

# 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

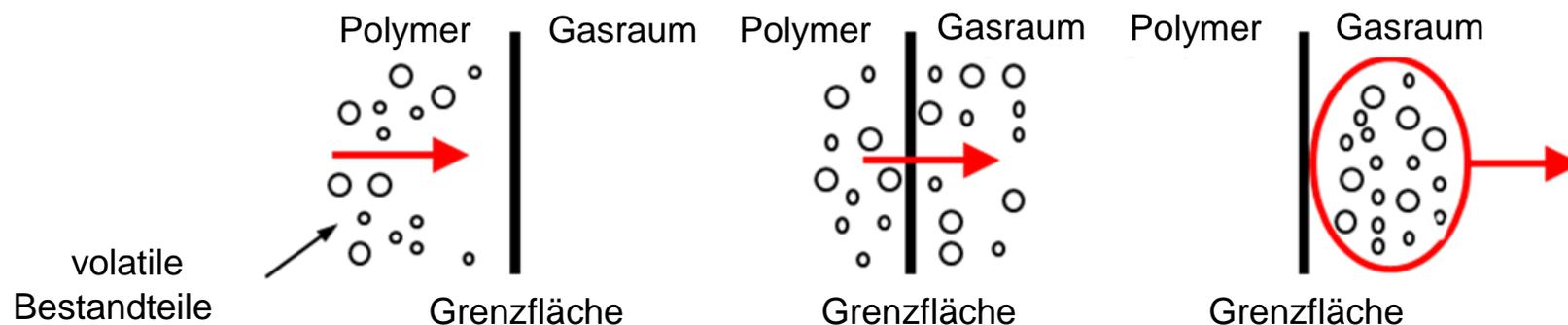
- **Einleitung**
- **Modellierung des Entgasungsprozesses**
- **Emissionsversuche**
- **Validierung des Entgasungsmodells**
- **Zusammenfassung**
- **Ausblick**

# Übersicht

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

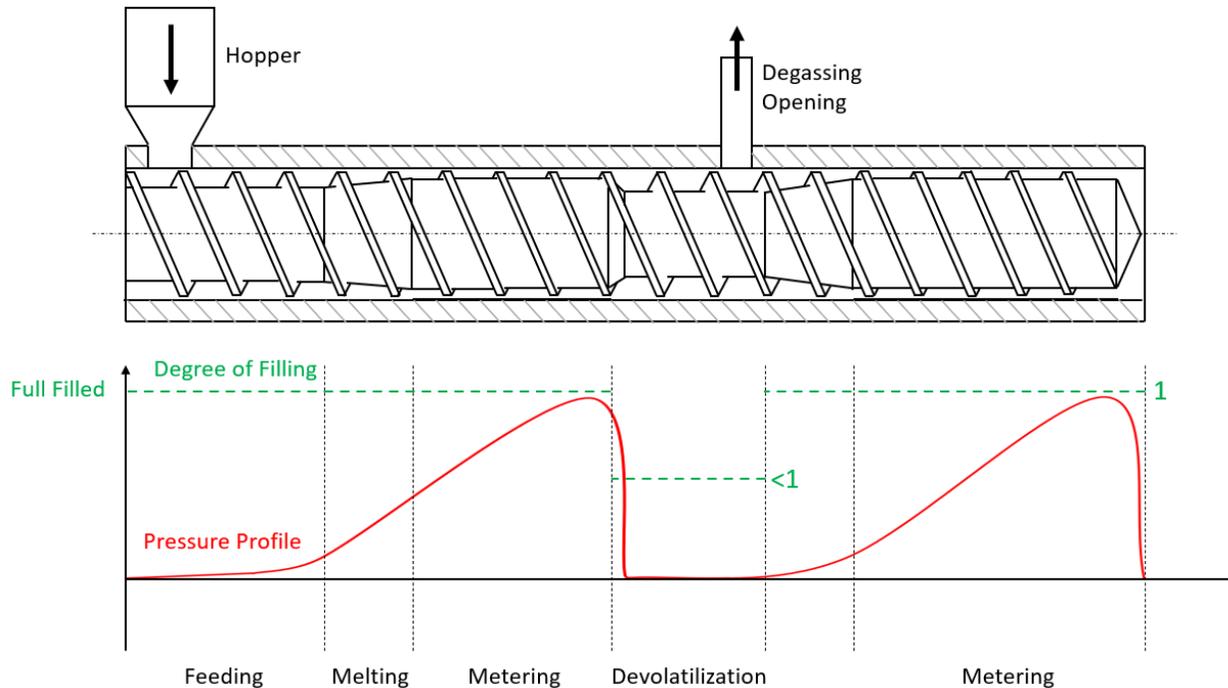
# Einleitung

- 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

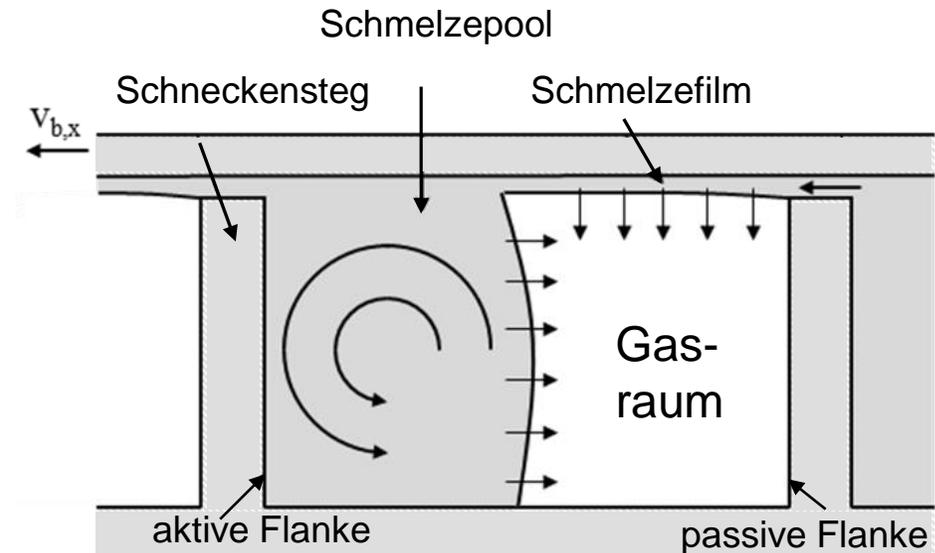
# Übersicht

- 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  $\eta$

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

$C_{in}$  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

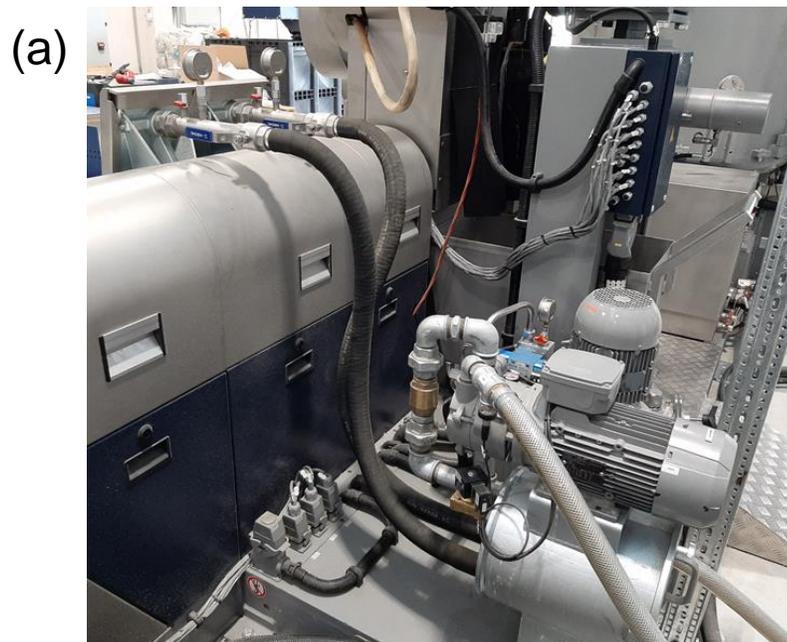
- Quantifizierung der Emissionen in einer Recyclingmaschine (INTAREMA 1108 TVEplus)
- Modifizierung der Entgasungsleitungen
- Sorptionsrohr zum Auffangen der Emissionen
- Variation
  - Anlagenparameter
  - Prozessparameter



*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

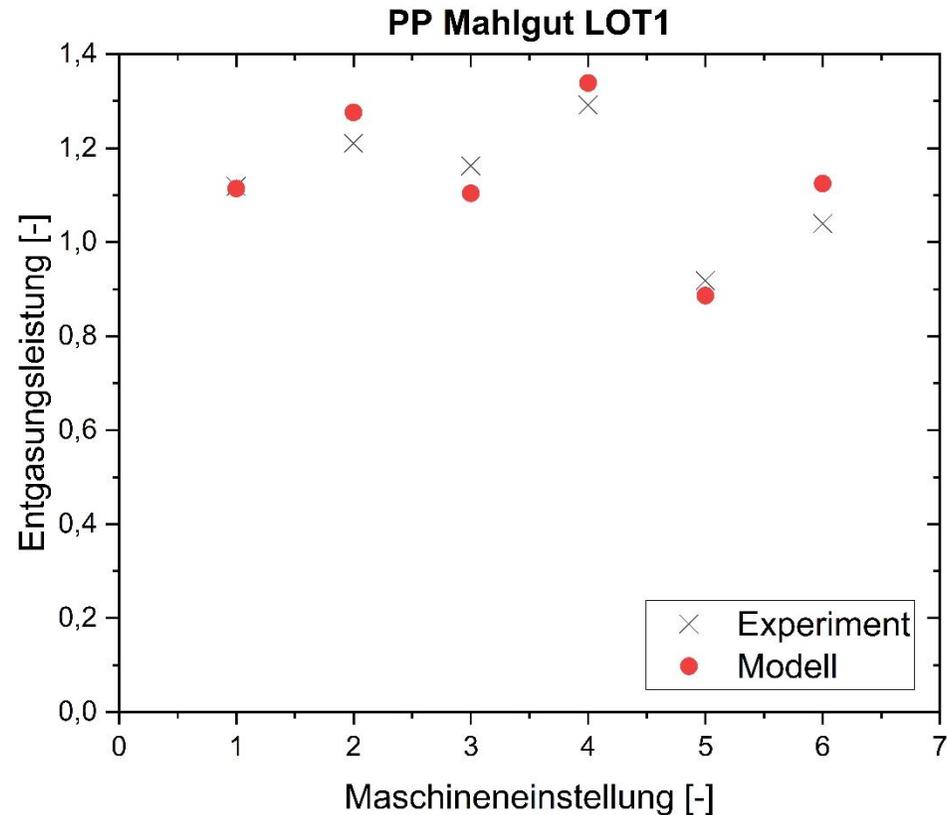


*PP Mahlgut: Input- und Outputmaterial*

# Übersicht

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

# Validierung des Entgasungsmodells

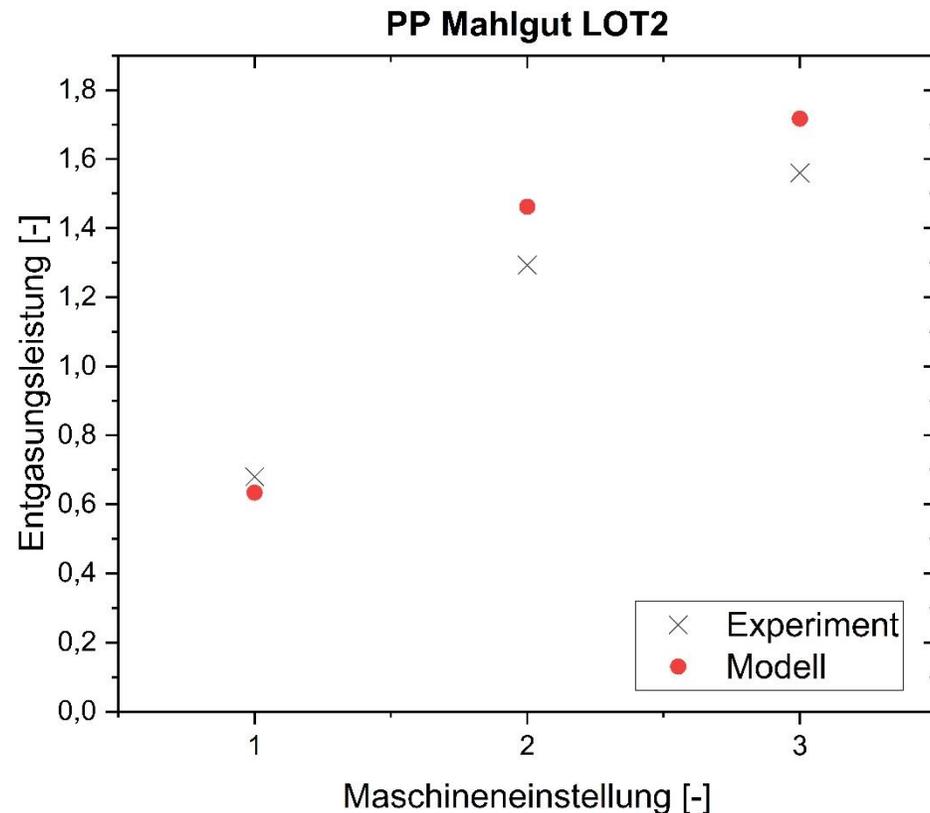


*Vergleich experimentelle Daten mit Vorhersage des Modells*

- 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](mailto:chi_nghia.chung@chasecenter.at)

+43 664 856 8516

**JOHANNES KEPLER  
UNIVERSITÄT LINZ**  
Altenberger Straße 69  
4040 Linz, Österreich  
[jku.at](http://jku.at)