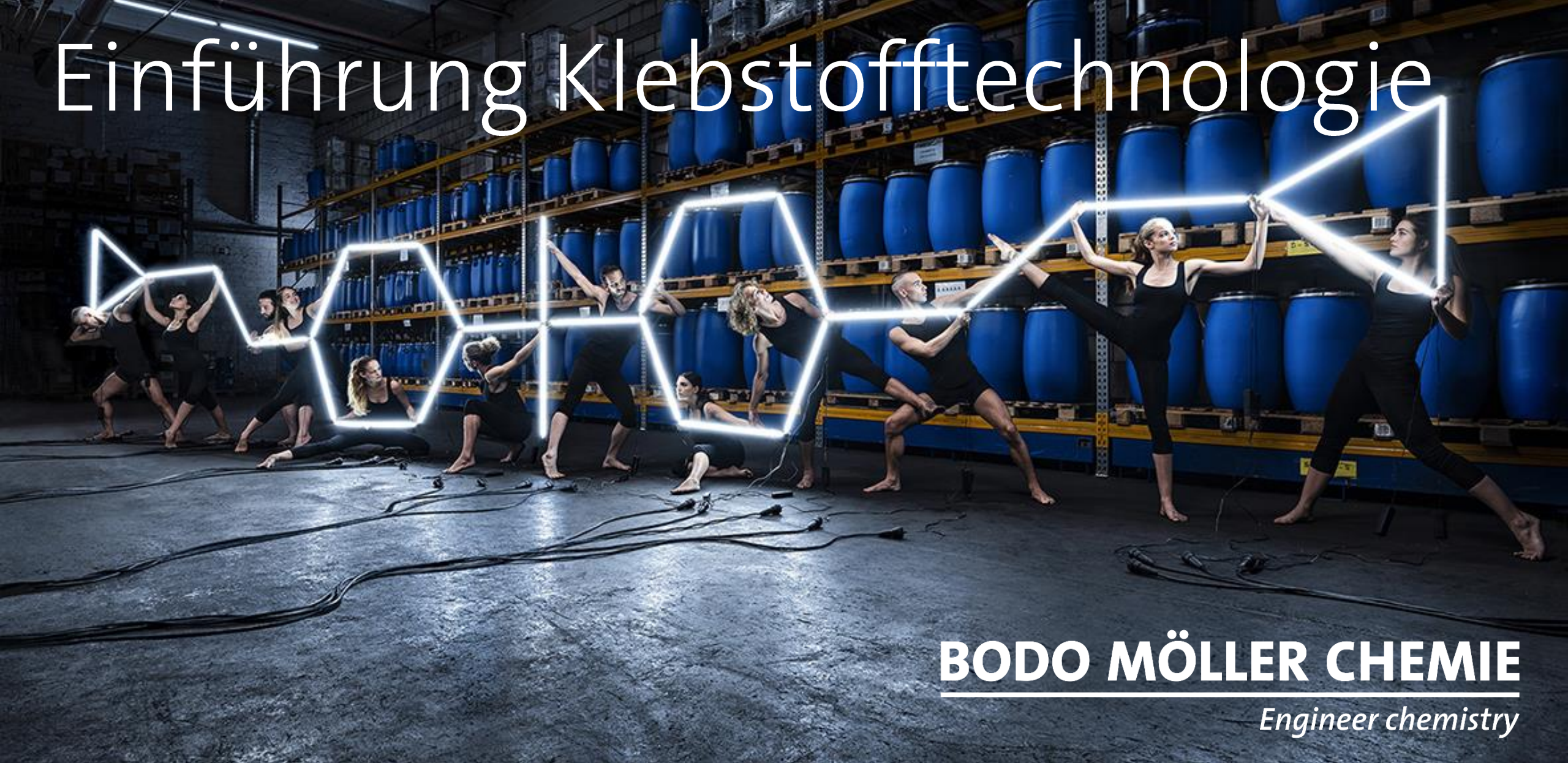


Einführung Klebstofftechnologie



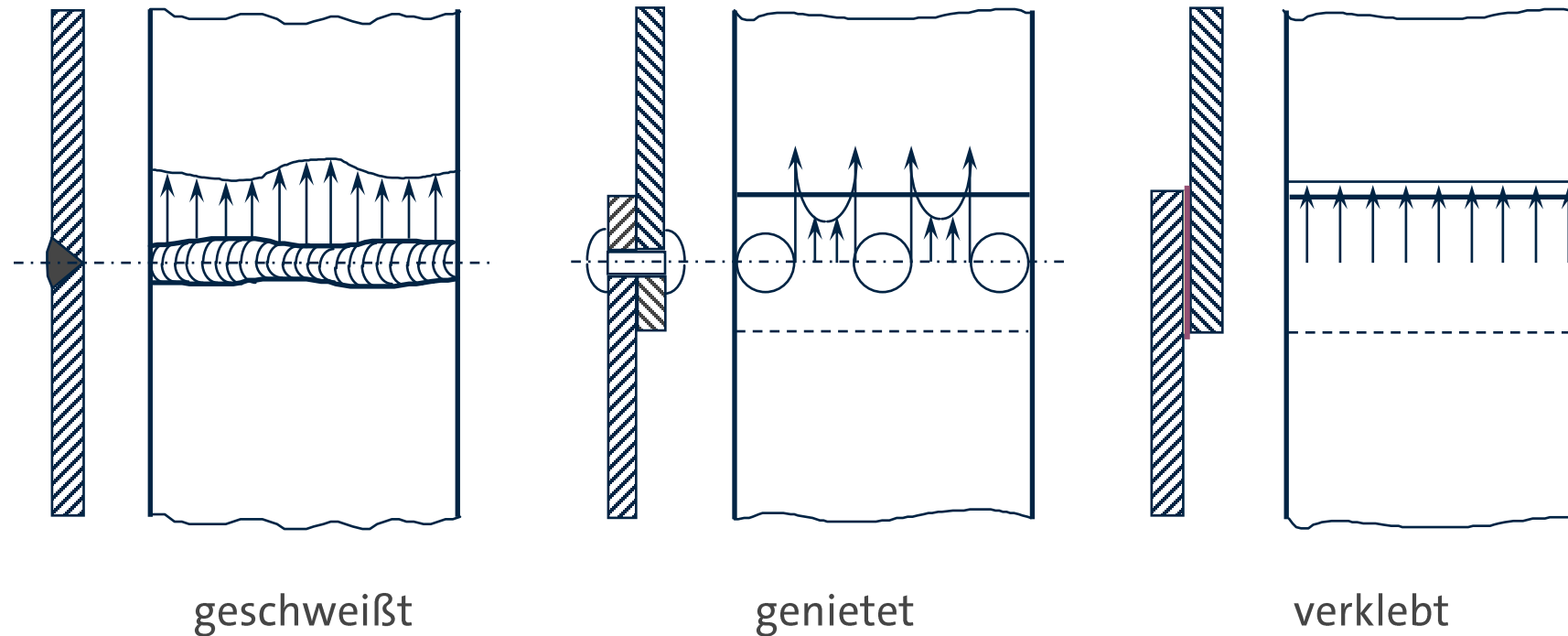
BODO MÖLLER CHEMIE

Engineer chemistry

Vergleich der Spannungsverteilung

Ziel: Übertragung von Kräften

Weites Spektrum verschiedener Fügeverfahren für Metalle: Schrauben, Nieten, Clinchen, Löten, Schweißen, Kleben



Wo werden Klebstoffe eingesetzt?

- Automotive
- Aerospace
- Railway – DIN 6701 (EN 17460)
- Bootbau
- Elektronik-Industrie
- Leichtbau
- Wind & Solar-Energie
- Bau-Industrie
- Sport-Industrie
- ...

Norm für Verklebungen in der allgemeinen
Industrie → EN 2304 (ISO 21368)



Kombination von verschiedenen Werkstoffen

- Fügeteile aus unterschiedlichen, artfremden Werkstoffen verbindbar
- Unterschiede in Ausdehnungskoeffizienten, Elastizität, Dicke etc. verschiedener Materialien lassen sich besser ausgleichen

Erhalt der Werkstoffeigenschaften

- Keine hohe Temperaturbeeinflussung der Fügeteile
- Keine Schwächung durch Bohrlöcher etc.

Herstellung komplexer Bauteile

- flächige Verbindungen, Leichtbauweise mit Composite oder Sandwich-Strukturen nur durch Kleben möglich
- Fügen dünner Fügeteile
- Erhöhung der Steifigkeit von Strukturen

Zusätzliche Funktionen:

- Spaltfüllend / Ausgleich von Passungstoleranzen
- Abdichtung gegen Medien (Wasser)
- Elektrische Isolation möglich
- Dämpfungseigenschaften (Vibration, Schall)
- Weniger Probleme mit Korrosion (Kontaktkorrosion)

Wärmefestigkeit der Verklebung ist begrenzt

- Festigkeit nimmt mit steigender Temperatur ab
- Zustand des Klebstoffes ändert sich bei hoher Temperatur von elastisch zu plastisch

Polymertypische Alterung, insbesondere bei Belastung

Begrenzte Beständigkeit gegen Chemikalien und andere Medien

Härtungszeit, meist keine Sofortfestigkeit

- Teile müssen fixiert werden

Fehlermöglichkeiten bei der Applikation

- Mischungsverhältnis, Durchmischung, Klimabedingungen
- Anforderung für saubere Oberflächen
- Vorbehandlung meist notwendig

Klebgerechtes Design der Verbindung notwendig

Definition Klebstoff

Nach DIN EN 923:

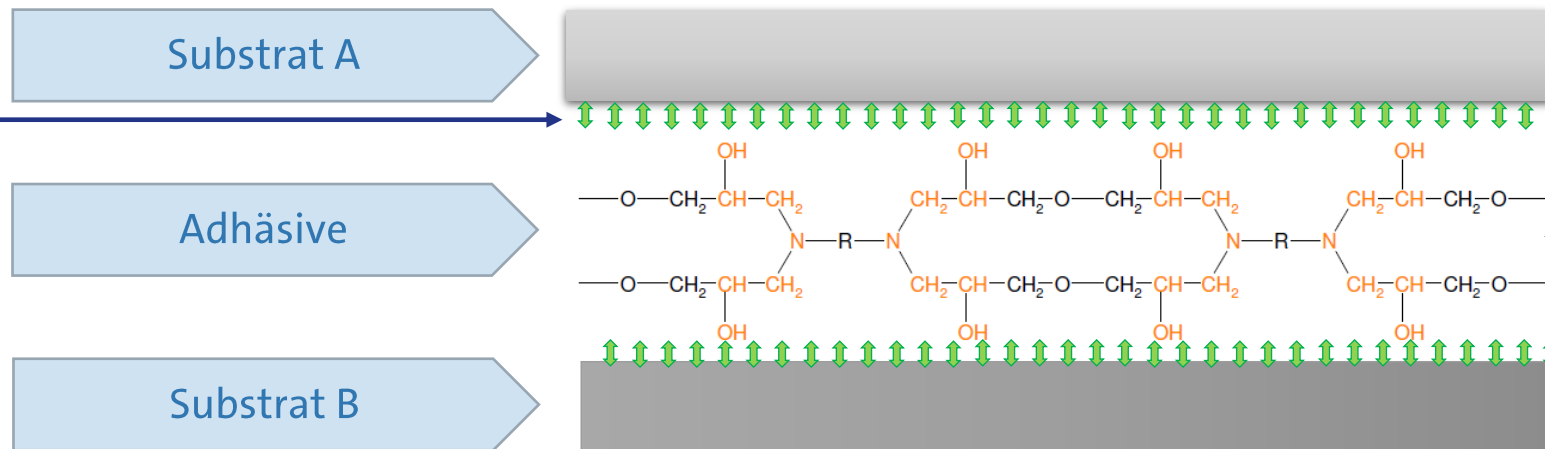
Nichtmetallischer Werkstoff, der Körper ohne Änderung des Gefüges durch Flächenhaftung (Adhäsion) und innere Festigkeit (Kohäsion) verbindet

Adhäsion

Kräfte oder Haftung zwischen Klebstoff und dem Substrat

Kohäsion

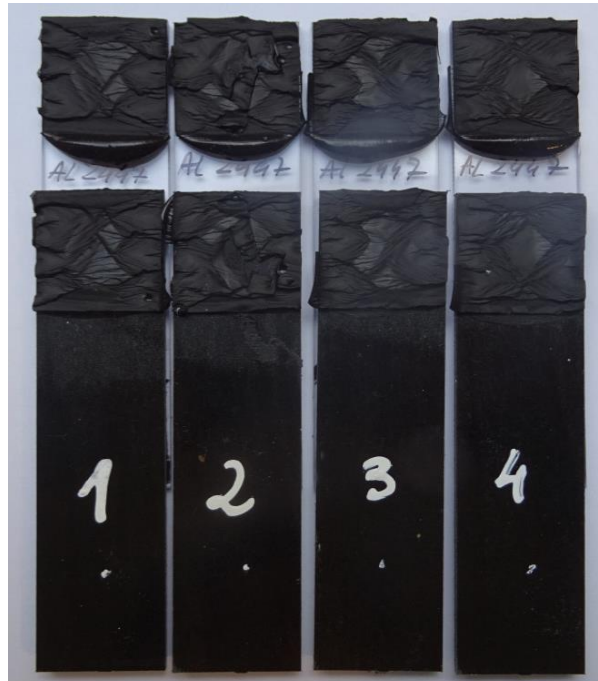
Innere Festigkeit eines Stoffes durch Kräfte innerhalb des Klebstoffes bzw. Polymers



Zur maximalen Klebfestigkeit tragen Adhäsion + Kohäsion gleichermaßen bei.
Eine Ausgewogenheit zwischen beiden ist anzustreben

Kohäsivbruch

Nicht ausreichende innere Festigkeit des Klebstoffs



Adhäsivbruch

Nicht ausreichende Haftung Klebstoff-Substrat

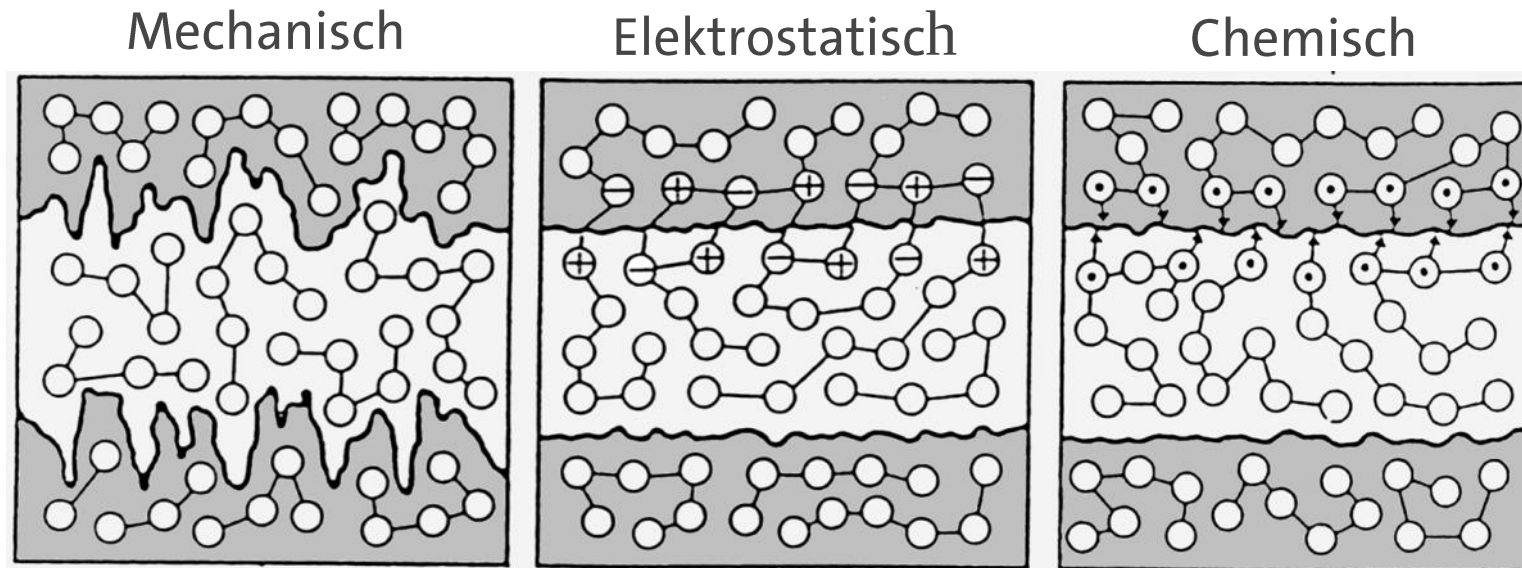


Mischform



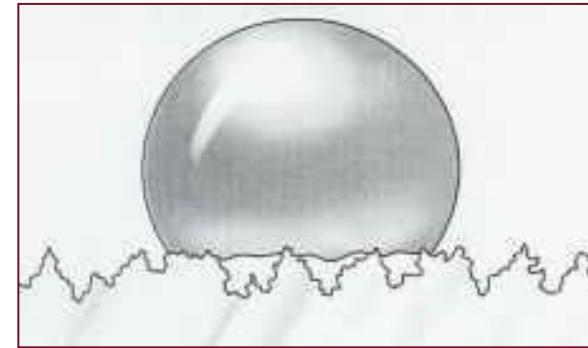
Typen von Adhäsionsmechanismen:

Summe einer Vielzahl von mechanischen, physikalischen und chemischen Kräften, die einander überlappen und sich gegenseitig beeinflussen

[illegible]

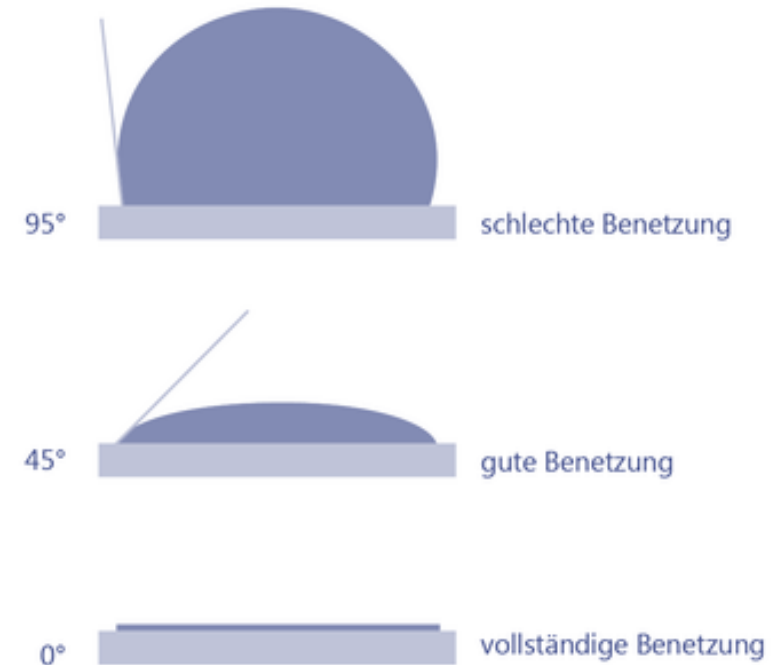
Die Benetzung der Oberfläche hängt von folgenden Faktoren ab:

- Rheologie/Viskosität des Klebstoffs
- Oberflächenbeschaffenheit der Substrate
Rauigkeit, Verunreinigungen, Trennmittel
- Druck kann helfen, die Benetzung zu verbessern
Hat Einfluss auf die Dicke der Klebschicht
Allseitiges Aufbringen von Druck im Autoklaven möglich
- Oberflächenspannung des Klebstoffs
- Oberflächenspannung der Substrate

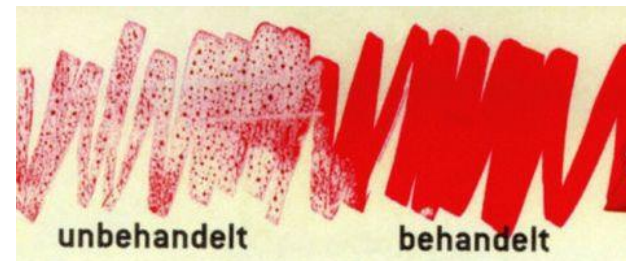


Ein Tropfen Klebstoff versucht aufgrund seiner Oberflächenspannung eine Kugelform anzunehmen:

- Benetzung kann nur erfolgen, wenn die Oberflächenspannung der Flüssigkeit kleiner ist als die kritische Oberflächenspannung der Substratoberfläche
- Anziehung zwischen Substratoberfläche und Klebstoffmolekül muss höher sein als zwischen Klebstoffmolekülen

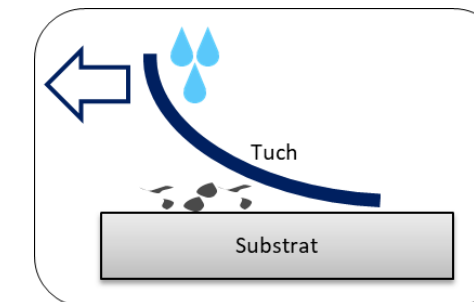
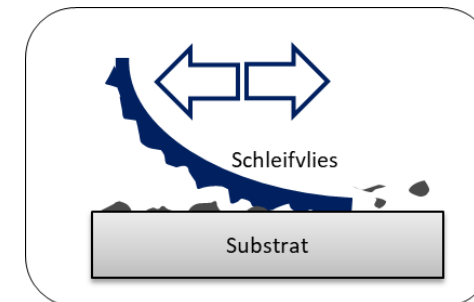
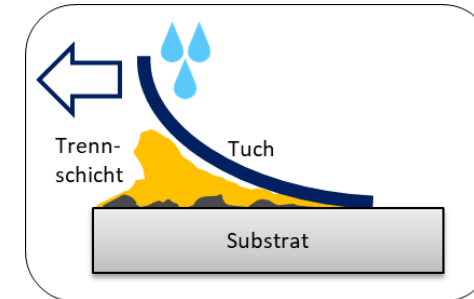
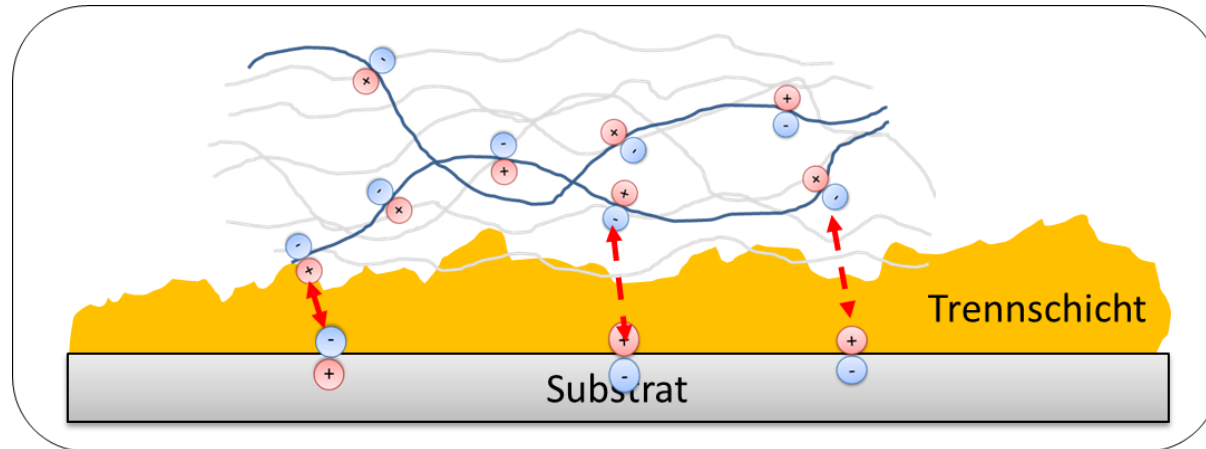


➡ Bedeutsamkeit der Vorbehandlung!!



Oberflächenenergie kann mittels Testtinten einfach bestimmt werden.

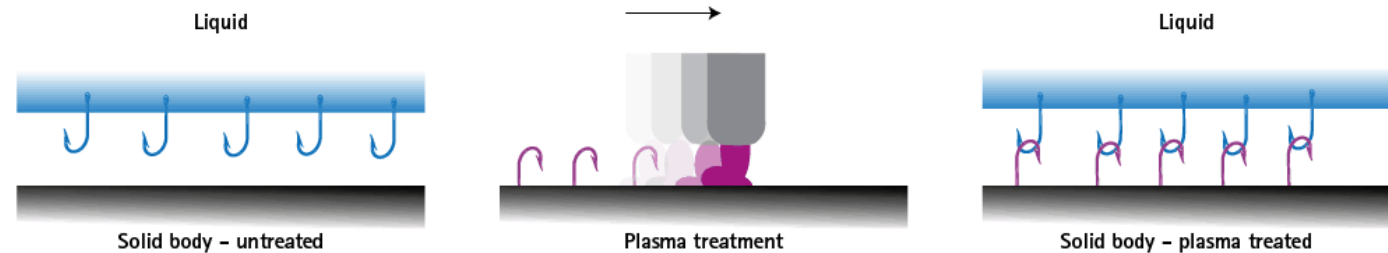
Sehr wichtiger Prozessschritt, um qualitativ hochwertige und reproduzierbare Klebeverbindungen zu garantieren.



- Plasma
- Corona
- Laser
- Flämmen



Reaktive Gruppen (O, N) werden in die Oberfläche eingebracht (Erhöhung der Freien Oberflächenenergie)



Physikalisch abbindende Klebstoffe

- Lösemittelhaltige Klebstoffe
- Dispersionen, Plastisole
- Schmelzklebstoffe
- Kontaktklebstoffe

Vorteil:

- nicht reaktive Polymere; keine chemische Reaktion

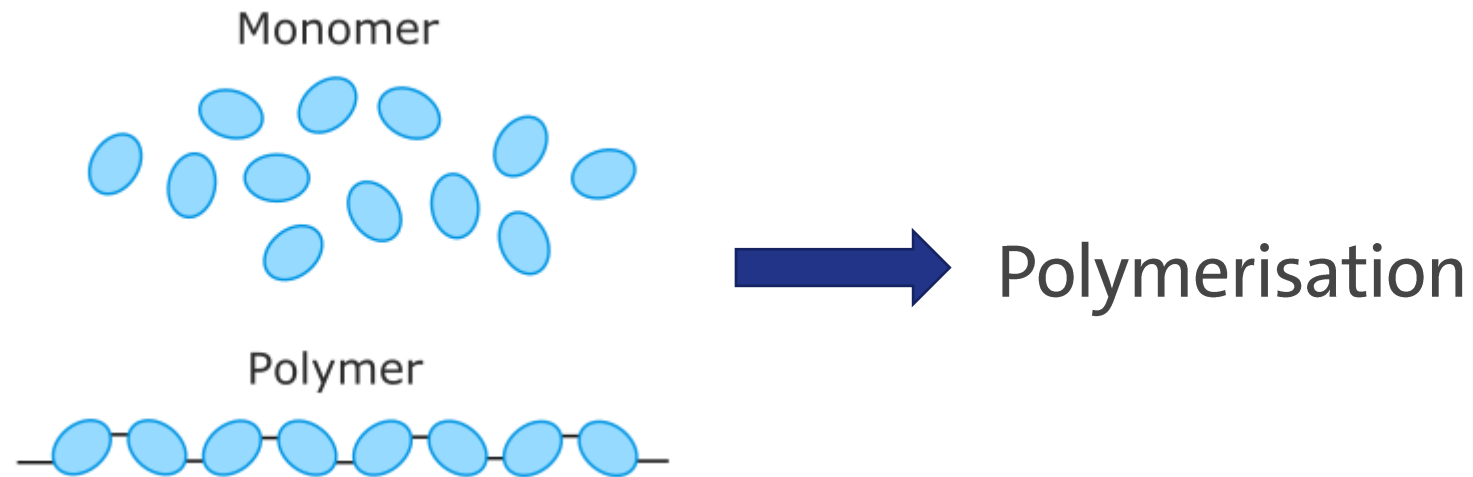
Nachteil:

- Festigkeit und Beständigkeit sind begrenzt
- Maximal erreichbare Zugscherfestigkeiten bis ca. 10 N/mm²
- Risiko durch Lösemittel, Entfernung Lösemittel oder Wasser
- Applikation bei hoher Temperatur (Schmelzklebstoffe)

**Chemisch
abbindende
Klebstoffe**

Chemisch abbindende, reaktive Klebstoffe:

flüssige, niedrig viskose Monomere oder Präpolymere, die erst bei der Anwendung zum Polymer reagieren



Chemisch abbindende, reaktive Klebstoffe:

Vorteil:

- Bessere Benetzung
- Vernetzung des Klebstoffes möglich
- Deutlich höhere Festigkeit und Beständigkeit
- Zugscherfestigkeit bis ca. 40 N/mm²
- Höhere Dauerfestigkeit wegen Vernetzung

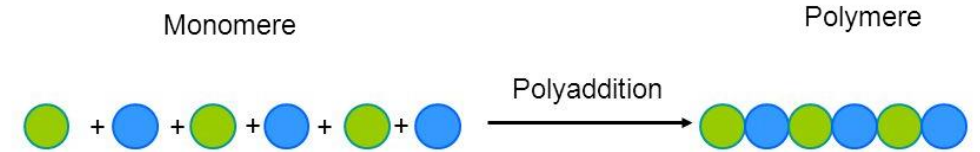
Nachteil:

- Chemische Reaktion bei der Applikation notwendig
- Risiko durch fehlerhafte Parameter bei der Applikation
- Handling der Rohstoffe

3 verschiedene Aushärtungsmechanismen für reaktive Klebstoffe:

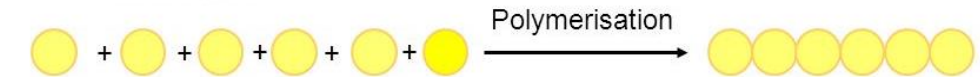
Polyaddition (Epoxide, Polyurethane)

- 2 verschiedene polyfunktionelle Monomere (Harz + Härter)



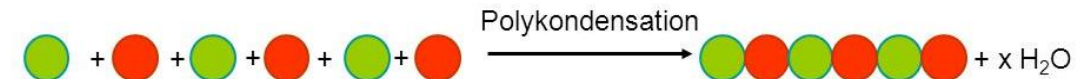
Polymerisation (Acrylate, Cyanacrylate, Styrol)

- Monomere mit Doppelbindungen + Initiator



Polykondensation (Phenolharze, Silikone, Polyimide, MS-Polymer)

- Abspaltung von niedermolekularen flüchtigen Komponenten wie z.B. Wasser, Alkohol



Kalt oder warm härtende Klebstoffe
Reaktive Klebstoffe können 2-komponentig oder 1-komponentig sein

Alle reaktiven Klebstoffe haben niedermolekulare Anteile, von denen bei unsachgemäßer Verwendung eine Gefahr ausgehen kann, z.B.

- Reizend, ätzend
- Sensibilisierung durch Hautkontakt und Einatmen
- entzündlich
- Wasser/Umweltgefährdend
- akute Toxizität

Information

- Sicherheitsdatenblätter
- Gesetzliche Vorschriften
- Vorschriften der Berufsgenossenschaften

Geeignete Arbeitsbedingungen

- Aufklärung
- Unterweisung
- Kontrolle

Angaben in Sicherheitsdatenblättern befolgen

Persönliche Schutzausrüstung

- Hautschutz: geeignete Handschuhe
 - Butylkautschuk für EP Systeme
 - Nitrilkautschuk für andere reaktive Systeme
- Hautschutz: langärmelige Arbeitskleidung
- Schutz der Augen
- Ausreichend Luftaustausch oder Atemschutzgerät



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dr. Christoph Schnöll
Dipl.-Ing. | European Adhesive Engineer EAE

Vice President of Technology

Bodo Möller Chemie GmbH
Senefelderstraße 176
D-63069 Offenbach am Main

Mobil: +43/664/8954390
Mail: c.schnoell@bm-chemie.at
www.bm-chemie.com

