

# Kleilverbindungen verbessern mit dem Plasma-Handgerät piezobrush®



Oft ist es beim Kleben nicht einfach, eine gute Adhäsion und starke Verbindungen zwischen zwei Verbindungspartnern zu erreichen. Wenn eine Oberfläche jedoch vor dem Kleben mit Plasma funktionalisiert wird, zeigen die daraus resultierenden Klebungen eine deutliche Haftungsverbesserung. Atmosphärendruckplasmen besitzen eine bemerkenswerte Kombination von Eigenschaften, die eine einzigartige Oberflächenbehandlung ermöglichen. So werden große Mengen sehr reaktiver, aber kurzlebiger chemischer Spezies produziert, die Oberflächen funktionalisieren sowie feinsäubern und so für das Kleben, Lackieren und Bedrucken vorbereiten.

Im Gegensatz zu nass-chemischen Primern ist nach der Plasmabehandlung kein Ablüften der Oberfläche nötig. Dies liegt an dem nahezu instantanen Zersetzen und Evaporieren oberflächlicher organischer Verunreinigungen sowie der Erzeugung von polaren Molekülendgruppen auf Kunststoffoberflächen (siehe Abbildung 1).

Die Wirkung des Plasmas auf der Oberfläche kann durch die verbesserte Benetzbarkeit nach der Behandlung festgestellt werden. Um diesen Effekt zu quantifizieren, kommt die sogenannte Kontaktwinkelmessung zum Einsatz. Hier wird der Winkel vermessen, den ein Tropfen einer Testflüs-

sigkeit mit der Festkörperoberfläche einschließt. Werden auf einer Oberfläche die Tropfen (siehe Abbildung 2) einer polaren und einer unpolaren Flüssigkeit (z. B. Wasser und Diiodmethan) auf diese Art vermessen, kann die sogenannte Oberflächenenergie des Festkörpers bestimmt werden. Diese setzt sich folglich aus einem polaren und einem dispersen Teil zusammen und ist ein Maß für die Benetzbarkeit der Oberfläche. Grundsätzlich gilt: Bessere Benetzung führt zu flacheren Tropfen mit kleinerem Kontaktwinkel und wird in einem erhöhten Wert der Oberflächenenergie in der Einheit mN/m messbar. Auch mit sogenannten Testtinten können Oberflächenenergien geprüft werden.

Während in der Linienfertigung oftmals konventionelle Hochleistungs-Plasmajets für maximale Prozessgeschwindigkeiten eingesetzt werden, bietet sich für den manuellen Einsatz von atmosphärischem Plasma die Piezoelectric Direct Discharge (PDD®) Technologie an. Diese kommt mit wenigen Watt Leistungsaufnahme aus und produziert ein hocheffizientes Plasma, das ohne signifikante Wärmeverluste bei weniger als 50°C operiert. Der Einsatz dieser Technologie in Handgeräten wie dem piezobrush® PZ3 ermöglicht eine Aktivierung von Kunststoffen und eine Feinsäuberung von nahezu allen Materialgruppen bei typischen Geschwin-

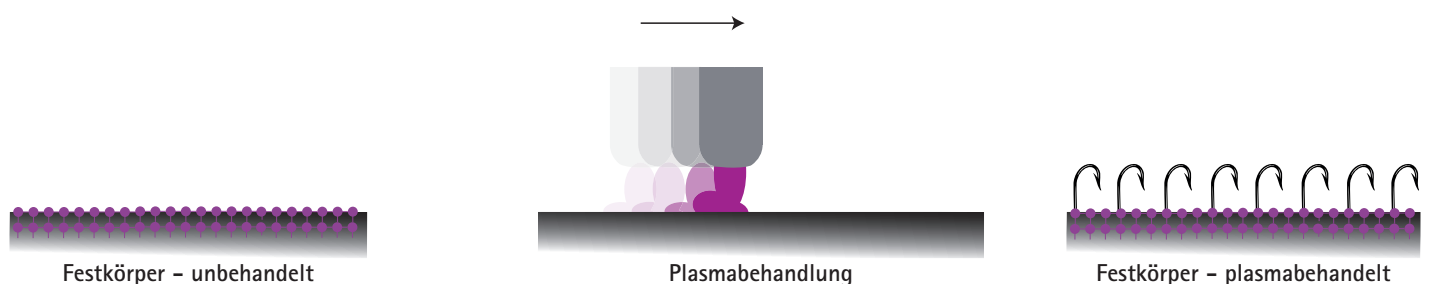
digkeiten von 20 mm/s bei einer Behandlungsbreite von bis zu 29 mm.

In Abbildung 4 sind die Oberflächenenergien ausgewählter Materialien vor und nach der Behandlung mit kaltem Plasma dargestellt. Hier wird deutlich, dass das atmosphärische Plasma durch aktive Sauerstoffspezies besonders den polaren Anteil der Oberflächenenergie vieler Materialien erhöht.

Dieser polare Anteil der Oberflächenenergie korrespondiert mit den polaren Komponenten in Flüssigkeiten wie Kleb- und Dichtstoffen, Drucktinten oder Lacken. So können sich zahlreiche stabile chemische Bindungen bilden, was wiederum zu einer verbesserten Haftung führt. Abbildung 3 zeigt einen Vergleich der Abzugskraft bei Verbindung unbehandelter Kunststoffe und der gleichen Kunststoffe mit vorheriger Plasmabehandlung mit 2K-Epoxy Klebstoff. Der Vergleich in Abbildung 3 zeigt eine deutliche Verbesserung der Abzugskraft.

## ANWENDUNGSBEISPIEL PLASMA-HANDGERÄT

Im professionellen 3D-Druck wird das Plasma-Handgerät unter anderem bei der Creabis GmbH eingesetzt, um in Kleinserien z. B. große polyamidbasierte Bauteile strukturell kleben zu können. So wurde etwa die



**Abb. 1:** Auf vielen Kunststoffen stehen keine polaren Molekülgruppen zur Verfügung, die eine Verbindung zu Kleb- und Dichtstoffen aufbauen könnten. Durch die Plasmabehandlung werden diese Ankergruppen schnell und einfach erzeugt.



**Abb. 2:** Verhalten einer Flüssigkeit auf einem schwer benetzbaren Material (hoher Kontaktwinkel zwischen Tropfen und Oberfläche). Die Plasmabehandlung verbessert die Benetzbarkeit des Materials (der Tropfen zerläuft, der Kontaktwinkel wird reduziert).



Türinnenverkleidung eines Elektro-Kleinserienfahrzeugs aus ungefülltem PA12 durch selektives Lasersintern (SLS) in vier Einzelteilen gedruckt, anschließend mit Plasma aktiviert und mit Cyanacrylat (Sekundenkleber) gepunktet. Rund eine Stunde später, während der die Plasmaaktivierung der Teile immer noch anhält, wurden sie mit einem 2K-Klebstoff final strukturell geklebt. Durch die Verwendung des piezobrush® ergeben sich so Möglichkeiten für das Unternehmen, die bei der Verbindung von Einzelteilen bislang undenkbar waren. ●

[www.relyon-plasma.com](http://www.relyon-plasma.com)

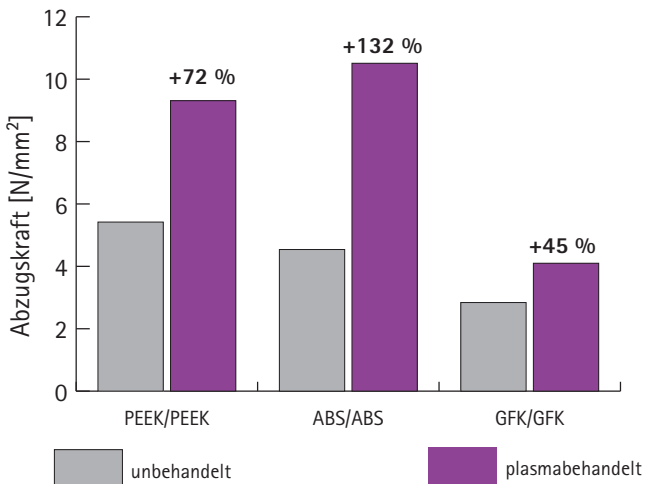


Abb. 3: Vergleich der Abzugskraft mit und ohne Plasmabehandlung bei verschiedenen Materialienverbindungen mit 2K Epoxy Klebstoff.

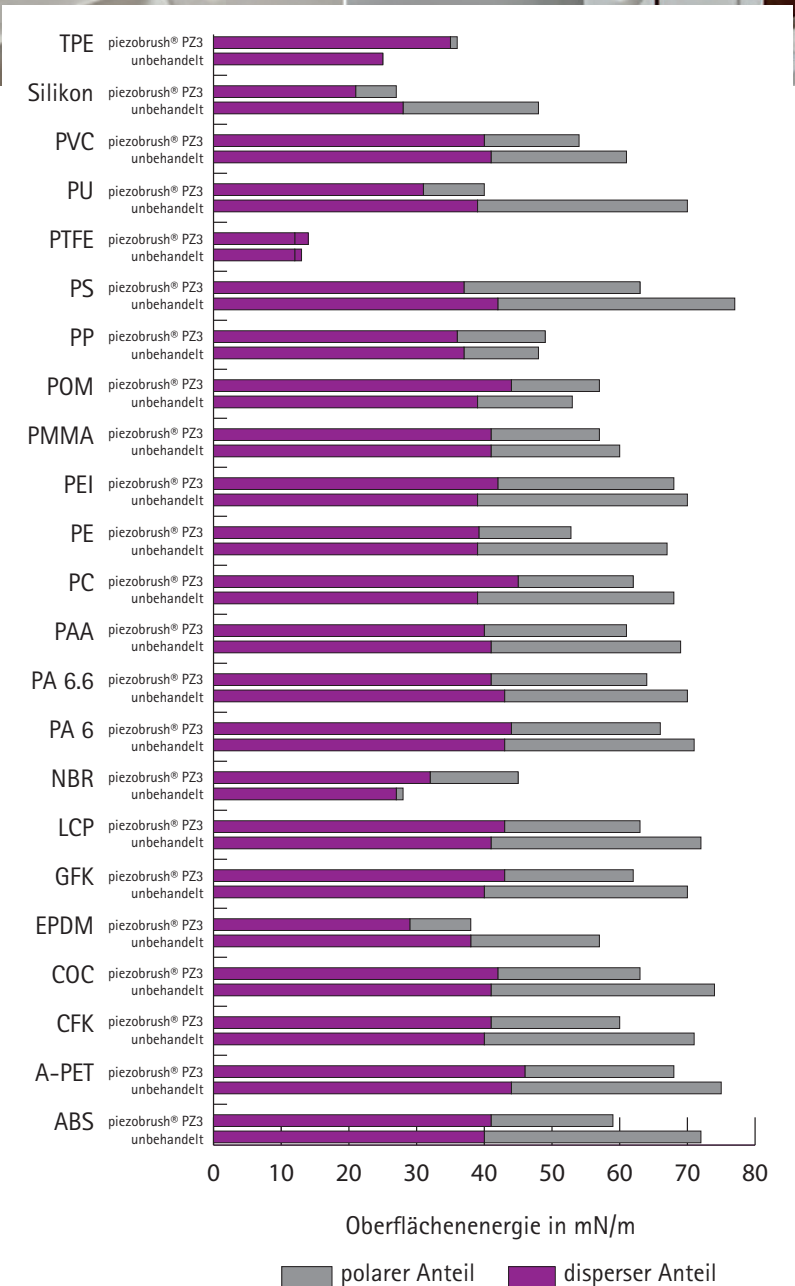


Abb. 4: Vergleich der Oberflächenenergien (bestehend aus polarem und dispersen Anteil) auf ausgewählten Kunststoffen vor und nach der Behandlung mit dem Kaltplasma-Handgerät.