

Entwicklung kompostierbarer hot melts

Hot melts sind lösemittelfreie Klebstoffe. Diese sind momentan nicht kompostierbar. Um dies zu ändern, soll eine neuartige, biobasierte Alternative entwickelt werden.



Abb. 1: Granulat eines Biopolymers (links), Schmelzklebstoff in Auftragsform (mitte) und Symbolbild zur Nachhaltigkeit (rechts)

Projektziele

- Modifikation durch reaktive Extrusion von biobasiertem Polymer um Herstellung von kompostierbaren hot melt zu ermöglichen
- Konkret sollen folgende Zielgrößen erreicht werden:
 - Flexibilität erhöhen
 - Verarbeitbarkeit verbessern
 - Glasübergangstemperatur & Schmelzeviskosität senken
 - Mittlere bis hohe Polarität

Schmelzeviskosität und Molekulargewicht

Durch reaktive Extrusion von Polybutylensuccinat (PBS) mit Polyethylenglycol (PEG) und einer Tricarbonsäure ist es gelungen, eine Schmelzeviskosität im Bereich von 10 Pa·s zu erreichen (Abb. 2, links). Durch eine hohe thermomechanische Belastung des Materials während des Extrusionsprozesses konnte zudem das mittlere Molekulargewicht M_w leicht gesenkt werden.

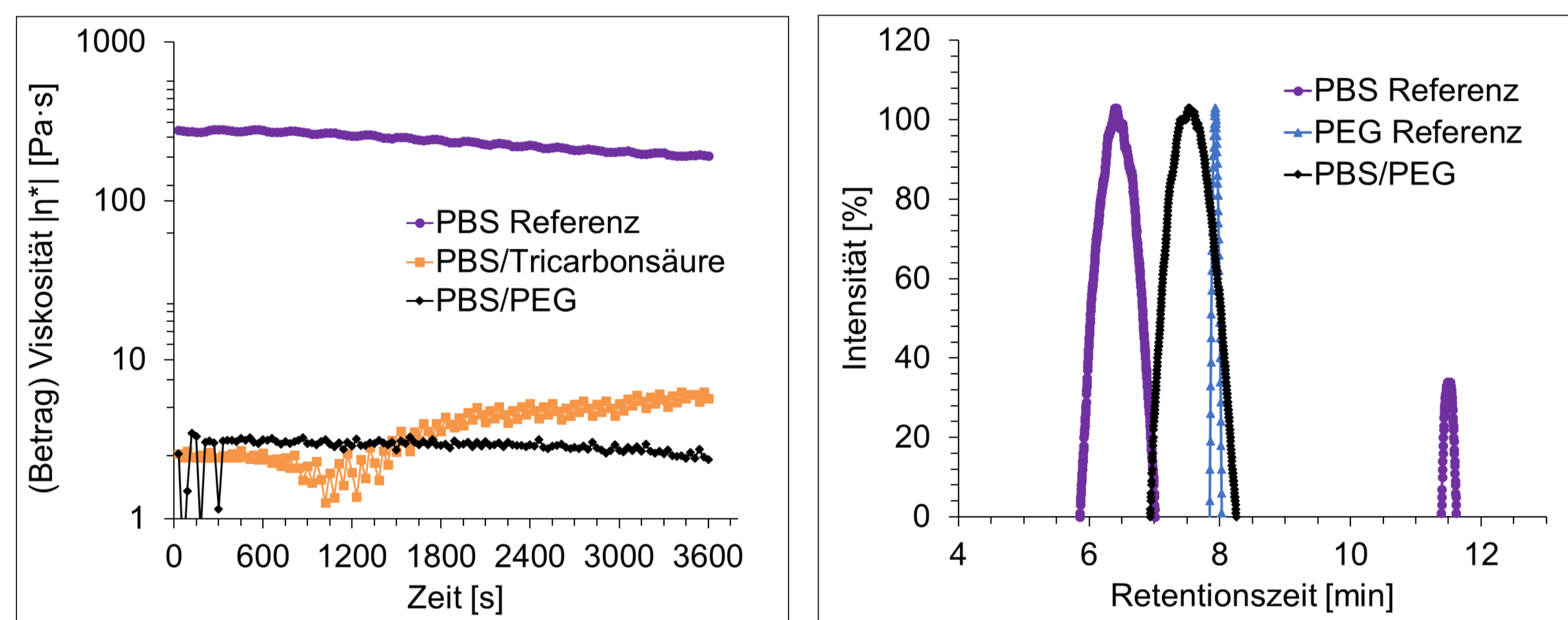


Abb. 2: Betrag der Viskosität während einer Stunde bei 220 °C, 10 Hz und 10 % Deformation für je eine Mischung PBS/PEG und PBS/Tricarbonsäure (links) und GPC-Chromatogramm mit Referenzkurven und einer Mischung aus PBS/PEG (rechts). Je grösser die Retentionszeit umso geringer M_w .

Mischbarkeit

Bei beispielhafter Betrachtung des Gefüges einer Mischung von PBS/Tricarbonsäure kann erkannt werden, dass ca. 1 μm grosse Tricarbonsäurepartikel ungleichmässig in einer PBS-Matrix verteilt vorliegen (Abb. 3). Ähnliche Beobachtungen konnten auch für PBS/PEG-Systeme gemacht werden.

Die Analyse mittels DSC zeigt einen zweistufigen Schmelzprozess für beide Systeme und bestätigt das Vorliegen zweier Phasen. Somit ist PBS mit PEG und der Tricarbonsäure nicht oder nur sehr begrenzt mischbar.

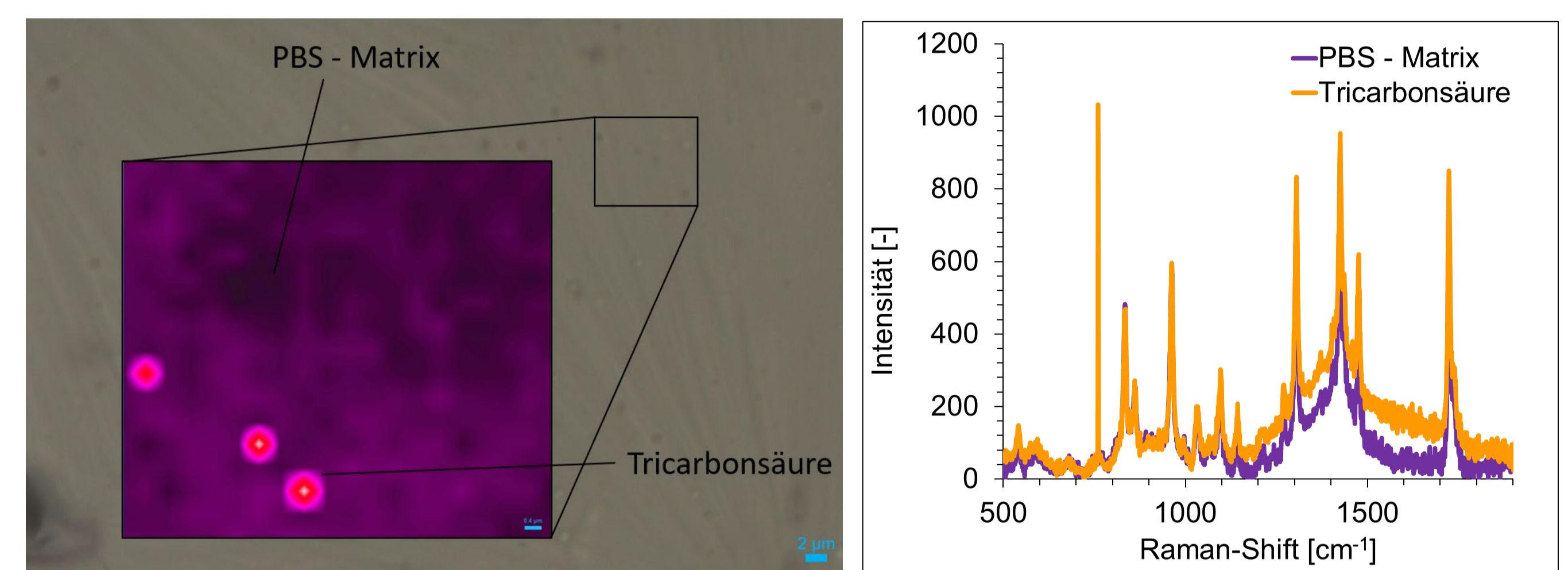


Abb. 3: Gefüge einer Mischung mit PBS/Tricarbonsäure bei 100-facher Vergrösserung (links); Raman-Spektrum von PBS-Matrix und Tricarbonsäure-Partikeln (rechts) mit typischem Tricarbonsäure-Peak im Bereich von 760 cm^{-1} .

Polarität

Die Untersuchung der Polarität hat gezeigt, dass PEG erwartungsgemäss kaum einen Einfluss auf die freie Oberflächenenergie in PBS/PEG-Systemen hat.

Schlussfolgerung

Durch reaktives Extrudieren von PBS mit PEG konnte das mittlere Molekulargewicht gesenkt werden. Da PEG und die Tricarbonsäure möglicherweise als externe Weichmacher fungieren, was z. T. durch die Mischbarkeitsanalyse bestätigt wird, kann eine starke Abnahme der Schmelzeviskosität beobachtet werden. Untersuchungen zur Polarität haben gezeigt, dass der Einsatz polaritätssteigerender Additive je nach Anwendungsgebiet empfehlenswert ist.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse wird vermutet, dass PEG sowie auch die Tricarbonsäure zur Modifikation von PBS für die Anwendung in einem Schmelzklebstoff eher ungeeignet sind. Somit sind Versuche mit weiteren biobasierten Komponenten notwendig, um einen kompostierbaren hot melt zu entwickeln.

Studiengang / Semester: Maschinenbau FS20

Diplomand: Stefan Bracher

Auftraggeber: artimelt AG

Experte: Rudi Velthuis

Dozenten: Prof. Dr. Markus Grob, Prof. Dr. Erich Kramer, Dr. Marianne Wink, Michael Spälti