

# Die richtige Rauheit für das Kleben von Polymeren

## Welche Rolle die mikroskalige Rauheit bei der Benetzbarkeit der Oberfläche spielt

Grundsätzlich dient ein Aufrauen der Werkstückoberflächen einem besseren Verkleben. Dass dies nicht immer der Fall ist, beweist ein Modellversuch der TH Lübeck. Die Untersuchung beschreibt, welche Vorteile sich durch eine Atmosphärenplasmabehandlung ergeben.

Der Grenzflächenbereich Kunststoff/Klebstoff ist entscheidend für die Klebverbindung; der Plasmastrahl verändert die PE-Oberfläche

© TH Lübeck



Auch bei einer guten Benetzbarkeit der Oberfläche sitzen hochviskose Klebstoffe nur auf den Rauheitsspitzen und zu niedrig viskose Klebstoffe füllen zwar die Rauheitstäler aber die Spitzen liegen dann wieder frei [1]. Betrachtet man nun die optimal benetzbare Oberfläche und den optimalen viskosen Klebstoff, so spielt die Rauheit, die im Folgenden in grobe und feine mikroskalige Rauheit unterschieden werden soll, eine sehr wichtige Rolle. Atmosphärendruckplasmabehandlungen von Polymeren (**Titelbild**)

, die mit einer Temperaturerhöhung einhergehen, zeigen, dass die groben Rauheitsspitzen größer und glatter werden und die feinen an den Flanken kleiner. Das führt zu einer noch besseren Verklebung [2] als ohne Temperaturerhöhung.

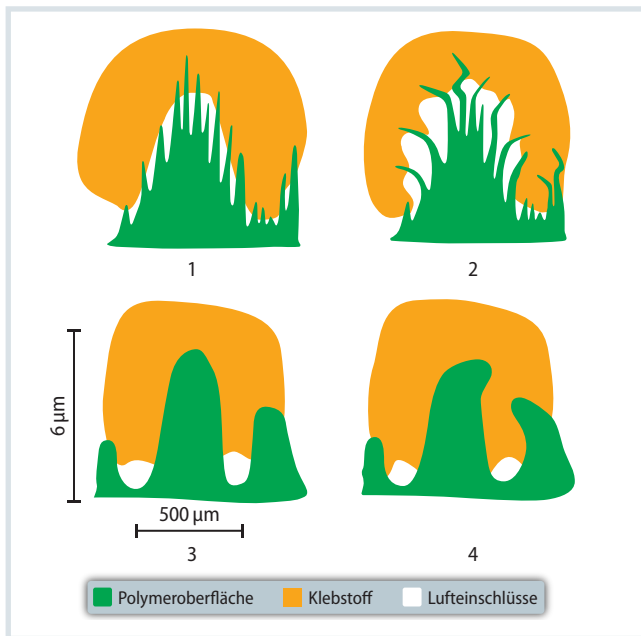
### Modellbetrachtung: Auswirkung der Rauheitstäler und Spitzen

Wie kann man sich die zu verklebende Werkstoffoberfläche in einem Modell vorstellen? Dabei gilt es auch die mechani-

schen Eigenschaften des jeweiligen Werkstoffs zu berücksichtigen. Gläser und Keramiken sind hart und brechen spröde, viele Metalle sind auch hart und verformen sich plastisch, können aber auch spröde brechen. Kunststoffe, hier speziell die thermoplastischen Polymere, verformen sich elastisch und auch plastisch und brechen eher nicht. Ihre Rauheitsspitzen können wie biegsame Faserspitzen betrachtet werden.

Im **Bild 1** hat die Probe 1 eine grobe mikroskalige Rauheit, die mit vielen feinen und langen Rauheitsspitzen, vergleichbar mit einem Besen, versehen ist. Diese Rauheit ist zu erwarten, wenn ein Teilchenbeschuss (z.B. Ionen im Plasma) die Oberfläche modifiziert. Der optimal viskose Klebstoff dringt nicht bis auf die feinen Talgründe vor und hängt mehr an den Spitzen, sodass viele Luftblasen gebildet werden.

Anders sieht es in der Probe 3 aus, wo eine grobe mikroskalige aber glattere Rauheit durch Teilchenbeschuss und Oberflächenerwärmung erzeugt wurde. Der Klebstoff erreicht bis auf wenige Luftblasen die Täler und es erfolgt eine optimale Benetzung. Gleichzeitig verbleibt auch noch eine ausreichende Klebedeckschicht. Wenn nun die Bauteile zusammengedrückt werden, wie es häufig beim Aushärten des Klebstoffs gemacht wird, dann gibt es bei der feinen mikroskaligen Rauheit ein Verbiegen der Rauheitsspitzen. Es kommt zu Abschattungen durch die Rauheitsspitzen, sodass der Klebstoff weitere Oberflächenbereiche nicht erreicht, wie es in **Bild 1** in Probe 2 dargestellt ist.



**Bild 1.** Im Modell ist die zu verklebende Werkstoffoberfläche dargestellt. Durch das Zusammendrücken der Bauteile verbiegen die Rauheitsspitzen (Darstellung auf der rechten Seite) Quelle: TH Lübeck; Grafik: © Hanser

## Die Autoren

**Dr. Arne Bender** ist Professor an der Technischen Hochschule Lübeck im Fachbereich Maschinenbau und Wirtschaft und seit Jahren auf dem Gebiet der Oberflächentechnik tätig  
**Dipl.-Ing. (FH) Sabine Fricke, M.Sc.**, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der TH Lübeck

## Service

### Literatur & Digitalversion

➤ Das Literaturverzeichnis und ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

### Zum Thema

➤ In der Kunststoffe 4/2021 erschien vom gleichen Autorenteam der Beitrag „Polyethylen besser kleben“, ebenfalls zu finden unter [www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

Nach dem Klebstoffaushärten müssen die verbogenen und gegebenenfalls geschwächten feinen Spitzen die Zug- und Scherkräfte aufnehmen und es kommt eher zum Abreißen. In der Probe 4 bleiben die Positionen der gut benetzten, glatteren und groben mikroskaligen Rauheitsspitzen erhalten. Durch das Andrücken kann der Klebstoff weitere Oberflächenbereiche erreichen. Es kommt sogar zu einem leichten Verbiegen der Spitzen, was aber keine Schwächung dieser bedeutet, und sogar zur Ausbildung von Kavernen, die den Klebstoff einschließen und dann wie ein Druckknopf wirken und eine noch bessere Verhakung von Klebstoff und Polymeroberfläche ermöglichen. Die groben stabileren Rauheitsspitzen

können zudem den Zug- und Scherbelastungen besser standhalten.

### Vorteile der Atmosphärenplasmabehandlung

Eine Atmosphärenplasmabehandlung hat den Vorteil gegenüber einem reinen mechanischen Aufrauen (z.B. Schleifen oder Kugelstrahlen) oder dem reinen Erwärmen (z.B. Infrarotbestrahlung oder Wärmeofenbehandlung), da der Ionenbeschuss die grobe und feine mikroskalige Rauheit erhöht und gleichzeitig der Energieeintrag vorwiegend als Wärme zu einem Verschmelzen der feinen mikroskaligen Rauheiten und damit zu einer gewissen Oberflächenglättung führt. Die Ver-

fahrenparameter können so gewählt werden, dass eine optimale Rauheit erzeugt werden kann.

Die auftretende Oberflächenaktivierung durch die Erzeugung von funktionellen Gruppen sowie die Feinstreinigung erfolgen bei jeder Atmosphärenplasmabehandlung, jedoch kann durch Optimierung der Rauheit eine Verbesserung der Haftung von Klebstoffen und auch Lacken erreicht werden. Interessant wäre eine Prüfung, ob das Modell auch auf andere Werkstoffe übertragbar ist. ■



**eprotec**

**Swiss Quality  
melt pumps**



Investment in technical lead and productivity  
[www.eprotec-extrusion.com](http://www.eprotec-extrusion.com)