

Entgasung als wesentlicher Baustein im mechanischen Recyclingprozess



Chi Nghia CHUNG, CHASE Competence Center GmbH



**JOHANNES KEPLER
UNIVERSITÄT LINZ**
Altenberger Straße 69
4040 Linz, Österreich
jku.at

Übersicht

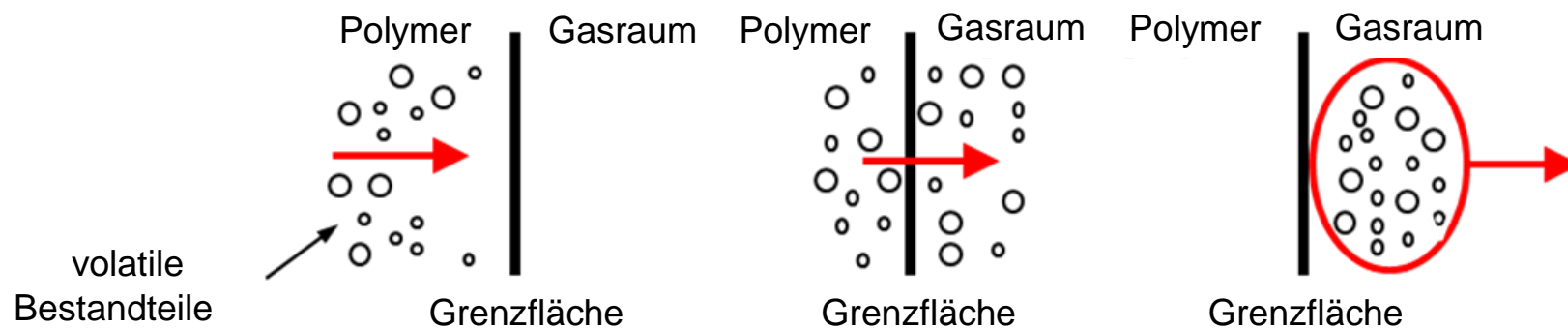
- **Einleitung**
- **Modellierung des Entgasungsprozesses**
- **Emissionsversuche**
- **Validierung des Entgasungsmodells**
- **Zusammenfassung**
- **Ausblick**

Übersicht

- **Einleitung**
- Modellierung des Entgasungsprozesses
- Emissionsversuche
- Validierung des Entgasungsmodells
- Zusammenfassung
- Ausblick

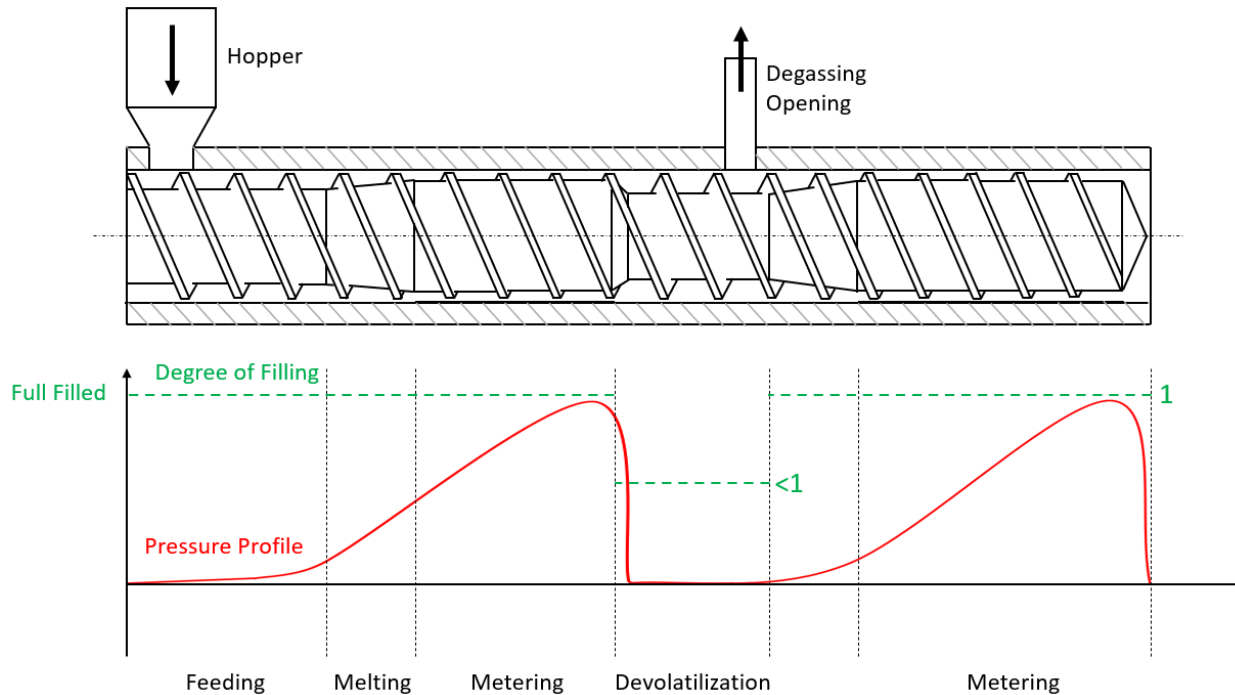
Einleitung

- Der Vorgang, bei dem flüchtige Bestandteile aus der Polymerschmelze entfernt wird, wird als Entgasung bezeichnet
- Der Entgasungsprozess ist ein **Massentransport**:
 1. Transport der flüchtigen Bestandteile zu einer Polymer-Gasraum-Grenzfläche
 2. Verflüchtigung der volatilen Bestandteile an der Grenzfläche
 3. Entfernung der flüchtigen Bestandteile aus der Maschine



Prinzipskizze des Entgasungsprozesses

Einleitung



Schematische Darstellung einer Entgasungsschnecke

- Entgasung flüchtiger Bestandteile: zB. nicht reagierte Monomere, Lösungsmittel, Wasser, Verunreinigungen, ...
- Entgasung unter Atmosphärendruck oder Vakuum
- Extruder arbeitet in der Entgasungszone teilgefüllt

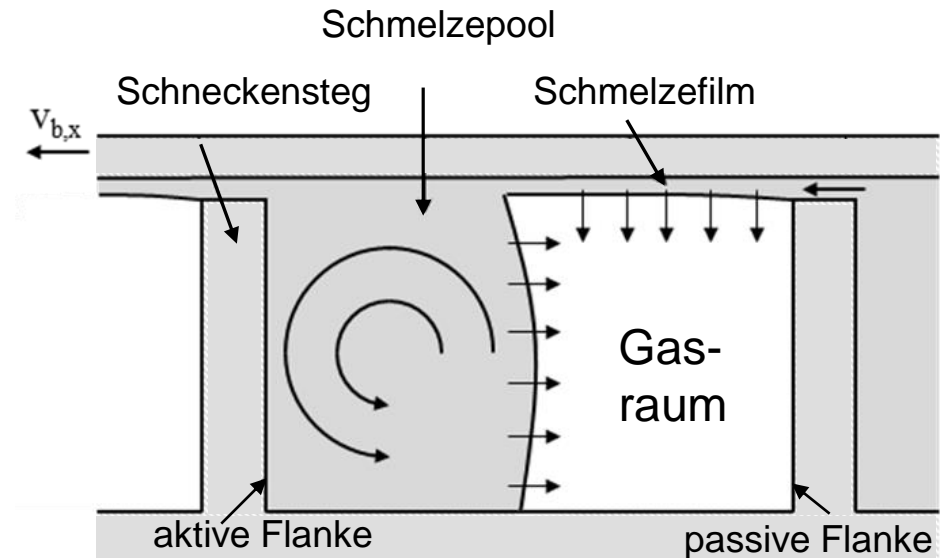
Übersicht

- Einleitung
- **Modellierung des Entgasungsprozesses**
- Emissionsversuche
- Validierung des Entgasungsmodells
- Zusammenfassung
- Ausblick

Modellierung des Entgasungsprozesses

Diffusion:

- Entgasungszone ist teilgefüllt
- Es lassen sich zwei Bereiche unterscheiden :
 - Schmelzpool
 - Schmelzefilm
- Die Diffusion erfolgt über die „freien Oberflächen“
- Grenzflächen werden kontinuierlich erneuert →
Oberflächenerneuerungsrate



Schmelzpool und Schmelzefilm in einem Schneckenkanal

Modellierung des Entgasungsprozesses

Dispersionsmodell

- Das mathematische Modell, wenn der Massentransport in der Schmelzphase Diffusion ist, ist das bekannte Dispersionsmodell

$$P_e^{-1} * \frac{d^2 \hat{c}}{d\hat{z}^2} - \frac{d\hat{c}}{d\hat{z}} - E_x * \hat{c} = 0$$

P_e Peclet Zahl

\hat{c} Konzentration der flüchtigen Bestandteile

E_x Extraktionszahl

- Entgasungsleistung η

$$\eta = \frac{C_{in} - C_{out}}{C_{in} - C_e}$$

C_{in} Eingangskonzentration der flüchtigen Bestandteile

C_{out} Ausgangskonzentration der flüchtigen Bestandteile

C_e Gleichgewichtskonzentration der flüchtigen Bestandteile

Übersicht

- Einleitung
- Modellierung des Entgasungsprozesses
- **Emissionsversuche**
- Validierung des Entgasungsmodells
- Zusammenfassung
- Ausblick

Emissionsversuche

- Quantifizierung der Emissionen in einer Recyclingmaschine (INTAREMA 1108 TVEplus)
- Modifizierung der Entgasungsleitungen
- Sorptionsrohr zum Auffangen der Emissionen
- Variation
 - Anlagenparameter
 - Prozessparameter



Recyclingmaschine INTAREMA 1108 TVEplus in der LITy

Emissionsversuche

- Einbau von Sorptionsrohren in der Entgasungsleitung des Extruders



Entgasungsleitungen (a) ursprünglich (b) nach Modifikation

Emissionsversuche

Material

- PP Mahlgut (2 Chargen)
 - rot-weiße Flakes
 - bunte Flakes

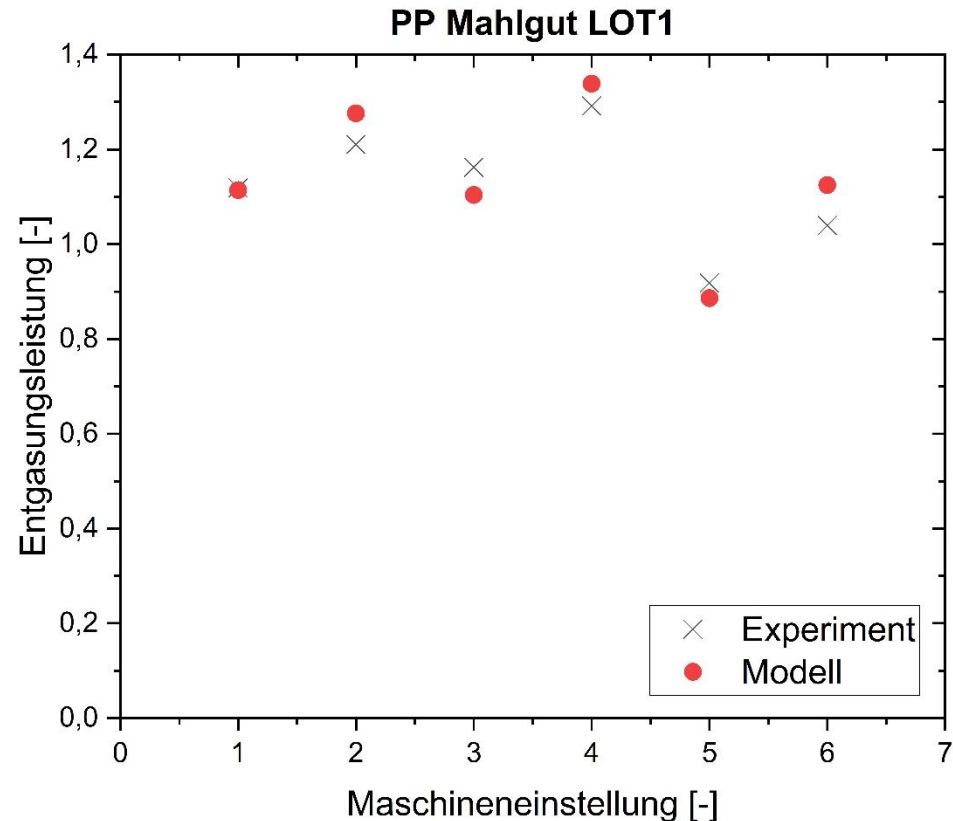


PP Mahlgut: Input- und Outputmaterial

Übersicht

- Einleitung
- Modellierung des Entgasungsprozesses
- Emissionsversuche
- **Validierung des Entgasungsmodells**
- Zusammenfassung
- Ausblick

Validierung des Entgasungsmodells

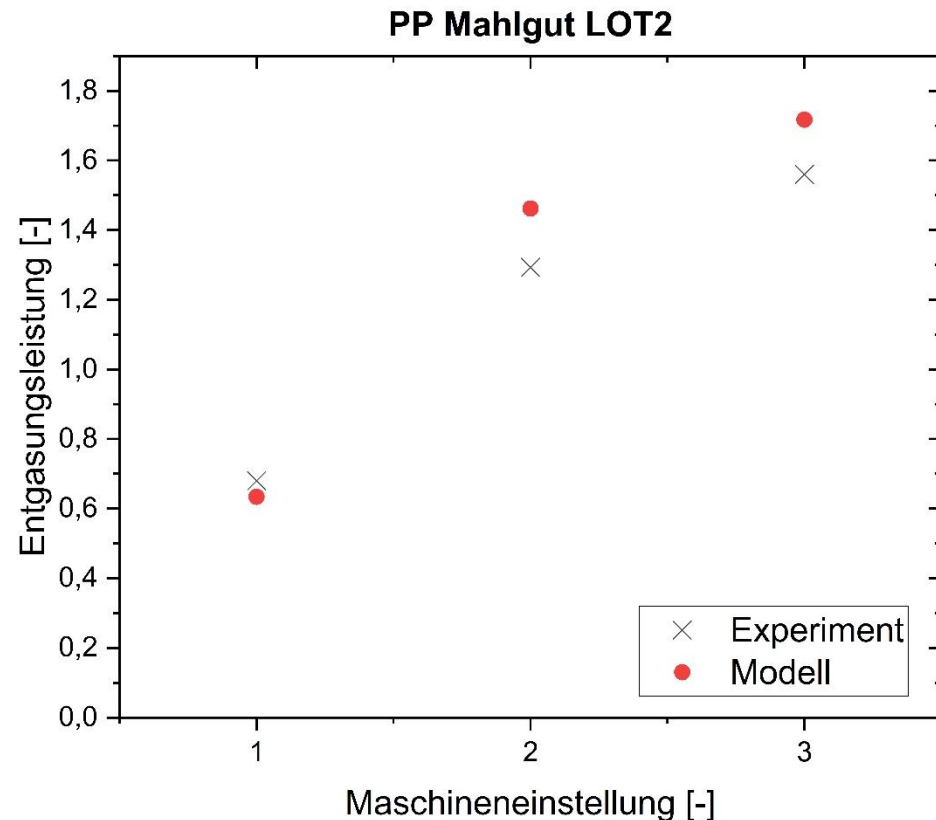


Vergleich experimentelle Daten mit Vorhersage des Modells

- Experiment: Emissionstest von PP Mahlgut LOT1 bei unterschiedlichen Maschineneinstellungen
- Modell korreliert gut mit experimentellen Daten
 - Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,95$
 - mittlerer Fehler: $\Delta_{\text{Mean}} = 4,36\%$

mittlere Abweichung [-]	mittlere Abweichung [%]	R^2 [-]
0,05	4,36	0,95

Validierung des Entgasungsmodells



Vergleich experimentelle Daten mit Vorhersage des Modells

- Experiment: Emissionstest von PP Mahlgut LOT2 bei unterschiedlichen Maschineneinstellungen
- Modell korreliert gut mit experimentellen Daten
 - Bestimmtheitsmaß: $R^2 = 0,99$
 - mittlerer Fehler: $\Delta_{\text{Mean}} = 9,96\%$

mittlere Abweichung [-]	mittlere Abweichung [%]	R^2 [-]
0,12	9,96	0,99

Übersicht

- Einleitung
- Modellierung des Entgasungsprozesses
- Emissionsversuche
- Validierung des Entgasungsmodells
- **Zusammenfassung**
- Ausblick

Zusammenfassung

- Entgasungsmodell wurde aus der Literatur ausgewählt → Grundlage zur Modellierung der Entgasungsleistung eines Extruders
- Entgasungsleitungen der Recyclingmaschine INTAREMA 1108 TVEplus wurden modifiziert
- Sorptionsrohre wurden präpariert
- Entgasungsmodell wurde mit experimentellen Daten von der INTAREMA 1108 TVEplus validiert
- Modell korreliert gut mit experimentellen Daten: $R^2_{\text{LOT1}} = 0,95$ und $R^2_{\text{LOT2}} = 0,99$

Übersicht

- Einleitung
- Modellierung des Entgasungsprozesses
- Emissionsversuche
- Validierung des Entgasungsmodells
- Zusammenfassung
- **Ausblick**

Outlook

- Weitere Validierungsschritte mit unterschiedlichen Materialien und Anlagen- bzw. Prozessparameter
- Modell wird adaptiert und laufend weiterentwickelt
- Optimierung der Entgasungszone für die INTAREMA 1108 TVEplus
- Implementierung des Entgasungsmodells in einem Schneckenberechnungstool
- Vorhersage der Entgasungsleistung hilft bei der Auslegung von Entgasungsschnecken

In Kooperation mit



Weitere Forschungspartner



Wir bedanken uns bei unseren Partnern für die Bereitstellung von Materialien sowie ihre technische, fachliche und finanzielle Unterstützung.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Diese Studie wurde im COMET-Zentrum CHASE durchgeführt, das im Rahmen des Programms COMET - Competence Centers for Excellent Technologies vom BMK, dem BMDW und den Bundesländern Oberösterreich und Wien gefördert wird. Das COMET-Programm wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gemanagt.

Kontakt:

DDI Chi Nghia Chung

chi_nghia.chung@chasecenter.at

+43 664 856 8516