

Haftung

Tipps & Tricks Nr. 2



Kleber müssen auf Ihrer Unterlage gut haften. Dies erfordert eine gute Benetzbarkeit der Materialien.

Eine Haftung von Klebstoffen beruht auf verschiedenen Mechanismen:

- Grenzflächenadhäsion aufgrund der energetischen Verhältnisse an den Grenzflächen
- Mechanische Verankerung (Ausfüllen von Hohlräumen der Substrat-Oberfläche)
- Diffusion der Klebmoleküle in das Substrat und umgekehrt
- Chemische Bindung zwischen den Molekülen der Unterlage und denen des Klebers
- Anziehung unterschiedlicher Oberflächenladungen zwischen der Unterlage und der Beschichtung

In allen Fällen ist die Anwesenheit nicht-haftender oder weicher Zwischenschichten (z.B. Staub, Wasser, Fett, o.ä.) an der Oberfläche des Substrates schädlich. Auch ist selbstverständlich eine möglichst große Kontaktfläche (z.B. durch Aufrauung) nützlich. Eine wichtige Voraussetzung für eine spätere Haftung ist immer die Benetzung der Unterlage durch den Klebstoff. Nur bei ausreichender Benetzung ist ein inniger, vollflächiger Kontakt möglich. Dies bedeutet, dass die Unterlage eine möglichst große Oberflächenenergie σ_s besitzen sollte.

Die Grenzflächenadhäsion ist groß, wenn die Vernichtung der Flüssigkeits- und der Festkörperoberfläche durch Bildung einer gemeinsamen Grenzfläche unter möglichst großem Energiegewinn stattfindet, d.h. anders ausgedrückt, dass Oberflächen mit hoher Oberflächenenergie vernichtet werden:

$$\Delta G_{\min} = \sigma_{sl} - \sigma_l - \sigma_s = -2 \left(\sqrt{\sigma_l^D \cdot \sigma_s^D} + \sqrt{\sigma_l^P \cdot \sigma_s^P} \right)$$

Eine mechanische Verankerung kann nur stattfinden, wenn die rauen Strukturen und Kavernen in der Oberfläche vom (eindringfähigen/flüssigen) Klebstoff ausgefüllt werden, d.h., dass die Flüssigkeit auf der Oberfläche spreitet (verschwindender Randwinkel). Spreiten des flüssigen Klebers verhindert auch die Bildung von Luftblasen an der Oberfläche rauer Strukturen, die als Anrisspunkte wirken können. Die gegenseitige Diffusion findet nur statt, wenn die Flüssigkeit auf der Oberfläche spreitet. Bei Abstoßung der Flüssigkeit auf der makroskopischen Ebene findet auch keine Diffusion der Moleküle statt.

Die Verbindung aufgrund von elektrostatischer Anziehung ist nicht anzustreben, da diese Verbindung an atmosphärischer Luft nicht stabil ist. Wasser bindet an den polaren Gruppen die dann für eine elektrostatische Verbindung nicht mehr zur Verfügung stehen.

Die Ursachen chemischer Bindungen können folgende sein (geordnet nach steigender Wirksamkeit):

- Van-der-Waals-Kräfte
 - Dispersionswechselwirkung (London-Kräfte, induzierter-Dipol-induzierter-Dipol-Kräfte)
 - Debye-Wechselwirkung (Dipol-induzierter-Dipol-Kräfte)
 - Keesom-Wechselwirkung (Dipol-Dipol-Kräfte)
- Wasserstoffbrücken
- Direkte chemische Bindungen (eine direkte Korrelation mit der Oberflächenenergie ist im Allgemeinen nicht gegeben)

Zur Optimierung der Haftung ist normalerweise eine Vorbehandlung notwendig. Bei Unterlagen aus Kunststoff und Metall hat sich industriell eine Vorbehandlung mit dem Plasma atmosphärischer Korona-Entladung bewährt, die in viele industrielle Anlagen integriert werden kann. Die Vorbehandlung beseitigt lose gebundene Fremdschichten, bildet polare Gruppen in der Oberfläche und erhöht die Oberflächenenergie. Welcher dieser Mechanismen im Einzelnen für die Haftungsverbesserung ausschlaggebend ist, bedarf in jedem Falle einer gesonderten Untersuchung.