
ANWENDUNGSBEISPIELE INSTRUMENTELLER SCHADENSANALYSE VON KUNSTSTOFFEN

Guru Geertz



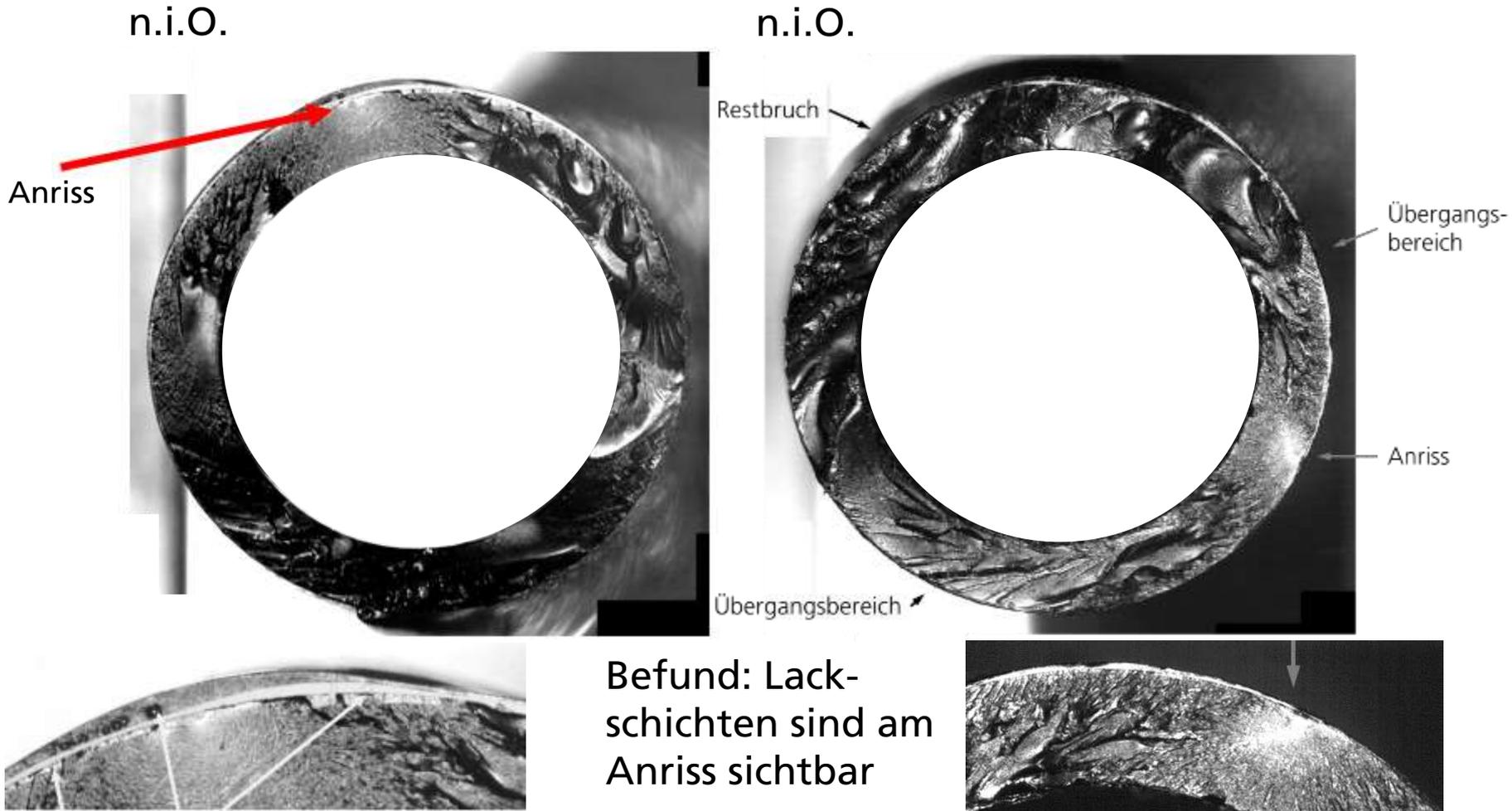
Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF
www.lbf.fraunhofer.de

Anwendungsfall 1: Druckleitungen aus Polyamid

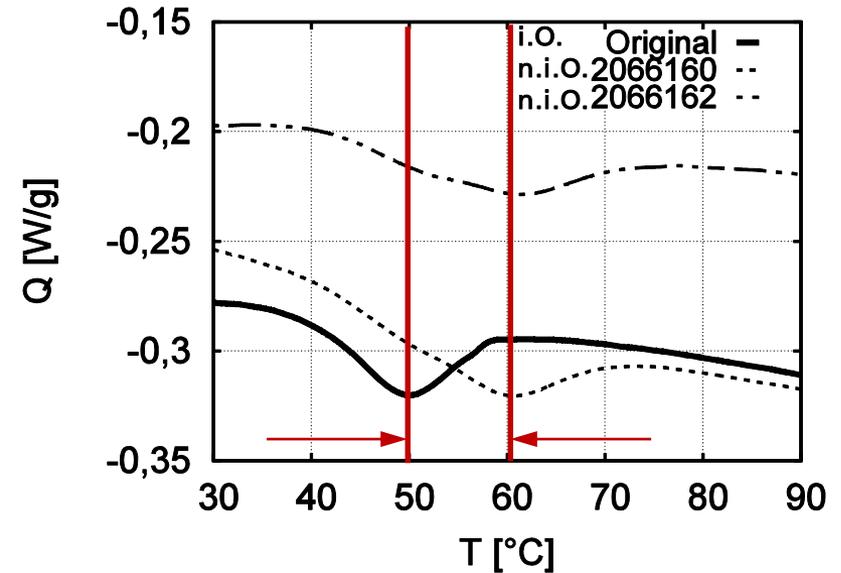
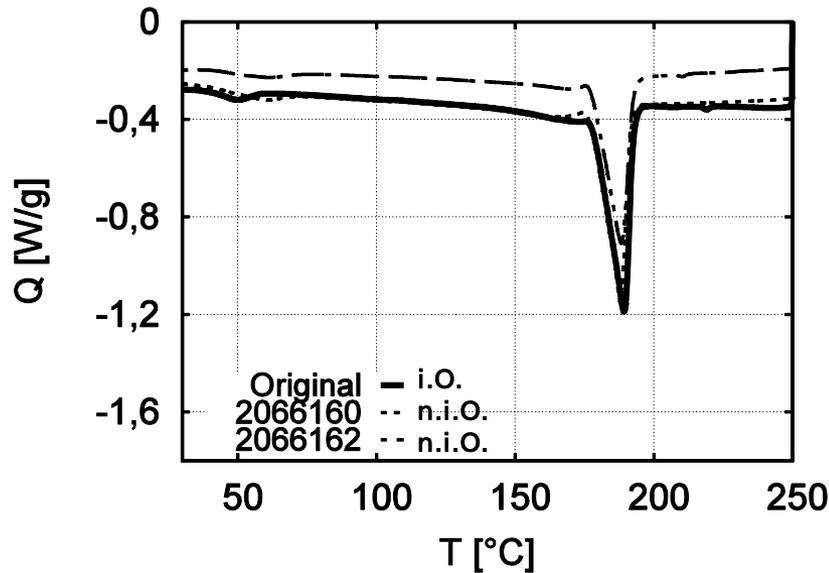
- Probe: Rohre für Druckleitung aus Polyamid
- Unterschiedliches Versagen der Rohre in mechanischer Prüfung
- Material: Polyamid
- Frage: Warum versagen die Rohre unterschiedlich?
- Ansatz: Auflichtmikroskopie und Differentialkalorimetrie (DSC)
- Mikroskop: SZH (Olympus), Kamera: E-M10 (Olympus)
- DSC-Gerät: 822e (Mettler Toledo)



Schadensanalytik an PA-Druckleitungen mit Auflichtmikroskopie



Schadensanalytik an PA-Rohren mit DSC



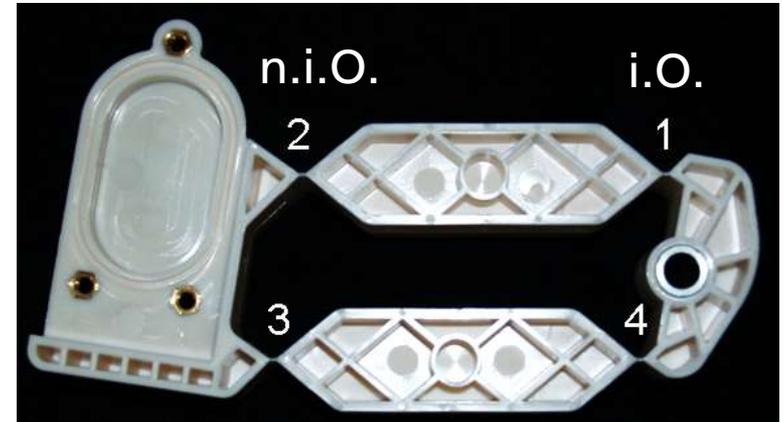
- Literaturwert des Glasübergangs von PA stimmt mit i.O. überein
- Befund: n.i.O.-Teile haben erhöhten Tg von ca. 60 °C.
- Hypothese: Lackierung bewirkt Tg-Erhöhung, Schlagzähigkeit nimmt ab.

Fazit PA-Rohre

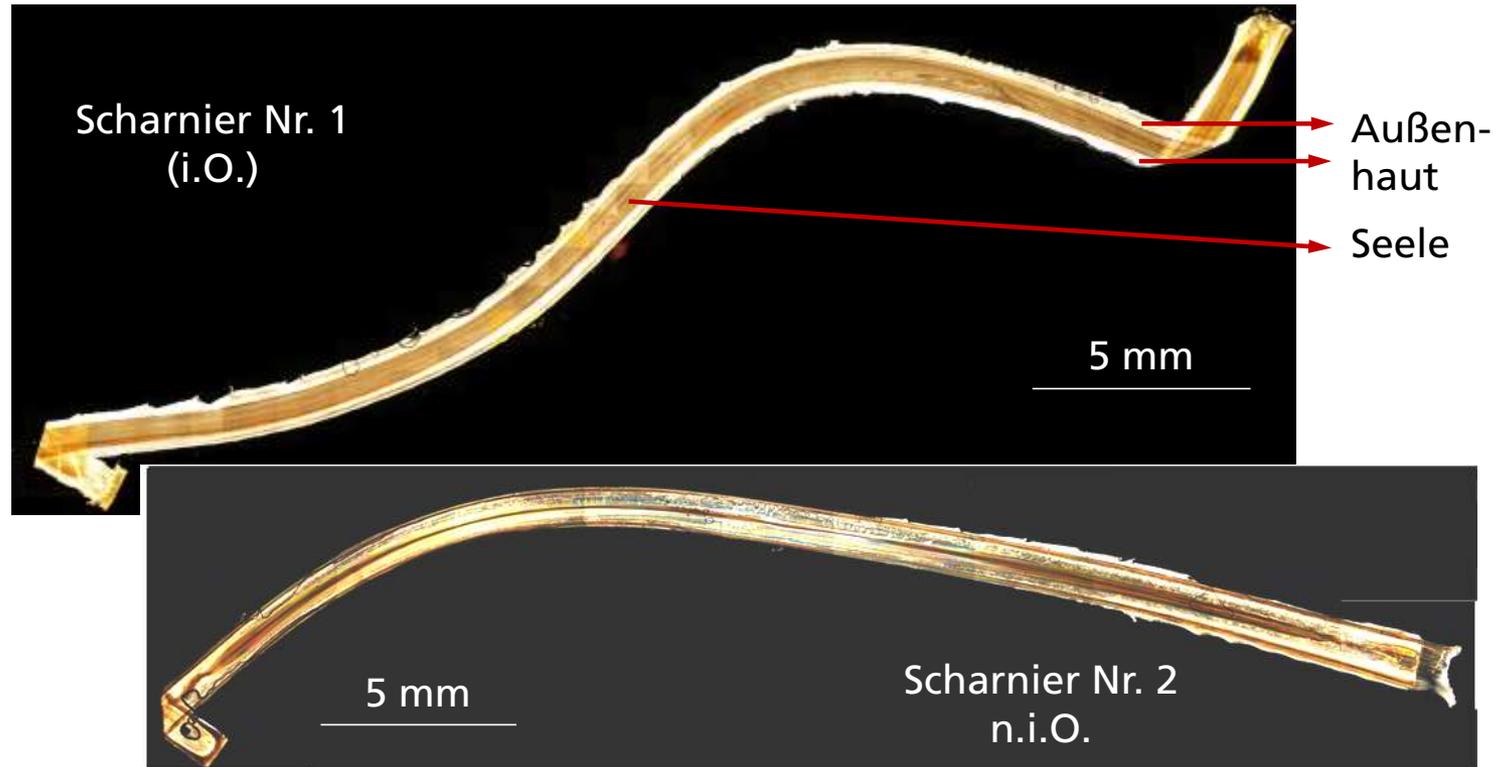
- N.i.O.-Druckleitungen zeigen in DSC höhere Glasübergangstemperaturen, d. h. der Kunststoff ist bei gleicher Temperatur weniger schlagzäh als die i.O.-Referenzprobe
- Lichtmikroskopie zeigt Crazes zu beiden Seiten des Anrisses im Kunststoffmaterial, die auf eine chemisch-physikalische Vorschädigung des Materials bereits vor dem eigentlichen Bruch hindeuten.
- Für optimale Schlagzähigkeit lackierter Rohre sollten die Grundierungen und Lacke
 - explizit für die Lackierung von Kunststoffen vorgesehen sein.
 - Keine Inhaltsstoffe enthalten, die zur Bruchbildung von PA führen.
- Ansonsten kann es ein, dass Inhaltsstoffe des Lackes in den Kunststoff hineindiffundieren, so dass die Schlagzähigkeit verringert wird.

Anwendungsfall 2: Filmscharnier

- Probe: Spritzgießteil mit vier Filmscharnieren
- Im Dauertest versagten zwei von vier Scharnieren vorzeitig
- Material: Thermoplastisches Elastomer
- Frage: Warum versagen die Scharniere vorzeitig?
- Ansatz: Polarisationsmikroskopie
- Mikroskop: BX50 (Olympus), Digitalkamera: XC50 (Olympus)



Schadensanalytik an Filmscharnieren mit PLM

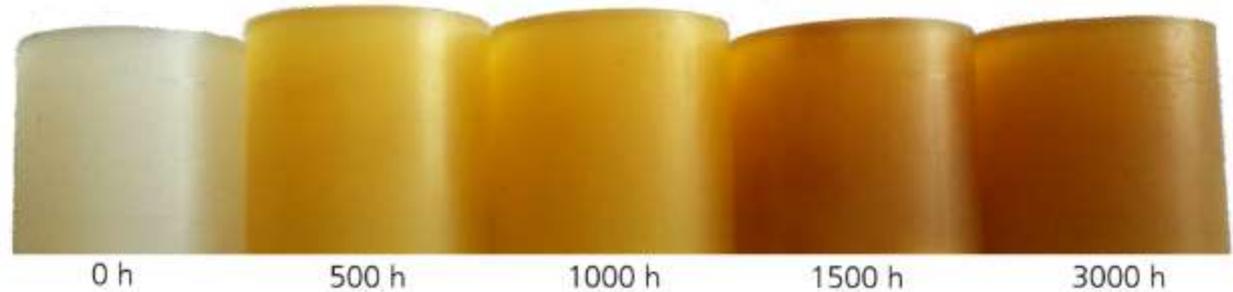


- Befund: Scharnier Nr. 2 zeigt abweichende Morphologie im Querschnitt
- Hypothese: Verringerte Zyklenfestigkeit ist vermutlich prozessbedingt

Fazit Filmscharniere

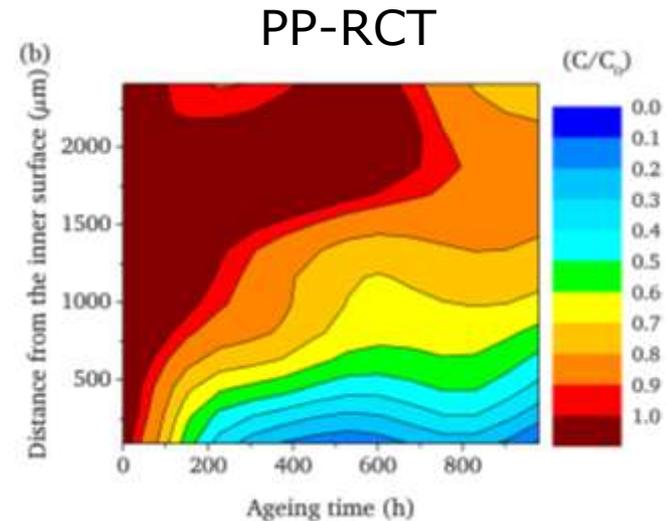
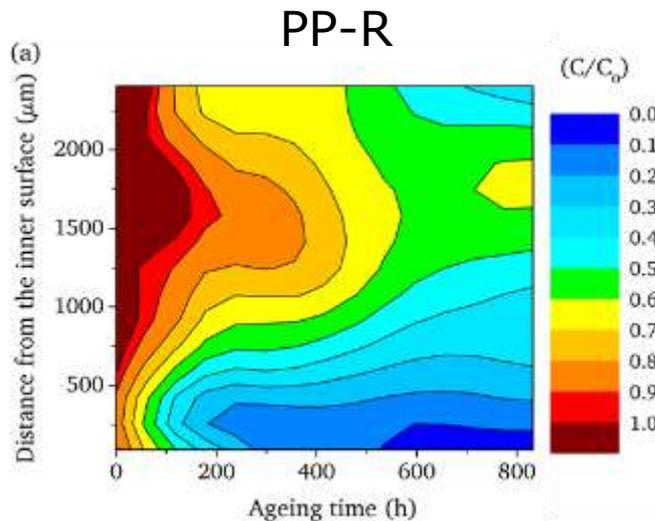
- Filmscharniere funktionieren durch die Orientierung der Polymerketten senkrecht zum Drehpunkt des Scharniers [1, 2].
- Mittels Polarisationsmikroskopie kann die Morphologie im Querschnitt des Spritzgießteils sichtbar gemacht werden.
- Im Spritzguss wird die Orientierung durch die Werkzeuggeometrie (Engstelle in Kavität) verursacht.
- Für optimale Filmgelenkeigenschaften sollte die Anschnittposition daher so gewählt werden, dass
 - Erst großvolumige Bereiche der Kavität gefüllt werden, bevor die Schmelzfront das Filmscharnier erreicht.
 - Keine Bindenähte im Filmscharnier liegen, weil sonst Sollbruchstellen entstehen.

Anwendungsfall 3: FTIR-Mikroskopie an PP-Rohren aus Langzeit-Prüfung



- Probe:
Warmwasser-
Druckrohre aus PP
- Unterschiedliche Färbung der Druckrohre während Langzeitprüfung
- Material: Polypropylen
- Frage: Wie ist die zeitliche Entwicklung der chemischen Alterung?
- Ansatz: FTIR-Mikroskopie
- FTIR-Mikroskop: Continuum (Thermo), FTIR-Spektrometer: Nexus 670 (Thermo)

Anwendungsfall 4: FTIR-Mikroskopie an PP-Rohren aus Langzeit-Prüfung

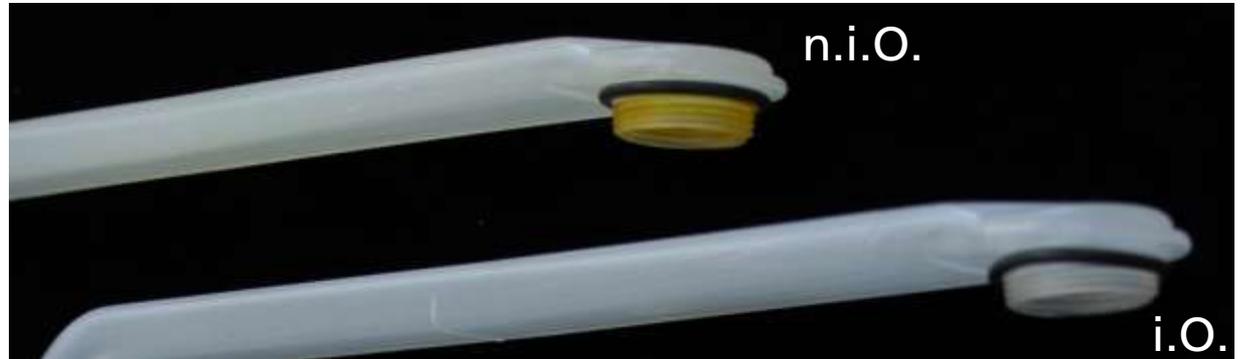


- Zeitliche Verfolgung des lokalen Stabilisator-Gehalts während der Langzeit-Prüfung von PP-Rohren
- Auf der Innenseite sinkt der Stabilisator-Gehalt schneller
- Unterschiedliches Langzeitverhalten zweier PP-Typen

Fazit PP-Druckrohre

- Während der Langzeit-Prüfung wird das Druckrohr aus PP thermooxidativ geschädigt, wobei der primäre Stabilisator verbraucht wird.
- Aus den Zeiten bis zum Ausfall des Rohrs erfolgt eine Lebensdauerabschätzung
- Die thermooxidative Schädigung kann in frühen Stadien durch FTIR-Mikroskopie erfasst werden
- Auf diese Weise kann die unterschiedliche Langzeitbeständigkeit von zwei unterschiedlichen PP-Werkstoffen gezeigt werden.

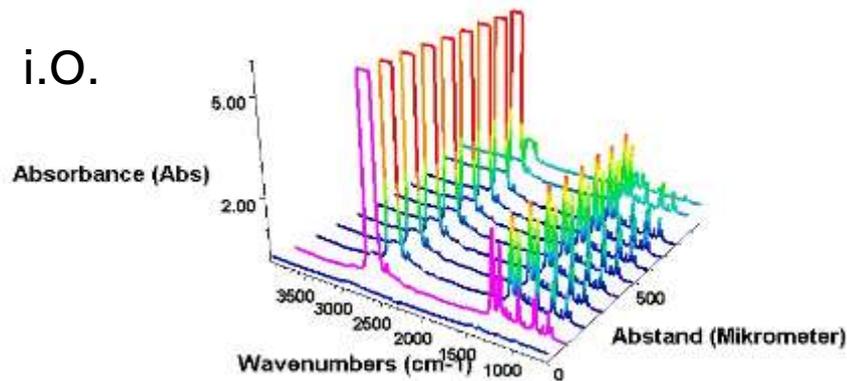
Anwendungsfall 4: Zuflussrohre aus Polypropylen



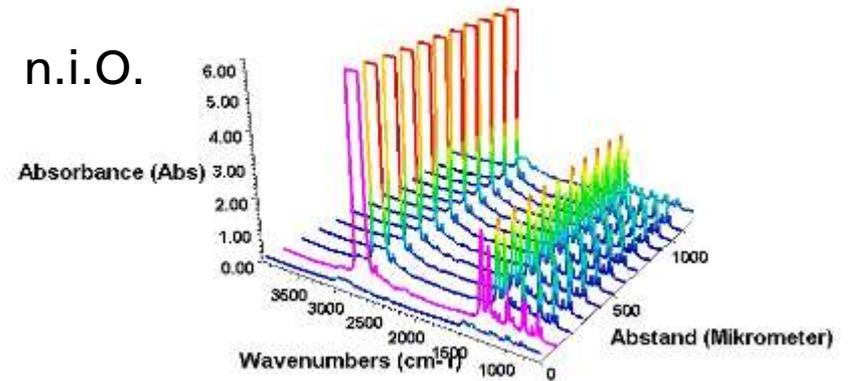
- Probe:
Zuflussrohre für weiße Ware
- Unterschiedliche Färbung eines Zuflussrohrs nach Betriebsversuch
- Material: Polypropylen
- Frage: Wie ist die zeitliche Entwicklung der chemischen Alterung?
- Ansatz: FTIR-Mikroskopie
- FTIR-Mikroskop: Continuum (Thermo), FTIR-Spektrometer: Nexus 670 (Thermo)

Schadensanalytik an PP-Zuflussrohren mit FTIR-Mikroskopie

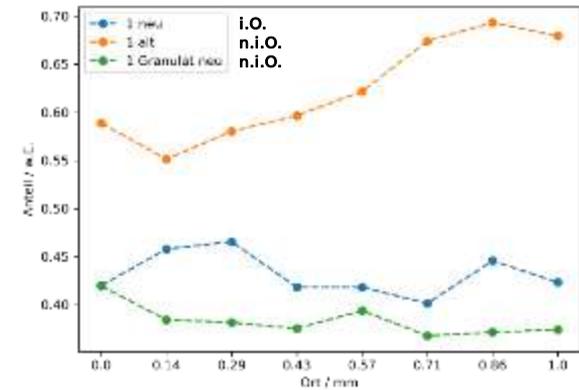
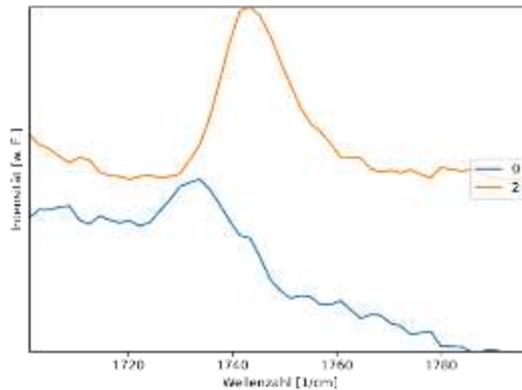
i.O.



n.i.O.



Orange:
Neuwertiges
Material
Blau: Material-
veränderung



- n.i.O: Materialänderung außen, keine PP-Abbauprodukte im Spektrum
- Befund: Vergilbung durch Betriebsmedien