

ProKI - Dresden

KI-Demonstrations- und Transferzentrum Umformtechnik

22. InfoPoint

Werkzeugeinarbeitung - Wie lässt sich die Werkzeugein-
arbeitung mittels KI verkürzen?

22. ProKI-InfoPoint

Agenda

Adili Yiming

Professur für Werkzeugmaschinenentwicklung und adaptive Steuerungen, TU Dresden

Datenbasierte Werkzeugeinarbeitung in der Blechumformung

Georg Ivanov

ICM Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Qualitätsmanagement und vorausschauende Instandhaltung auf der Basis synthetischer Datensätze

Adili Yiming
Datenbasierte Werkzeugeinarbeitung in der Blechumformung

Datenbasierte Werkzeugeinarbeitung in der Blechumformung

Adili Yiming

adili.yiming@tu-dresden.de

Georg Ivanov
**Qualitätsmanagement und vorausschauende
Instandhaltung auf der Basis synthetischer Datensätze**

Qualitätsmanagement und vorausschauende Instandhaltung auf der Basis synthetischer Datensätze

ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V.

Dipl.-Ing. (FH), M. Eng. Thomas Reuter

M. Sc. Kristin Massalsky

Dr. rer. nat. Klaus Hoyer

Dipl.-Ing. Georg Ivanov

Dipl.-Phys.-Ing. (FH) Ing. Thomas Burkhardt

- 1) Was ist IHU?
- 2) Zielstellung & Vorgehensweise
- 3) Modellbildung & Simulation
- 4) Datenaufbereitung & Machine Learning
- 5) Nutzung

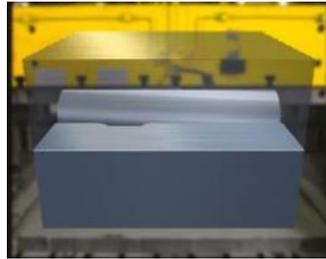
1. Was ist IHU?

1.1 Innen-Hochdruck-Umformung

1. Rohr einlegen



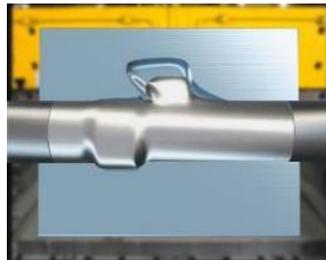
2. Werkzeug schließen



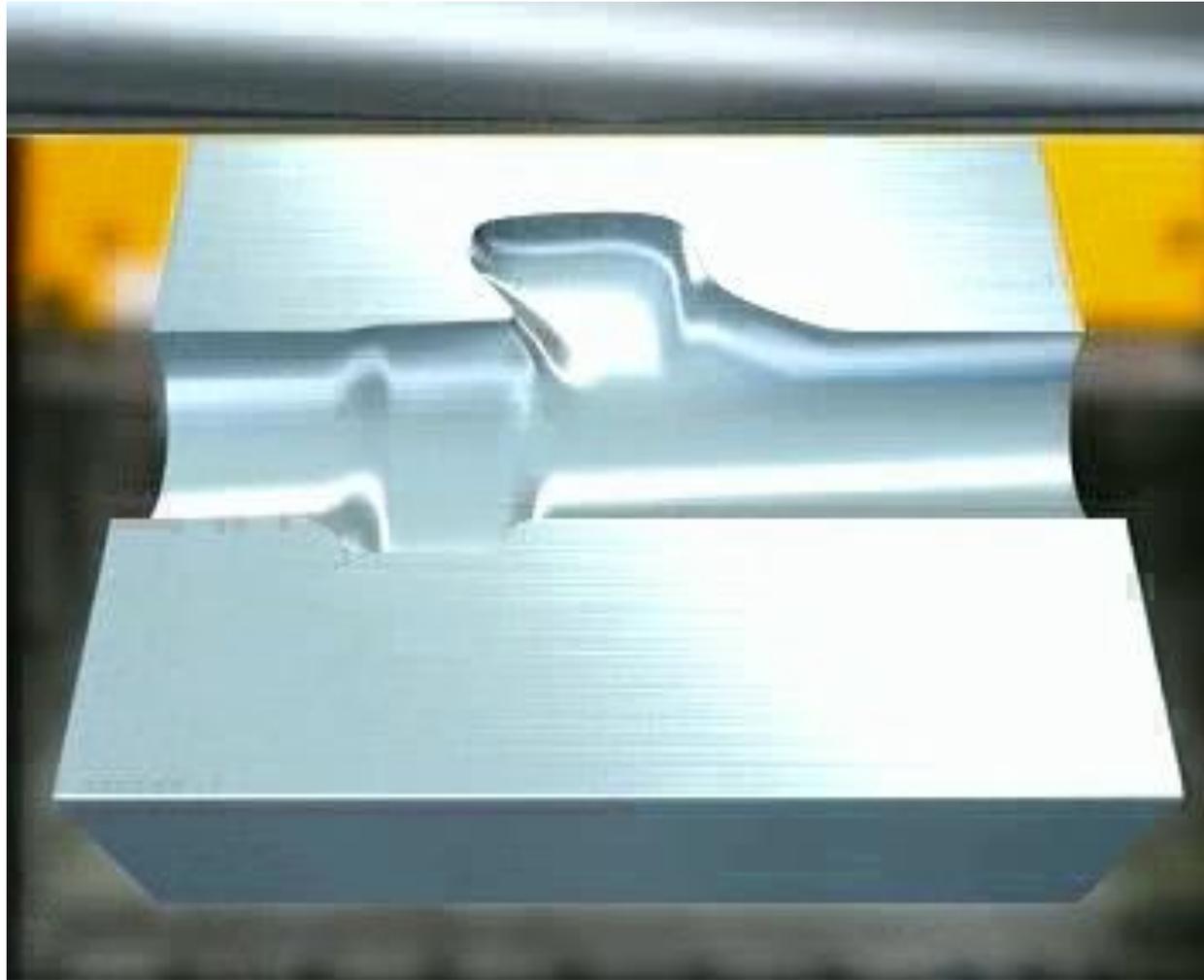
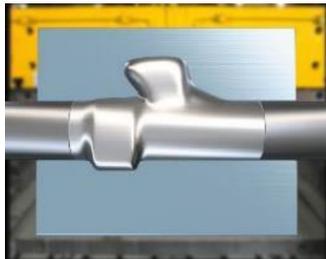
3. Anfahren Dichtstempel & Befüllen



4. Druckaufbau & Stempelnachschub

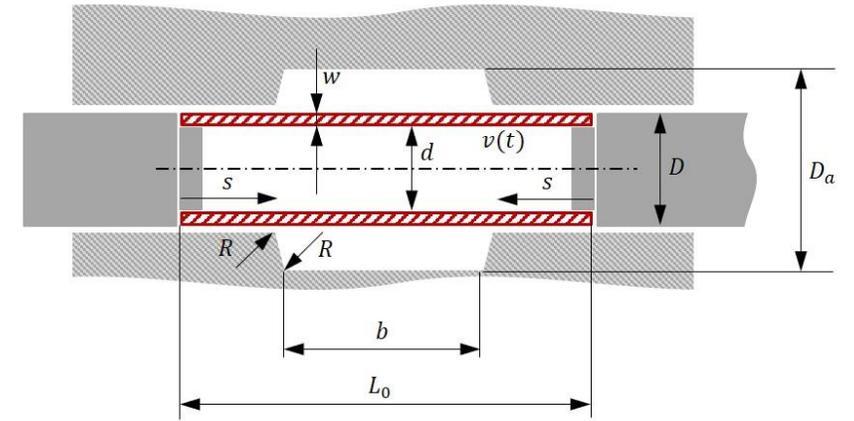
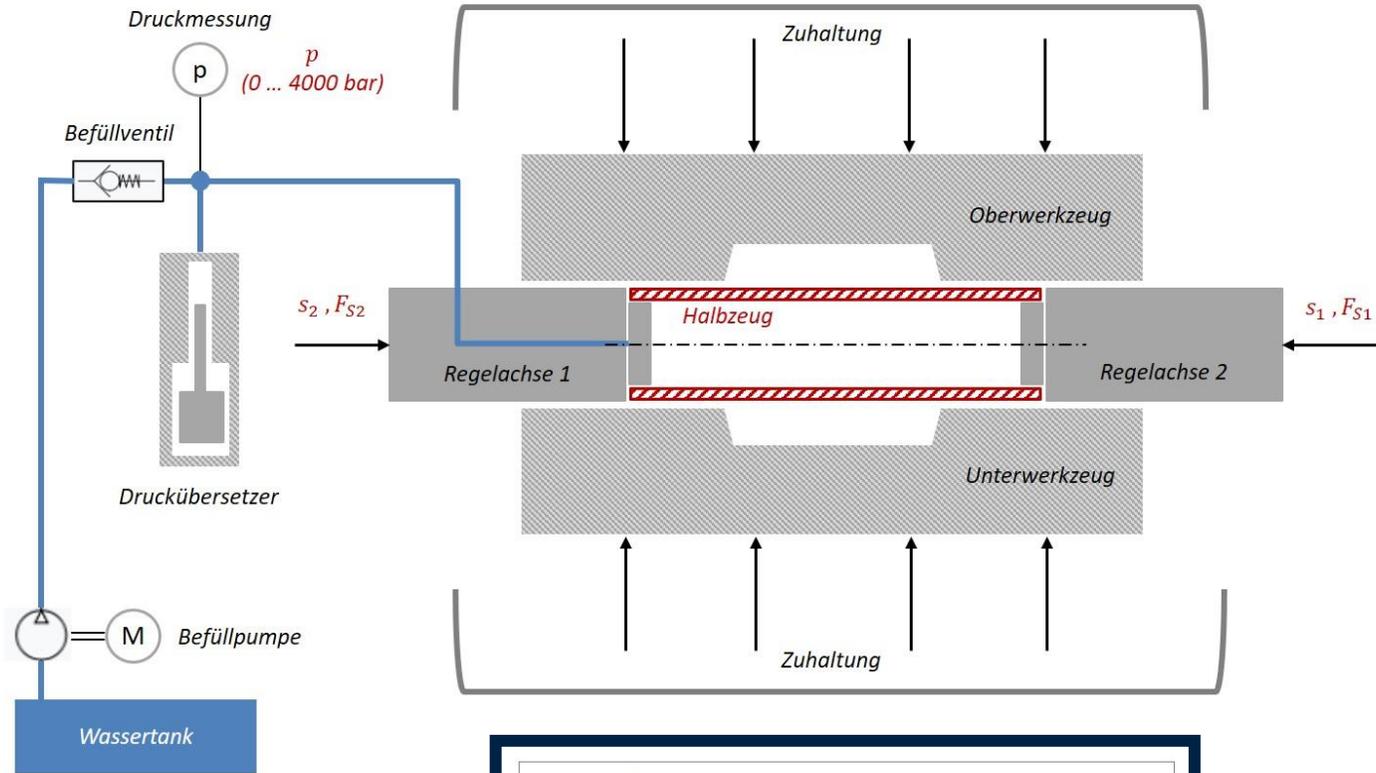


5. Kalibrieren & Bauteilentnahme



1. Was ist IHU?

1.2 Einflussgrößen auf IHU-Prozess (nicht vollständig)



p	Druck	F_{S2}	Kraft Regelachse 2
F_{S1}	Kraft Regelachse 1	s_2	Weg Regelachse 2
s_1	Weg Regelachse 1		

$D = 30 \text{ mm}$	Außendurchmesser Halbzeug		
$d = 28 \text{ mm}$	Innendurchmesser Halbzeug		
$w = 1 \text{ mm}$	Ausgangsdicke Halbzeug		
$L_0 = 100 \text{ mm}$	Ausgangslänge Halbzeug	→	99,6 mm -0,4 mm 99,8 mm -0,2 mm 100,0 mm ±0,0 mm 100,2 mm +0,2 mm 100,4 mm +0,4 mm
$D_a = 38 \text{ mm}$	Außendurchmesser IHU-Bauteil		
$R = 1 \text{ mm}$	Radius der Werkzeugkavität		
$b = 32 \text{ mm}$	Länge des herzustellenden Formelements		
s	Weg Axialstempel (prozessgeregelt)		
$k_f = 100\%$	Fließspannung	→	85% -15% 100% ±0% 110% +10%

2. Zielstellung & Vorgehensweise

Ziel

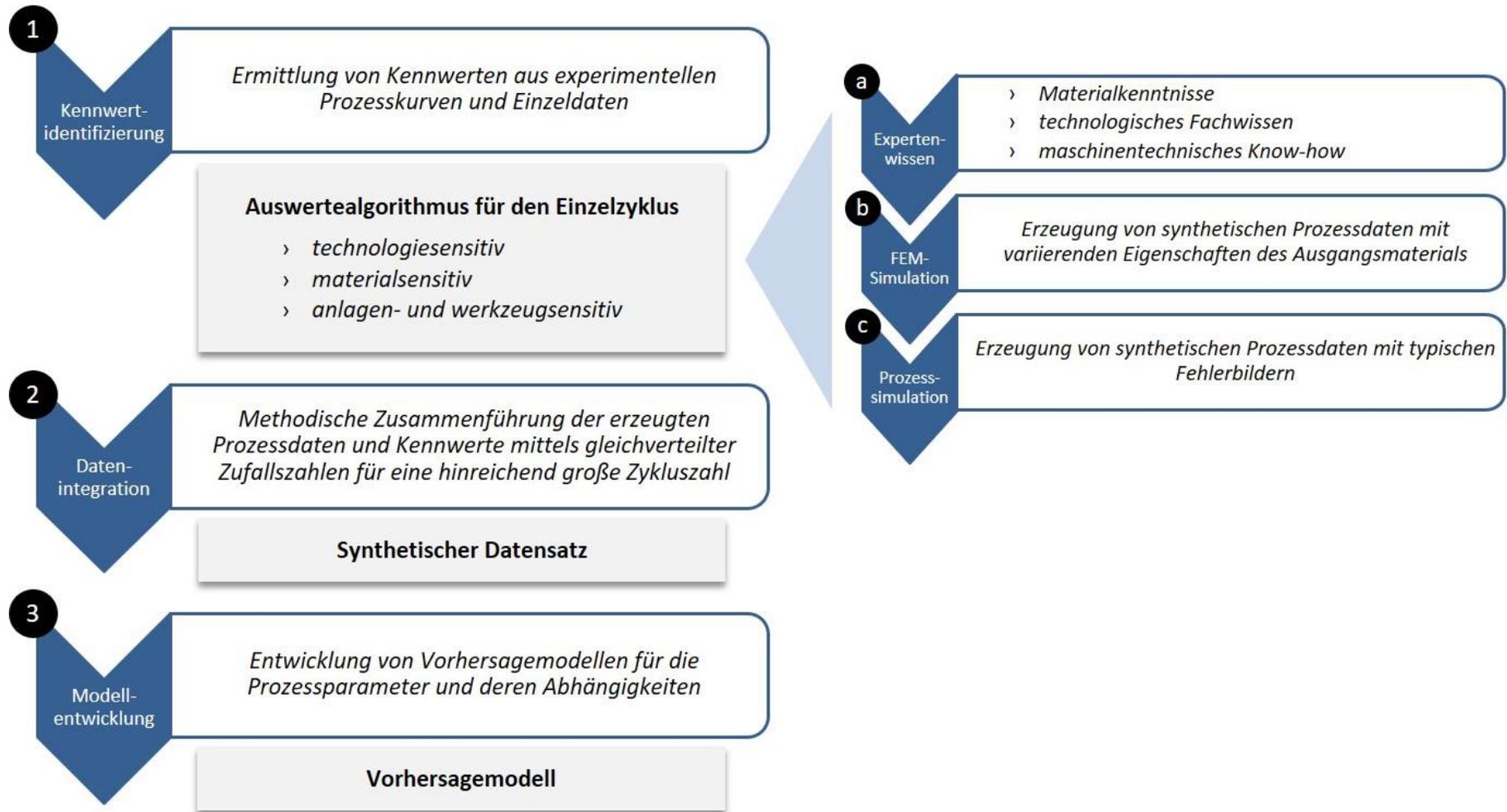
- Prozessüberwachung mit Maschinendaten

Ausgangssituation

- Expertenwissen & Prozesskenntnis
- Keine ausreichenden Messdaten & Quali-Daten

Maßnahmen

- Synthetische Daten (Modell Prozess- & Maschine)
- Machine Learning

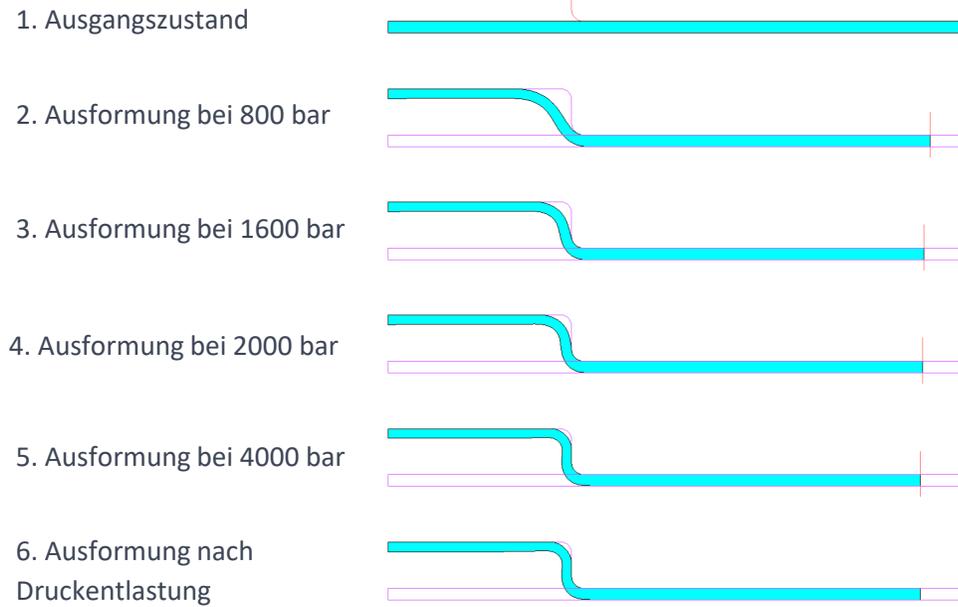


3. Modellbildung & Simulation

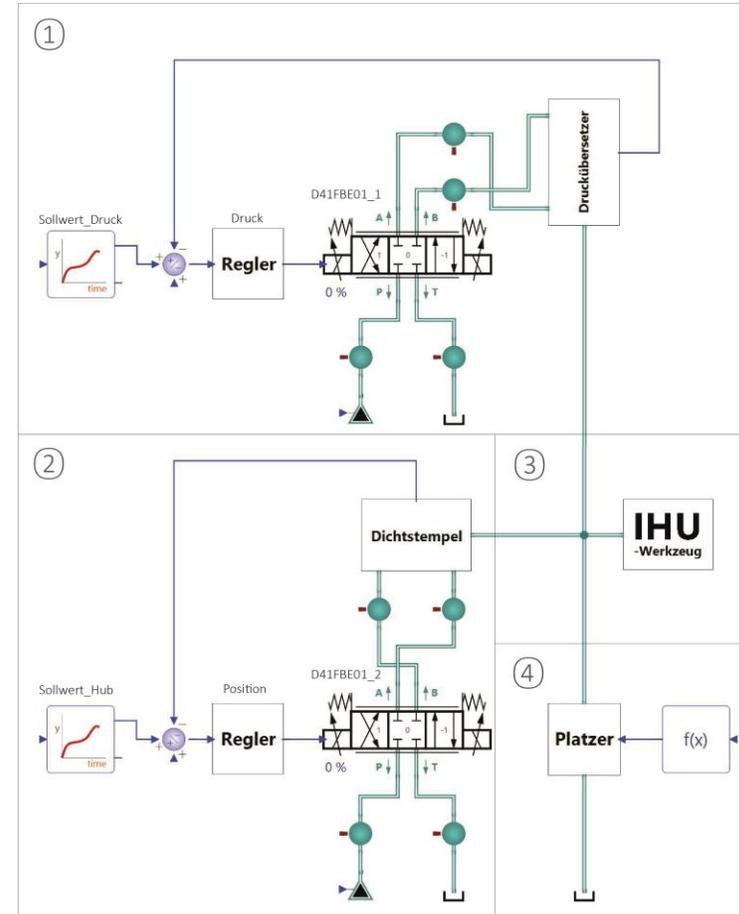
3.1 Modellierungsmethoden



Ebenes FE-Modell des Prozesses



Systemsimulationsmodell der Maschine

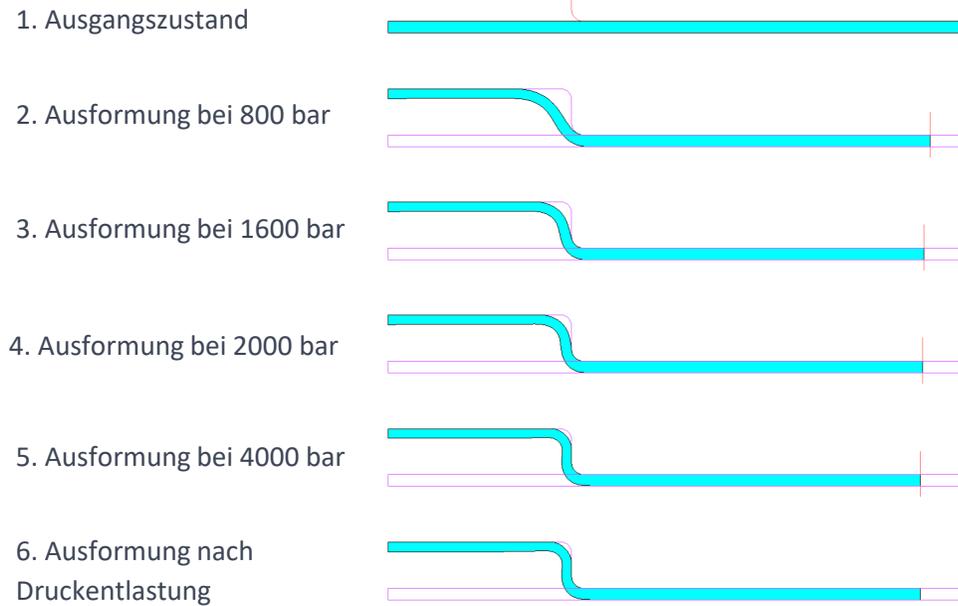


3. Modellbildung & Simulation

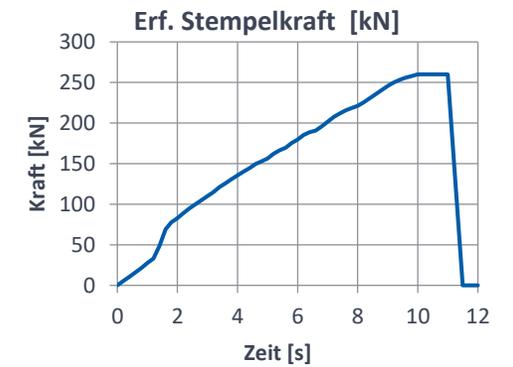
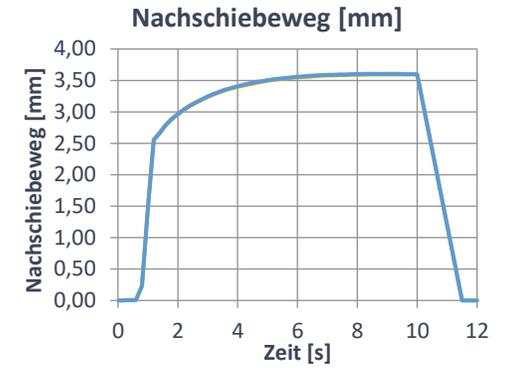
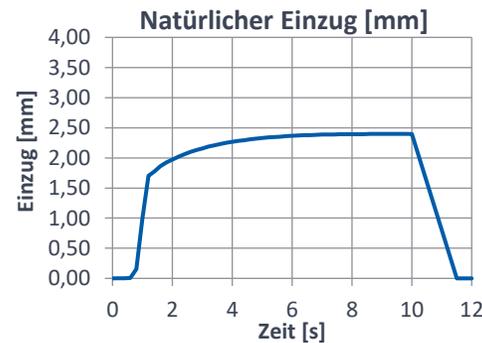
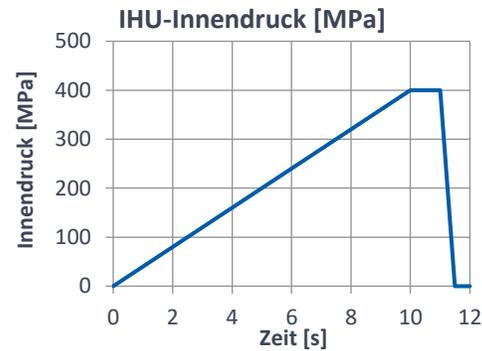
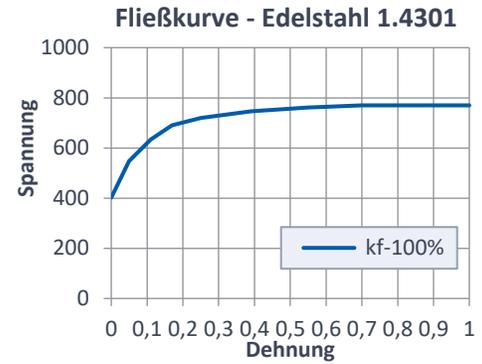
3.1 FE-Modell



Ebenes FE-Modell



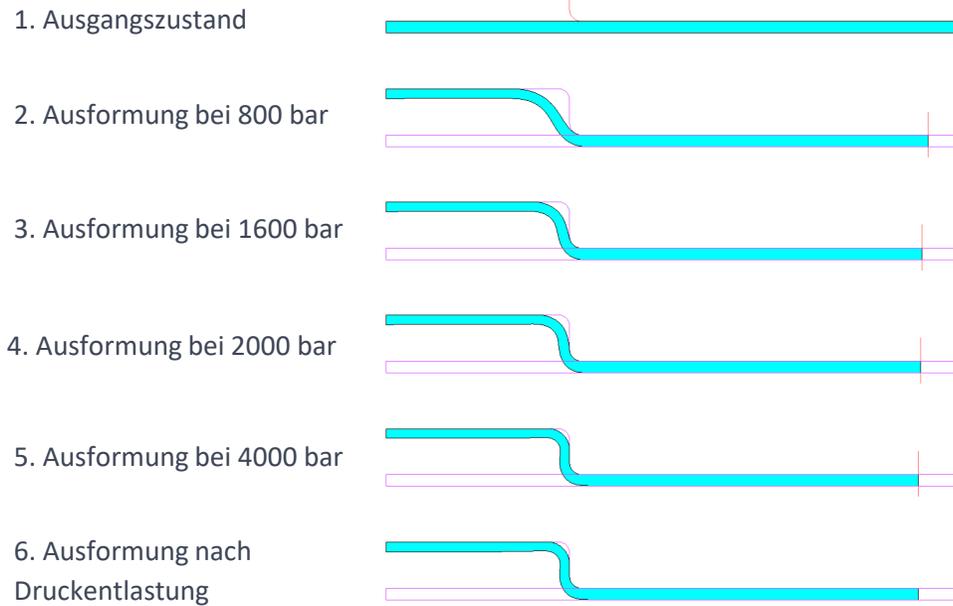
Vorgehen IHU-Simulation



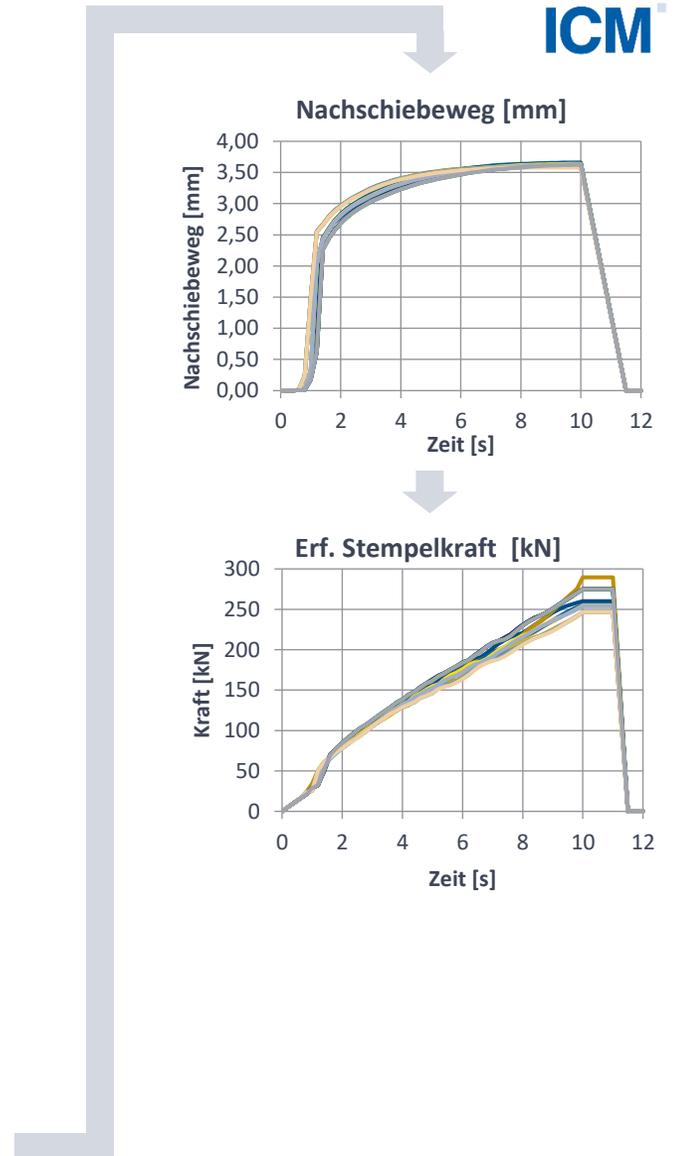
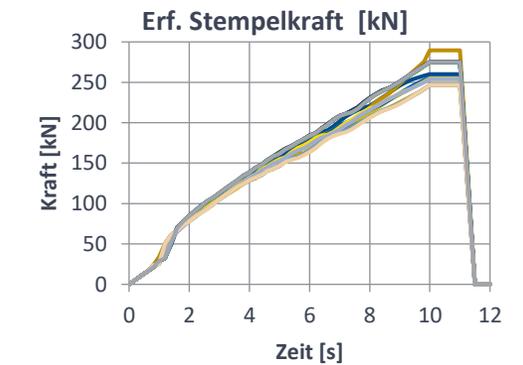
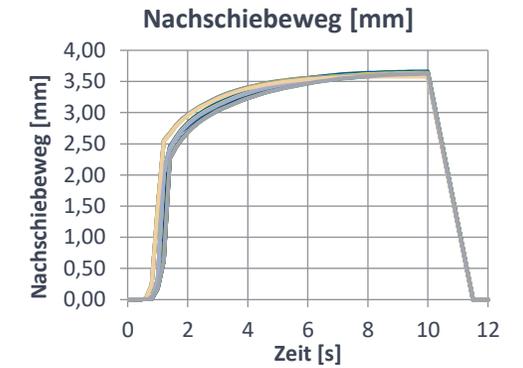
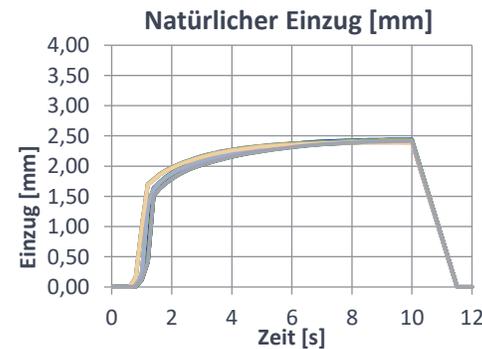
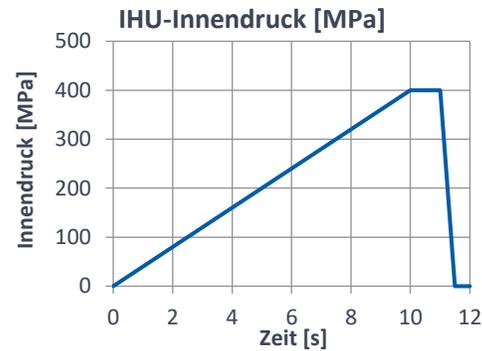
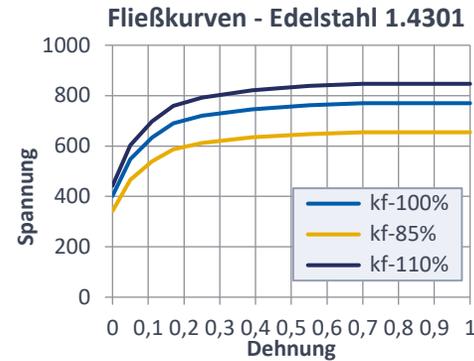
3. Modellbildung & Simulation

3.1 FE-Modell

Ebenes FE-Modell



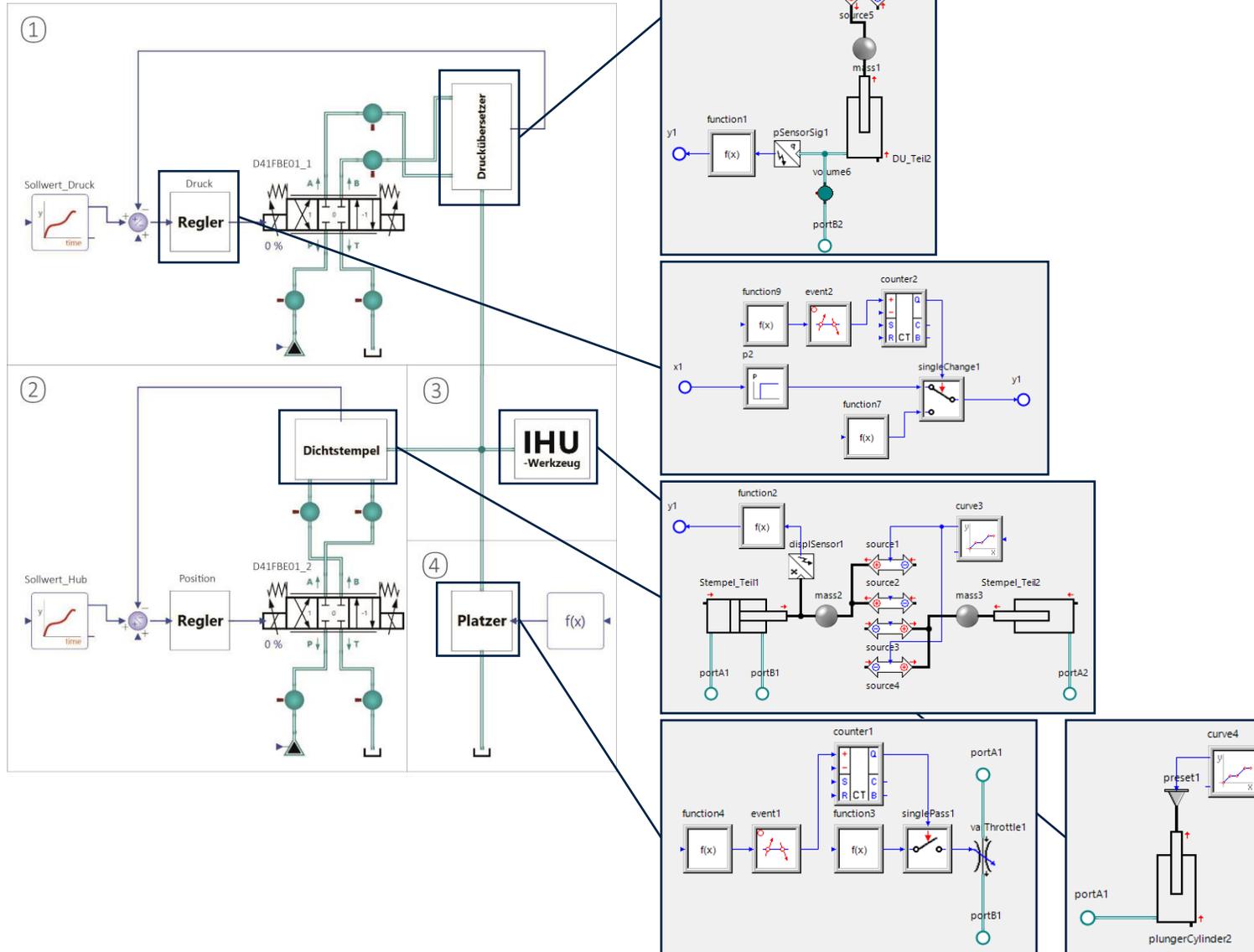
Parametervariation



➔ Simulation von Prozessschwankungen

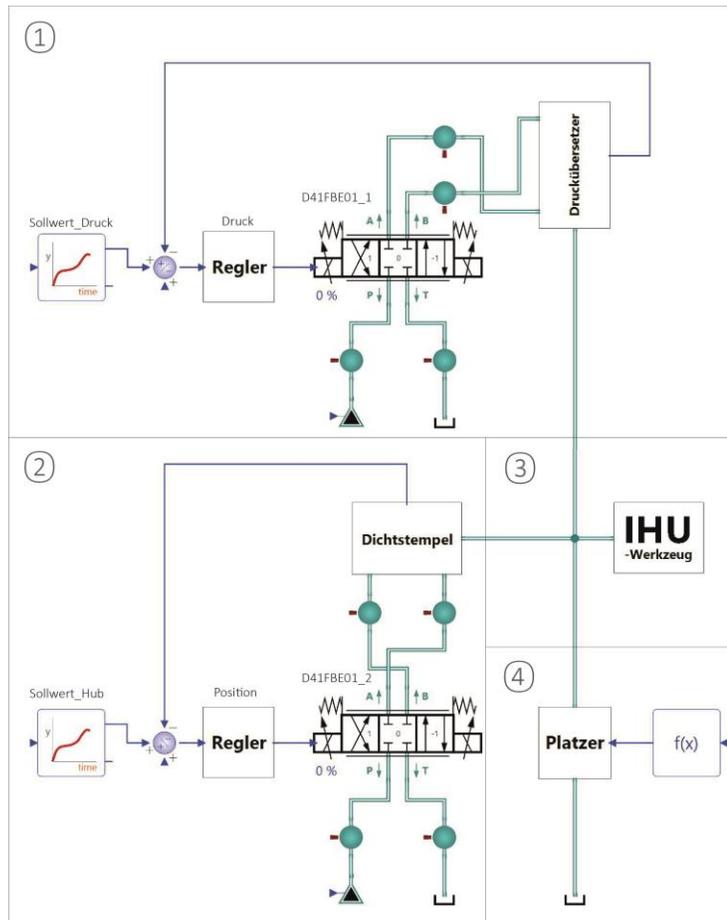
3. Modellbildung & Simulation

3.1 Systemsimulations-Modell



3. Modellbildung & Simulation

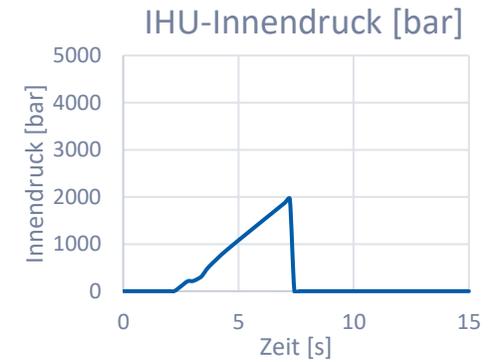
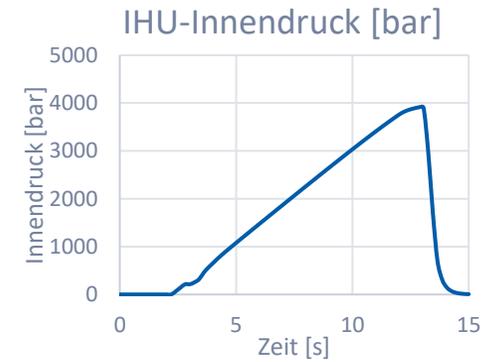
3.1 Systemsimulations-Modell



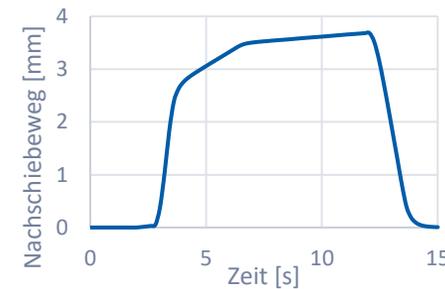
Simulation von Fehlern

Ohne Fehler

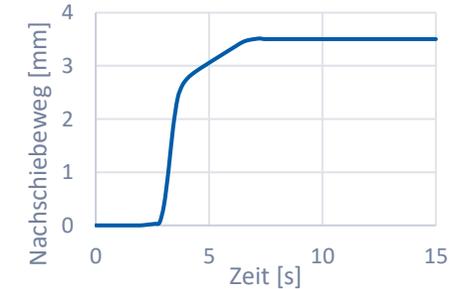
Mit Fehler – Bsp.: „Platzer“



Nachschiebeweg [mm]



Nachschiebeweg [mm]



Stempelkraft [kN]



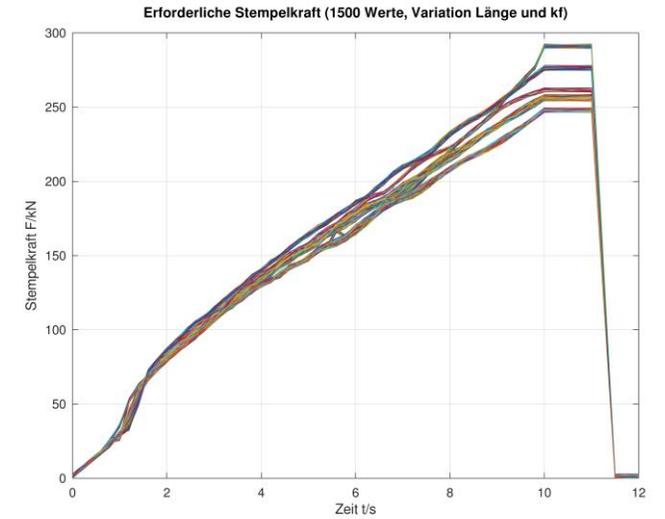
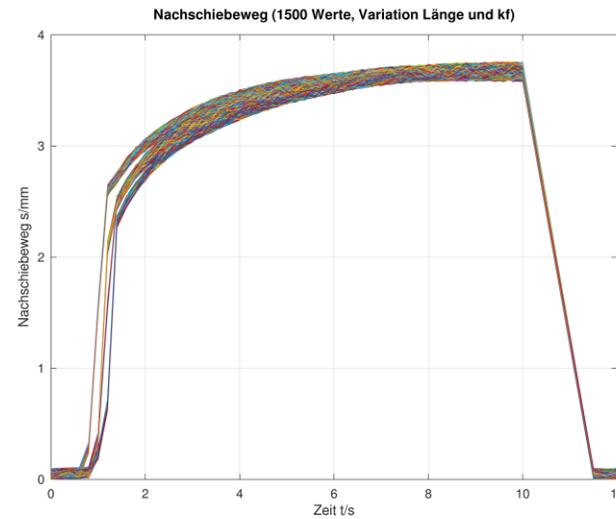
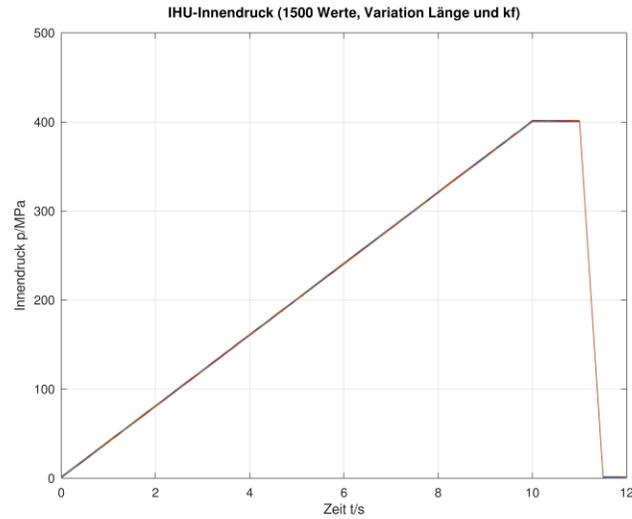
Stempelkraft [kN]



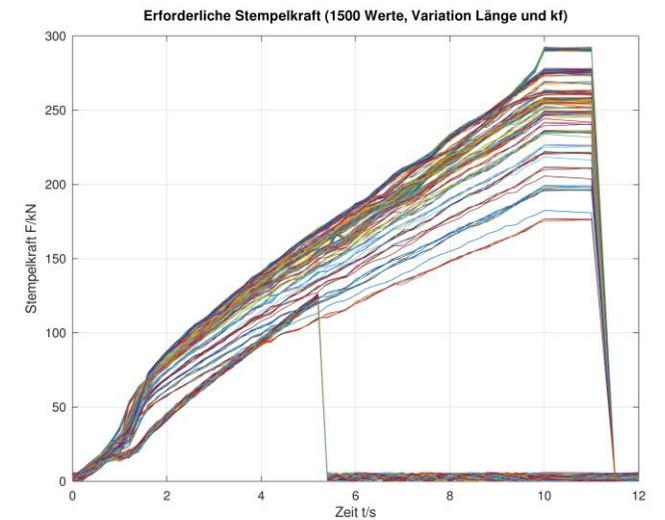
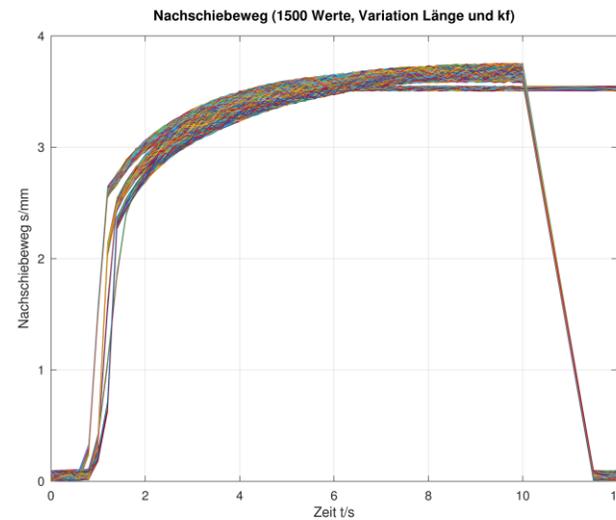
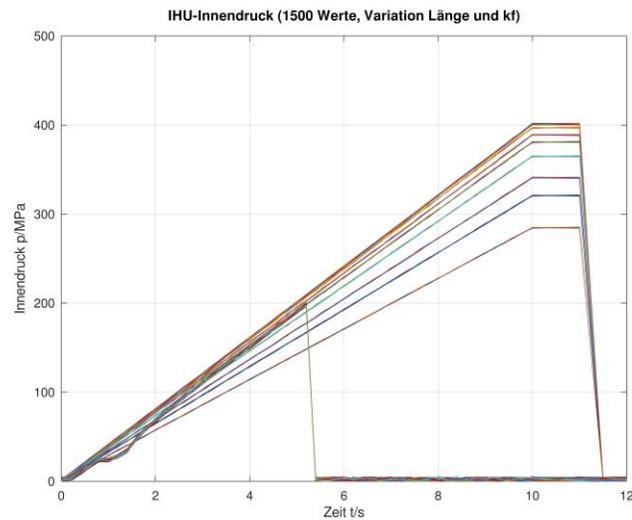
4. Datenaufbereitung & Machine Learning

4.1 Datenintegration & Weißes Rauschen

Weißes Rauschen

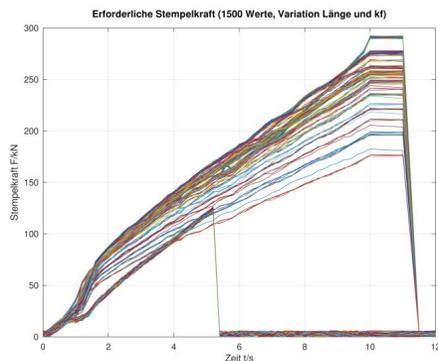
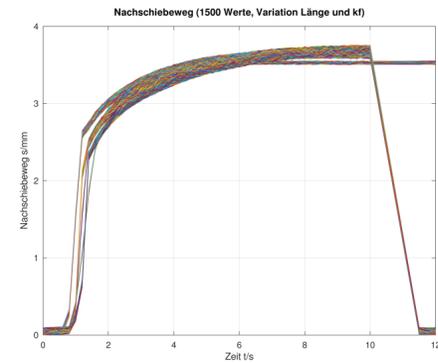
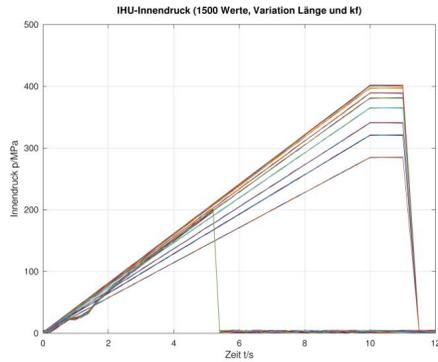


Fehler



4. Datenaufbereitung & Machine Learning

4.1 Synthetische Daten



Synthetischer Datensatz

Teile-Nr.	Länge L_0 [mm]	Fließspannung k_f [%]	$p = f(t)$	$F_S = f(t)$	$s = f(t)$	Gutteil	Ausschussteil
1	100,0	0,85				x	
2	100,2	1,10					Bauteilplatzer
3	99,6	1,20				x	
...

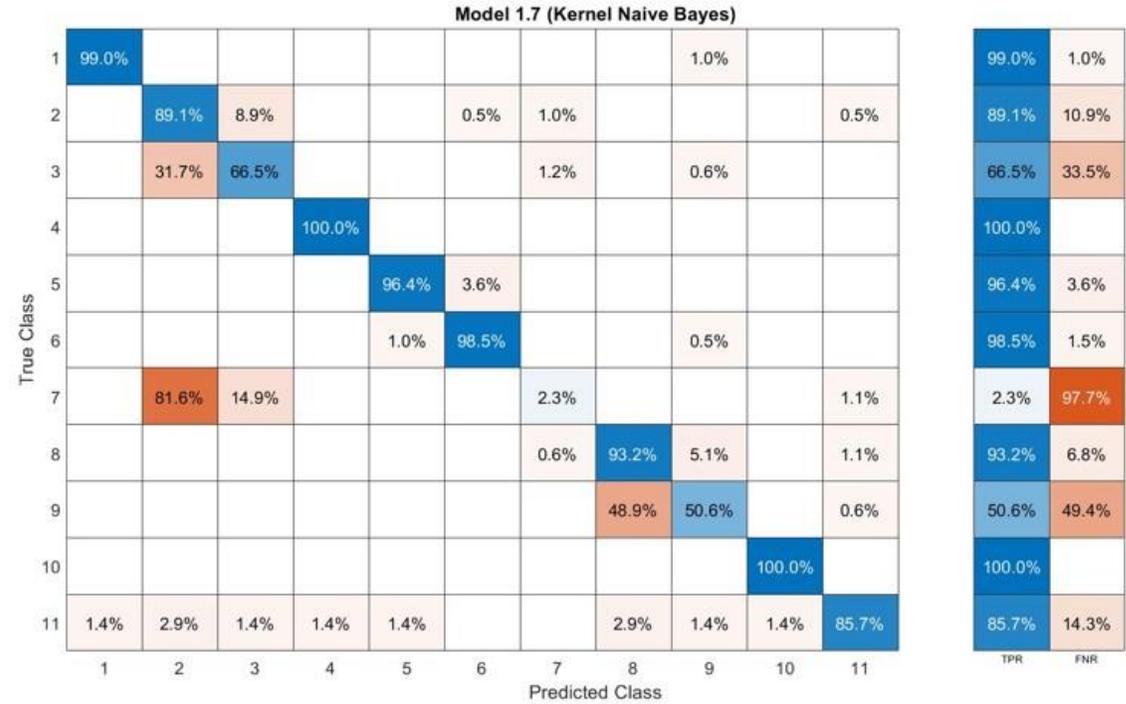
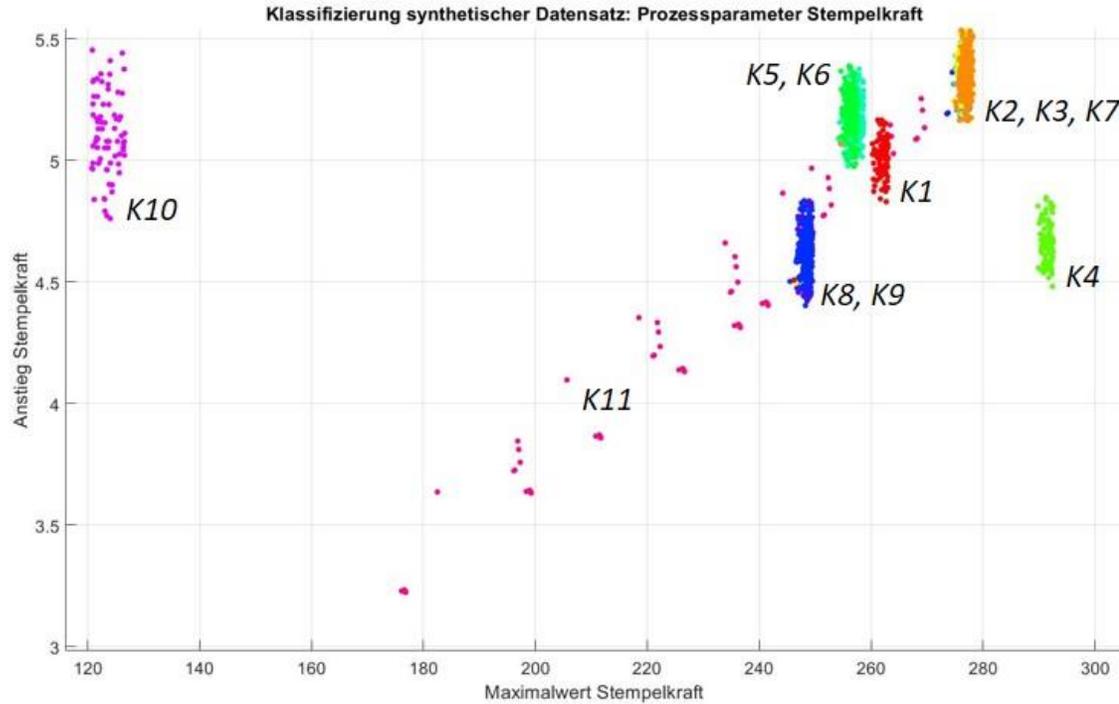
Feature-Berechnung

Merkmaleslektion

Teile-Nr.	Anstieg	Maximalwert	Integral
1	5,4135	7,4385e3	276,8199
2	4,7727	1,6499e3	123,4006
3	4,6714	6,8255e3	248,8776
...

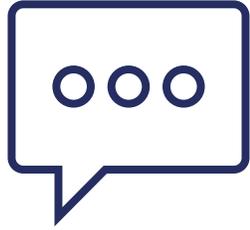
4. Datenaufbereitung & Machine Learning

4.1 Anwendung Machine-Learning-Algorithmen



K1	$\Delta L = \pm 0,0 \text{ mm}; k_f = 100\%$	K4	$\Delta L = \pm 0,0 \text{ mm}; k_f = 110\%$	K7	$\Delta L = \pm 0,0 \text{ mm}; k_f = 85\%$
K2	$\Delta L = \pm 0,2 \text{ mm}; k_f = 100\%$	K5	$\Delta L = \pm 0,2 \text{ mm}; k_f = 110\%$	K8	$\Delta L = \pm 0,2 \text{ mm}; k_f = 85\%$
K3	$\Delta L = \pm 0,4 \text{ mm}; k_f = 100\%$	K6	$\Delta L = \pm 0,4 \text{ mm}; k_f = 110\%$	K9	$\Delta L = \pm 0,4 \text{ mm}; k_f = 85\%$
				K10	Bauteilplatzer
				K11	Verschleiß im System Druckerzeuger

- Vorteile Nutzung synthetische Daten:
 - Wenig Realdaten vorhanden
 - Sehr viele Messdaten notwendig (jedes Teil/ jede Charge)
 - Fehlerfälle die nur sehr selten auftreten
 - Theoretische Erkenntnisse über die Performance der KI -> viele Fehlerfälle reichen der KI theoretisch für eine zuverlässige Bewertung?
- Vorteile Nutzung von KI:
 - Steuerung ermächtigen eigenständig Fehler zu identifizieren (schwer durch klassische Programmierung)
 - Fehleridentifikation, welche der Mensch nicht in Lage ist zu leisten
 - Fehlervorhersage/ Prognose
 - Keine zusätzlichen Sensoren (Nutzung der funktionsbedingt notwendigen Sensorik)
- Nutzung der KI für:
 - Prozessüberwachung & Fehlerdetektion
 - Aktive Prozessregelung (Variation der Prozessführung in Abhängigkeit der Prozessschwankungen)
- Gesellschaftlicher Mehrwert:
 - Konservierung/ Digitalisieren von Know-How/ Expertenwissen (Demografischer Wandel)
 - Energie- und Ressourceneffizienz
 - Neue Arten der Wertschöpfung (digitale Geschäftsmodelle)
- Weiterer F&E-Bedarf:
 - Weitere Ausbau der Methode (mehr Parameter, mehr Fehler)
 - Anwendung auf realen Prozess
 - Gekoppelte Simulation
 - Aktive Prozessregelung
 - Übertragung auf andere Technologien



Georg Ivanov

Fon +49 (0)371 2 78 38 312
Mobil -
E-Mail g.ivanov@icm-chemnitz.de

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

ICM¹

Institut Chemnitzer
Maschinen- und Anlagenbau e.V.

ICM – Institut Chemnitzer
Maschinen- und Anlagenbau e.V.
Otto-Schmerbach-Straße 19,
09117 Chemnitz

Mail info@icm-chemnitz.de
Fon +49 (0)371 2 78 36 101
Fax +49 (0)371 2 78 36 104

Top-Bewertung auf [kunu](#)²³



www.icm-chemnitz.de