



Arbeitsbereiche F&E

Fügetechnik

- Klebtechnik
- Kombinierte Fügeverfahren
- Widerstandsschweißverfahren

Werkstoff- Bauteilprüfung / Schadensuntersuchungen

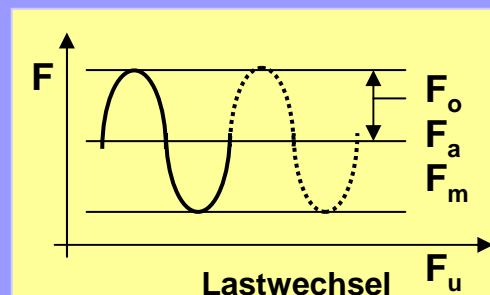
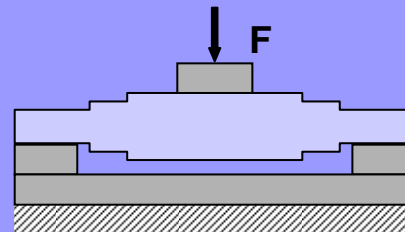
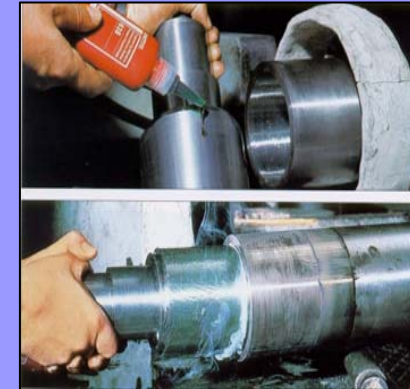
- Statische, dynamische Prüfung
- Gefüge-, Elementanalyse

Korrosion u. Korrosionsschutz

- Haftverbund Kunststoff-Metall
- Oberflächenbehandlung
- Beständigkeitsprüfungen

Qualitätssicherung

- Statistische Auswerteverfahren
- FMEA, SPC u.a

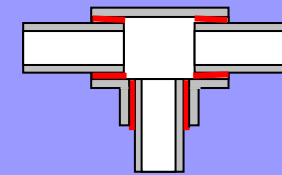
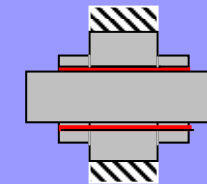
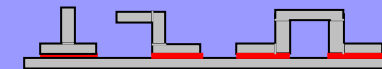


Schwingfestigkeit
Schweißverbindung -
Korrosion



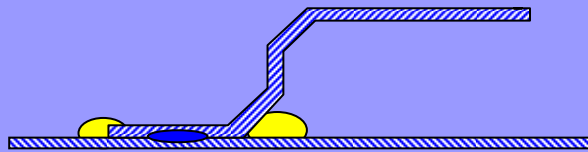
Merkmale und Eigenschaften von Klebverbindungen

- **Die Verbindung ist flächig mit einer geschlossenen Klebfuge:**
 - *relativ homogener Kraftfluß*
 - *keine Verletzung der Oberflächen beim Fügen*
 - *Schutz vor Spaltkorrosion*
 - *isolierende / leitende Wirkung*
 - *Schicht-, Verbundbauweise*
- **Die Herstellung der Verbindung erfolgt wärmearm:**
 - *i.d.R. keine Beeinflussung des Werkstoffgefüges*
 - *kaum Beeinflussung der Werkstückform, verzugsarm*
 - *Fügen von Teilen mit sehr dünnen Wandstärken*
- **Alle technischen Werkstoffe lassen sich grundsätzlich durch Kleben fügen:**
 - *Vielseitigkeit*
 - *Fügen verschiedenartiger Werkstoffe untereinander*
- **Kleben erlaubt das Fügen von Werkstücken in Bereichen, die aufgrund der Werkstückform für Schweiß-, Niet- oder Schraubwerkzeuge nicht oder schwierig zugänglich sind:**
 - *Erweiterung der Gestaltungsmöglichkeiten*

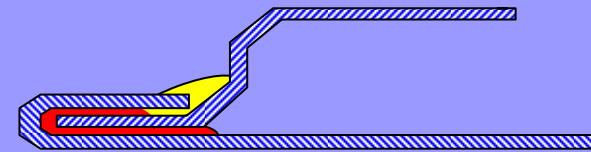




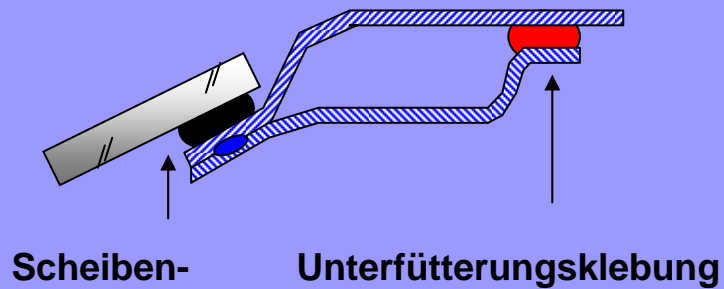
Kleben im Karosseriebau: Arten von Karosserieklebungen



Dichtklebung

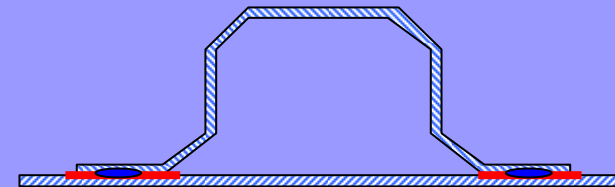


Falznahtkleben



Scheiben-

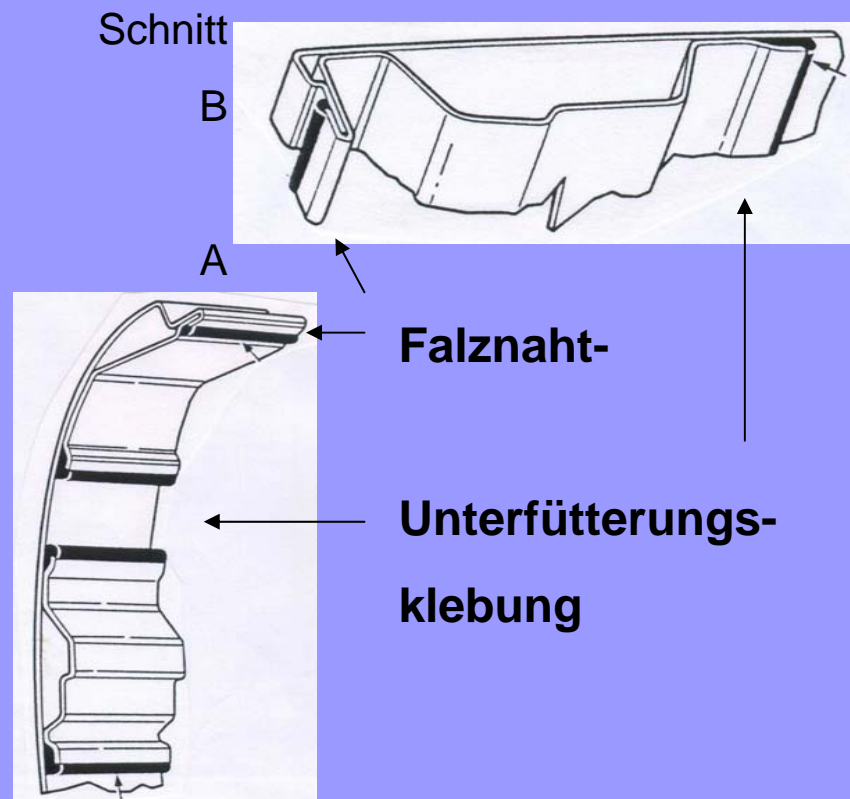
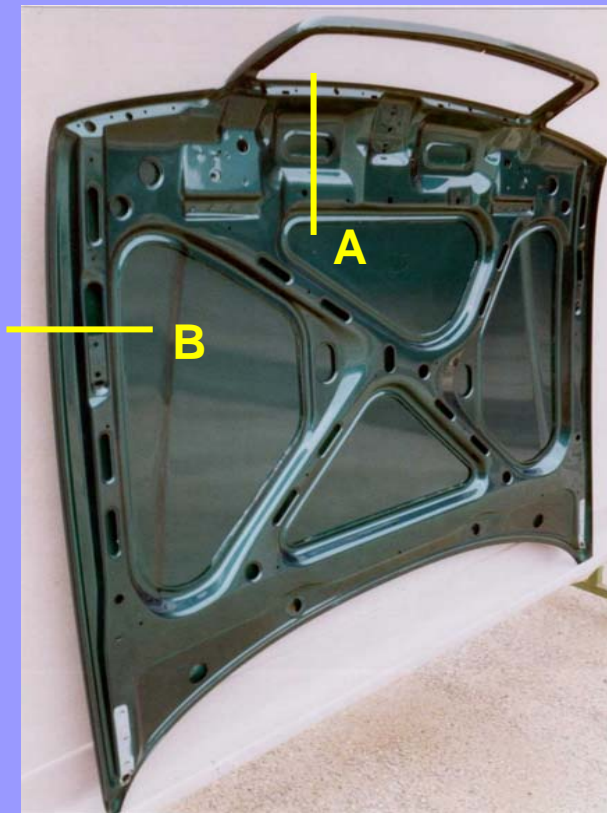
Unterfütterungsklebung



Kleben in Kombination mit
Punktschweißen, Nieten oder
Durchsetzfügen

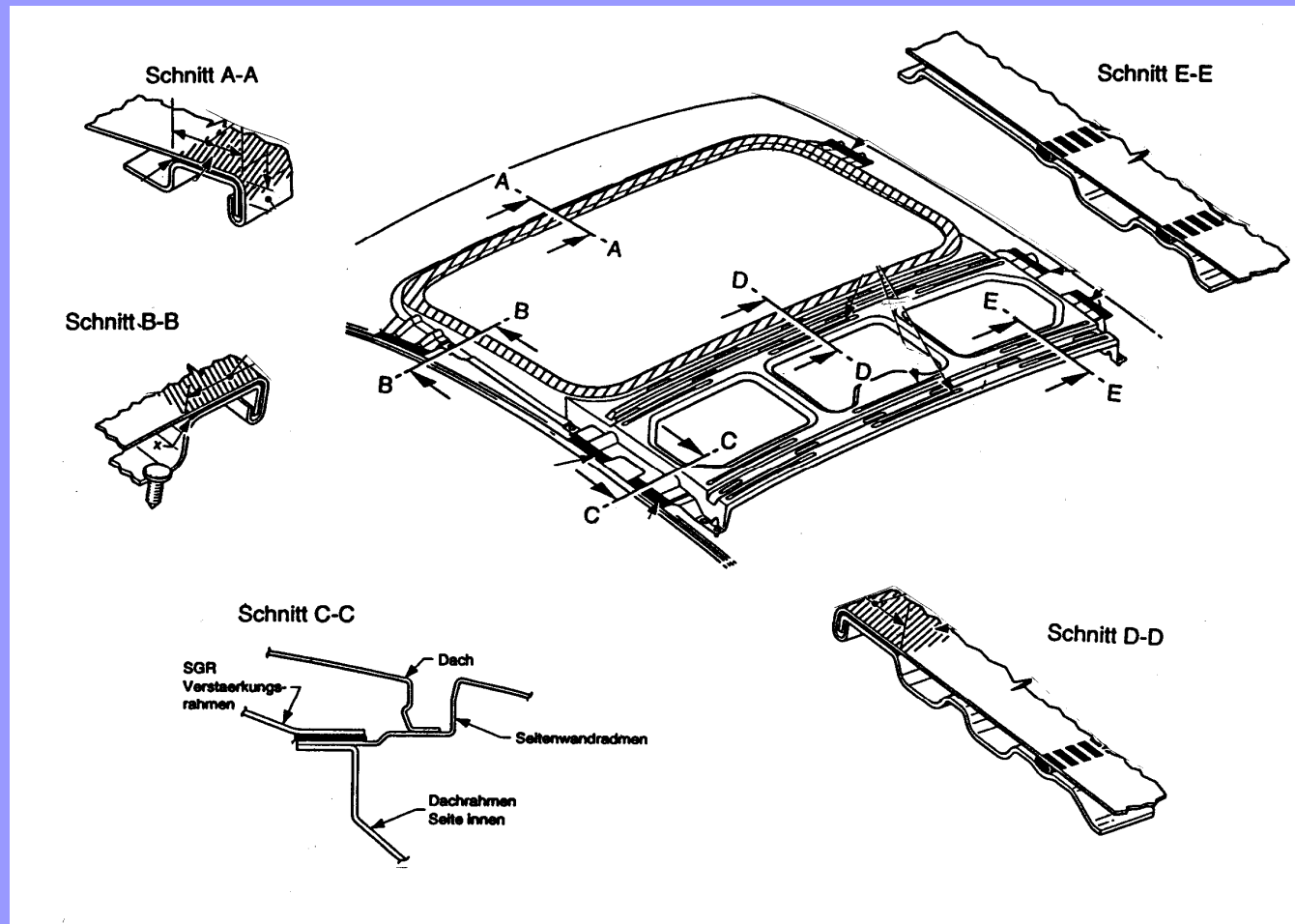


Kleben von Anbauteilen: Beispiel Frontklappe





Klebung im Dachbereich einer PKW - Karosserie

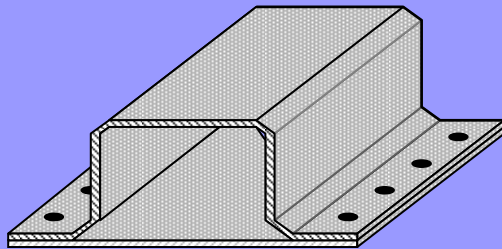


Quelle: Audi



Vergleich

Punktförmige Fügelemente



Punktschweißen

→ Wirtschaftlichkeit

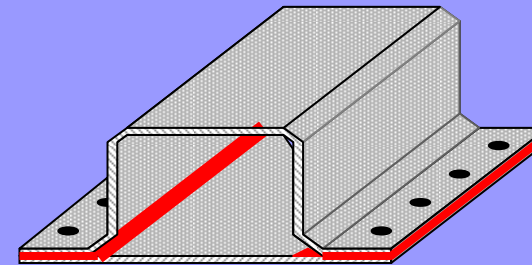
Schrauben / Nieten / Durchsetzfugen

→ Werkstoffhybridbauweise

Aber:

- Spaltkorrosion
- Spannungskonzentrationen
- beschränkte (Schwing-) Festigkeit

Kleben



Flächige Verbindungsschicht

- Gleichförmigere Kraftübertragung
- Schutz vor Spaltkorrosion
- Werkstoffhybridbauweise

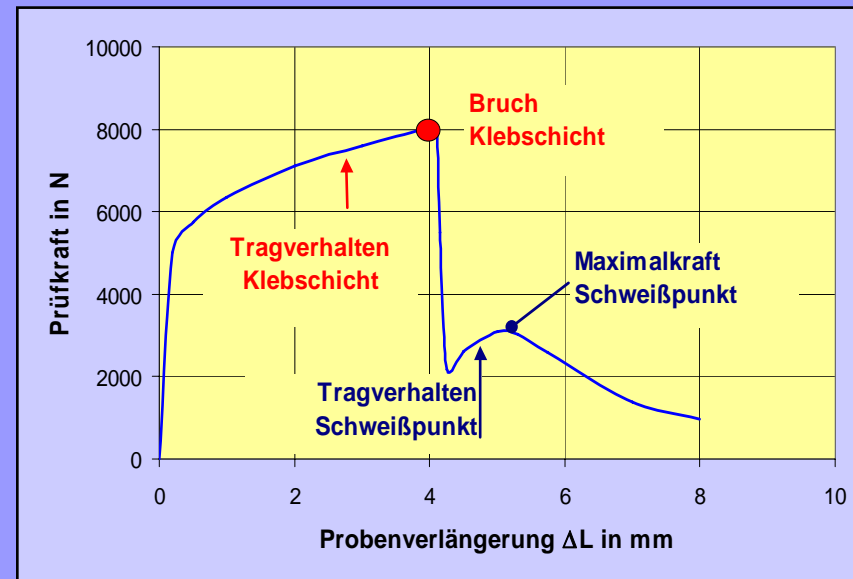
Aber:

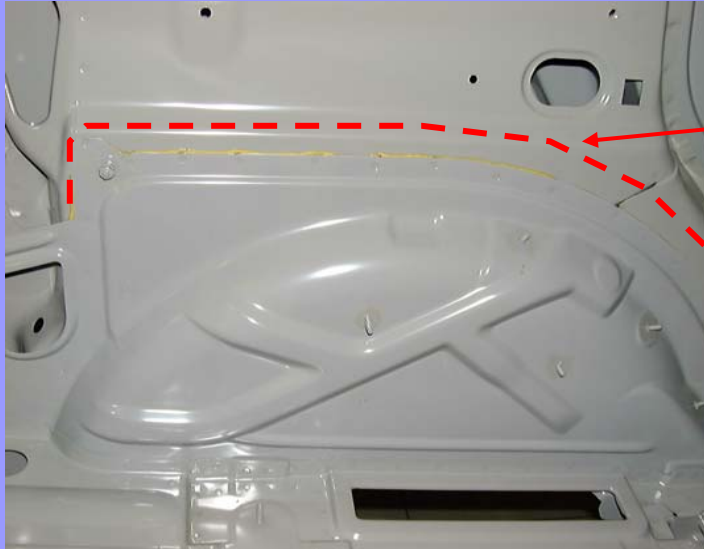
- Alterung
- Kriechen
- Aushärtezeit

Ziel: Kombination der Vorteile + Reduzierung der Nachteile der Einzelverfahren

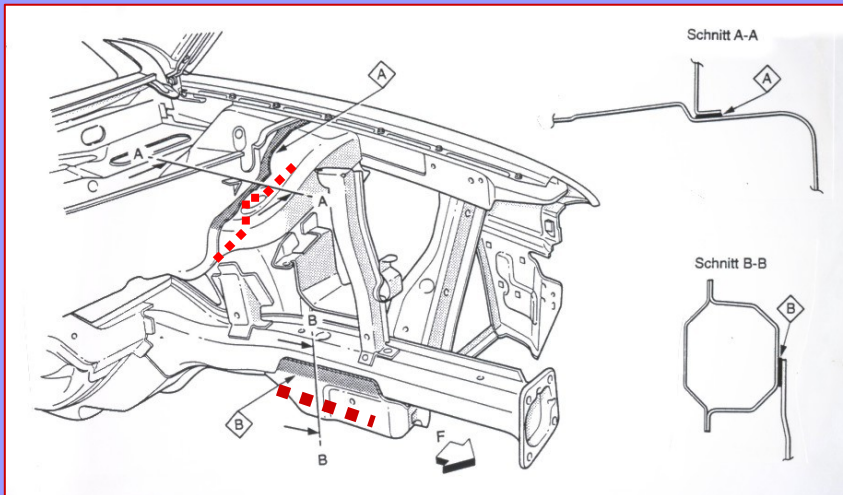


Punktschweißen + Kleben





**Punktschweiß-
klebungen im
Bereich Radhaus
hinten,
Dichtklebungen
(Bildquelle
DaimlerChrysler)**

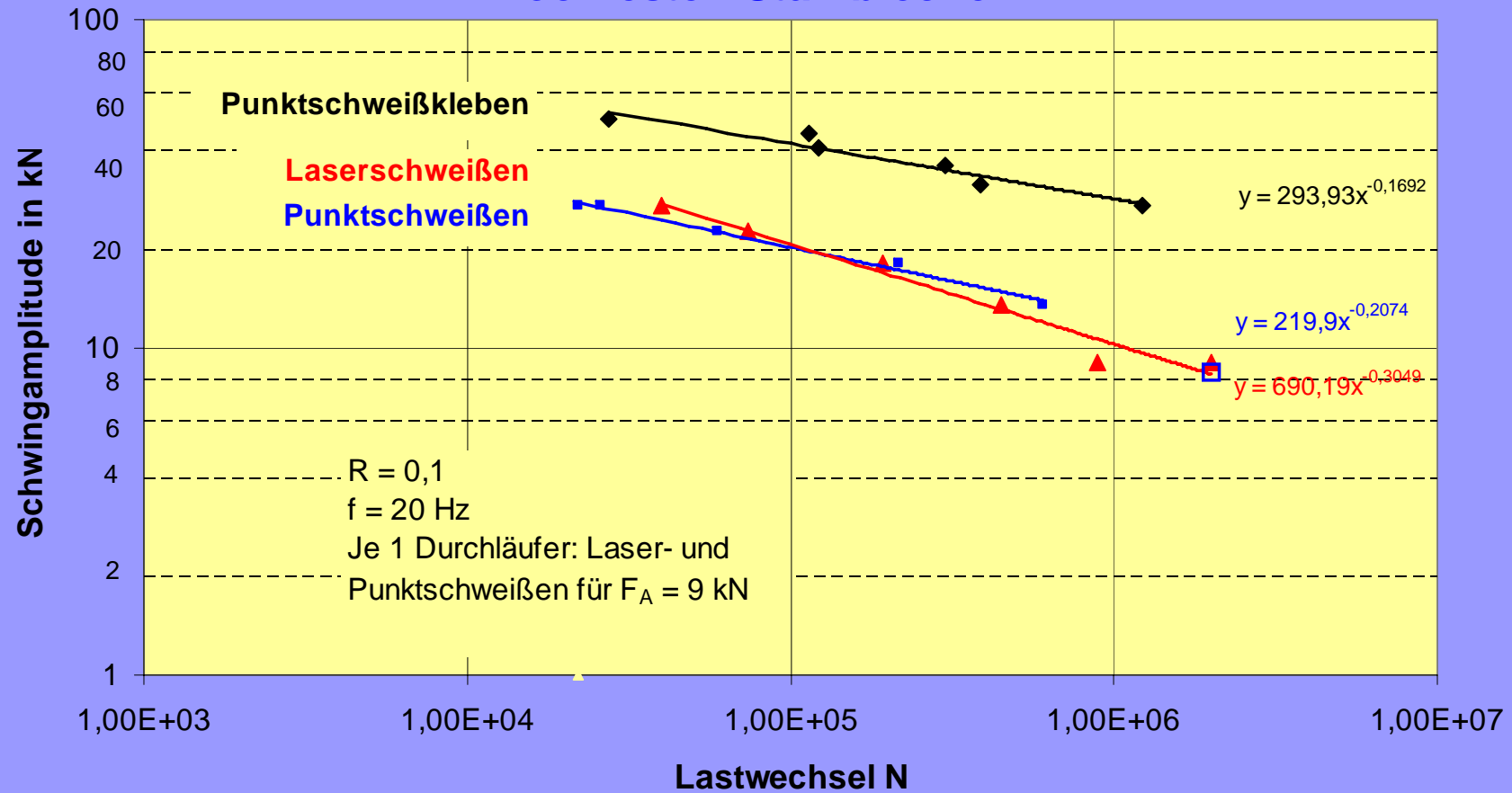


**Punktschweiß-Klebungen im Vorbau
(Bildquelle Audi)**

Anwendungsbeispiele Punktschweißkleben



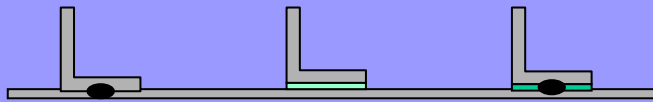
Schwingfestigkeitsverhalten von Bauteilproben aus hochfesten Stahlblechen





Vergleich der Korrosionsunterwanderung

DC 04, nicht veredelt, KTL

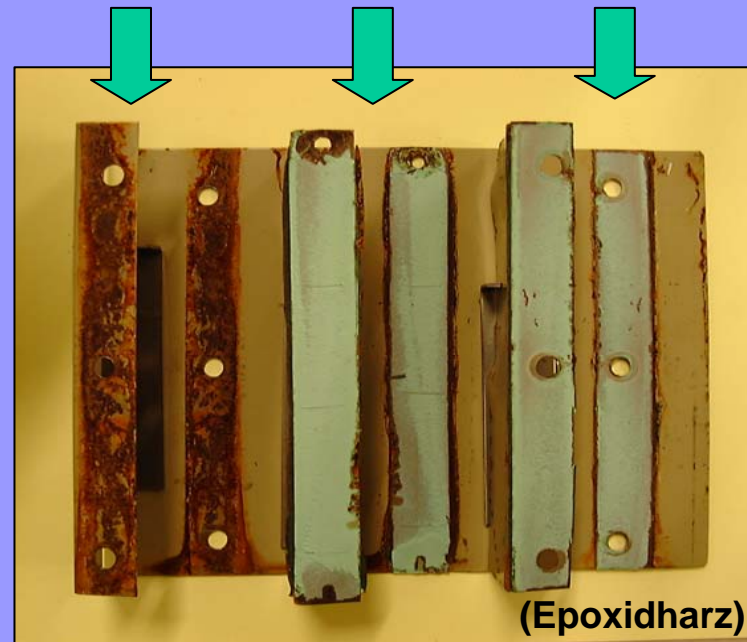


Gefügt

Punktge-
schweißt

Geklebt

Punktge-
schweißt
+ Geklebt

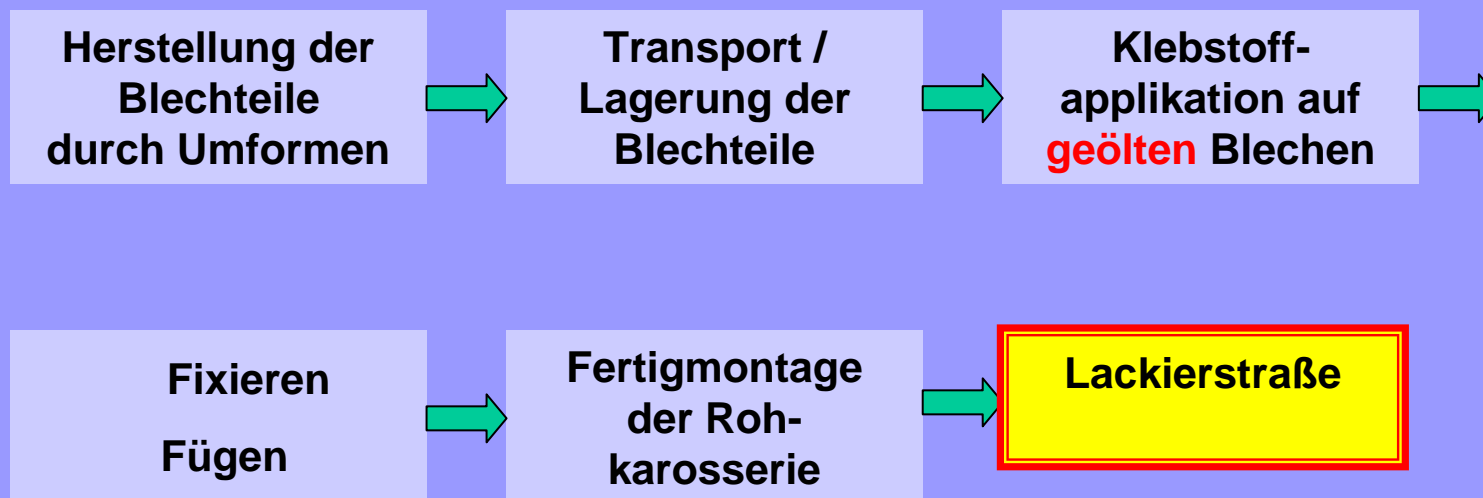


Getrennt

nach 5 Monaten Klima-Korrosion-Wechseltest



Fertigungsablauf für geklebte Komponenten im Karosserierohbau - Blechschalenbauweise -

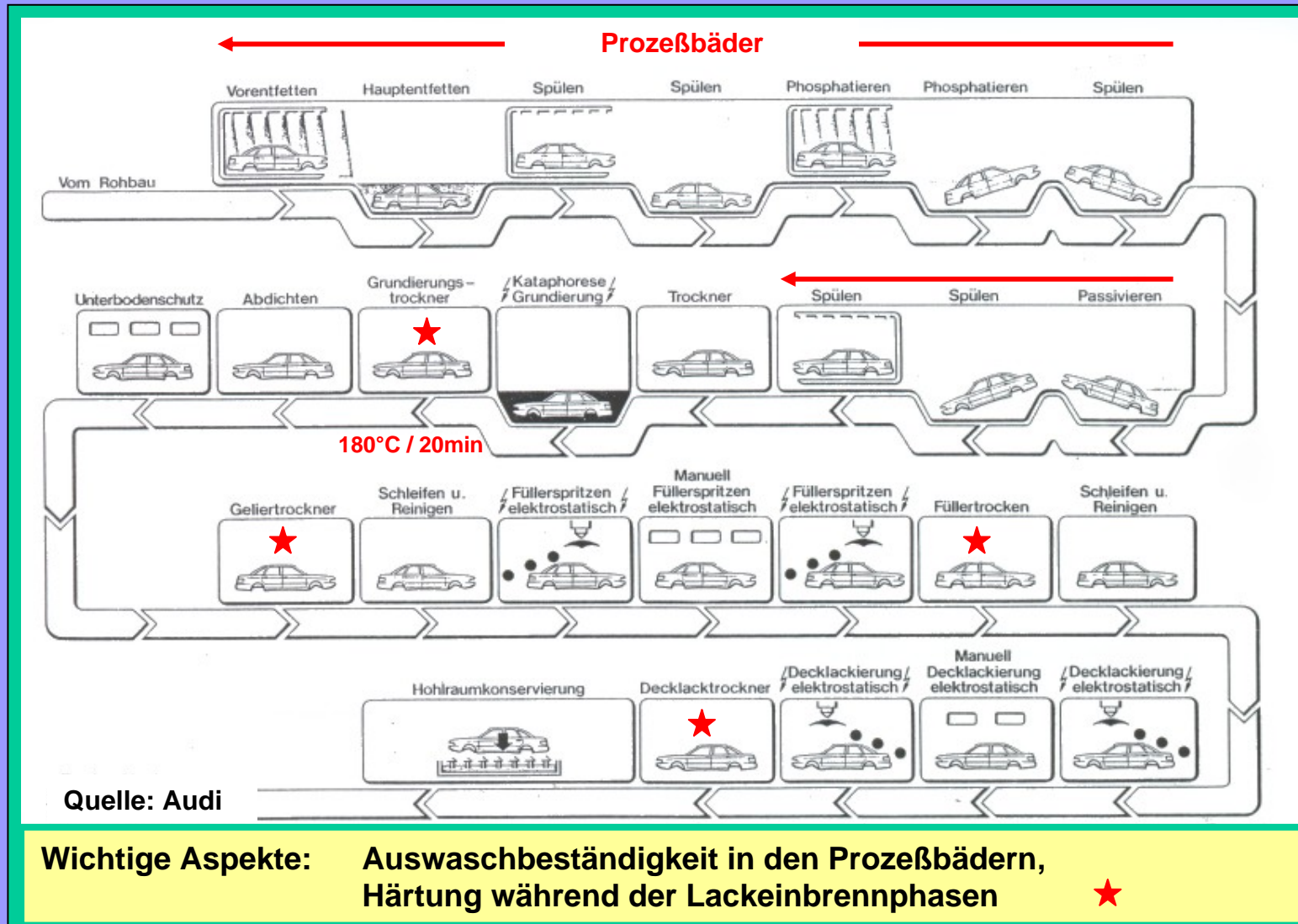


Abläufe zur Sicherstellung der Auswaschbeständigkeit der Klebnähte in den Prozeßbädern der Lackierstraße:

- separate Anhärtung der Nähte, z.B. an Anbauteilen (Türen, Klappen...)
- Verwendung von „auswaschbeständigen“ Klebstoffen
- Anhärten aller Klebnähte in Durchlauföfen vor der Lackierstraße (gesamte Karosse)

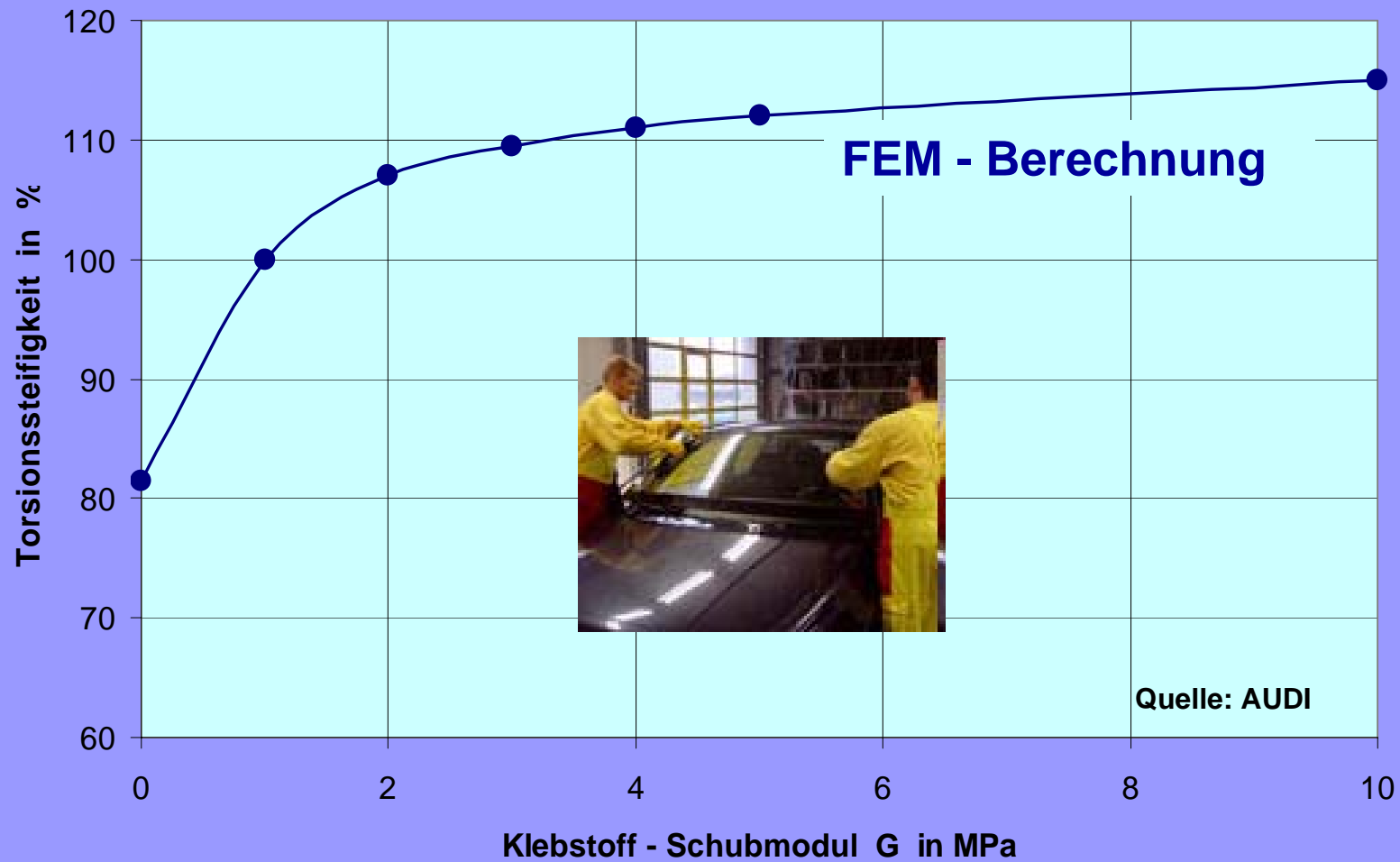


Lackierstraße im Fahrzeugbau



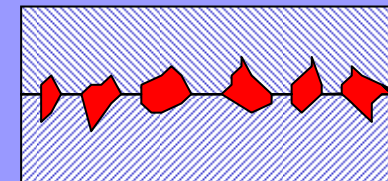
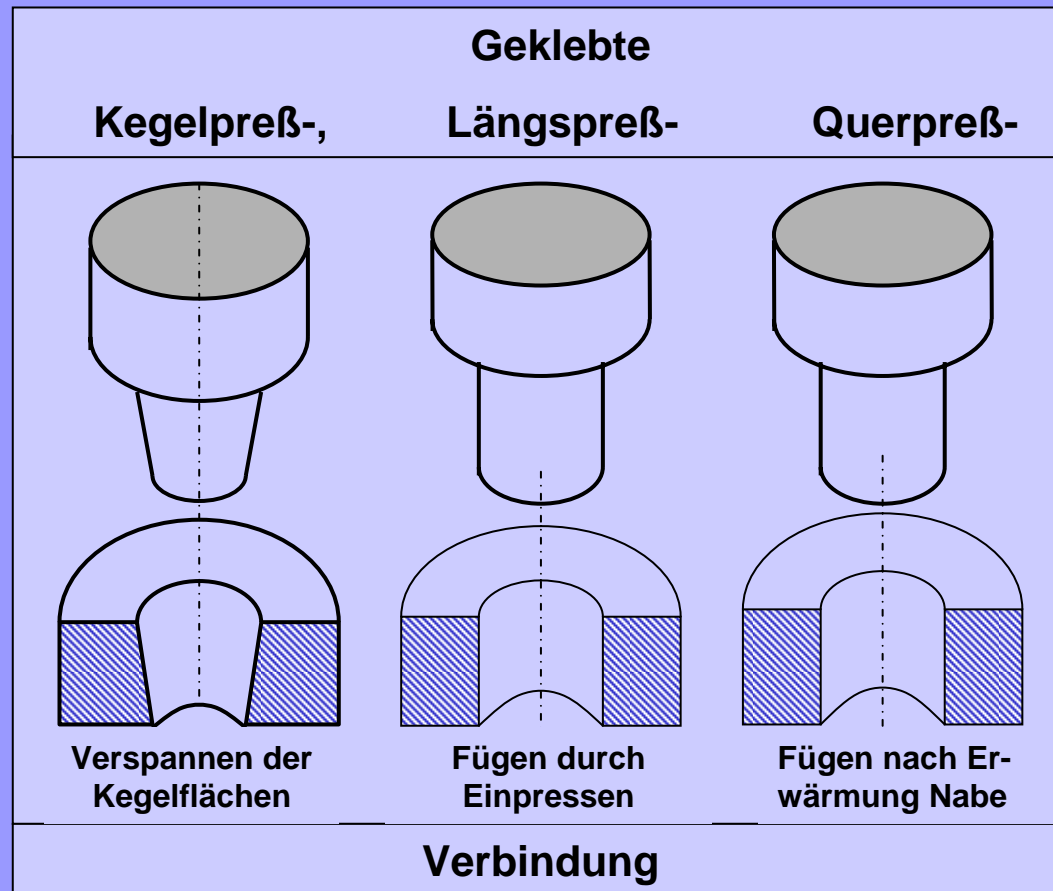


Einfluß des Schubmoduls von Scheibenklebstoffen auf die statische Torsionssteifigkeit einer Karosserie





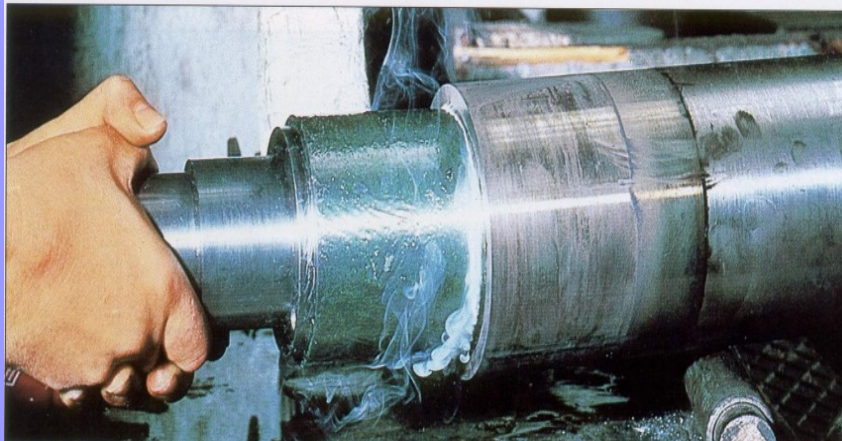
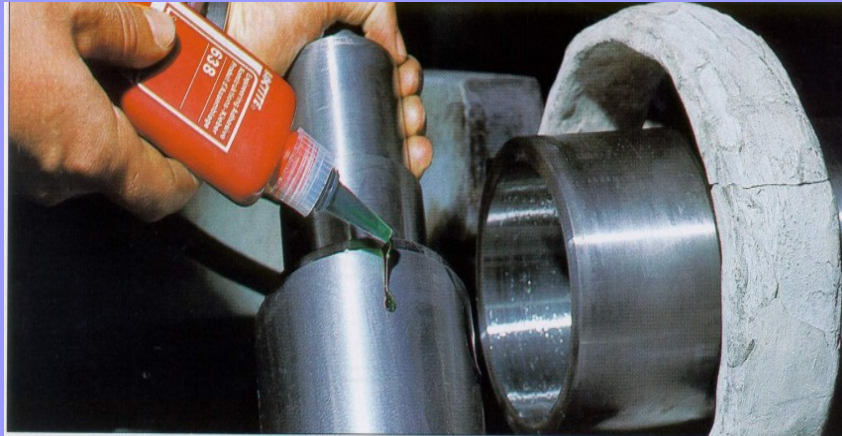
Pressgeklebte Wellen - Naben - Verbindungen



- Erhöhung des Traganteils durch höheren Flächenkontakt
- Verminderung der Korrosionsneigung
- Geringere Verbindungseigenstressungen
- Reduzierung der Fertigungskosten, da weniger toleranzsensibel



Geklebte Querpreßverbindung



Bildquelle Fa. Loctite

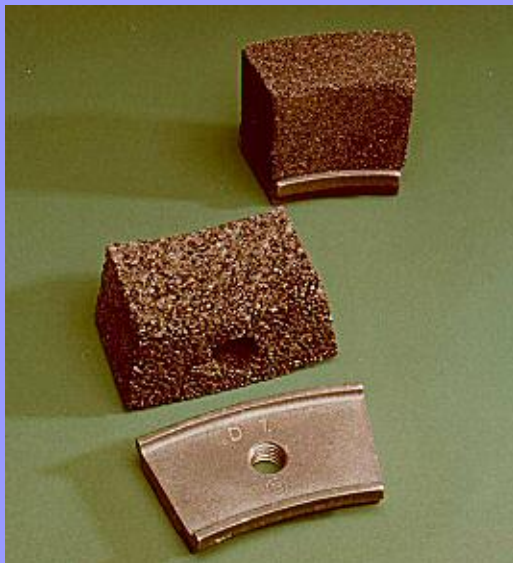
Anhaltswerte für erreichbare Druckscherfestigkeiten in Wellen-Naben-Verbindungen bei Verwendung anaerober Klebstoffe

- Spielpassung,
Klebspalt: max. 0,05 mm
→ 15 – 20 MPa (Klebung)
- Übergangspassung:
Klebspalt: max. 0,02 mm
→ 20 – 50 MPa
Klebung oder Klebung + Querpressung
- Preßpassung:
Übermaß: $0,01 < \ddot{U} < 0,03$ (Orientierung)
→ 40 – 60 MPa
Klebung + Querpressung



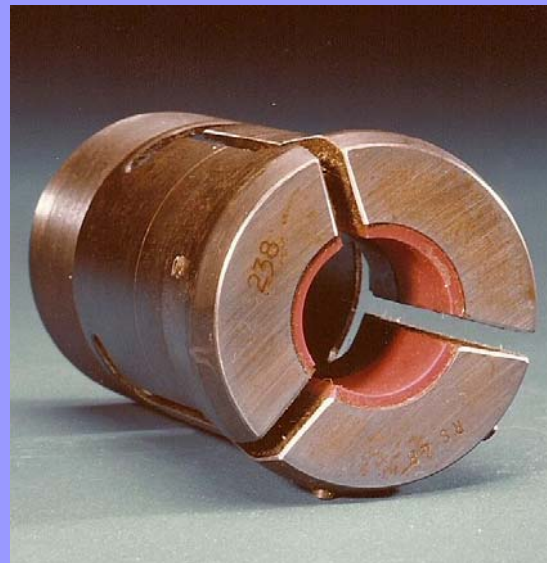
Anwendungsbeispiele

(Bildquelle: Fa. 3M, Düsseldorf)



Kleben keramischer Schleifsegmente mit Befestigungselementen aus Al-Druckguß

1K heißhärtender pastenförmiger EP-Klebstoff



Kleben von Keramikbuchsen mit Vorschub- bzw. Spannzangen

1K - heißhärtender EP - Klebstoff mit metallischer Füllung



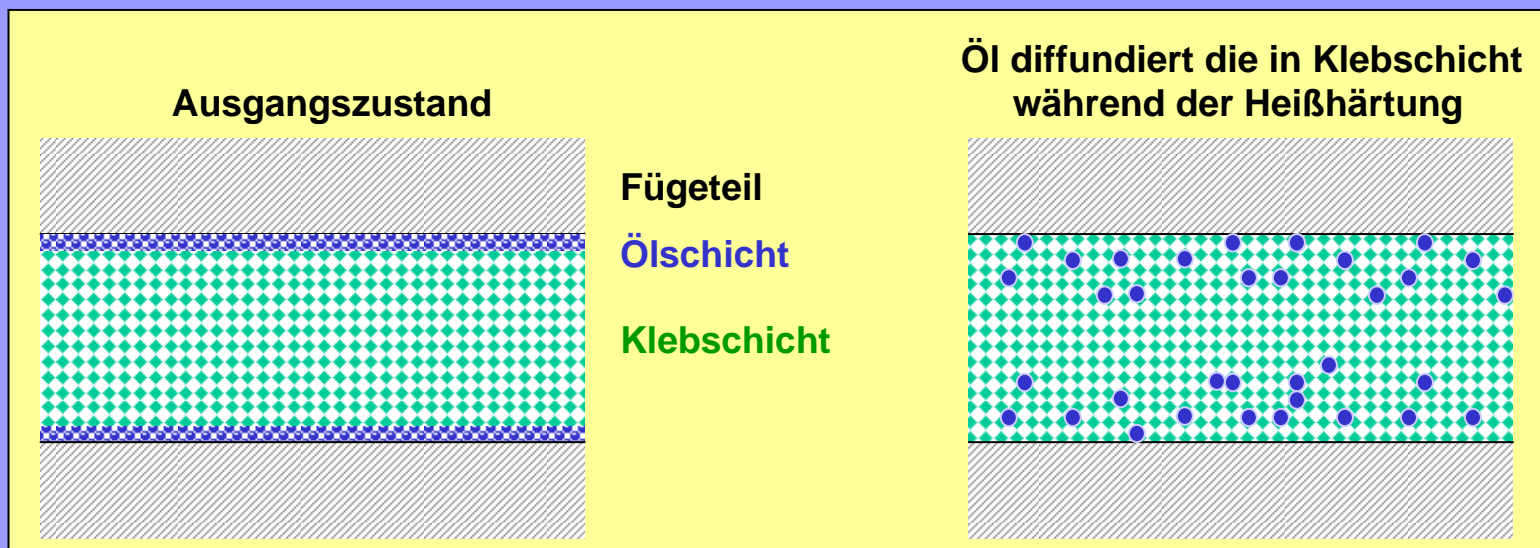
Kleben von Weicheisenlaminellen mit Stator eines Elektromotors

1K - heißhärtender EP - Klebfilm



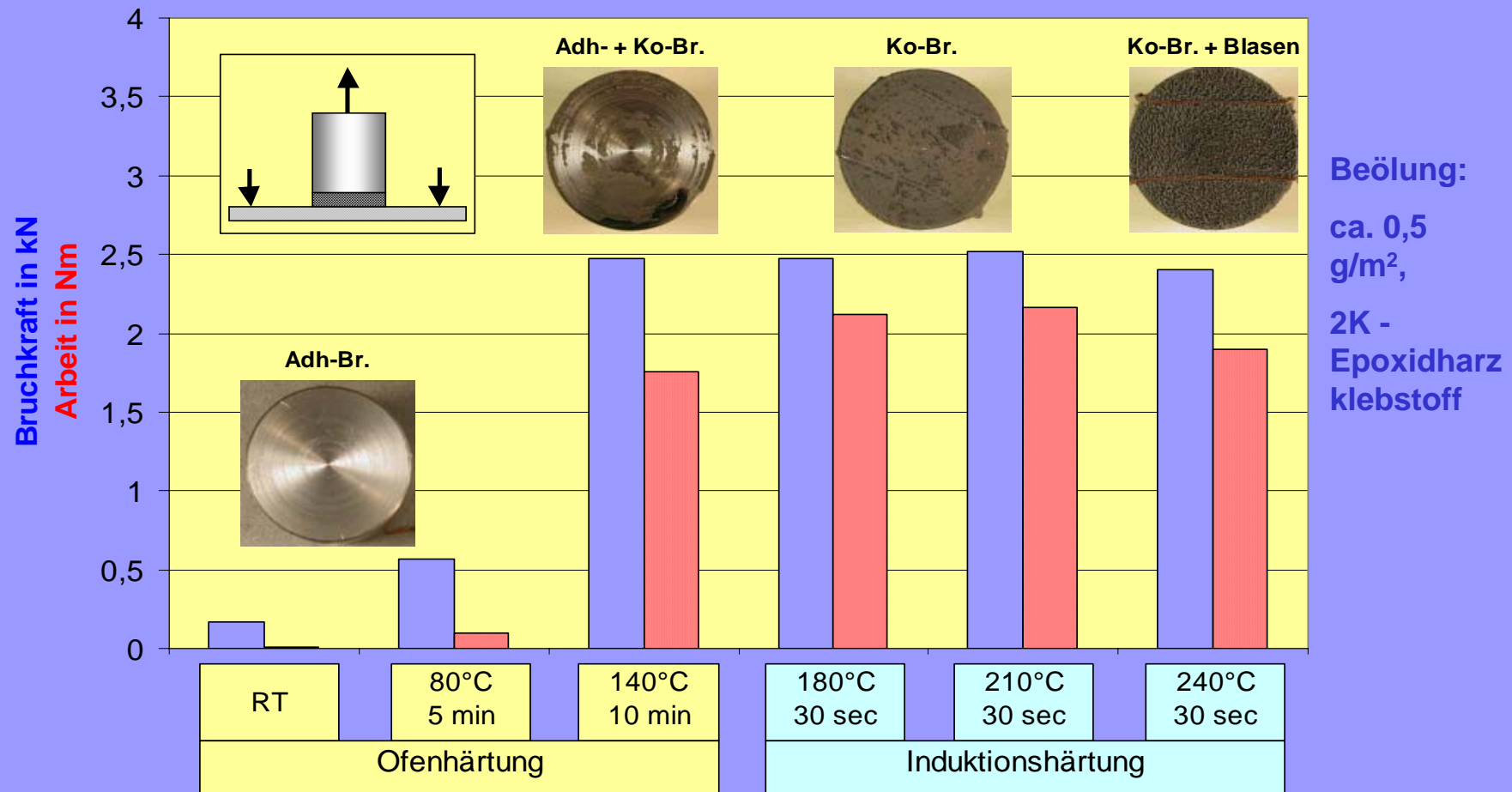
Kleben auf geölten Oberflächen

- ⇒ Im Automobil - Karosierrohbau üblich
- ⇒ Nur möglich, falls
 - chemisch/physikalische Verträglichkeit
Öl - Klebstoff gewährleistet
 - Ölmenge begrenzt: ca. $\leq 5 \text{ g/m}^2$
 - Chemisch definierte Öle
 - Heißhärtung möglich





Tragverhalten einer Bolzen - Blech - Klebung in Abhängigkeit von den Härtungsbedingungen





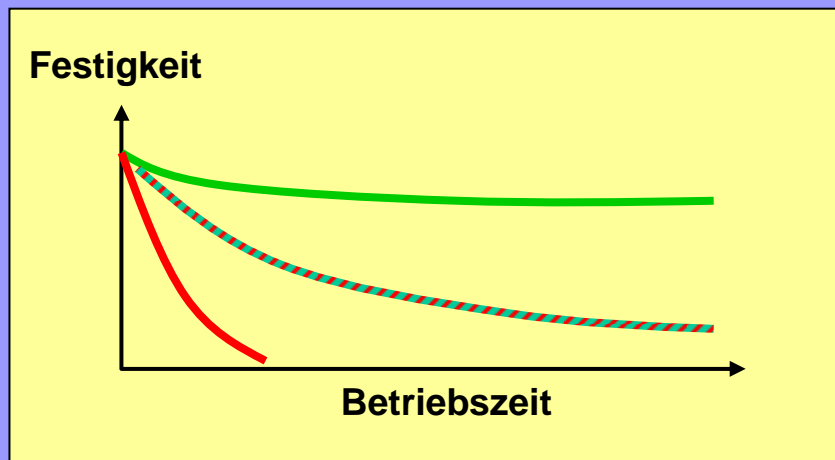
Alterungs- und Korrosionseinflüsse

Die Festigkeit einer Klebverbindung kann im Lauf des Betriebszeitraums geschwächt werden durch

- Feuchtigkeit / Umgebungsmedien
- Temperatur / Temperaturwechsel
- Dauernd einwirkende Lasten

Die Schwächung betrifft hauptsächlich die Grenzzone Klebschicht – Fügeteilwerkstoff

→ **Im schlimmsten Fall: Adhäsionsverlust, Korrosionsunterwanderung**



Gegenmaßnahmen:

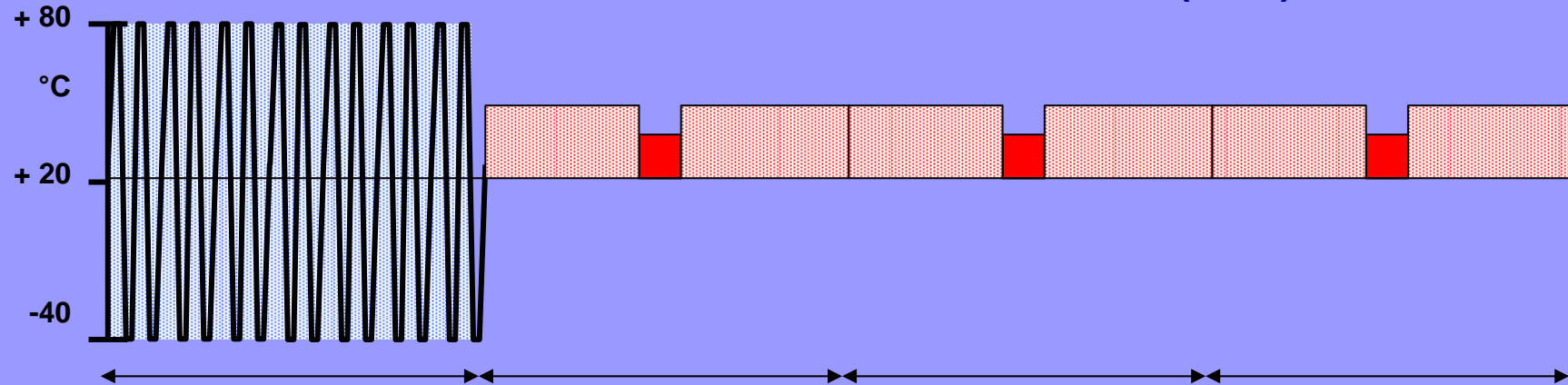
- **Oberflächenvorbehandlung**
- **Zweckentsprechende Klebstoffe**
- **Fugenschutz: Abdichtungen, Lackierungen**



Dienstleistungen



Klima-Korrosions-Test (KKT)



7 d Klimawechsel PV-VW 1200	21d Korrosionsbelastung
1h Aufheizen	• im Kondenswasserklima KFW DIN 50017 (+ 40°C)
4h Halten bei 80°C / 80% r.F.	• mit wöchentlich einmaliger Salzsprühnebelprüfung
2h Abkühlen	SS DIN 50021 (35 °C) über 3,5 h
4h Halten bei -40°C	
1h Aufheizen bis RT	

12h Zyklus



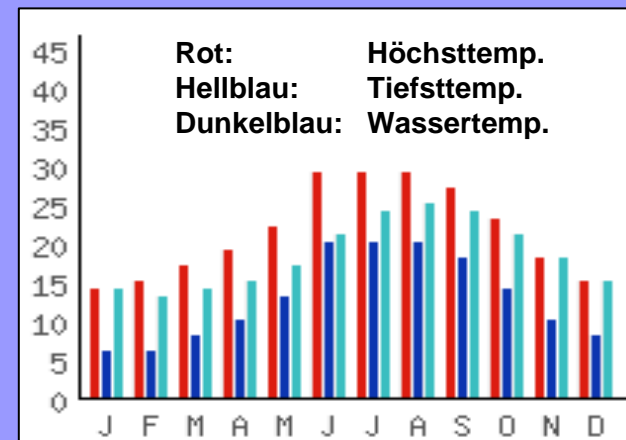
Verschärfte Freibewitterung nach VDA 621-414

Wöchentliches Besprühen mit Salzwasser

Freibewitterung in subtropischem Klima

z.B. Mallorca, Florida

Dauer: ≥ 1 Jahr



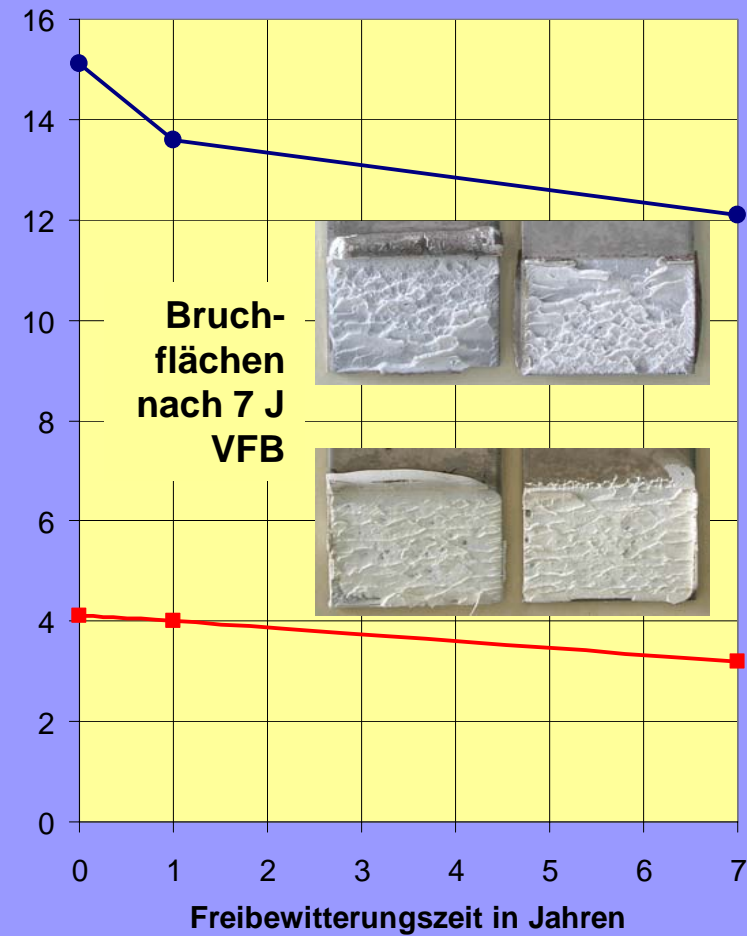
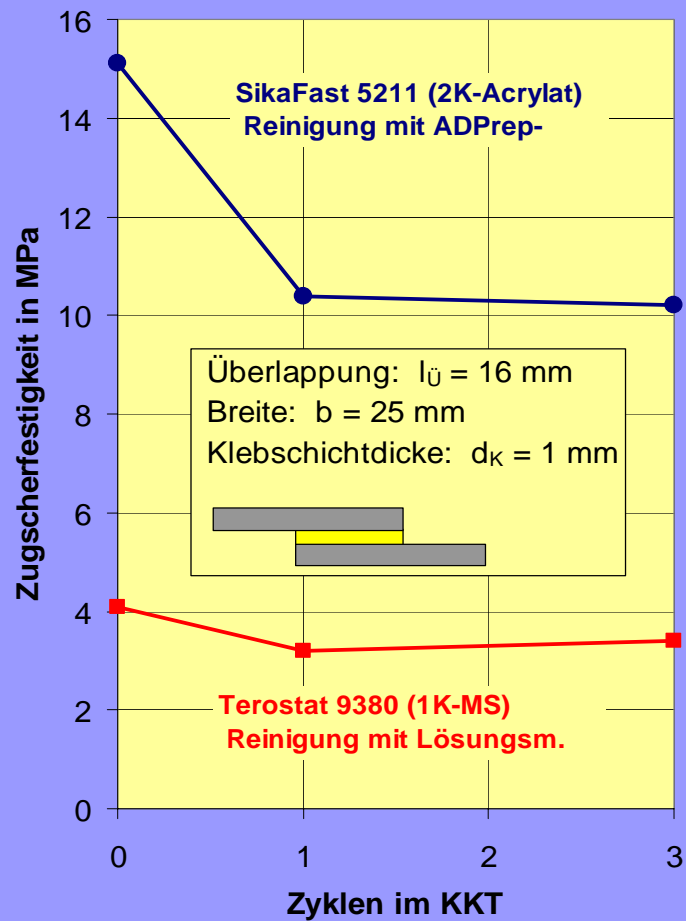
Klimadaten Mallorca:

Oben: rel. Luftfeuchtigkeit in %

Unten: Temperaturen in °C



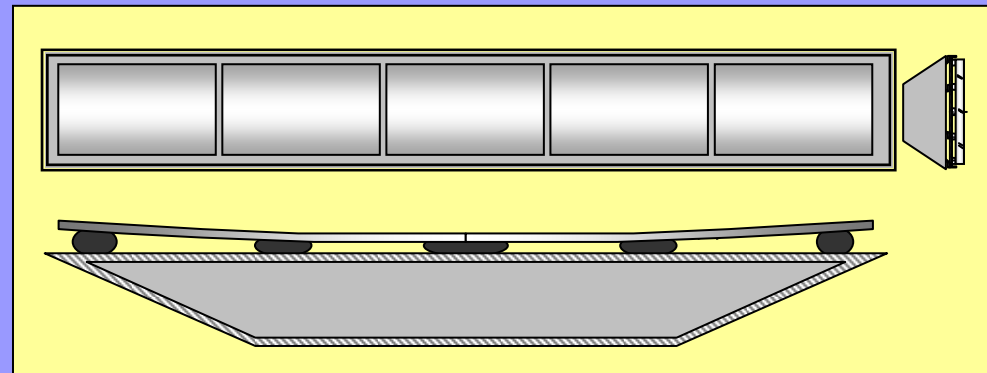
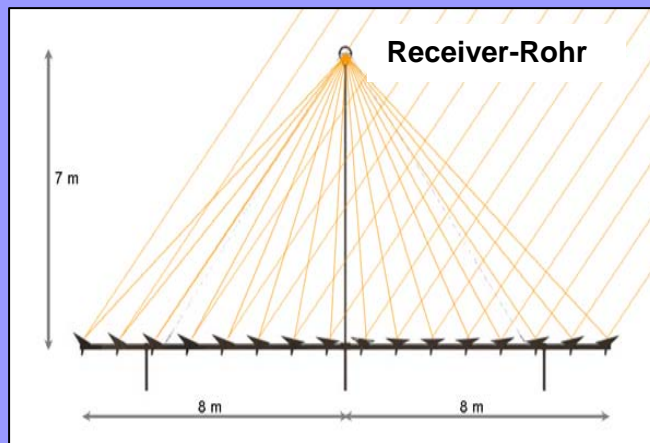
Zugscherfestigkeit von Klebungen aus Edelstahl 1.4301 mit einem 2K-Acrylat, einem 1K-SP-Klebstoff nach Labor- und Freibewitterung





„Kleben von Fresnelkollektoren auf Stahlblechunterkonstruktion für solarthermische Kraftwerke“ (F&E-Vorhaben der FOSTA, P 735)

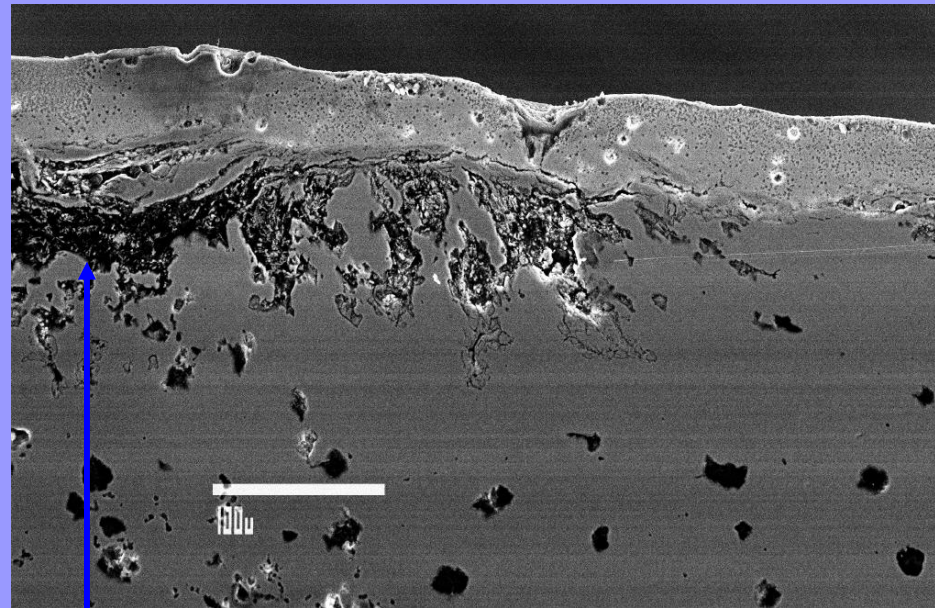
Bilder: Fa. NOVATEC BioSol, Karlsruhe



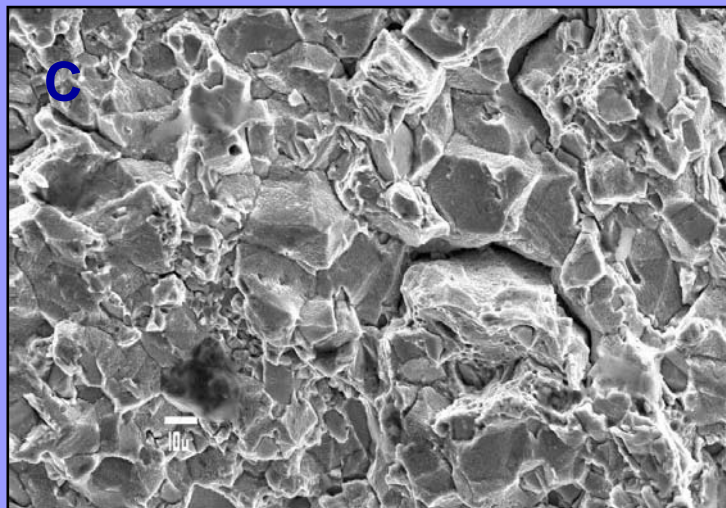
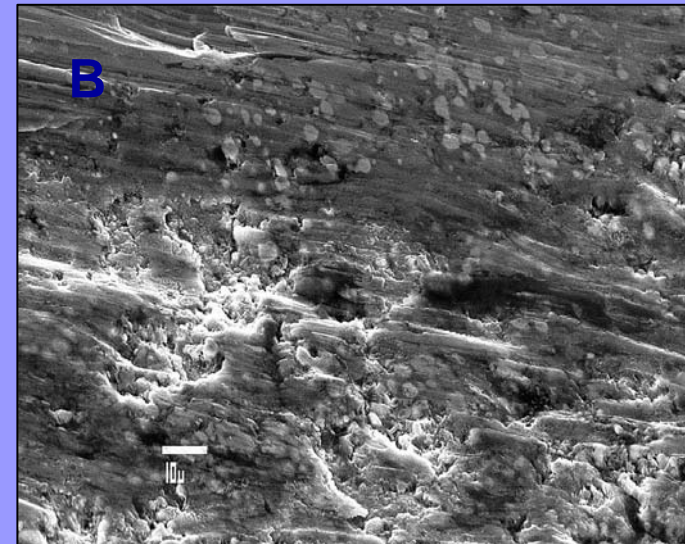
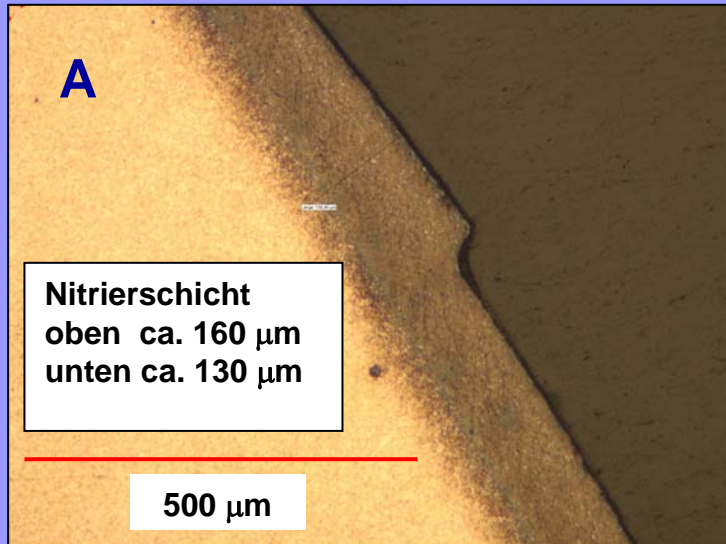
- Haft- und witterungsstabile Klebstoffe zum Verbinden von Spiegelsegmenten mit Stahlblechunterkonstruktion erforderlich
- Durchführung von Festigkeits- und Beständigkeitsuntersuchungen (zeitraffende Bewitterung und verschärfte Freibewitterung) an
 - feuchtigkeitshärtenden PUR-, Silikon- und SP-Klebstoffen
 - metallisch veredelten, metallisch+ organisch veredelten sowie Edelstahlfeinblechen



Beschichtungsfehler an elektrolytisch verzinkten Graugußkomponenten



Rückstände eines
Vorbehandlungsmediums



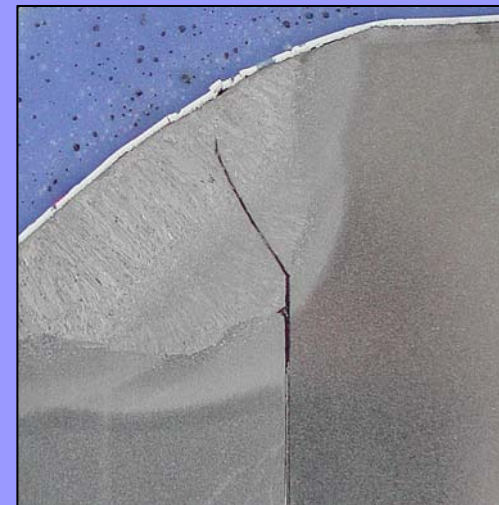
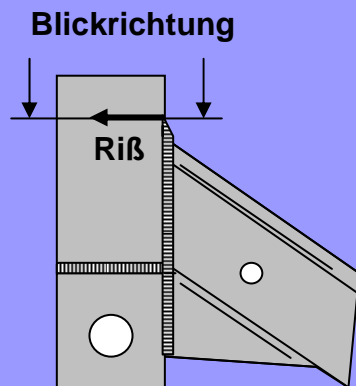
- A Lokaler Verschleiß einer Nitrierschicht**
- B Verschleiß an einem Lager infolge abrasiver Fremdstoffe**
- C Wasserstoffversprödung an einem Ventilstößel**



Schadensuntersuchungen an Schweißnähten



**Dauerbruch ausgehend von
Schweißnahtkerbe
(Geschweißte Rahmenkonstruktion)**

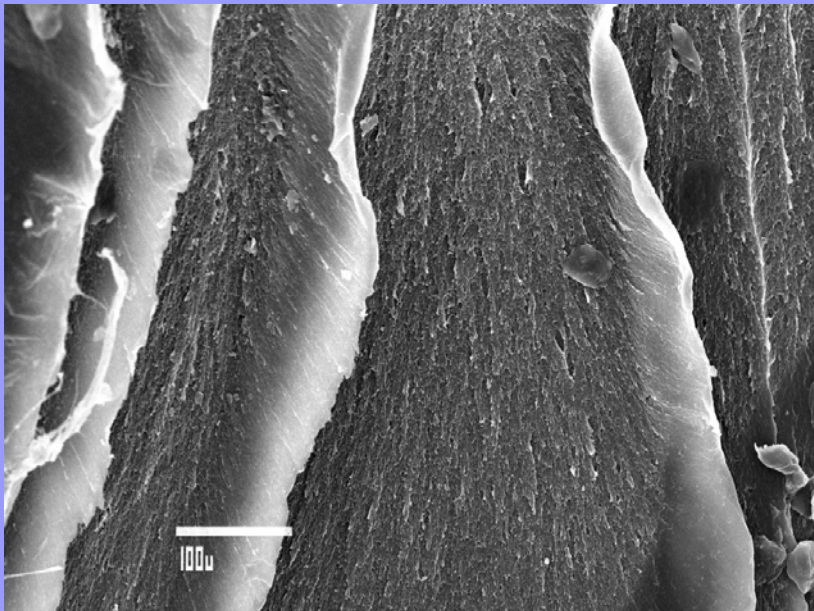


**Rißbildung in einer
Schweißnaht (Baustähle)**

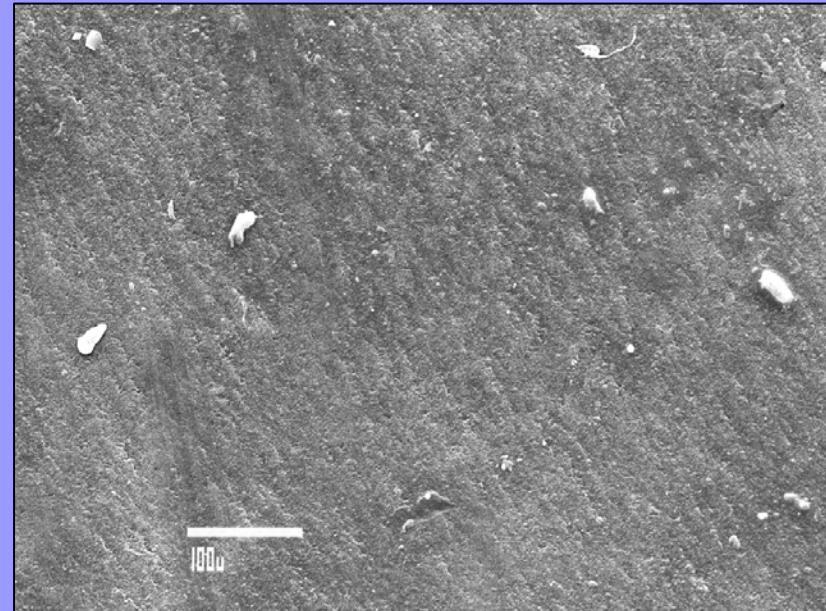


Schadensuntersuchungen an Kunststoffbauteilen

Bauteile aus ABS



Neuteil: duktiler Gewaltbruch



**Durch Spannungsrißkorrosion
bedingter spröder Gewaltbruch**