

Dynamisch-mechanische Eigenschaften von polymeren Festkörperseparatoren

Katharina Platen, Frederieke Langer, Julian Schwenzel

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM,

Wiener Straße 12, 28359 Bremen

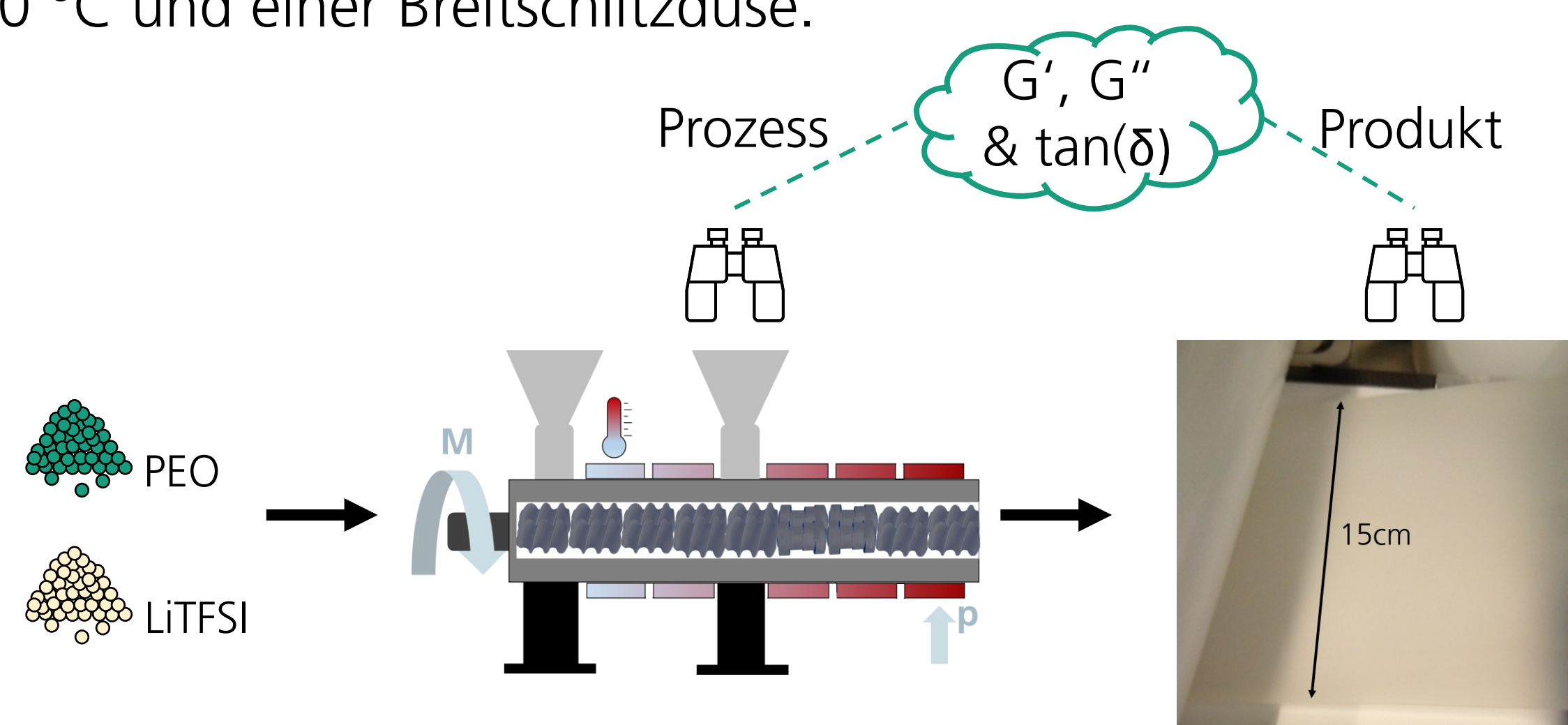
Festkörperbatterien gelten als die zukünftige Batterietechnologie, welche durch die Verwendung eines festen Ionenleiters als Separator den Einsatz von Lithiummetall als Anode ermöglichen und dadurch hohe Energiedichten erzielen. Derzeit liegt der Fokus auf einen möglichen Markteintritt dieser Technologie und somit insbesondere auf der Skalierung der Produktionsprozesse. Im Hinblick auf Nachhaltigkeit gewinnen trockenbasierte Verarbeitungsmethoden, wie die Extrusion, zunehmend an Bedeutung.

Motivation

Materialkenndaten, wie bspw. die mechanischen Eigenschaften (G' und G''), von Komponenten der Festkörperbatterie ermöglichen eine Ableitung des Materialverhaltens während der thermischen Verarbeitung und unterstützen die Optimierung der Prozessbedingungen. Diese mechanischen Eigenschaften lassen sich durch dynamisch-mechanische Analysen (DMA) mit hoher Reproduzierbarkeit, verschiedenen Kraftvorgaben und unter Berücksichtigung der Temperatur ermitteln. Ferner können diese Materialkenndaten für Simulationen, bspw. Kraftverteilung im Betrieb und Alterungsprozesse, herangezogen werden.

Trockene Verarbeitung von Polymerelektrolyten

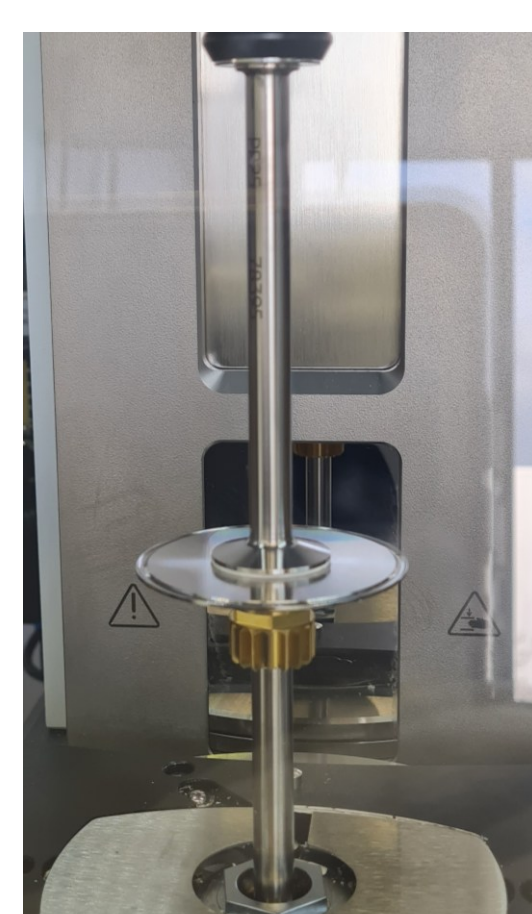
Für die Versuchsreihe wurden PEO-basierte Separatoren in einem Mischungsverhältnis 20:1 (EO:Li) mit einem Extruder in inerter Atmosphäre hergestellt. Die Verarbeitung erfolgt lösemittelfrei bei 90 °C und einer Breitschlitzdüse.



Skizze zur kontinuierlichen Trockenprozessierung mit 15 rpm von 15 cm breiten PEO-Separatoren

Mechanische Eigenschaften

Die Schubmodule (G' / G'') werden mithilfe einer dynamisch-mechanischen Analyse im Platte/Platte-Aufbau unter inerten Bedingungen ermittelt. Durch den Aufbau kann eine Beeinflussung der ermittelten Werte durch Feuchtigkeit ausgeschlossen werden. Mit Hilfe eines Ofens wird eine Messung der Eigenschaften in Abhängigkeit der Temperatur ermöglicht.



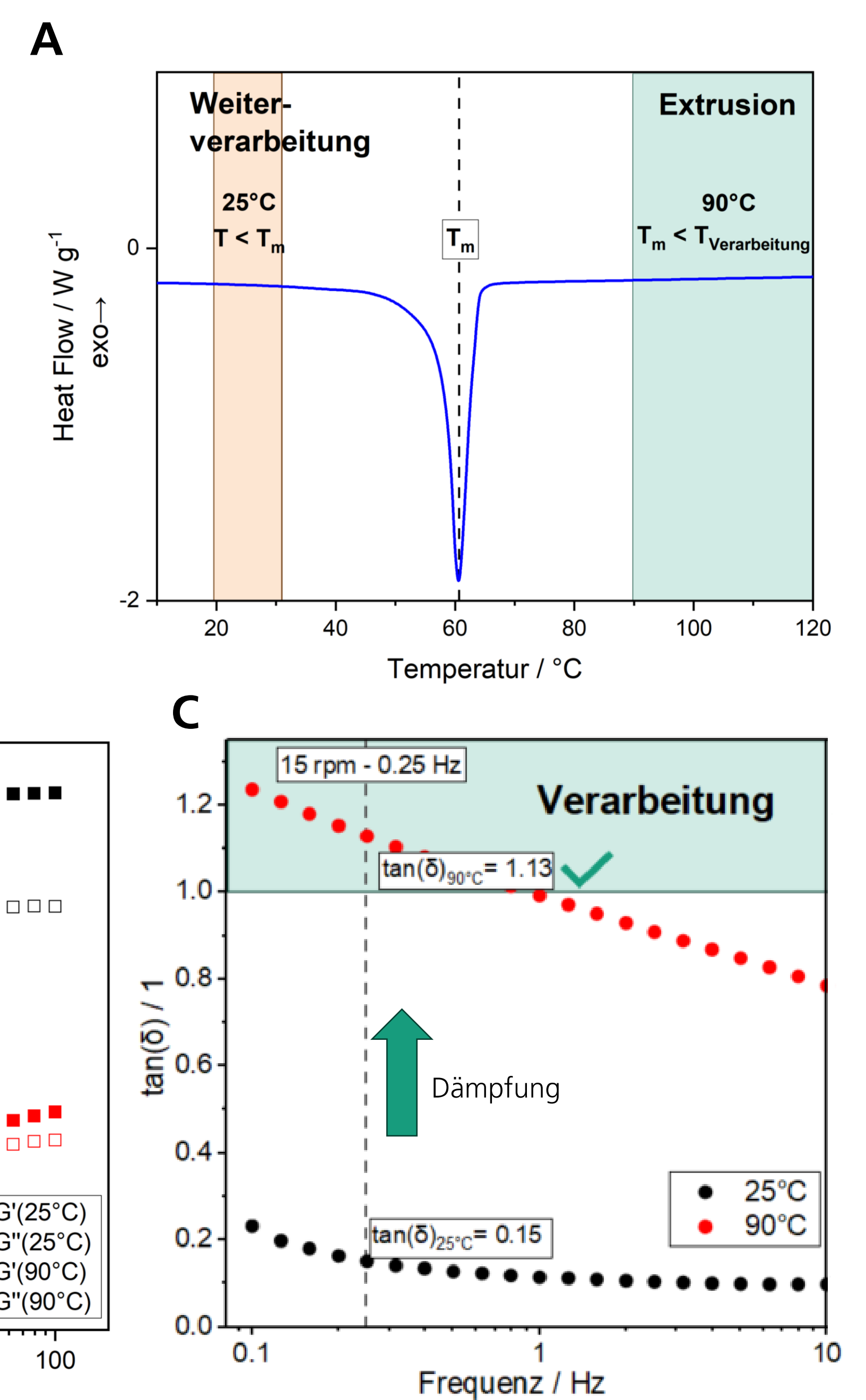
Rheometer Setup für temperaturabhängige DMA-Messungen

Ergebnisse

A: DSC-Kurve PEO-Separator. Eingezeichnete Schmelztemperatur bei 60,7 °C, sowie Temperaturbereiche für Weiterverarbeitung und Herstellung mit Extrusion.

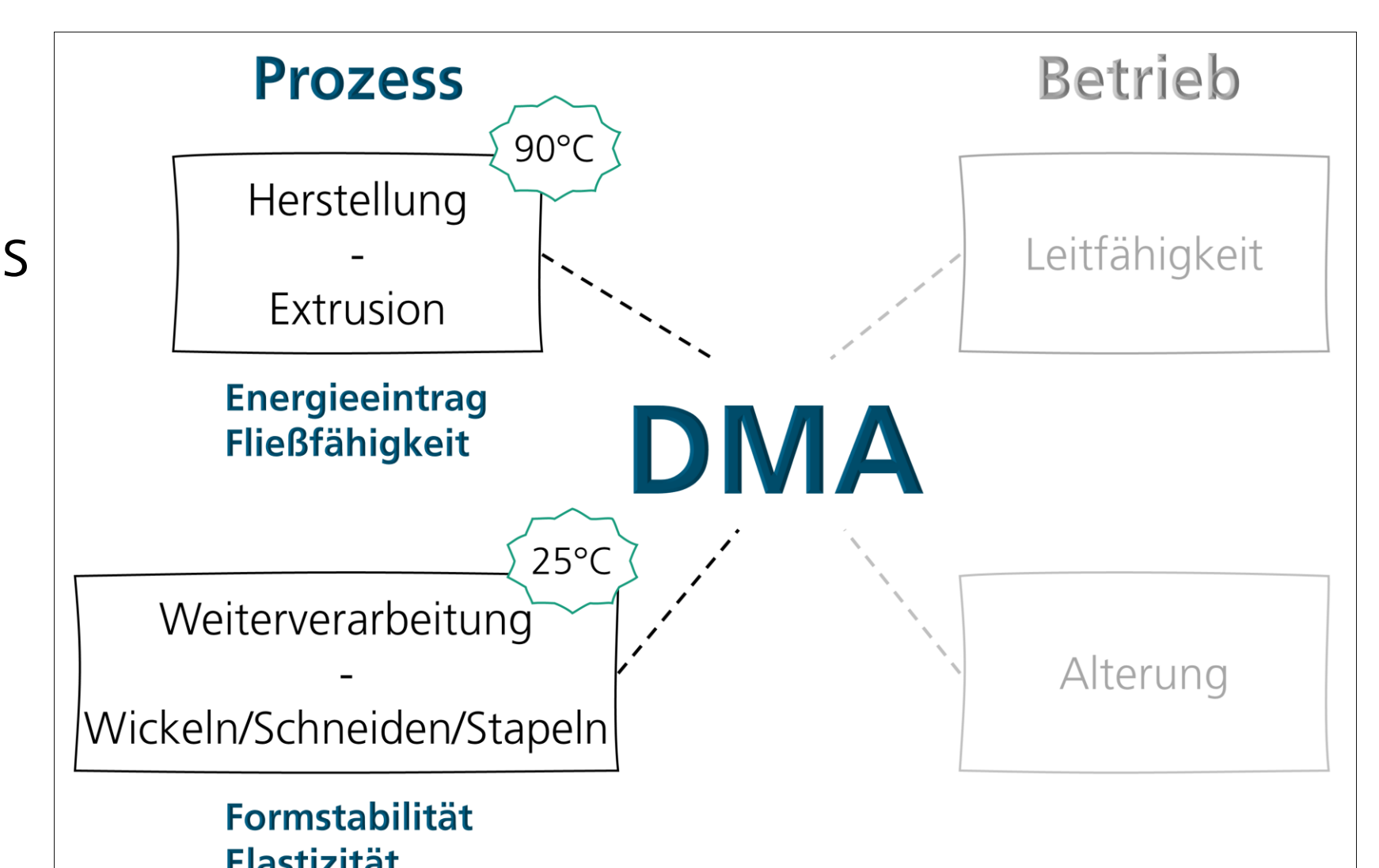
B: Frequenz-Sweep von PEO-Separatoren bei 25 °C und 90 °C mit einer Scherdeformation von 0.1 %. Temperaturabhängiger Speicher- und Verlustmodul (G' und G'').

C: Verlustfaktor ($\tan(\delta)$) und als Funktion der Frequenz bei einer Scherdeformation von 0.1 %.



Diskussion

Die DMA-Ergebnisse zeigen, dass eine Verarbeitungstemperatur von 90 °C ($>T_m$) aufgrund des dominierenden viskosen Materialverhaltens eine bessere Energieübertragung der Extruderschnecken in das Material führt. Zudem ist eine plastische Formgebung, beispielsweise über eine Breitschlitzdüse möglich. Für die Weiterverarbeitung während des Aufwickelns und der Zellauslagerung bei 25 °C sind besonders die Steifigkeit des PEO-Separators und dessen Formstabilität wichtig.



Ausblick

Die mechanischen Eigenschaften von Festkörperseparatoren sind entscheidend für ein tiefgehendes Verständnis des Materialverhaltens während der Verarbeitung. Die dynamisch-mechanische Analyse im Platte/Platte-Aufbau stellt eine hochqualitative Methode zur Erhebung von Kenndaten dar, die auch für nachfolgende Simulationen Verwendung finden.

Kontakt

Dr.-Ing. Katharina Platen
Elektrische Energiespeicher
katharina.platen@ifam.
fraunhofer.de

Fraunhofer IFAM
Wiener Str. 12
28359 Bremen
www.ifam.fraunhofer.de