



## Doctoral Thesis

# Ein Rheometer für Polymerschmelzen zur multiaxialen Dehnung insbesondere von Polypropylen bei geringen Probenmengen und Temperaturen bis 200°C

**Author(s):**

Blume, Michael Peter

**Publication Date:**

1992

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000666095> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 9700

Ein Rheometer für Polymerschmelzen  
zur multiaxialen Dehnung insbesondere von Polypropylen bei  
geringen Probenmengen und Temperaturen bis 200°C

Abhandlung

zur Erlangung des Titels eines Doktors  
der technischen Wissenschaften  
der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von

Michael Peter Blume  
Dipl.-Ing. (RWTH Aachen)  
geboren am 30. Oktober 1956  
zu Wuppertal-Elberfeld  
Bundesrepublik Deutschland

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. J. Meissner, Referent  
Prof. Dr. U. Suter, Korreferent

Zürich 1992



Cat

## Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden Messungen bei konstanter Dehngeschwindigkeit in äquibiaxialer Dehnung an einer Polypropylen-schmelze bei 180°C und an verzweigtem Polyäthylen bei 150°C vorgestellt. Weitere Messungen an beiden Polymeren erfolgten in einfacher Dehnung. Die neuartige Apparatur, mit der die äquibiaxialen Dehnexperimente ermöglicht wurden, ist durch einen geringen Probenmengenbedarf von maximal 3 g, Messtemperaturen von bis zu 200°C, den Einsatz eines in der Rheometrie neuen Klemmelementes und die Verwendung von Stickstoffgas als Temperier- und Trägermedium für die Probe gekennzeichnet. Diese Merkmale der Dehnapparatur eröffnen der Erforschung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Polymeren neue Möglichkeiten, da spezielle, nur im Labormassstab herstellbare Polymere rheologischen Dehnmessungen im schmelzflüssigen Zustand zugänglich sind.

Der unmittelbare chemische Einfluss auf das Probenmaterial ist gering, da die schmelzflüssige Probe nicht mit üblicherweise verwendeten Silikonöl als Trägermedium in Berührung kommt. Die an den zwei genannten Massenkunststoffen erhaltenen Resultate belegen die Brauchbarkeit der linearen Viskoelastizität zur Beschreibung des rheologischen Verhaltens der untersuchten Polymerschmelzen. Die vorliegende Arbeit stellt sowohl einen Beitrag zur Erweiterung der Materialkenntnisse zu den untersuchten Polyolefinen als auch zur Ergänzung der Messmöglichkeiten generell an Kunststoffschmelzen dar.

Nach einer Literaturschau und kurzen Erläuterung der linearen Viskoelastizität folgt die Beschreibung der Apparatur. Die anschliessende Charakterisierung des Polypropylens gibt grob dessen Eigenschaftsbild wieder. Ausführungen zur Experimentier-technik schliessen sich an, die von der Darstellung der Resultate und der Diskussion gefolgt werden. Eine Fehlerbetrachtung bildet den Abschluss der Arbeit.

## Summary

In this thesis elongational measurements on polypropylene at 180°C and on low density polyethylene at 150°C are described. The experiments were performed at constant elongational rates in both, simple and equibiaxial elongation.

In order to perform such measurements a new rheometer had to be developed. The significant features are as follows: small specimen up to only 3 g, test temperature up to 200°C, new elements for clamping the sample, nitrogen gas for supporting and heating the sample. The small size of the sample helps realizing a sufficient homogeneity of temperature.

These features of the new rheometer allow one to perform investigations on the relation between structure and properties of polymer melts. The measurements can be performed in the molten state even of such polymers that are available only in small quantities because of laboratory-sized manufacturing.

During an experiment the properties of a specimen are hardly influenced by chemical reactions because the sample is surrounded by an inert gas instead of being in contact with e.g. silicone oil. The test results obtained from melts of two important polymers (low density polyethylene and polypropylene) prove that the theory of linear viscoelasticity is a good approximation for the description of the rheological behaviour of these polymer melts in simple and equibiaxial extension.

The literature concerning polymer melt elongation is reviewed and a short explanation of the linear viscoelasticity is given. After a description of the rheometer design the properties of the polypropylene material are assembled. A special chapter is on experimental problems. Finally, a discussion of the results, of the errors and of the data analysis is given.