise Oberflächenaktivierung, funktionelle Nanobeschichtung - prozesssichere Plasmatechnologie, inlinefähig und umweltfreundlich.

Informieren Sie sich unter  
[www.plasmatreat.de](http://www.plasmatreat.de)





**Bild 6** > Aufbau des Prüfkörpers für den Impact-Test



**Bild 7** > Prüfkörper auf dem Schweißbrenner-Teststand (Acetylen/Sauerstoff-Gasgemisch, Brennertyp 0.5 mm)

um und Kupfer) als glühende Partikel herausgeschleudert, wobei hohe mechanische Belastungen für den Hitzeschutz entstanden. Der Aufbau des hier getesteten Hitzeschildes ist in *Bild 6* schematisch dargestellt.

Für die jeweiligen Produkte hat Nolax auch einen eigenen Test mit einem Schweißbrenner entwickelt, um den kurzfristigen, hochenergetischen Heißgasaustritt zu simulieren (*Bild 7*). Dabei wurde an einem Teststand eine 1300 °C heiße Flamme auf ein Substrat gerichtet. Der Prüfkörper konnte der Flamme 20 Minuten widerstehen, bevor es zur Lochbildung kam. Die Oberflächentemperatur der unter dem Prüfkörper liegenden Aluplatte betrug nach 10 Minuten nur ca. 200 °C ( $\Delta T = 1100$  °C zur Flammseite). Die reflektierenden Eigenschaften der Silikonharzbeschichtung erhöht die Hitzebeständigkeit des Glasfasergewebes. Gleichzeitig wird der Wärmedurchgangskoeffizienten durch die intumeszierende Beschichtung auf der Rückseite signifikant verringert.

Die Beschichtung erfolgte über eine konventionelle Textilbeschichtungsanlage unter Verwendung eines handelsüblichen Trockners. Mit dem hier beschrie-



**Bild 8** > Brandtest in Anlehnung an EN 1634-2019 am IBS Linz

benen System wurden bei den jeweiligen Prüfungen die folgenden Resultate erzielt:

- Brennprüfung nach DIN EN ISO 60959-11-10 (horizontal, 10 min.; 950 °C):  $\Delta T$  800 °C
- Standard UL 94: Klasse V-0 (schwer entflammbar)
- Nolax-Methode (Schweißbrenner, >20 s, ca. 1300 °C): kein Durchbrennen

#### ● **Baulicher Brandschutz – flexible Brand- und Rauchschürzen**

Die neuartigen Klebstoffe und Beschichtungen eignen sich zudem für Rauchschutz- bzw. Brandschutz-Tore und Lamellen, da die reflektierende, hochhitzebeständige Beschichtung für Oberflächen, wie z. B. Glasfasergewebe, eingesetzt werden können, während sich die Klebstoffe für die Nassverklebung von Aluminiumfolien mit Glasfasergewebe eignen. Beide Anwendungen wurden bereits den folgenden Prüfungen und Klassifizierungen unterzogen:

- Brandkastenprüfung gemäß EN 1634-2019 (IBS, Linz)
- Prüfung des Brandverhaltens gemäß DIN EN ISO 11925-2 (ift, Rosenheim),
- Klassifizierung zum Brandverhalten gemäß DIN EN 13501-1 (ift, Rosenheim)
- Standard UL 94

Der Brandtest am Institut für Brandschutz und Sicherheitstechnik (IBS) in Linz zeigte, dass das Glasfasergewebe – kaschiert mit einer Standard-Alufolie (25  $\mu\text{m}$ ) – keinerlei Delamination nach 60 Minuten aufwies (*Bild 8*).

#### **Fazit**

Die neuen, auf wässrigen Silikonharz-Dispersionen basierenden Klebstoffe und Beschichtungen zeichnen sich durch eine hohe Hitzebeständigkeit und eine Reduktion des Wärmedurchgangskoeffizienten aus. Sie eignen sich für ein breites Anwendungsspektrum, wobei Applikation und Handhabung einfach sind. Darüber

hinaus eröffnen sie neue Design- und Material-Freiheiten in diversen Brandschutzanwendungen. //

---

#### **Die Autoren**

##### **Markus Läßle**

(markus.laepple@nolax.com)

– korrespondierender Autor –  
leitet bei Nolax das Start-up-Unternehmen Heares.

##### **Dominik Fuhrer**

ist bei Heares für die Anwendungstechnik verantwortlich.

Nolax AG, Sempach Station, Schweiz



www.viscotec.de

## **KLEB- UND DICHTSTOFFE PROZESSSICHER DOSIEREN**

- Automatisierte, zuverlässige Prozesse
- Unabhängig von Viskositäten
- Blasenfrei und pulsationsfrei
- Hochpräzise Ergebnisse bei 1K und 2K Materialien
- Konstante Raupendicke mit sauberen Übergängen

Lösungen und Know-how für die Entnahme, Aufbereitung sowie Auftragung verschiedenster niedrig- bis hochviskoser Materialien – für halb- und vollautomatisierte Produktionsprozesse.