



Prof. Dr. rer. nat. Jörg Sebastian

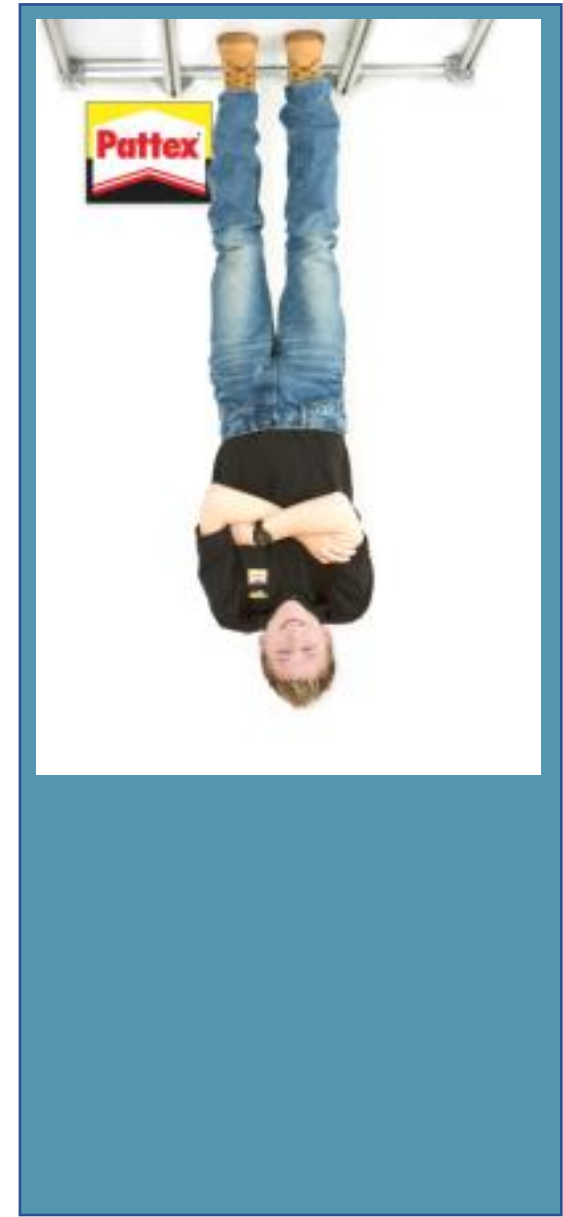
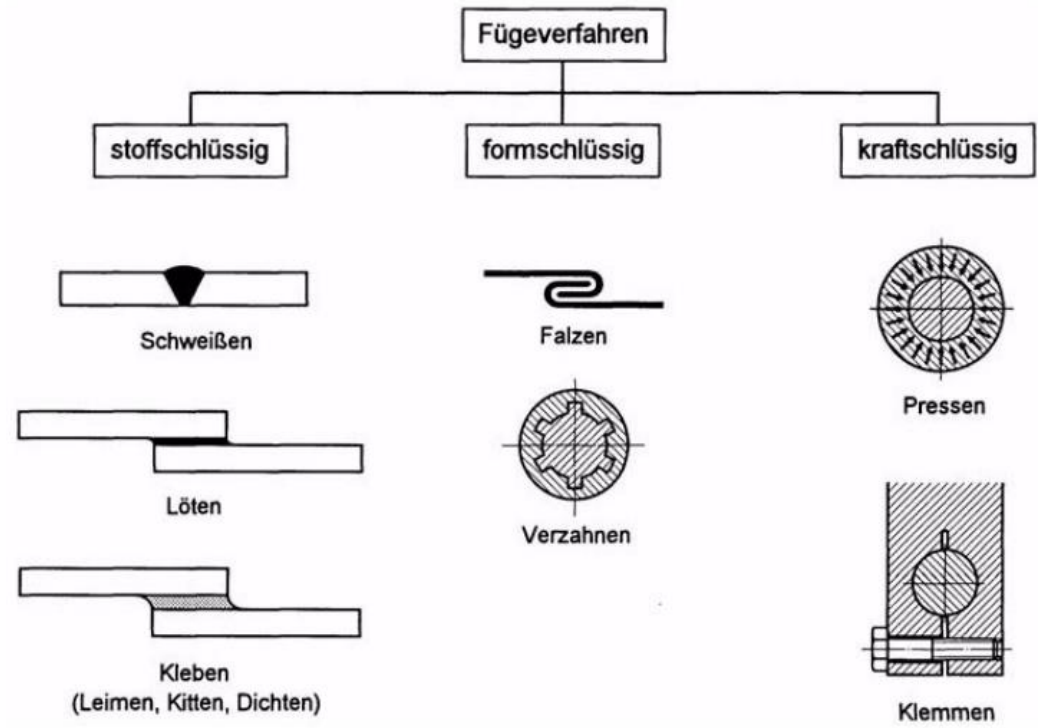
Vor Ort härtende Materialien - Einsatzmöglichkeiten und - grenzen

Physikalisch-chemische Grundlagen | Arten der Klebung
| Eignung und Qualitätssicherung





Fügeverfahren

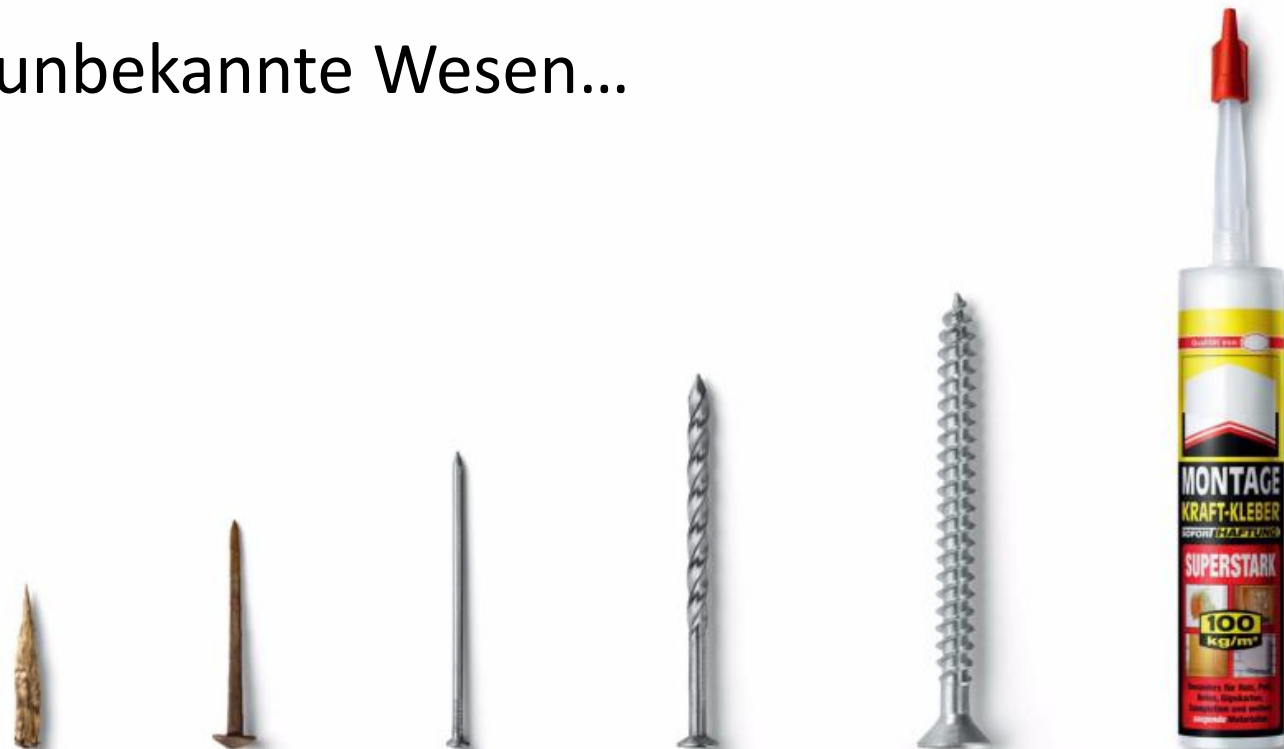


HABENICHT, G.: „Kleben - erfolgreich und fehlerfrei“, 5. überarb. und erg. Auflage, Wiesbaden: Vieweg+Teubner 2008



„Klebedarwinismus“

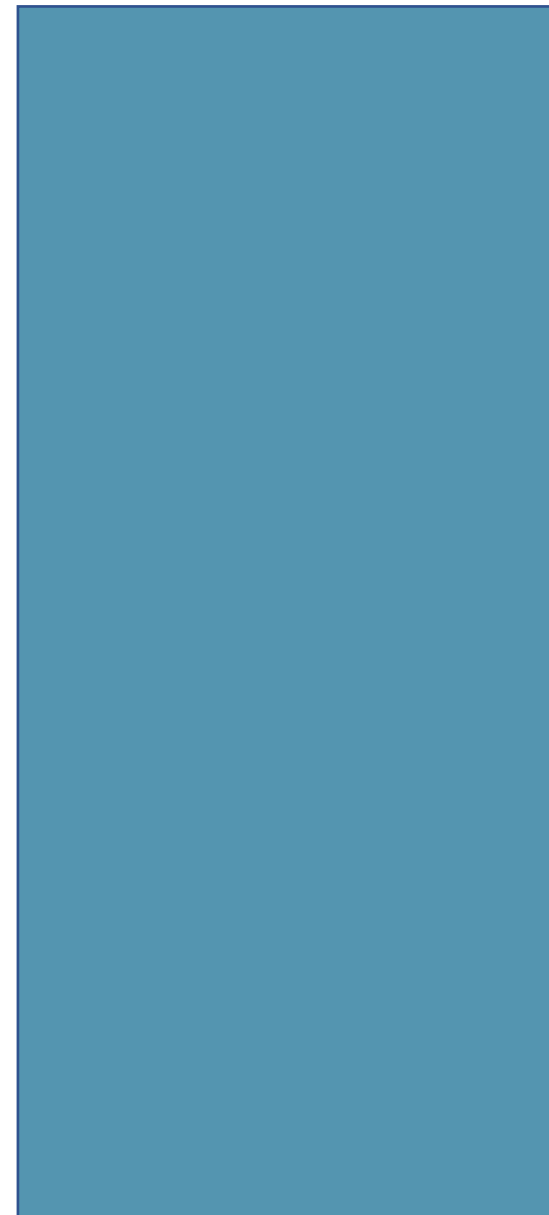
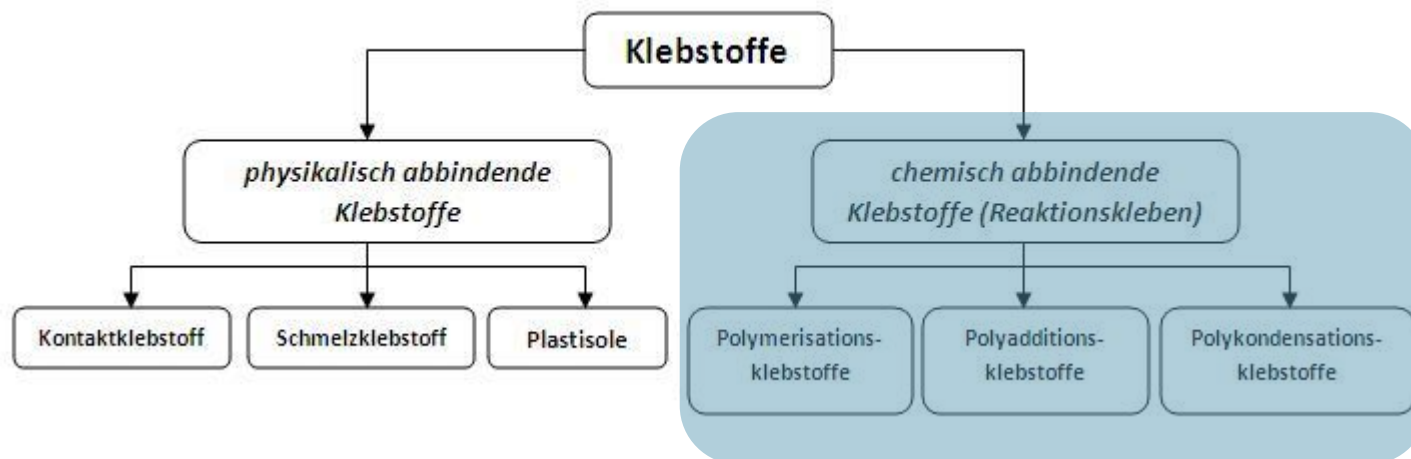
- Kleber das unbekannte Wesen...



...eine etwas andere Evolution

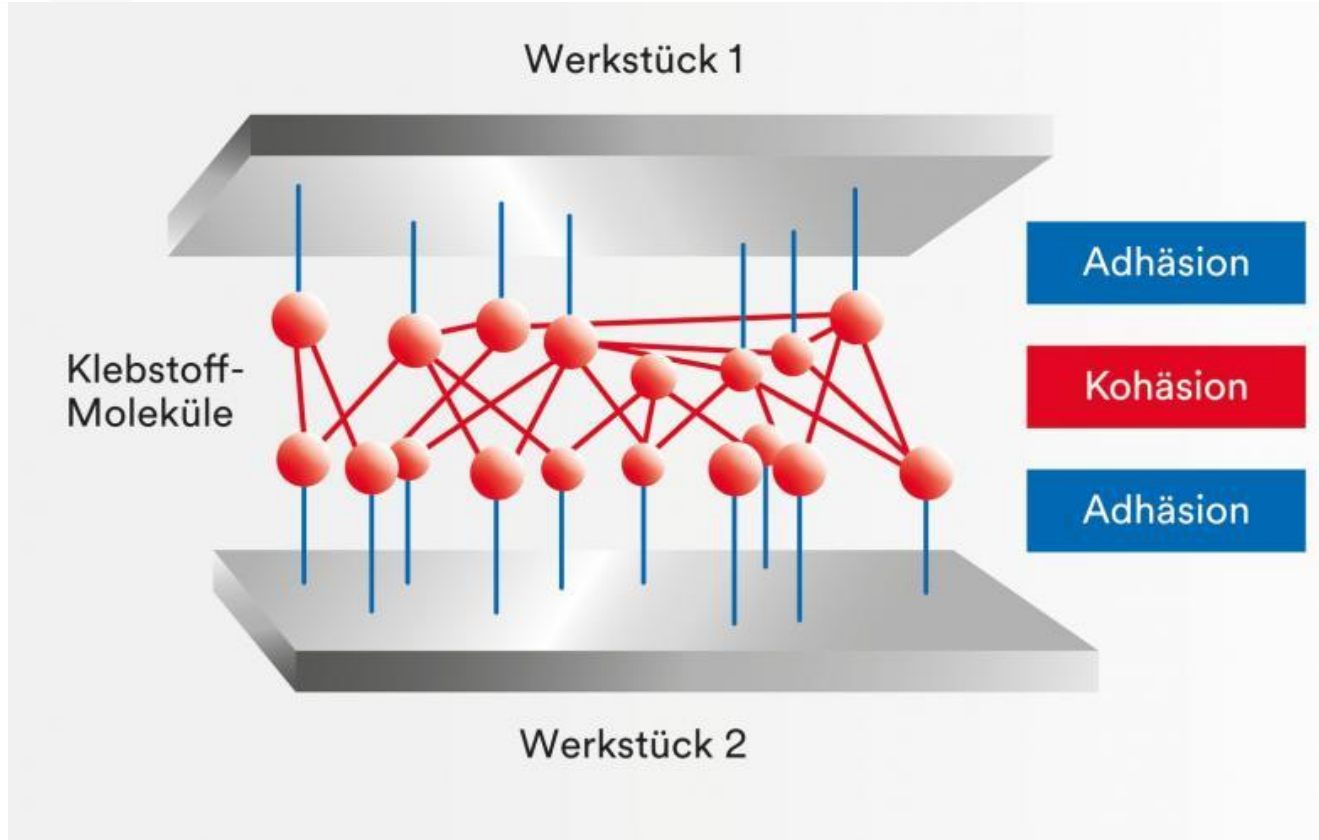


Klebstoffe

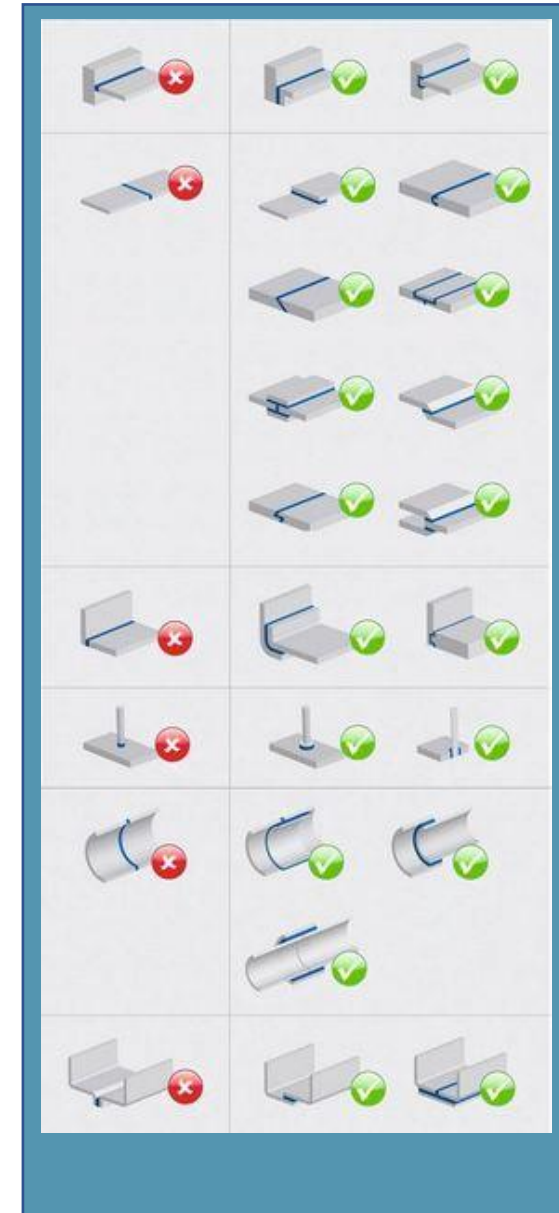


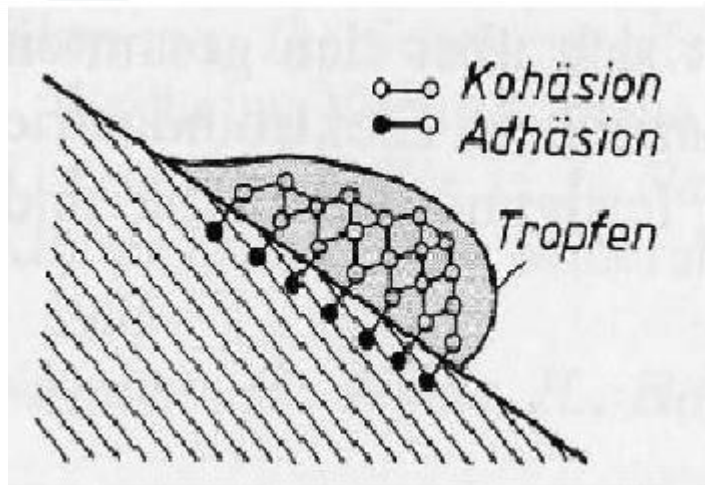


Klebmechanismus

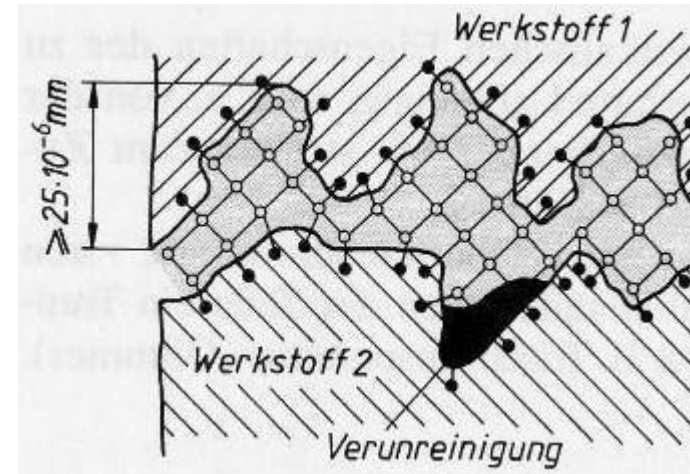


- <https://www.konstruktion-entwicklung.de/warum-klebstoffe-kleben>, Bild: 3M





<http://www.bs-wiki.de/mediawiki/index.php?title=Klebverbindungen>



• Für kraftschlüssigen Verbund:

- $\text{Adhäsion}_{\text{Klebefuge}} > \text{Adhäsion}_{\text{Fügeteil}}$
- $\text{Kohäsion}_{\text{Klebefuge}} > \text{Kohäsion}_{\text{Fügeteil}}$



Chemie der Klebstoffe

Polymerisation	Polyaddition	Polykondensation
(ungesättigte) Polyesterharze	Epoxidharze	Phenol-Formaldehydharze
Cyanacrylate	Polyurethanharze	Silikone
Methylmethacrylat Klebstoffe		Silanmodifizierte Harze
Strahlhärtende Klebstoffe		





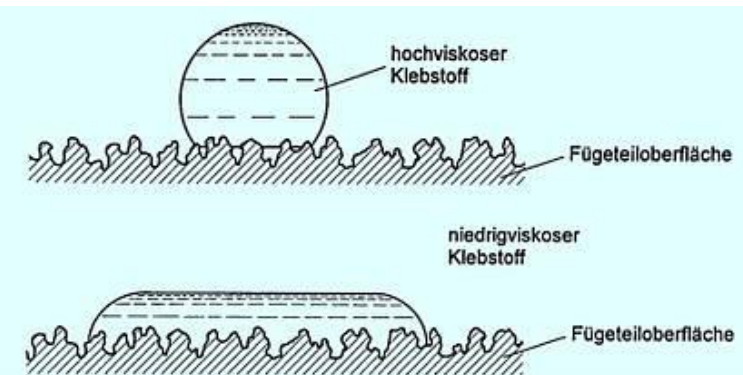
Wechselwirkungen

- Adhäsionszone
 - schwächeren zwischenmolekularen Wechselwirkungen und starke chemische Bindungen
 - Echte chemische Bindungen selten
 - Physikalische Effekte verstärken den Halt!
- Übergangszone
 - Wenige nm – mm
- Kohäsionszone
 - chemischen Bindungen zwischen den Polymermolekülen.
 - chemischen Bindungen, die zur Vernetzung des Polymers führen.
 - zwischenmolekularen Wechselwirkungen zwischen den Klebstoffmolekülen.
 - mechanischen Verklammerungen zwischen den Klebstoffmolekülen.



Benetzung

- Benetzung wesentlich für Funktionsweise der Klebung
- Oberfläche muss fettfrei, trocken, staubfrei sein!!!
- Herausforderungen im Schacht / Haltungsbereich



Kontakt mit Randfläche (schlecht)

Kontakt mit Randfläche (gut)

Keine Benetzung

Schlechte Benetzung $\alpha > 30^\circ$

Gute Benetzung $\alpha < 30^\circ$

Spreitung

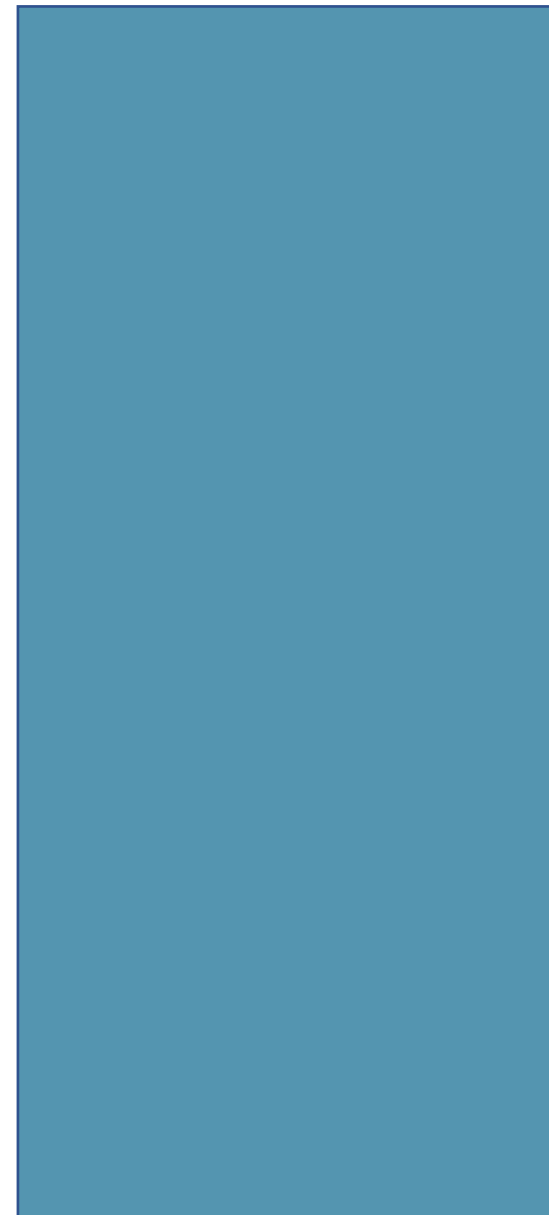
Ist der Randwinkel α kleiner als 30° , liegt eine gute Benetzung und damit die Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Kleben vor.

IVK, Die Kunst des Klebens, Abb. 7, S. 19



Untergrundvorbereitung

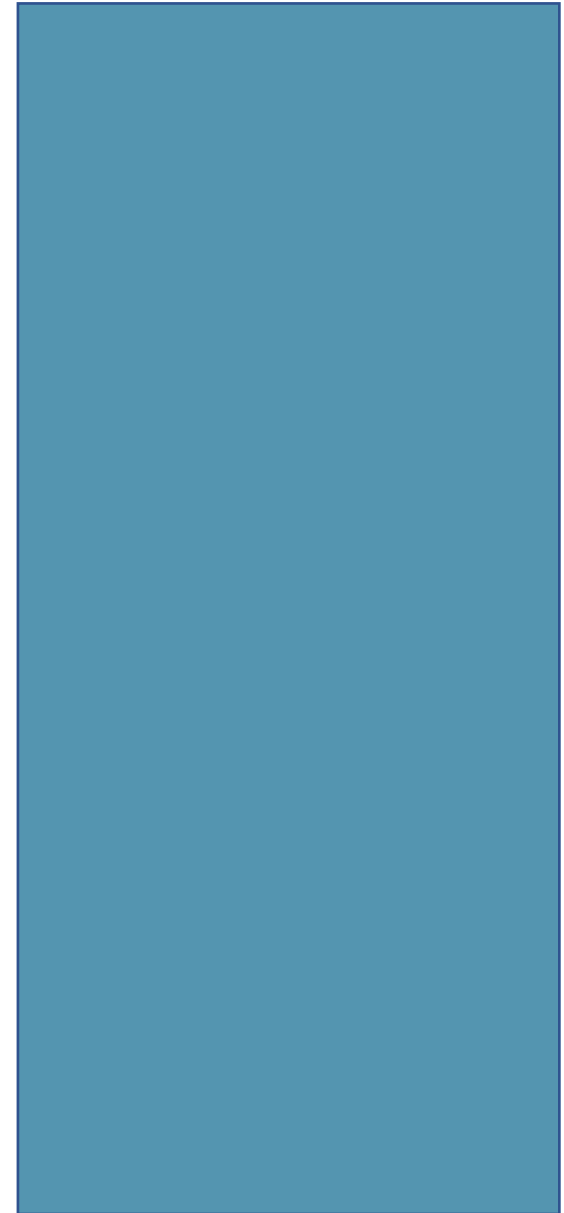
- Essentiell für kraftschlüssigen Verbund!
- Spülen nicht ausreichend
- Entfernen von Staubschichten die durch Fräsung entstanden sind.
- Fettschichten wirken als Trennmittel
- Unterschied Haftung und Klebung!!
- Kein Verkleben von unbehandeltem Polyolefin!!!!
 - (Plasmavorbereitung...)





Einfluss des Untergrundes

- Untergrundtemperatur
- Erhöhung der Untergrundtemperatur
bessere Mischbarkeit aber auch schnellere Aushärtung.
- Reaktionsgeschwindigkeit verdoppelt sich bei Erhöhung um 10°C



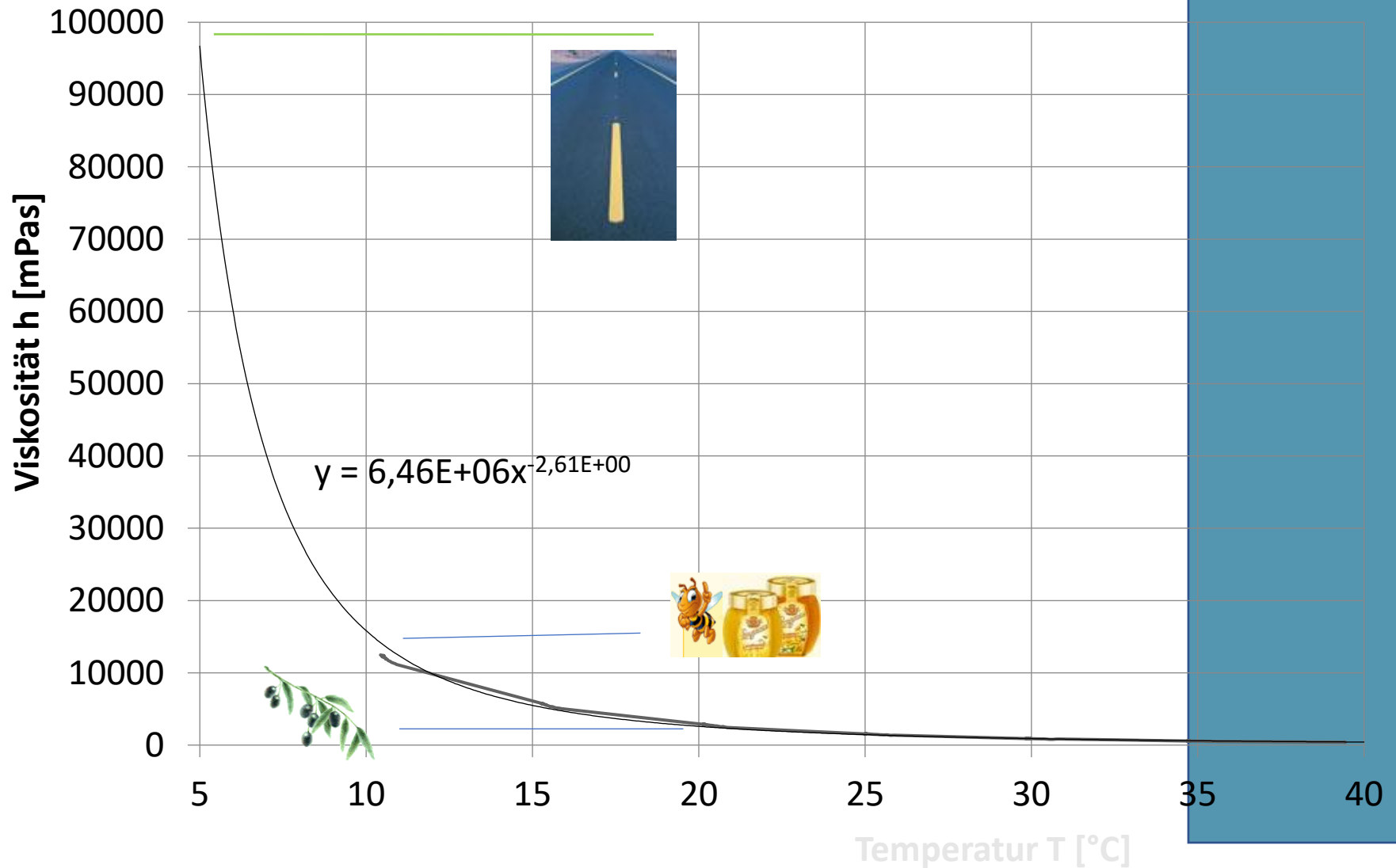


Harz/Härter auf der Baustelle

- Zur Lagerung und Verarbeitung von Harzen, Härtern und Zusatzstoffen auf der Baustelle sind die entsprechenden Herstellerangaben (z.B. **Lager- und Verarbeitungstemperaturen**) ... einzuhalten.



Temperatur T [°C] / Viskosität h [mPa·s]





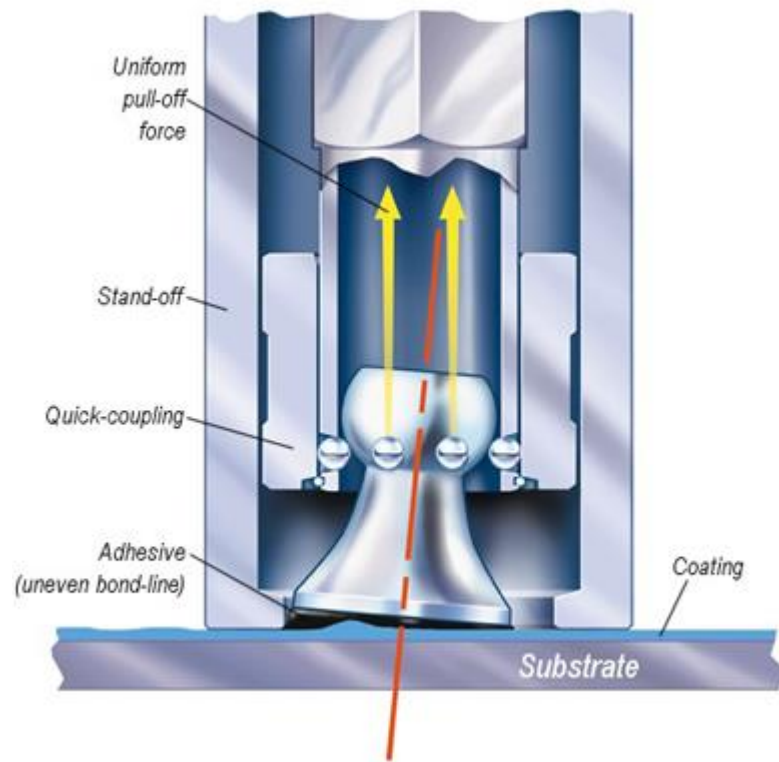
Hafteigenschaften

- Hafteigenschaften abhängig von Rauheit des Untergrundes (physikalische Haftung)
- Benetzung durch das Harz
- Teilchengröße
- Haftzugfestigkeit i.d.R. $>1,5 \text{ N/mm}^2$ auf Beton
- kraftschlüssige Verbindungen





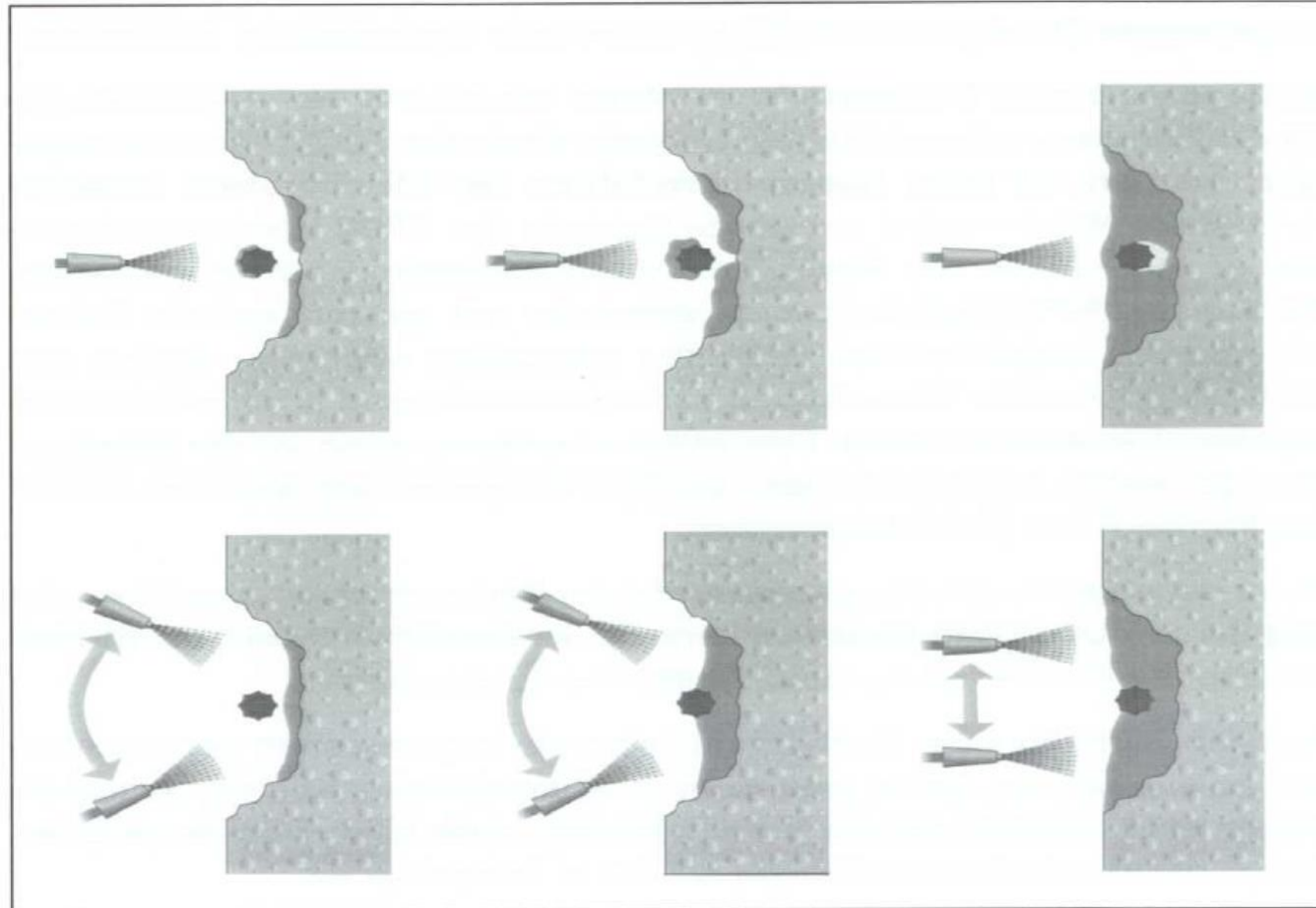
Haftzugversuch





Einspritzen von Bewehrung

falsch



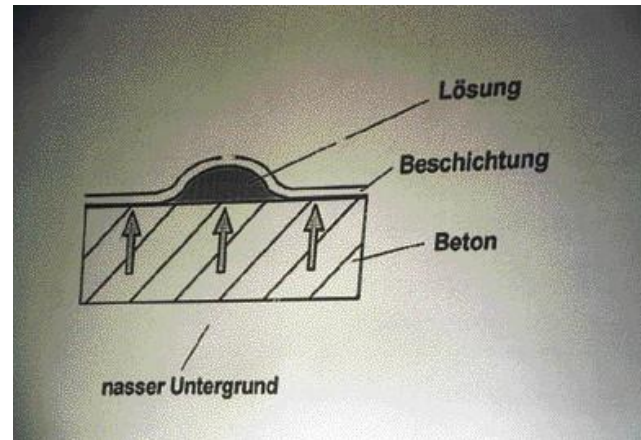
richtig





Beispiel: Blasenbildung (Osmose)*

- osmotische Druck > Haftverbund zum Untergrund
- Lösliche Silikate
- Hoher Kaliumanteil
- Konzentrationsgefälle



*Vortrag Dr. Nidner BEB SV Treffen
(http://www.raumausstattung.de/business/artikel-record_id-33359-Allgemein.htm)

Osmotische Drücke verschiedener wasserlöslicher Substanzen

In Wasser gelöster Stoff	Konzentration Cg/cm ³	Osmotischer Druck N/mm ²
Methanol	0,230	26,0
Äthanol	0,268	25,0
Athylenglykol	0,377	26,5
Propylenglykol	0,100	3,8
Glyzerin	0,440	22,0
Citronensäure	0,340	6,0
Ameisensäure	0,437	25,5
Kaliumphthalat	0,083	1,9
Salzsäure	0,127	27,0
Schwefelsäure	0,281	26,5
Phosphorsäure	0,470	28,0
Natronlauge	0,160	23,0
Kalklauge	0,052	4,0
Ammoniak	0,114	23,0
Kochsalz	0,311	32,0
Glaubersalz	0,063	2,1
Soda	0,063	3,0
Kaliumchromat	0,234	6,4
Eisenchlorid	0,236	22,5
Magnesiumsulfat	0,188	5,2
Zinksulfat	0,189	3,4
Kupfersulfat	0,161	2,4



Qualitätssicherung

– wirtschaftlich und technisch sinnvoll

- QS auf der Baustelle
 - Haftzugversuche nach der **Untergrund**vorbehandlung und unmittelbar vor der Sanierung
 - Haftzugversuche nach erfolgter **Sanierung**



Aus Sprüche die das Kleben schrieb:

Ist der gute Ruf erst ruiniert, klebt es sich ganz ungeniert

Kleben wie Gott in Frankreich Maximilian I



Kleben heißt kämpfen

Ach verehrteste Mamsell,
mit dem Kleben geht es
schnell.

Busch

Kleben und kleben lassen

Man muss das Kleben eben nehmen,
wie das Kleben eben ist.

