

- 1 Gealterte Klebstoffraupe.
- 2 Ungealterte und gealterte Klebstoffprobe.

## CHEMISCH/MORPHOLOGISCHE ÄNDERUNGEN VON KLEBUNGEN DURCH ALTERUNG

**Fraunhofer-Institut für  
Fertigungstechnik und  
Angewandte Materialforschung IFAM  
– Klebtechnik und Oberflächen –**  
Wiener Straße 12  
28359 Bremen

Institutsleiter  
Prof. Dr. Bernd Mayer

### Kontakt

Klebstoffe und Polymerchemie  
Dr. Jana Kolbe  
Telefon +49 421 2246-446  
jana.kolbe@ifam.fraunhofer.de

Dr. Kerstin Albinsky  
Telefon +49 421 2246-440  
kerstin.albinsky@ifam.fraunhofer.de

www.ifam.fraunhofer.de  
© Fraunhofer IFAM

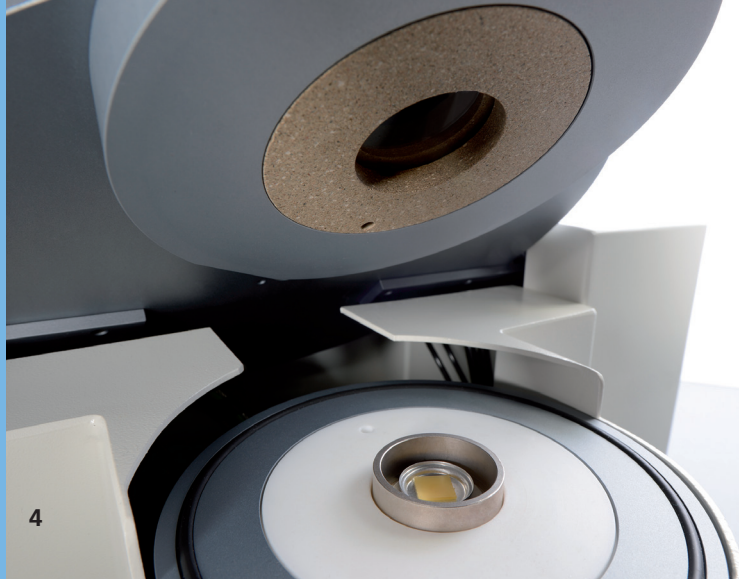
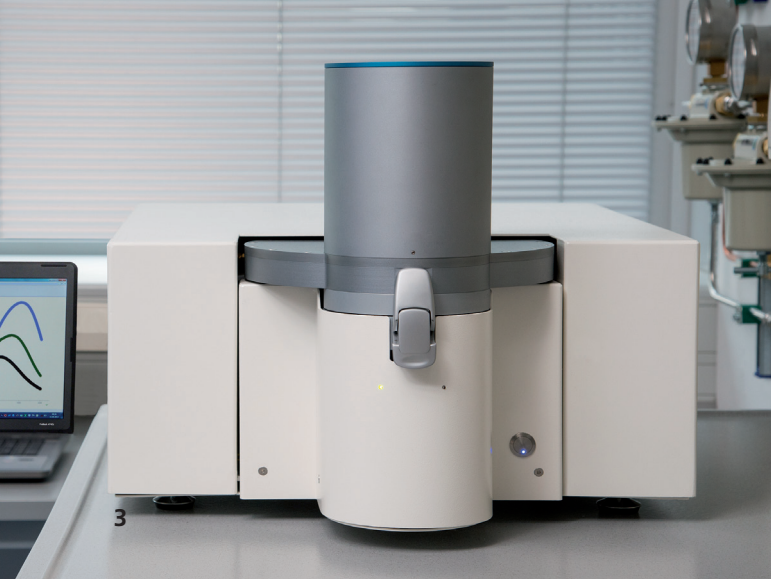
Die Alterung von Klebverbindungen ist ein bekanntes Phänomen und bestimmt neben Fertigungsfehlern die Lebensdauer eines geklebten Bauteils. Daher sind die Alterungsvorgänge in Klebverbindungen von wirtschaftlichem Interesse. Am Fraunhofer IFAM werden Alterungsvorgänge von Klebstoffen mit den folgenden Zielen untersucht:

- Aufklärung von Schadensfällen/Untersuchung von Alterungsmechanismen
- Erarbeiten von Strategien zur Verlangsamung von Alterungsvorgängen
- Hilfestellung bei der Qualitätssicherung geklebter Bauteile
- Einfluss der Klebstoffzusammensetzung (z. B. Additive) auf das Alterungsverhalten
- Bereitstellung von Daten zur Abschätzung der Lebensdauer geklebter Verbindungen

Trotz langjähriger Forschung ist nur ein Teil der Alterungsmechanismen bekannt. Die Kenntnis dieser Alterungsmechanismen kann helfen, die Alterung der Klebverbindung vorherzusagen oder Strategien zur Verzögerung der Alterung zu finden. Alterungsvorgänge werden ab dem Zeitpunkt bedeutsam, zu dem sie eine oder mehrere Funktionen des geklebten Bauteils in technisch relevantem Maße herabsetzen. Die Alterung einer Klebverbindung kann sich durch verschiedenste Merkmale auszeichnen, z. B.:

- Abnahme der Klebfestigkeit
- Vergilbung
- Versprödung/Erweichung
- Rissbildung

Zum besseren Verständnis der Alterungsvorgänge wird neben biologischer Alterung insbesondere zwischen chemischer und physikalischer Alterung von Klebstoffen differenziert.



### Physikalische Alterung

Die physikalische Alterung von Polymeren basiert vor allem auf räumlicher Umordnung oder Änderung der Morphologie. Diese Prozesse haben eine Änderung der mechanischen Kennwerte des Klebstoffes zur Folge. Eine physikalische Alterung kann durch mechanische Belastungen, durch Temperaturwechsel aber auch durch eindiffundierende Stoffe wie Wasser, Lösemittel und Weichmacher hervorgerufen werden. So kann ein in den Klebstoff eindiffundierendes Medium durch Quellung den Glasübergang verbreitern, die Glasübergangstemperatur verringern oder aber durch Auswaschen von Klebstoffbestandteilen zur Versprödung und/oder Erhöhung der Glasübergangstemperatur führen.

### Chemische Alterung

Die chemische Alterung kann nach verschiedenen Mechanismen ablaufen. Die gängigen Alterungsmechanismen sind Hydrolysereaktionen (z. B. mit Wasser), oxidative Alterung (in Gegenwart von Sauerstoff), thermische Degradation (Spaltung polymerer Ketten durch Temperatureinwirkung) und Photodegradation (Spaltung polymerer Ketten durch Strahlung). Bei Einwirkung reaktionsfreudiger Medien sind viele weitere Mechanismen möglich.

Meist kommt es zu einer Kombination verschiedener Degradationsvorgänge und Alterungsmechanismen, wobei sich Klebstoff, Fügepart und Umgebung wechselseitig beeinflussen können.

Am Fraunhofer IFAM werden sowohl Klebstoffe als auch Klebverbindungen untersucht. Alle einschlägigen Methoden zur beschleunigten Alterung sowie zur Prüfung der Proben werden am Institut durchgeführt und bilden die Basis für die Ermittlung der Mechanismen und Reaktionen, die bei der Alterung ablaufen. Genutzt werden können beispielsweise:

- Rheologische Methoden
- Chromatographische Verfahren (z. B. Pyrolyse GC-MS)
- Spektroskopische Methoden (z. B. FTIR, Raman)
- Chemilumineszenz
- Thermoanalytische Methoden (z. B. TGA-MS)
- Mikroskopische Methoden (z. B. TEM)

Das Wissen um Alterungsvorgänge und deren Beeinflussung ist ein wesentlicher Baustein für zuverlässiges Kleben. Das Fraunhofer IFAM in Bremen unterstützt Sie gerne bei Ihren spezifischen Anwendungen.



Übersicht über Alterungsvorgängen in Klebstoffen.

3+4 Messung der Chemilumineszenz zur Erfassung der thermischen Oxidation; Analysegerät (links) sowie die dabei verwendete Probe (rechts).