

TROCKNEN VON KUNSTSTOFFEN

Modellierung des Trocknungsverhaltens von Kunststoffen mittels thermogravimetrischer Analyse

Timo Ehrmann¹, Ernst Georg Viehböck^{1,2}, Alexander Hammer¹, Sabine Hild³, Gerald Berger-Weber¹



LIT Factory

IPPD Institute of Polymer Processing and Digital Transformation

Institut für Polymerwissenschaften

¹ Institute of Polymer Processing and Digital Transformation, JKU Linz, Altenbergerstraße 69, 4040 Linz, timo_rouven.ehrmann@jku.at

² Competence Center CHASE GmbH, Hafenstraße 47-51, 4020 Linz

³ Institut für Polymerwissenschaften, JKU Linz, Altenbergerstraße 69, 4040 Linz



Motivation und Ziel

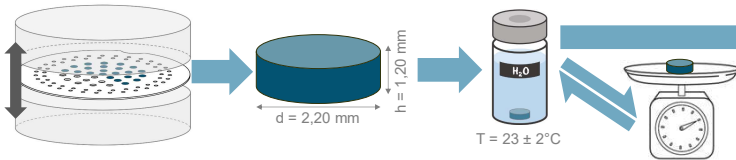
Das Trocknen ist ein essentieller Prozessschritt in der Verarbeitung von Kunststoffen und beeinflusst die finale Produktqualität maßgeblich. Der Trocknungsvorgang findet in drei parallelen Teilprozessen statt: **interne Diffusion**, **Evaporation** und **externe Diffusion** von Feuchte. Der Einfluss von vielen Parametern (Temperatur, Druck, Wechselwirkungen, Dimensionen, Inhomogenität, usw.) erschwert eine einfache Gesamtbeschreibung des Prozesses auf Basis von physikalischen Größen. Anhand von Modellsystemen und gängigen analytischen Instrumenten soll eine **Methodik zur allgemeinen Modellierung des Trocknungsverhaltens** entwickelt werden.

Methodenentwicklung

A. Vorbereitung reproduzierbarer Proben (orientiert an DIN EN ISO 62 und 175)

Granulat wird mit Heißpresse zu **Probekörpern** umgeformt

Lagerung des Probekörpers in destilliertem Wasser

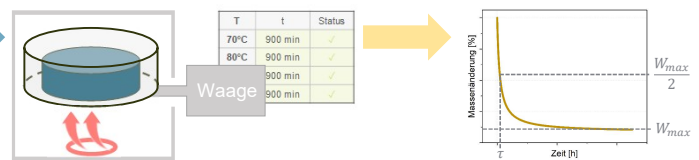


Wasserlagerung **definierter Probekörper** und wiederholte Wägung bis zum **Sorptionsgleichgewicht** resultiert in **reproduzierbaren Proben**.

B. Trocknungssimulation mittels TGA

Isotherme Trocknung mit Aufzeichnung der Masse

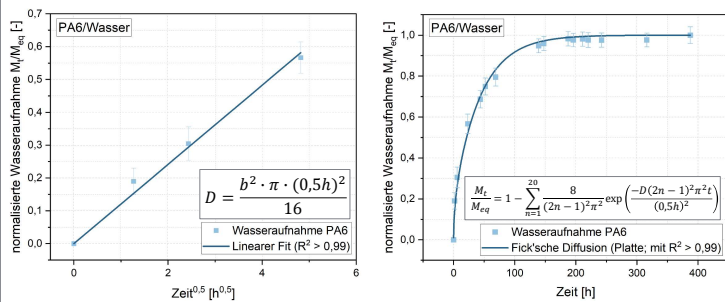
Datenverarbeitung und Reduktion mit **Hill-Modell**



Isotherme Trocknung der vorbereiteten Proben bei verschiedenen Temperaturen in thermogravimetrischer Analyse dienen als Grundlage für die Modellierung des Trocknungsverhaltens.

Exemplarische Ergebnisse

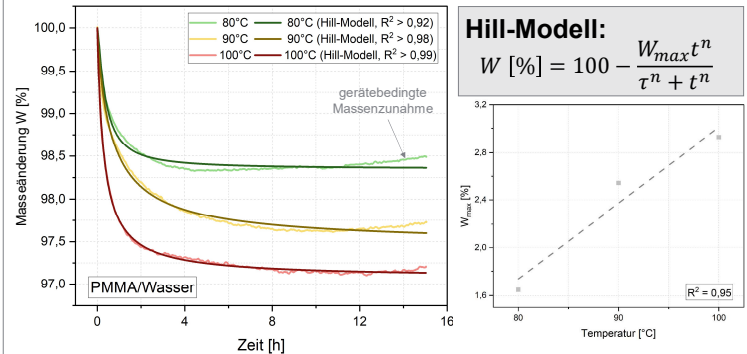
Wasseraufnahme



Der Diffusionskoeffizient D kann im linearen Bereich anhand der Steigung b im Plot der normierten Massenzunahme M_t/M_{eq} über $t^{1/2}$ bestimmt werden.

Der Gesamtverlauf der Wasseraufnahme kann mithilfe der analytischen Lösung des 2. *Fick'schen Gesetzes* (für dünne Platten) abgebildet werden.

Trocknung



Analytische Beschreibung des isothermen Trocknungsverhaltens mittels Hill-Modell ist bei allen Versuchstemperaturen möglich; Temperaturabhängigkeit von W_{max} ist annähernd linear in untersuchtem Intervall.

Zusammenfassung und Ausblick

- Umformung des Granulats schließt den Einfluss abweichender Oberflächendimensionen während der Wasseraufnahme bzw. Trocknung aus.
- Wasserlagerung bis zum Erreichen des Sorptionsgleichgewichts ermöglicht reproduzierbare Startbedingungen der Trocknung.
- Nachbildung einer Trocknung im Labormaßstab mittels TGA ermöglicht definierte Wahl und Variation der Parameter.
- Datenverarbeitung und Beschränkung auf charakteristische Kurvenparameter ermöglicht Modellierung von Trocknungskurven mit Hill-Fit.

Nächste Schritte: Methodenoptimierung der Referenzkorrektur (Ziel: verbesserte Sensitivität); Durchführung einer umfangreichen Temperaturstudie

Quellen: DIN EN ISO 175:2010; DIN EN ISO 62:2008; Vergnaud, J. M. (2012) Drying of polymeric and solid materials: modelling and industrial applications, Springer Science & Business Media; Velaga et al. (2018), Experimental Studies and Modeling of the Drying Kinetics of Multicomponent Polymer Films, AAPS PharmSciTech, 19(1), 425–435