Plasma-Oberflächenfunktionalisierung vor dem strukturellem Kleben von Kunststoffen

In der Regel sind Kunststoffe durch inerte Oberflächen mit **Oberflächenenergien** von 20 bis 40 mN/m charakterisiert. Damit eine Oberfläche benetzt, muss jedoch die Oberflächenenergie des Polymers die der Farbe bzw. des Klebstoffes überschreiten. Dieser Zustand kann durch eine Plasmabehandlung der Oberfläche erreicht werden und wird in der Plasmatechnik als **„Aktivieren“** bezeichnet.

Noch wichtiger als die verbesserte **Benetzung** sind neu in die Oberfläche eingebaute chemische Gruppen. Diese sogenannte **Oberflächenfunktionalisierung** erzeugt zusätzliche chemische „Verbindungsanker“ für den Lack oder den Klebstoff.

Die stärkere Verbindung wird anhand der Verbesserung der **Zugscherfestigkeit** in der folgenden Grafik für verschiedene Kunststoffe und Klebstoffe dargestellt. Durch eine optimierte Behandlung mit dem PB3/PS2000 System der Relyon Plasma GmbH können je nach Substrat und Klebstoff Zugscherfestigkeiten bis 50 MPa erreicht werden.

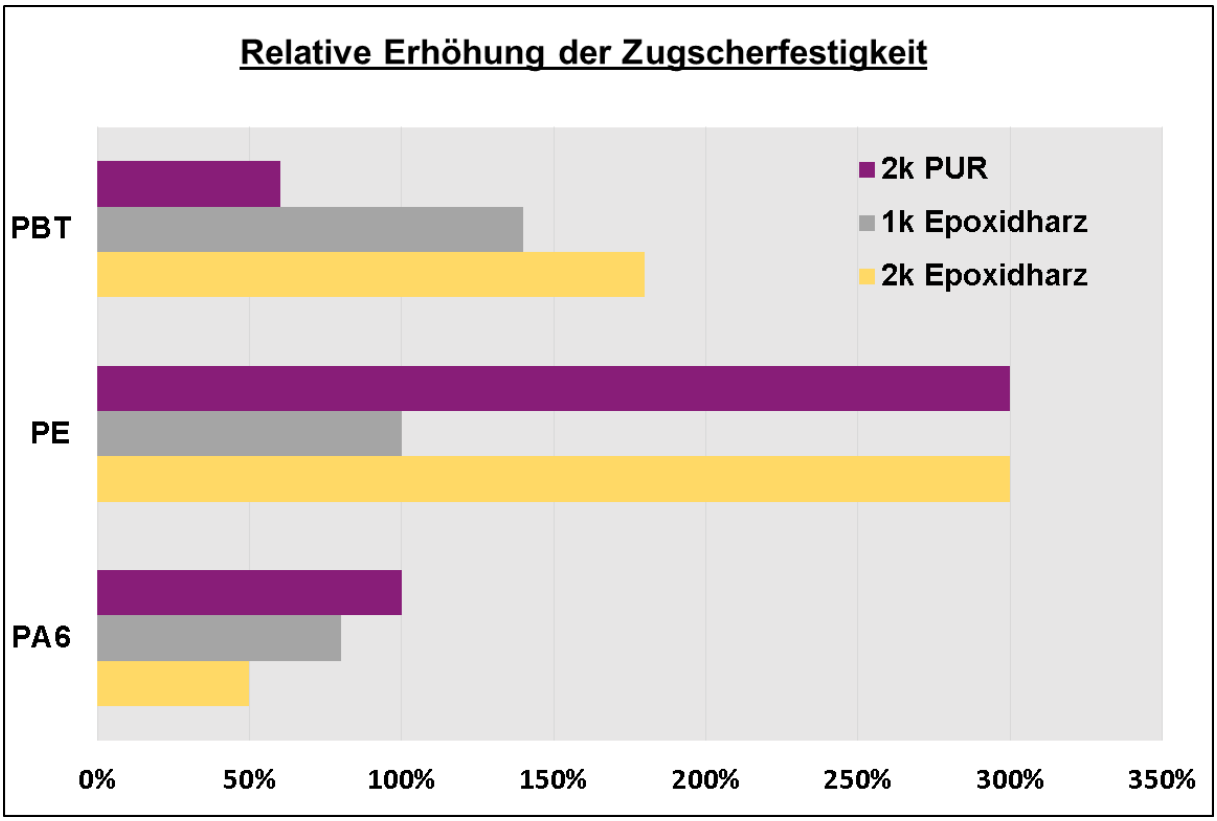

Abbildung 1: *Relative Erhöhung der Zugscherfestigkeit nach einer kurzen Plasmabehandlung mit trockener Druckluft bei Atmosphärendruck für die verschiedenen technischen thermoplastischen Werkstoffe: PBT (Polybutylenterephthalat), PE (Polyethylen, HDPE) und PA6 (Polyamid). 100% entspricht einer Verdopplung der Zugfestigkeit gegenüber der unbehandelten Oberfläche..*

Vergleichbare Effekte werden auf Polypropylen (PP) und LCP-Polyestern (LCP) gefunden. Wichtig ist, dass die Prozessparameter Gasfluss, Bearbeitungsabstand und die eingekoppelte elektrische Leistung an die gewünschte Bearbeitungsgeschwindigkeit und das Material angepasst werden. Ein typischer Ausgangspunkt mit dem stets eine erhebliche Verbesserung der Verbindungsqualität erreicht wird, liegt

bei ca. 200mm/s Arbeitsgeschwindigkeit mit ca. 12mm Arbeitsabstand und der Relyon Plasma Düse A450 bei 50L/min Luft.

Mischbauweise: CFK

Klebstoffanwender werden immer häufiger damit konfrontiert Mischverklebungen von Kunststoffen und Metallen zu realisieren. Ein typisches Beispiel ist die Verklebung von CFK (Kohlefaserverstärkte Kunststoffe) mit Aluminiumwerkstoffen in der Automobilbranche.

PU Klebstoffe können die Anforderungen der Verklebungen erfüllen. Eine Polymermatrix[1] von **CFK-Werkstoffen** weist jedoch eine schlechte Klebbarkeit auf. Hier kann die atmosphärische Plasmabehandlung einfach in jeden Serien-Prozess integriert werden.

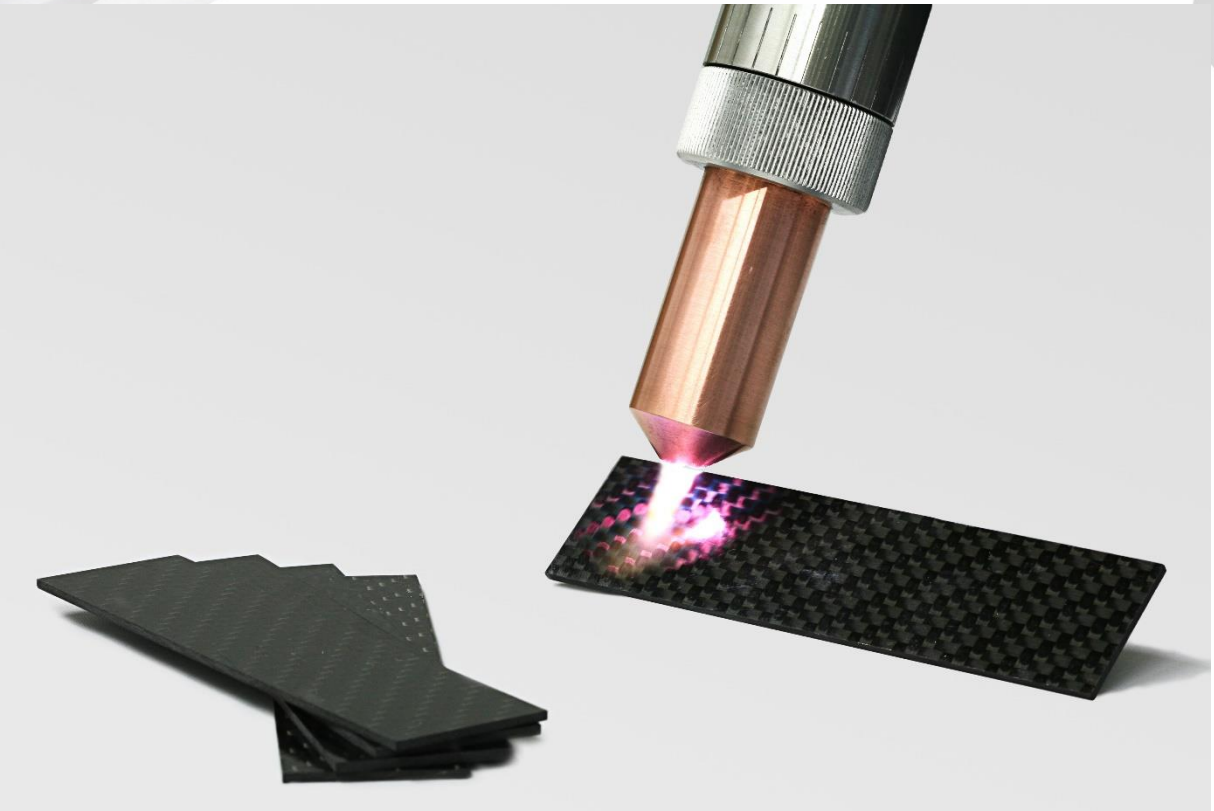

Abbildung 2: *PB3 Plasmastrahl gerichtet auf einen CFK Probekörper (25mm x 80mm).*

Bei Einsatz eines Atmosphärendruck Plasma-Prozesses mit Luft werden überwiegend Sauerstoff- und Hydroxylgruppen an der Kunststoff-Oberfläche eingebracht. Diese können kovalente Bindungen mit dem PU-Klebstoff eingehen. Der oberflächennahe Sauerstoff-Anteil kann dabei um Faktor 3 steigen und man erreicht **Zugscherfestigkeiten** über 20 MPa. Für den Fall einer PA6-Matrix bewirkt dieses eine Vervierfachung der Festigkeit. Diese Zugfestigkeit kann auch nach mehreren Wochen nachgewiesen werden.

Werden anstelle von Druckluft andere Prozessgase, wie z.B. Stickstoff oder Formiergas (N_2/H_2) eingesetzt, können andere spezifische chemische Gruppen an der Oberfläche erzeugt werden.

[1] Die klassische Epoxid-Matrix von CFK wird bei großen Stückzahlen von einer Polymermatrix, z.B. PA6 substituiert.