HOCHSCHULE HANNOVER

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES AND ARTS

_

Fakultät II Maschinenbau und Bioverfahrenstechnik

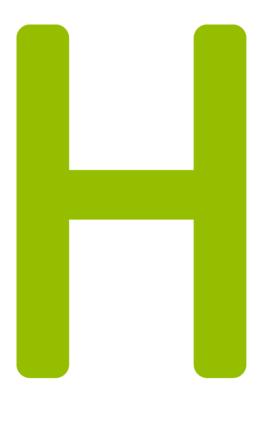


IfBB-Webinarreihe Biowerkstoffe im Fokus

Markus Kammer

28.11.2024







- 1. EINFÜHRUNG
- 2. EXTRUSION
- 3. MATERIALANALYSE
- 4. SIMULATIONSERGEBNISSE

Projektdaten ComEx



Projekttitel: Computersimulation in der Extrusionstechnik für

maßgeschneiderte Biokunststoffe und

Bioverbundwerkstoffe

Akronym: ComEx

Laufzeit: 01.07.2021 bis 31.12.2023 → Verlängerung bis

30.06.2024

Förderung: Bundesministerium für Bildung und Forschung

(BMBF)

Projektträger: Projektträger Jülich (PTJ)

Förderkennzeichen: 031B1113B

Projektleitung am IfBB: Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths

Projektbearbeitung am IfBB: Marie Tiemann, Markus Kammer,

Jan Kuckuck, Anna Dörgens

BEAUFTRAGT VOM





Projektziele



Verbesserung der Annahme und Anwendung von biobasierten Kunststoffen



Schaffung einer Werkstoffdatenbasis für Simulationszwecke biobasierter Kunststoffe



Simulation des Extrusionsprozesses im Doppelschneckenextruder



Validierung der Datenbasis und der Simulation zur Demonstration der Praxistauglichkeit

Hintergrund





Biopolymere werden aufgrund mangelnder Prozesserfahrung wenig verwendet



Prozessoptimierung und Umstellung oft kosten- und zeitintensiv



3D-Fließsimulationen können "Trial-and-Error" ohne Beeinträchtigung des laufenden Prozesses ersetzen



Aktuell fehlt die Datengrundlage für weitreichende Prozesssimulationen



Kooperationspartner



Projektpartner
IANUS Simulation GmbH

CFD-Simulation



Unterstützung KraussMaffei Extrusion GmbH

- Extruderbauteile
- verfahrenstechnische Beratung



Pioneering Plastics

Aufgabenbereiche





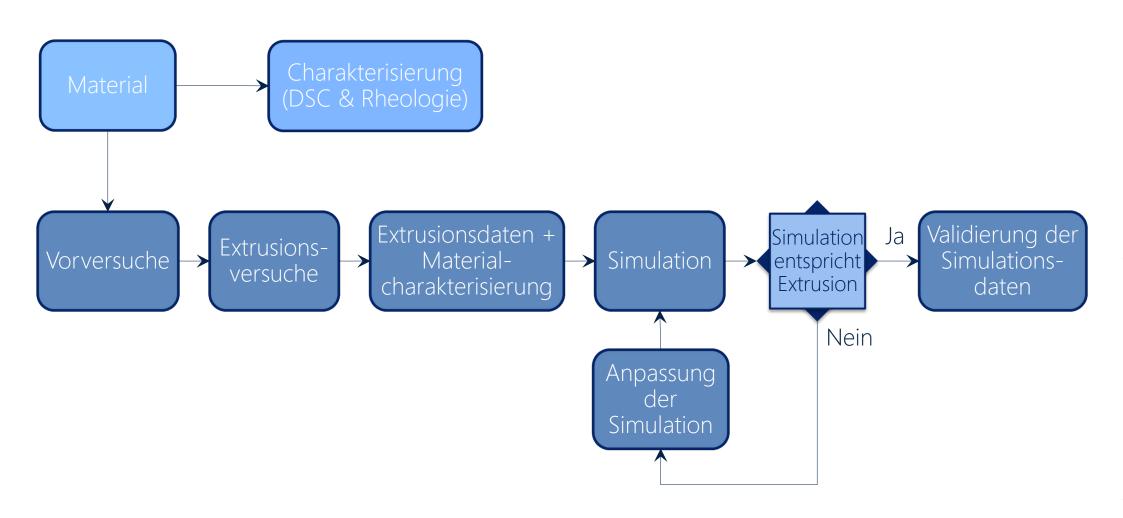


- Identifikation repräsentativer Materialien
- Durchführung von Extrusionsversuchen
- Aufnahme von Materialkennwerten
- Validierung der Simulationsergebnisse

- Simulation der Extrusionsprozesse
- Bereitstellung und Erarbeitung der Simulationssoftware
- Einarbeitung der erzielten Prozessdaten in die Simulation

Projektablauf





Materialien



Polyethylen

Polyethylenterephthalat Polylactide

Polyhydroxyalkanoate

PE
rPE
Bio-PE

PET ✓ rPET ✓ Bio-PET✓



PHB (optional)

Erhobene Daten für die Simulation



Extrusionsdaten

Materialdaten

Gehäusetemperaturen

Fließfähigkeiten (MFR/MVR-Werte)

Massetemperaturen

Viskositätskurven

Prozessdrücke (an vier relevanten Positionen)







Anwendungen in der Verfahrenstechnik:

- Aufschmelzen von Kunststoffen
- Einarbeiten von Füllstoffen, Fasern, Additiven, etc.
- Druckaufbau für folgende Verfahrensschritte

Druckaufbau	Mischzone	Dispergierzone	Aufschmelzzone	Dosierung
				

Doppelschneckenextruder



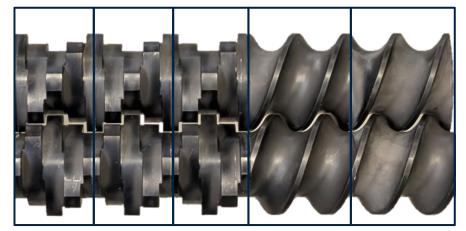
Stellschrauben

- Schneckengeometrie
 - Extruderschnecken bestehen aus Einzelelementen
 - Elemente erfüllen spezifische Aufgaben
 - Schneckengeometrie auf Materialien angepasst
- Drehzahl
- Verarbeitungstemperatur
- Düsengeometrie
 - Lochdurchmesser
 - Lochzahl
 - Form (z.B. Profilextrusion)



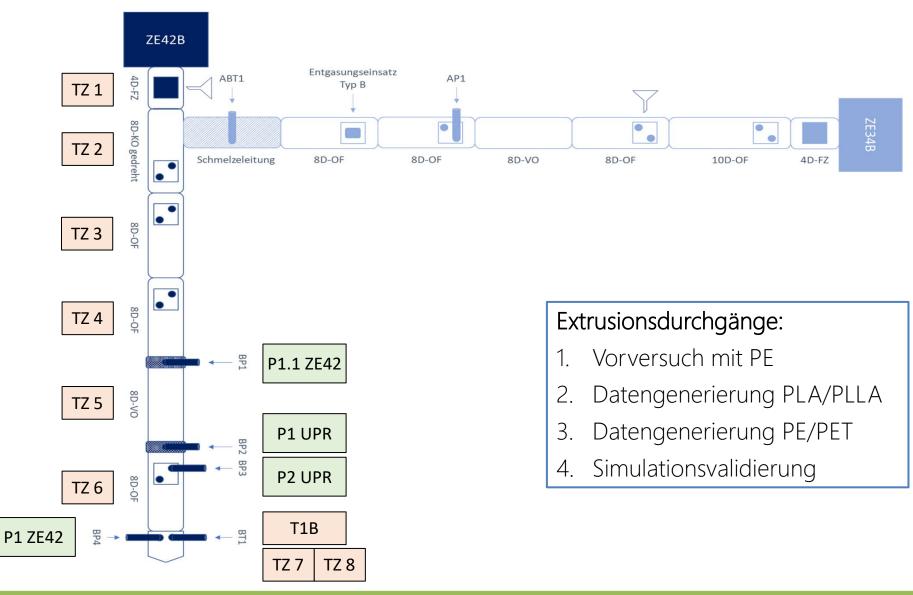
Knetelemente

Förderelemente





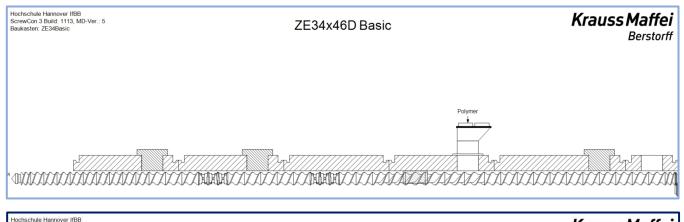
Extrusionsaufbau



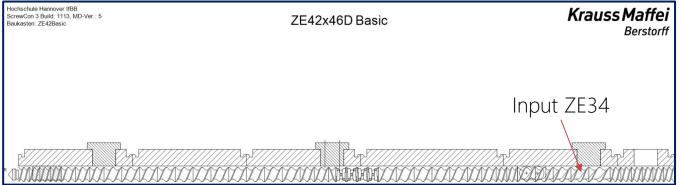
Schneckenaufbau Vorversuch: PE



Grund: Die Betriebsart des Extruders mit der Simulation abstimmen, um wenig Materialausschuss zu erzeugen und zuverlässige Ergebnisse zu generieren.



Schneckenkonfiguration ZE34B



Schneckenkonfiguration ZE42B

Variation der Drehzahl n:

100 min⁻¹ 150 min⁻¹ 200 min⁻¹

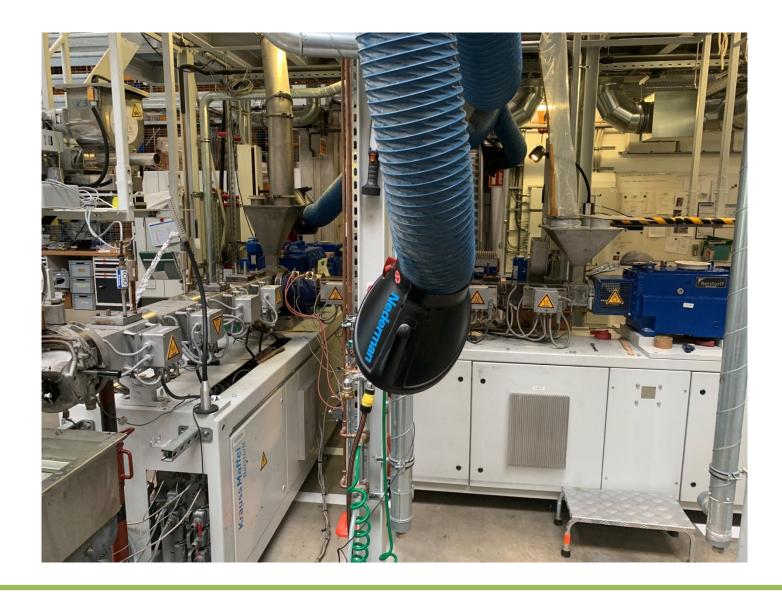
Extrusionsaufbau





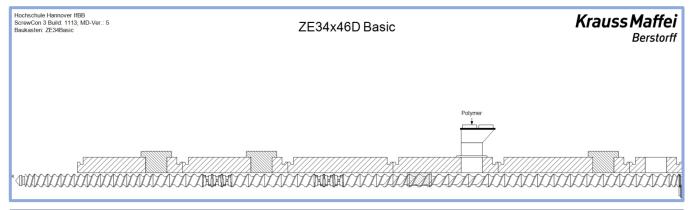
Extrusionsaufbau



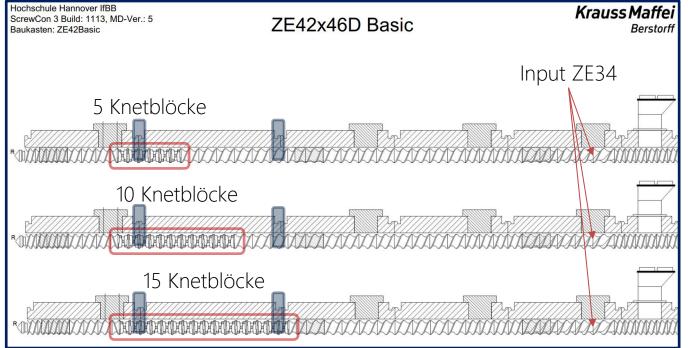


Schneckenaufbau Hauptversuche: PLA/PLLA/PE/PET





Schneckenkonfiguration ZE34B



Schneckenkonfiguration 7F42B

Variation der Drehzahl n: (PLA/PLLA)

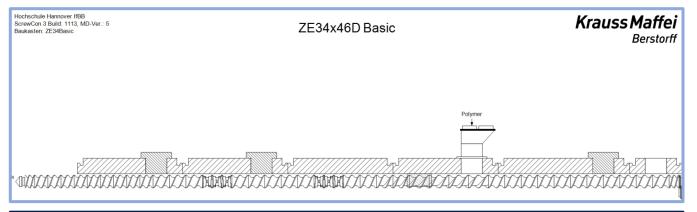
100 min⁻¹ 200 min⁻¹ 300 min⁻¹

Variation der Drehzahl n: (PE/PET)

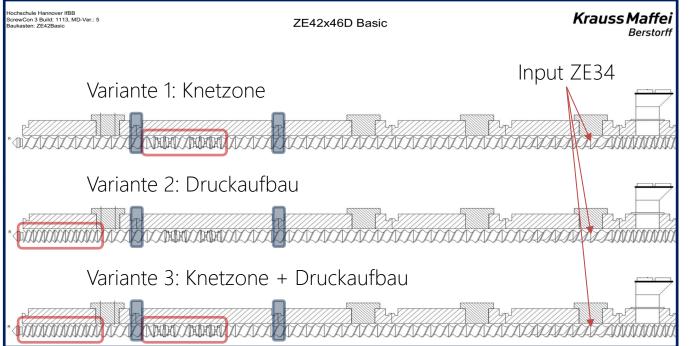
100 min⁻¹ 300 min⁻¹ 500 min⁻¹

Schneckenaufbau Validierungsversuche: PLA





Schneckenkonfiguration ZE34B



Schneckenkonfiguration ZE42B

Variation des Durchsatzes **m**: 30 kg/h 50 kg/h 70 kg/h

Variation der Drehzahl n: 100 min⁻¹ 300 min⁻¹ 500 min⁻¹

Versuchsplan Validierungsversuche: PLA



Parameternummer	Verwendete Extrusionsschnecke	Drehzahl in min-1	Durchsatz in kg/h
1	SimVal1 Knetzone	100	50
2	SimVal1 Knetzone	300	30
3	SimVal1 Knetzone	300	50
4	SimVal1 Knetzone	300	70
5	SimVal1 Knetzone	500	50
6	SimVal2 Druckaufbau	100	50
7	SimVal2 Druckaufbau	300	30
8	SimVal2 Druckaufbau	300	50
9	SimVal2 Druckaufbau	300	70
10	SimVal2 Druckaufbau	500	50
11	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	100	50
12	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	30
13	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	50
14	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	70
15	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	500	50



Fließfähigkeit (MFR/MVR)

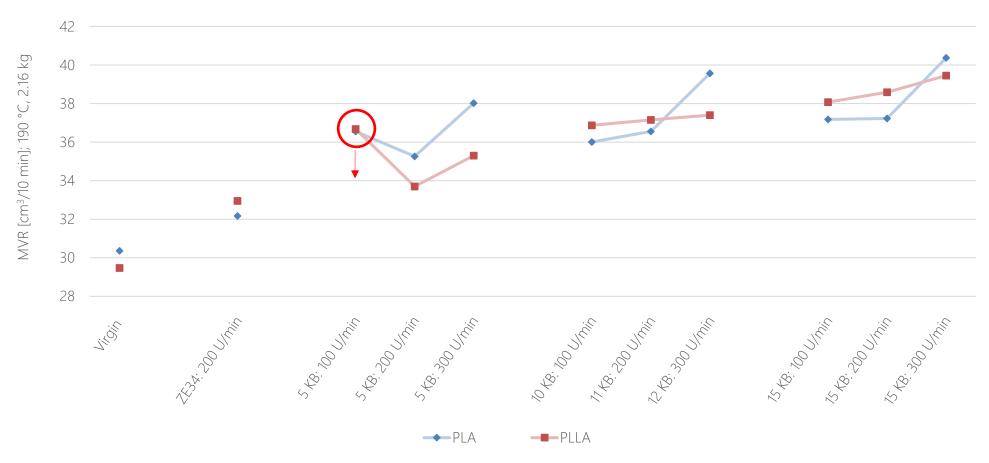


- Melt Mass Flow Rate (MFR) bzw. Melt Volume Flow Rate (MVR)
- Beschreibt die Fließfähigkeit von Kunststoffschmelzen
- ISO 1133-1 /-2
- Einstellungen:
 - Auflagegewicht
 - Messtemperatur
- Abzuleitende Materialeigenschaften:
 - molekularer Kettenabbau
 - mechanische Eigenschaften



Fließfähigkeiten im Vergleich

Fließfähigkeit von PLA/PLLA bei variierenden Knetblock-Konfigurationen und Drehzahlen



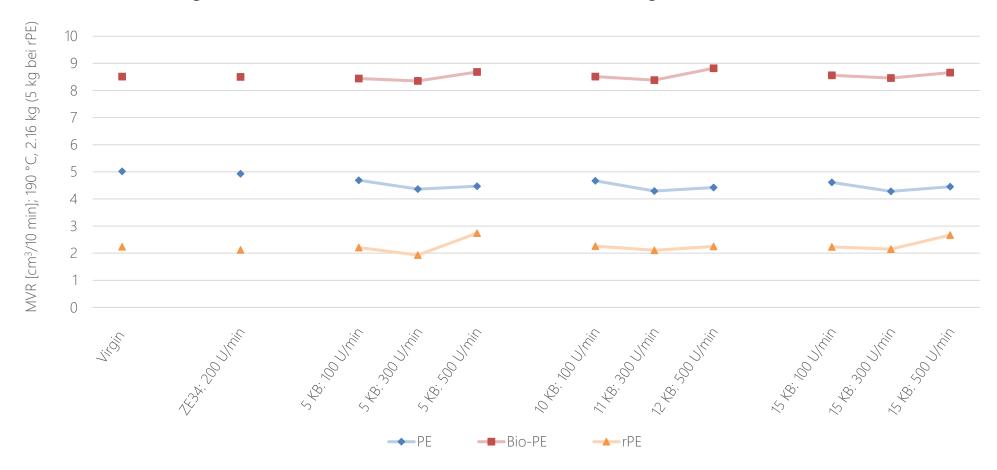
tendenziell steigende Fließfähigkeit:

→ Viskosität nimmt ab und damit auch die dynamischen Langzeiteigenschaften und die Schlagzähigkeiten



Fließfähigkeiten im Vergleich

Fließfähigkeit von PE bei variierenden Knetblock-Konfigurationen und Drehzahlen



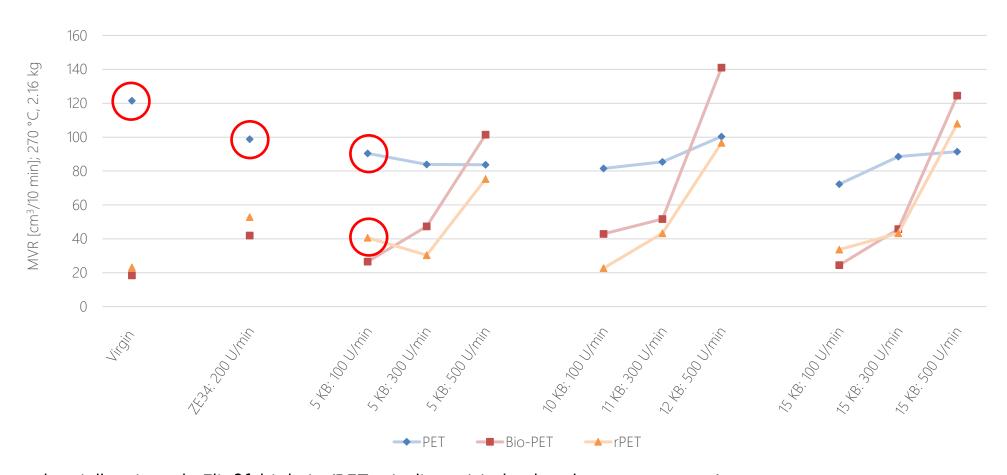
tendenziell (gering) steigende Fließfähigkeit:

→ Viskosität nimmt ab und damit auch die dynamischen Langzeiteigenschaften und die Schlagzähigkeiten



Fließfähigkeiten im Vergleich

Fließfähigkeit von PET bei variierenden Knetblock-Konfigurationen und Drehzahlen



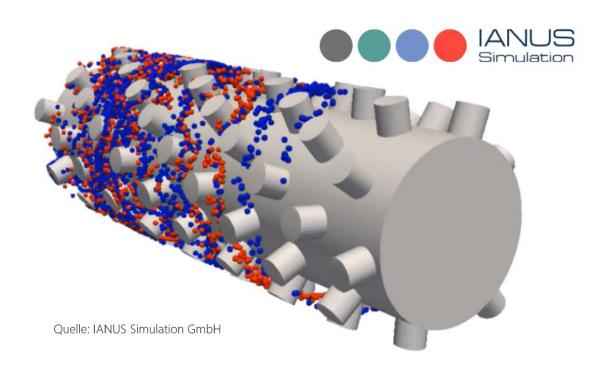
tendenziell steigende Fließfähigkeit: (PET mit dieser Methode schwer zu messen)

→ Viskosität nimmt ab und damit auch die dynamischen Langzeiteigenschaften und die Schlagzähigkeiten



Simulation





3D-CFD-Simulation: (Computational Fluid Dynamics)

- computergestützte numerische Methode zur Analyse und Vorhersage von Strömungsverhalten und -phänomenen in Fluiden
- erfasst das Fließverhalten der Kunststoffschmelze detailliert
- Materialverteilung und Druckaufbau im Extruder



Simulationsergebnisse

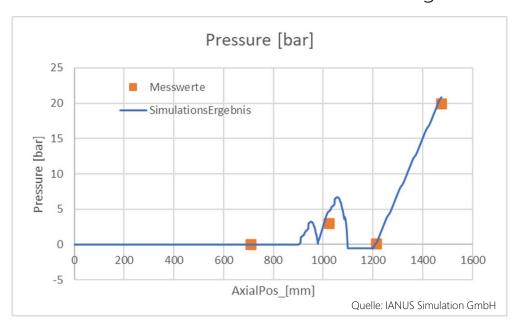
Parameternummer	Verwendete Extrusionsschnecke	Drehzahl in min ⁻¹	Durchsatz in kg/h
1	SimVal1 Knetzone	100	50
2	SimVal1 Knetzone	300	30
3	SimVal1 Knetzone	300	50
4	SimVal1 Knetzone	300	70
5	SimVal1 Knetzone	500	50
6	SimVal2 Druckaufbau	100	50
7	SimVal2 Druckaufbau	300	30
8	SimVal2 Druckaufbau	300	50
9	SimVal2 Druckaufbau	300	70
10	SimVal2 Druckaufbau	500	50
11	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	100	50
12	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	30
13	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	50
14	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	300	70
15	SimVal3 Knetzone+Druckaufbau	500	50

Simulationsergebnisse

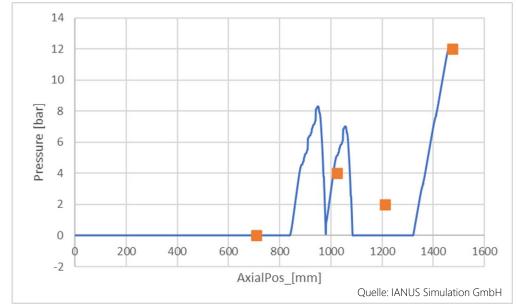


Vergleich des Prozessdrucks von Simulation und Messwerten bei unterschiedlicher Drehzahl

#1: Drehzahl 100 min⁻¹, Durchsatz 50 kg/h



#5: Drehzahl 500 min⁻¹, Durchsatz 50 kg/h



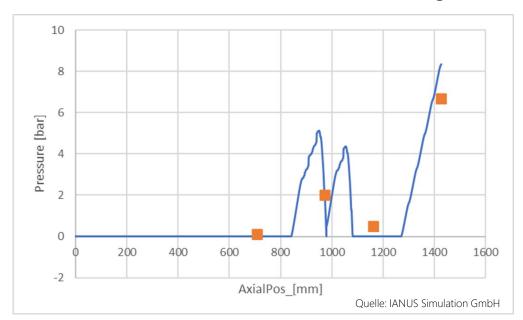


Simulationsergebnisse

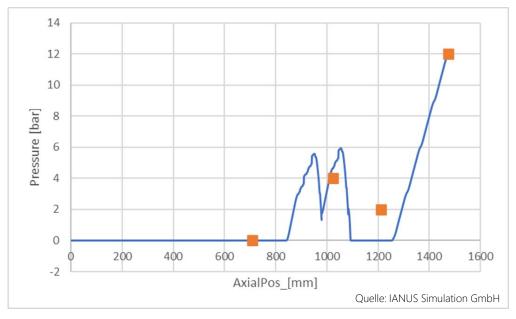


Vergleich des Prozessdrucks von Simulation und Messwerten bei unterschiedlichem Durchsatz

#2: Drehzahl 300 min⁻¹, Durchsatz 30 kg/h



#4: Drehzahl 300 min⁻¹, Durchsatz 70 kg/h







Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

Hochschule Hannover
IfBB – Institut für Biokunststoffe und
Bioverbundwerkstoffe
Heisterbergallee 10A
30453 Hannover

Markus Kammer

Tel.: 0511 / 9296 - 7239

E-Mail: markus.kammer@hs-hannover.de







Polymer	Hersteller	Тур
Bio-PE	Braskem / FKuR	STHA 7260
Bio-PE	Braskem / FKuR	STHC 7260
Bio-PE	Braskem / FKuR	STHG 7252NS
PE	Lyondellbasell	Lupolen 2420k
rPE	Vogt Plastic	HDPE Regranulat
Bio-PET	FKuR	Eastlon CB-602AB
PET	Indorama Ventures	Luxyclear PET 702K
rPET	Barlog Plastics	KEBALLOY ECO FE 220404
PLA	NatureWorks	Ingeo 3251D
PLLA	Total Corbion	Luminy L105
PHB	Biomer	Biomer P304