

# ENERGETISCHE ANALYSE EINER VOLLELEKTRISCHEN SPRITZGUSSMASCHINE AUSWIRKUNGEN DER MATERIALART AUF DEN ENERGIEBEDARF



# Fachgebiet umweltgerechte Produkte und Prozesse

## Lehrstuhlinhaber Prof. Dr.-Ing. Jens Hesselbach



### Forschungsschwerpunkte

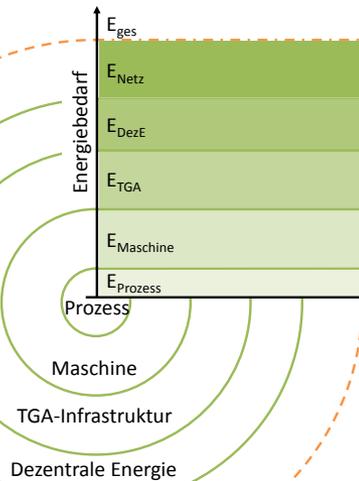
1. Klima-, energie- und ressourceneffiziente Produktion
2. Modellierung, Simulation und Steuerung von Produktion und Umfeld
3. Dezentrale Energieversorgung und Erneuerbare Energien
4. Life Cycle Engineering

### Universitäre Lehre

- Life Cycle Engineering
- Messen von Stoff- und Energieströmen
- Energieeffiziente Produktion
- Energiemanagementsysteme
- Simulationsgestützte Steuerung vernetzter Systeme
- Simulation und Steuerung von Produktions- und Energiesystemen

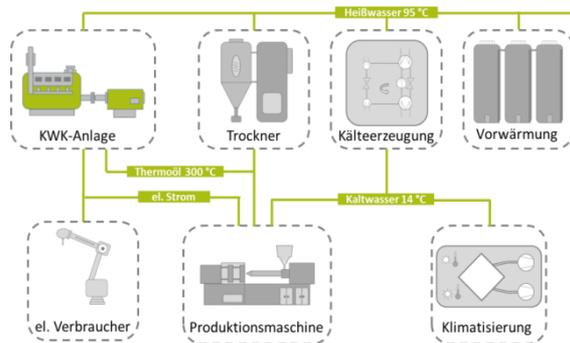
# Forschungsvorgehen und -ansätze

## Ansatz

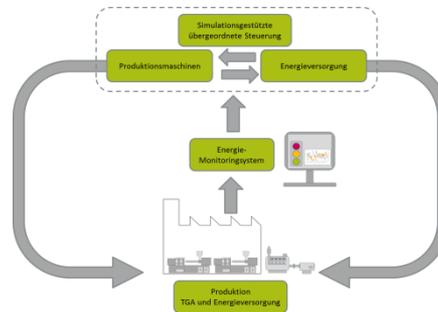


Quelle: angelehnt an Smart Consumer, 2014

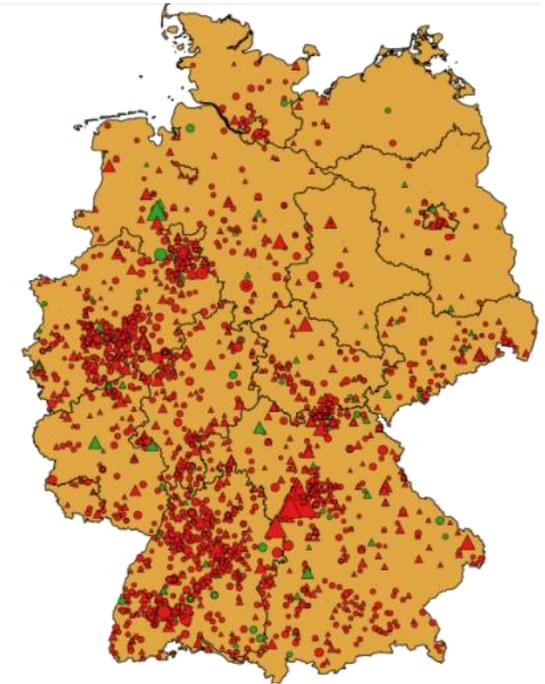
## Simulation



## Steuerung



## Potentialermittlung



© GeoBasis-DE / BKG 2016 (Daten verändert)

# Agenda

- Hintergrund
- Messaufbau
- Ergebnisse
- Ausblick

# Hintergrund

	Density	Clarity	Color	UV stability	Abrasion resistance	Chemical resistance	Heat resistance	Mech. strength/ Impact resistance	Energiebedarf
Glass	2.50	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	X	✓✓✓
PC	1.20	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
TP-PET	1.17	✓✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	✓✓✓
PMMA	1.15	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓	✓	✓✓✓
SAN	1.07	✓✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓
SMMA	1.07	✓✓✓	✓✓✓	✓	✓✓	✓✓	✓✓	✓	✓✓✓
mABS	1.07	✓✓	✓✓	✓	✓	✓✓	✓	✓✓	✓✓
MBS	1.05	✓✓	✓✓✓	✓	✓	✓✓	✓	✓✓✓	✓✓✓

Quelle: angelehnt an Styrolution

⇒ Energiebedarf bereits entscheidender Faktor bei **Maschinenauswahl** (EUROMAP)

⇒ Zukünftig auch entscheidender Faktor bei **Materialauswahl**

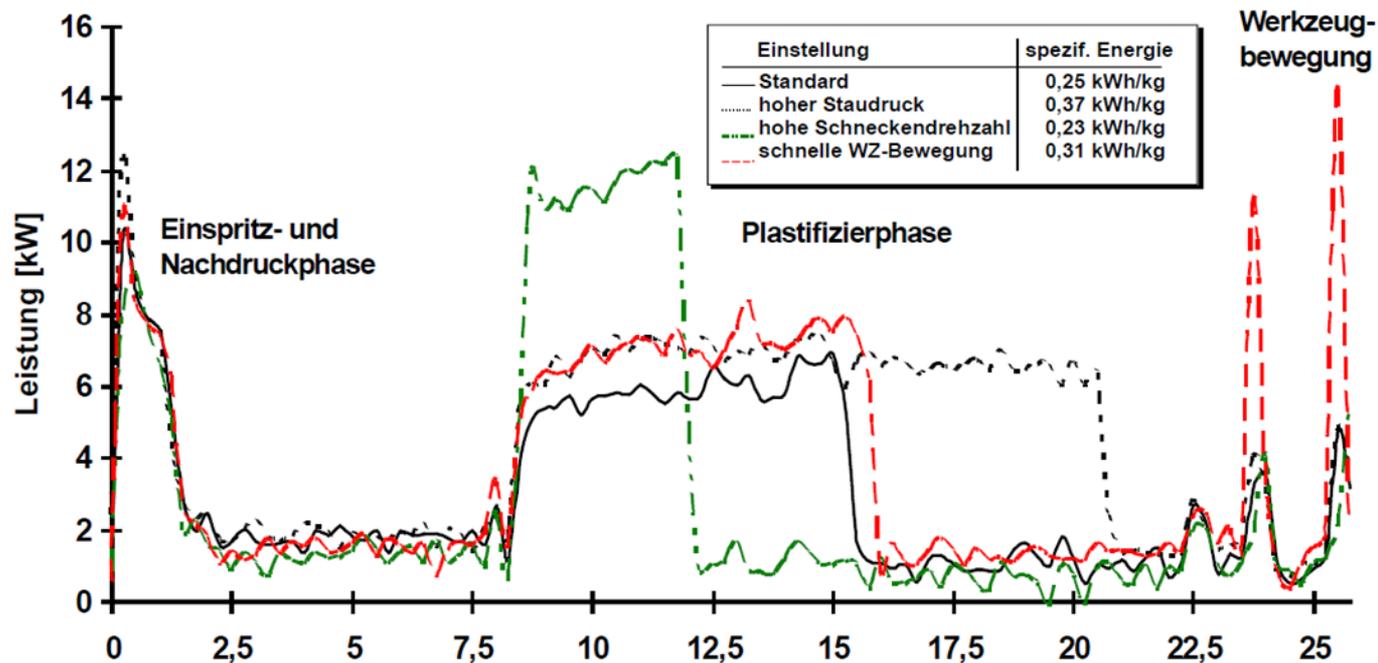
# Zielstellung der Untersuchungen

Analyse des Energiebedarfes beim Spritzgießen bei der Verarbeitung unterschiedlicher Materialien

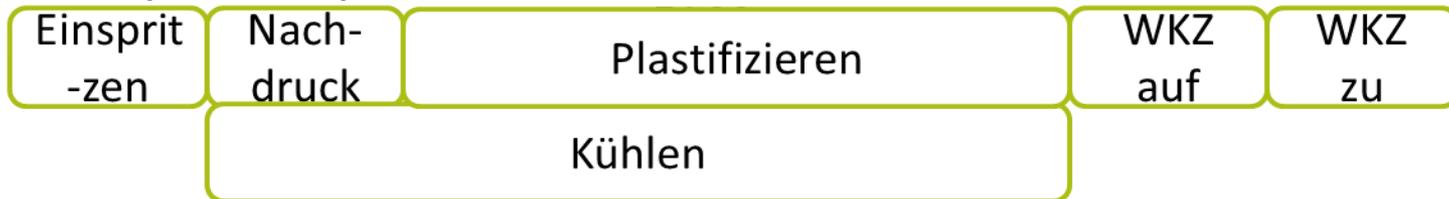
- unter der Berücksichtigung von Parametervariationen und der Materialfeuchte -

# MESSAUFBAU

# Der Zyklusablauf beim Spritzgießen



Quelle: angelehnt an Wortberg, 2013

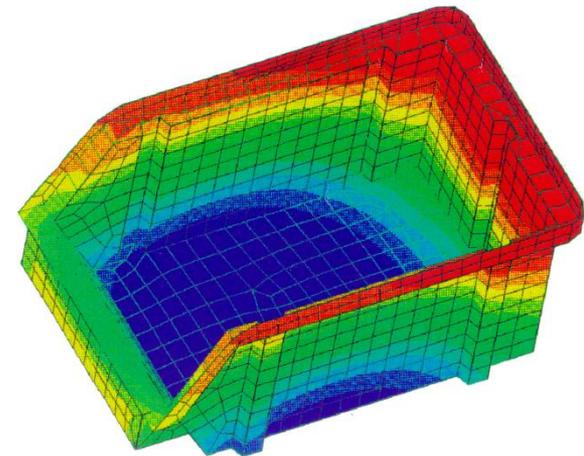


# Maschinentyp Werkzeug

- Spritzgießmaschine:
  - BA 1000/315 (Fa. Battenfeld)
  - Vollelektrisch
  - Schließkraft: 1050 kN
  - Schneckendurchmesser: 40 mm
- Werkzeug:
  - Prüfkästchen
  - Heißkanalwerkzeug
  - Spritzvolumen: 120 cm<sup>3</sup>
  - 4 Positionen für Forminnendruck



Quelle: eigene Fotografie



Quelle: Fachgebiet Kunststofftechnik /  
Universität Kassel, W. Vogel, 2016

# Maschinentyp Werkzeug

- Spritzgießmaschine:
  - Allrounder 520 E
  - Vollelektrisch
  - Schließkraft: 1500 kN
  - Schneckendurchmesser: 45 mm
- Werkzeug:
  - Prüfplatte
  - Spritzvolumen: variabel
  - 2 Positionen für Forminnendruck

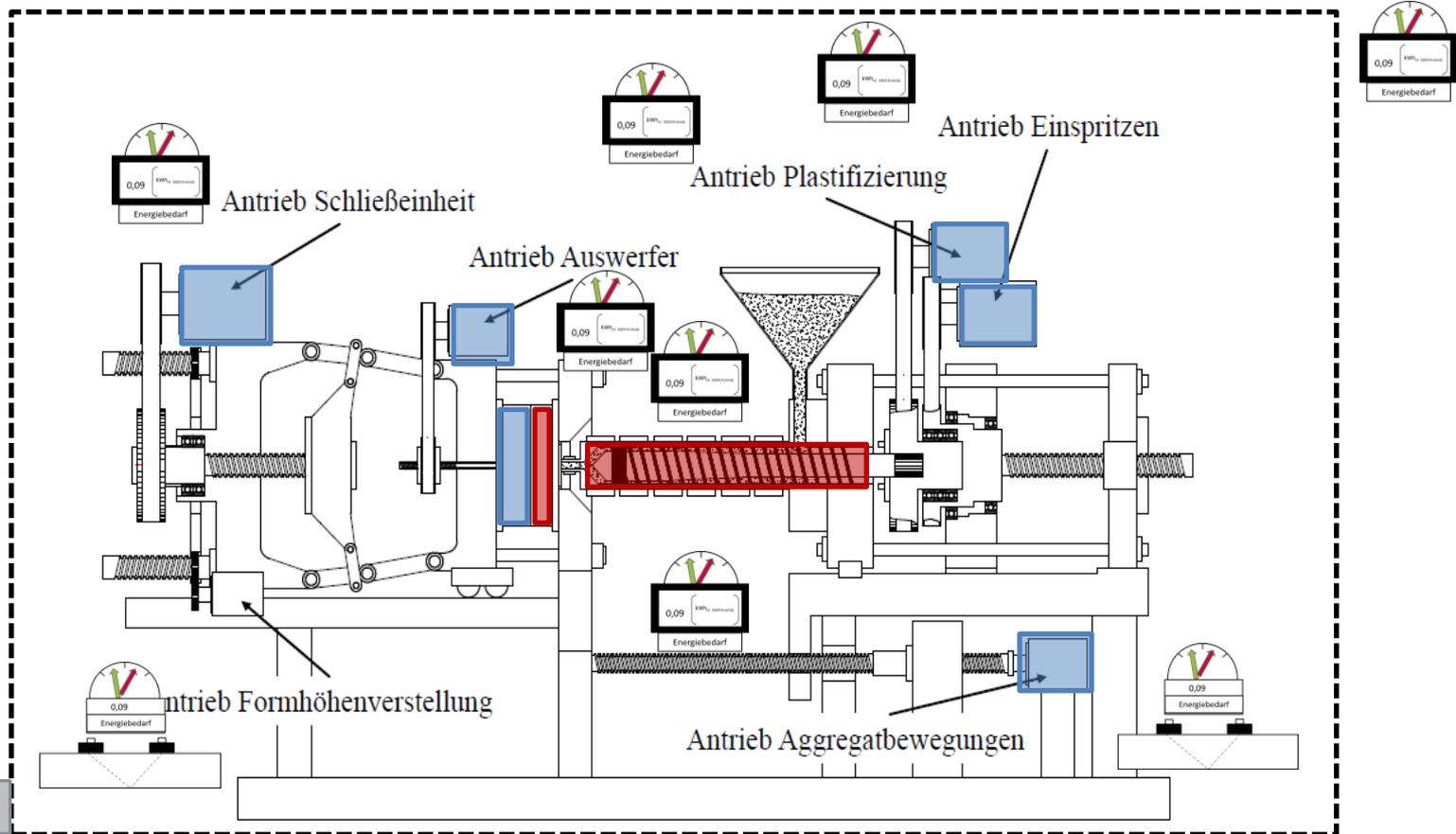


Quelle: Arburg, 2016



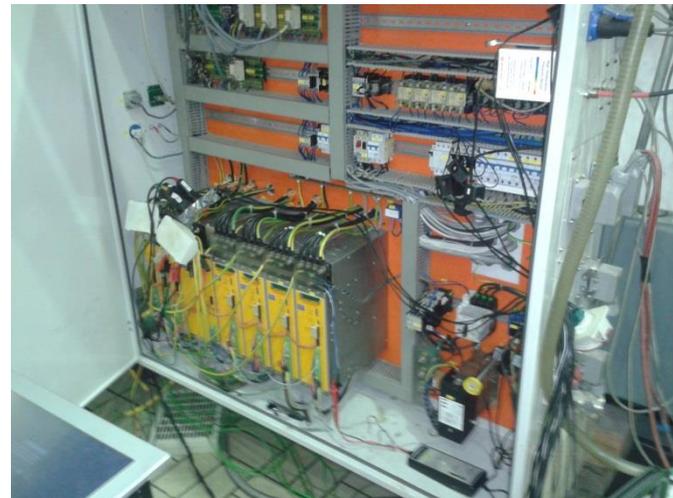
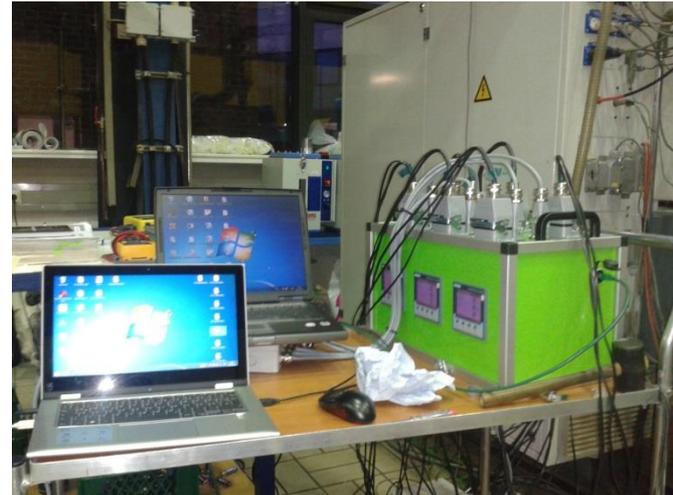
Quelle: eigene Fotografie

# Messgrößen



Quelle: angelehnt an Lenzen, 2013

# Messaufbau



# Versuchsdurchführung

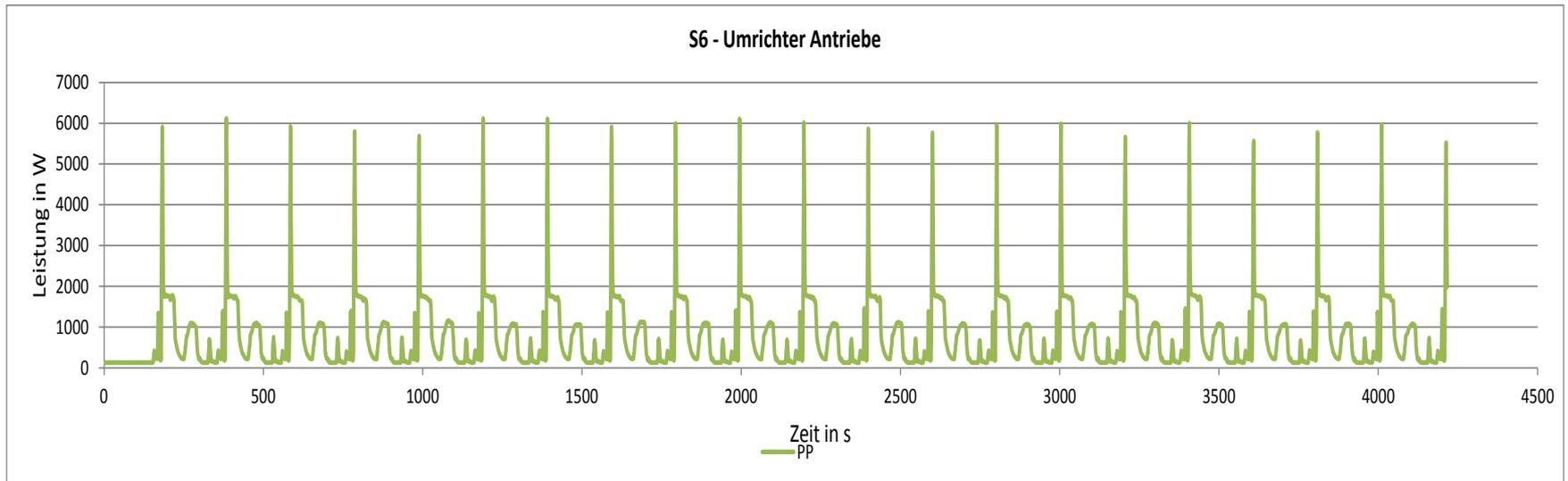
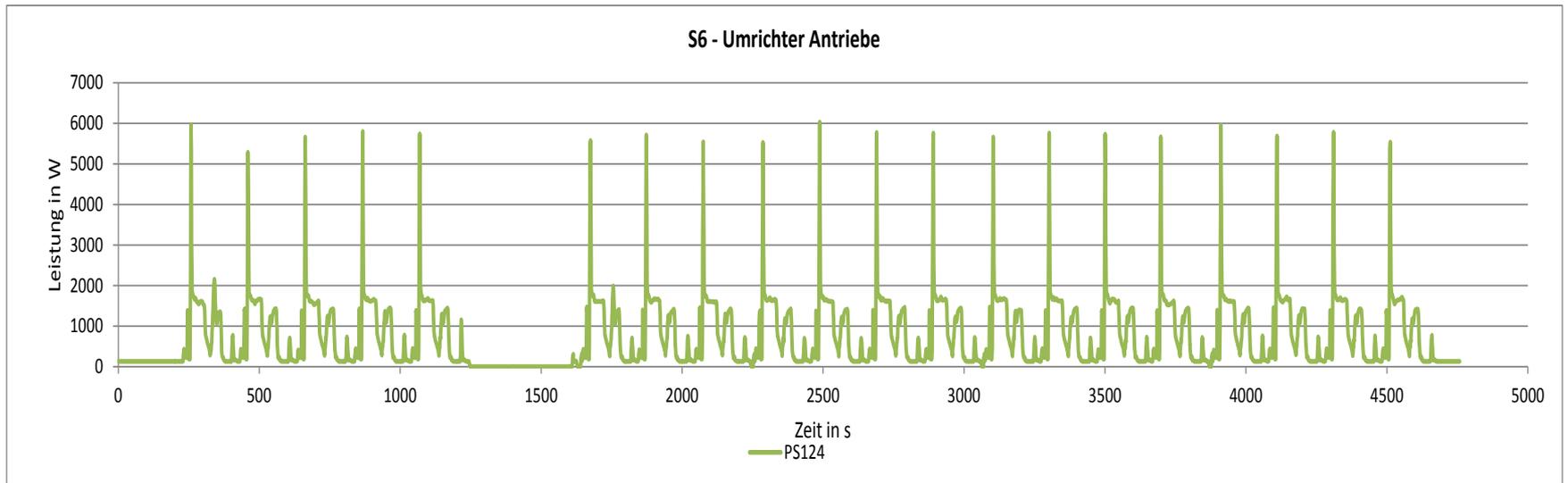
- 1. Versuchsreihe: Battenfeld fixe Parameter
- 2. Versuchsreihe: Battenfeld materialspez. Einstellung
- 3. Versuchsreihe: Arburg Wandstärke (Spritzgewicht)
- 4. Versuchsreihe: Arburg Vergleich Materialfeuchte

2. Versuchsdurchlauf spezifische Maschineneinstellungen durch Anlagenführer

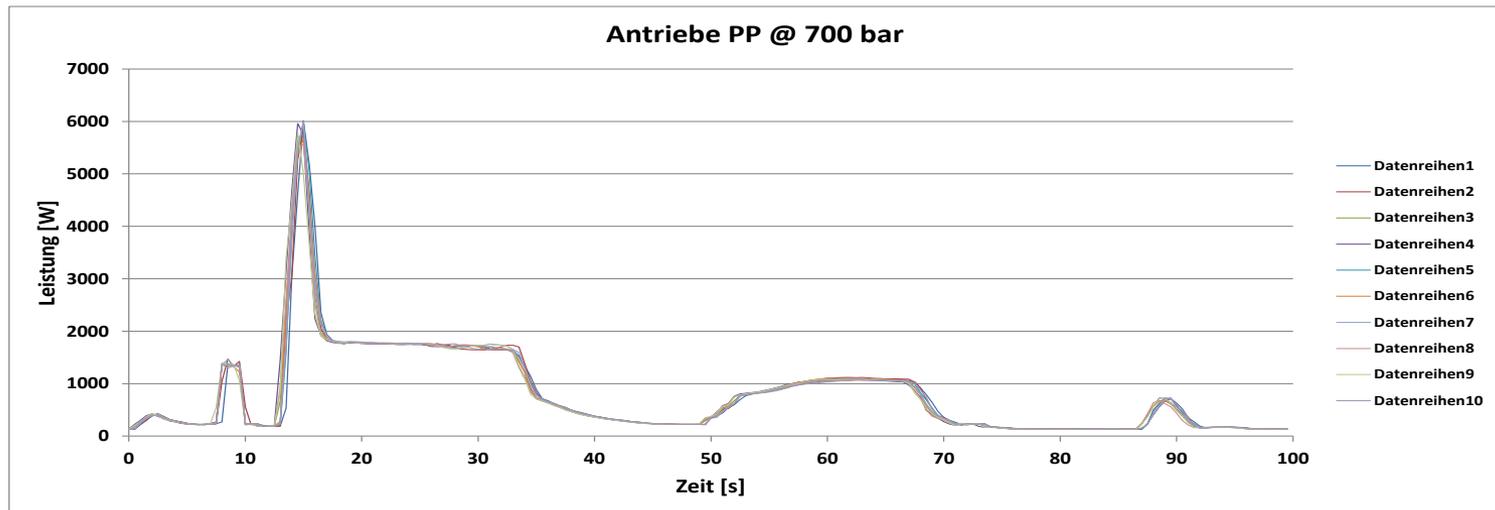
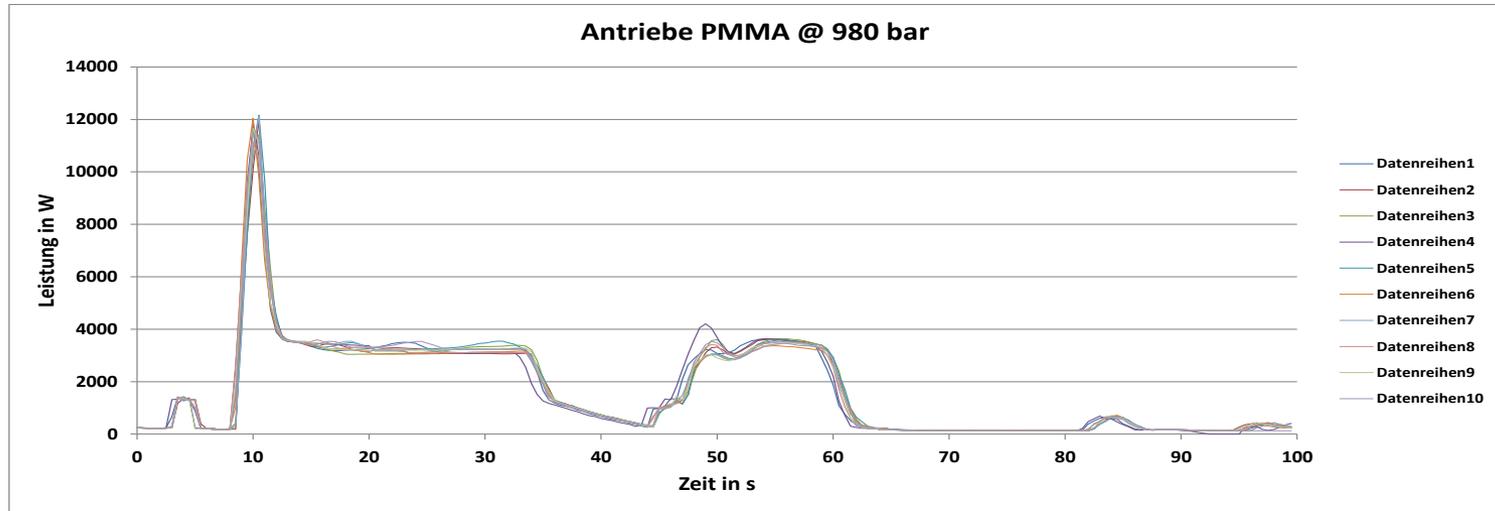
Material	Bezeichnung	Zykluszeit in s	Einspritzdruck in bar	Spritztemperatur in °C	Heißkanal in °C	Werkzeugkühlung in °C
Novodur	P2MC NR (ABS)	66,5	550	260	280	80
Luran	368R TR77741 (SAN)	83,4	780	260	280	70
Luran	S 778T BK56625 (ASA)	51,4	680	280	290	80
Terblend	N NM-19 NR07400 (PA/ABS)	66,6	650	260	280	80
Styrolux	656C (SBC)	56,6	450	240	240	70
Styrolution	PS124N	48,4	330	280	290	80
Terluran	GP 35	44,6	680	260	280	70
Plexiglas	PMMA 7N	65	850	260	280	95
Polypropylen		45,8	450	240	240	30
Polyethylen		63,5	800	220	240	30

# ERGEBNISSE

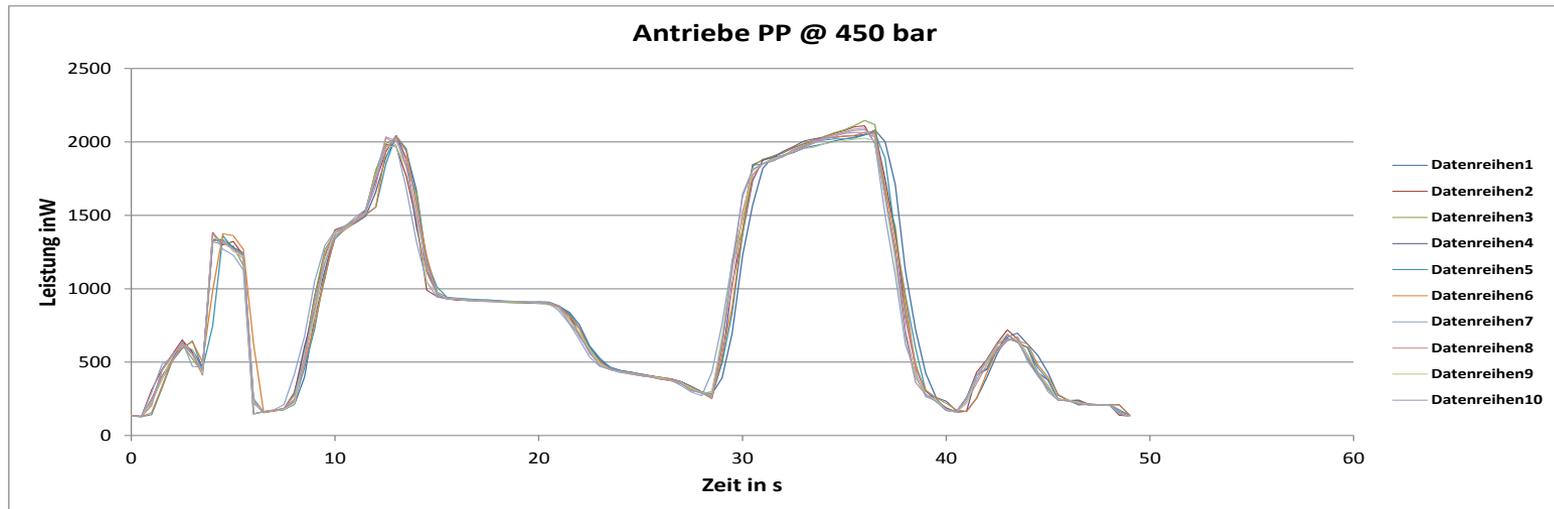
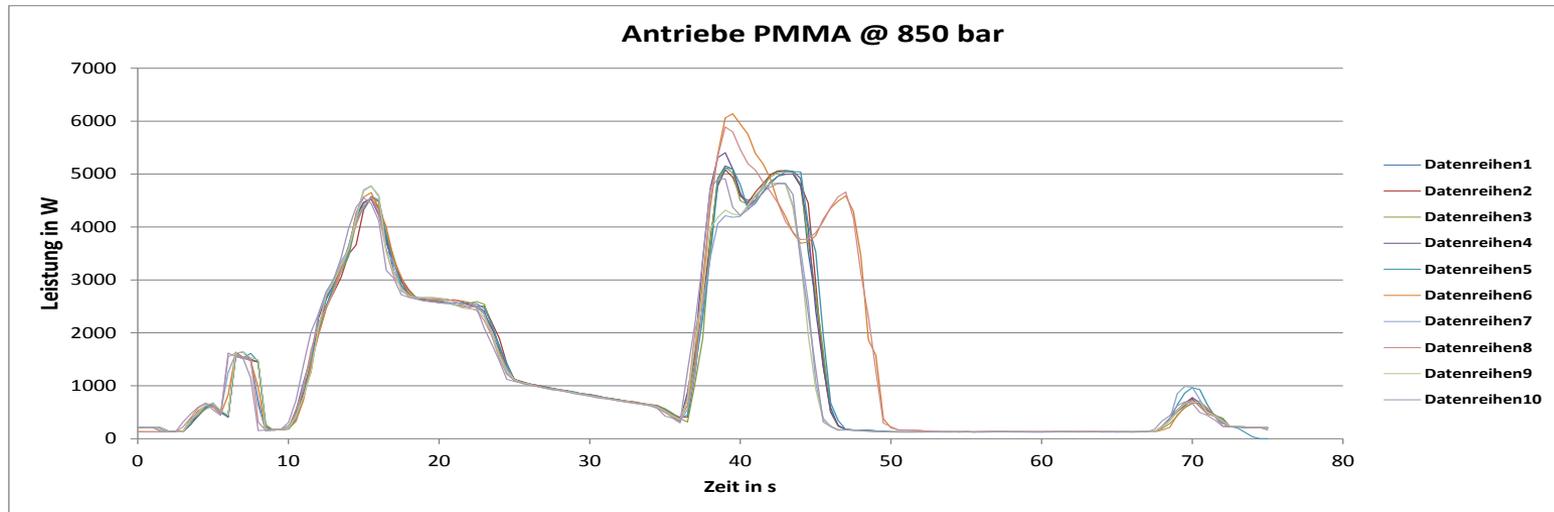
# Auswertung Zyklenverlauf



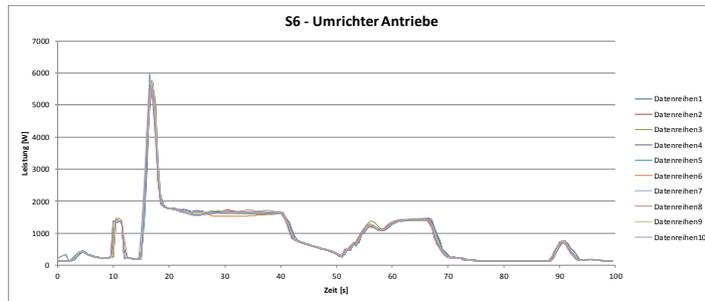
# Reproduzierbarkeit Versuchsreihe 1



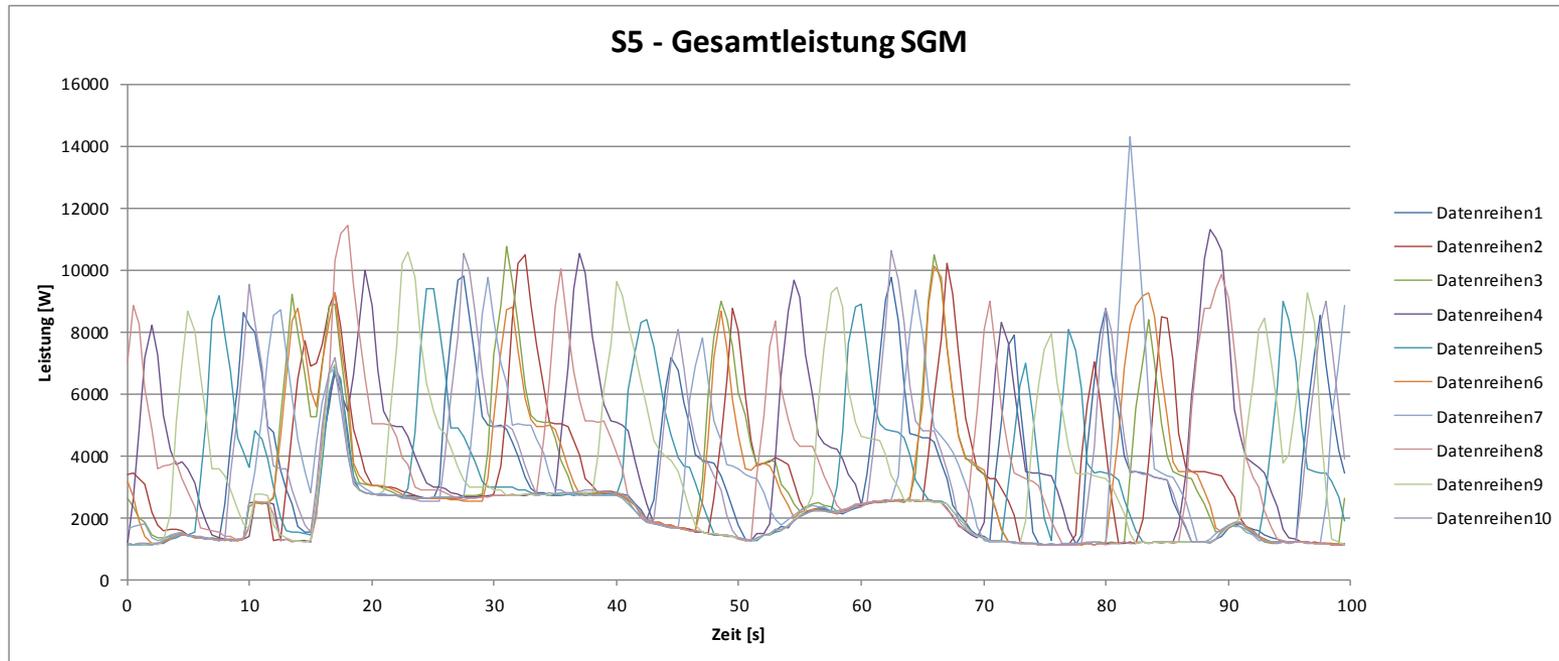
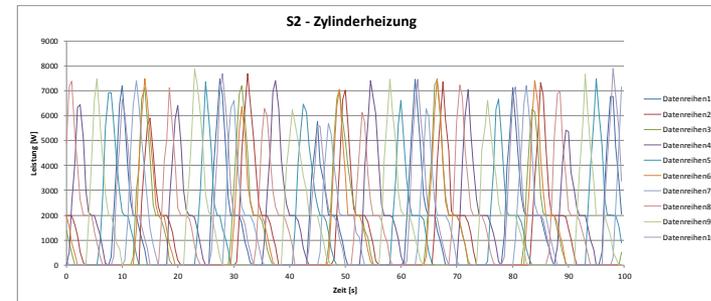
# Reproduzierbarkeit Versuchsreihe 2



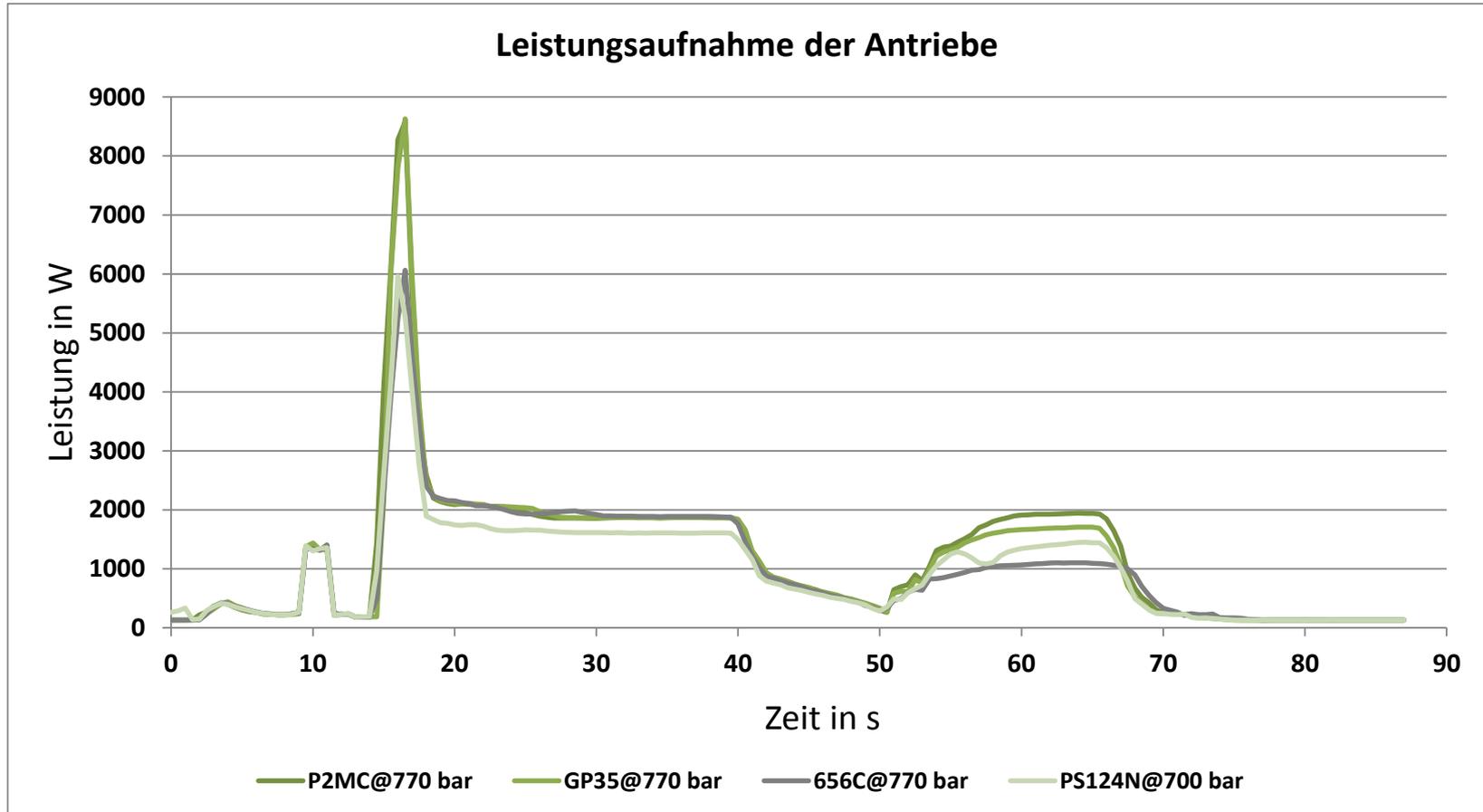
# Gesamtleistungsaufnahme am Beispiel PS 124



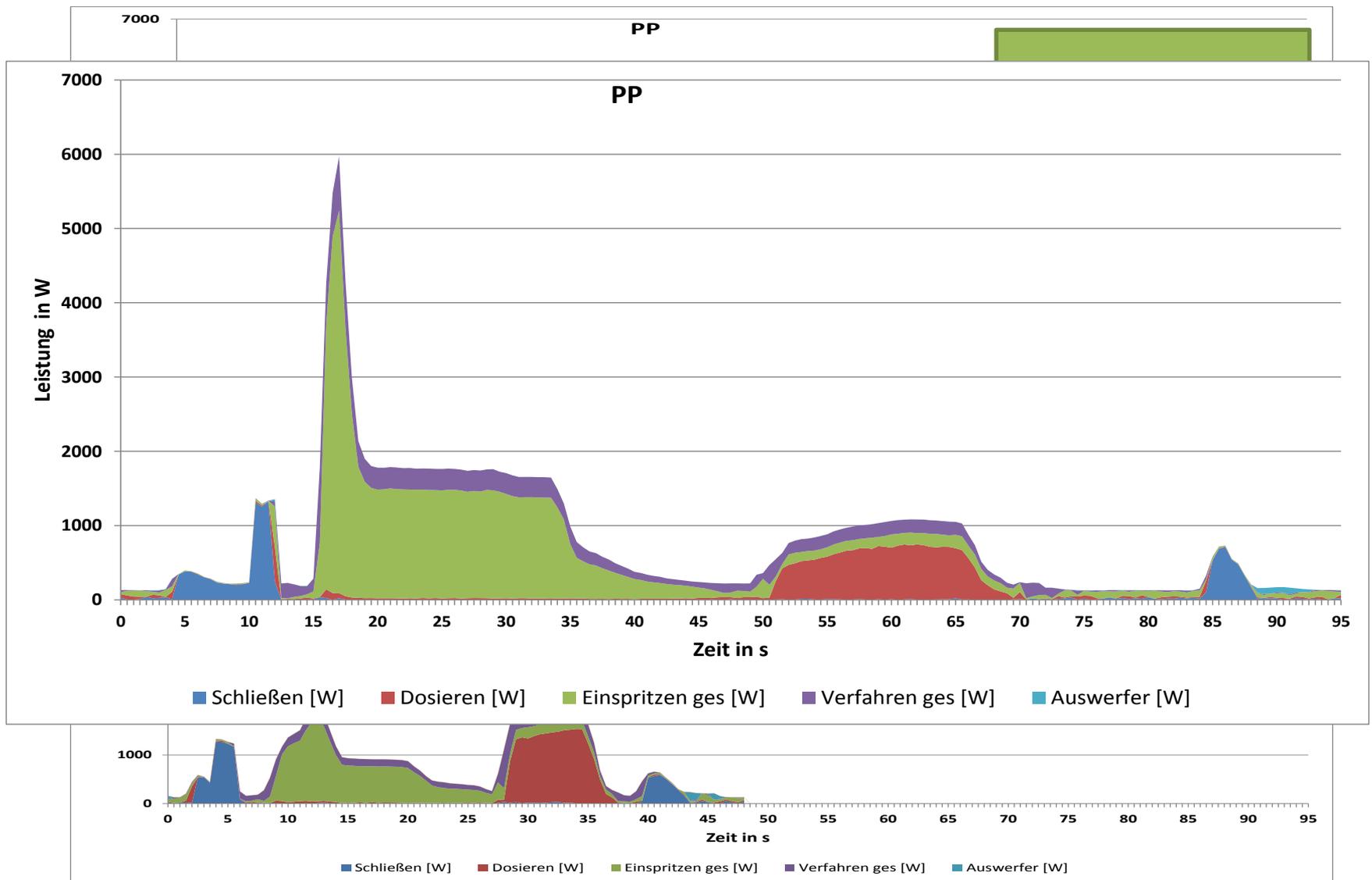
+



# Materialabhängige Leistungsverläufe



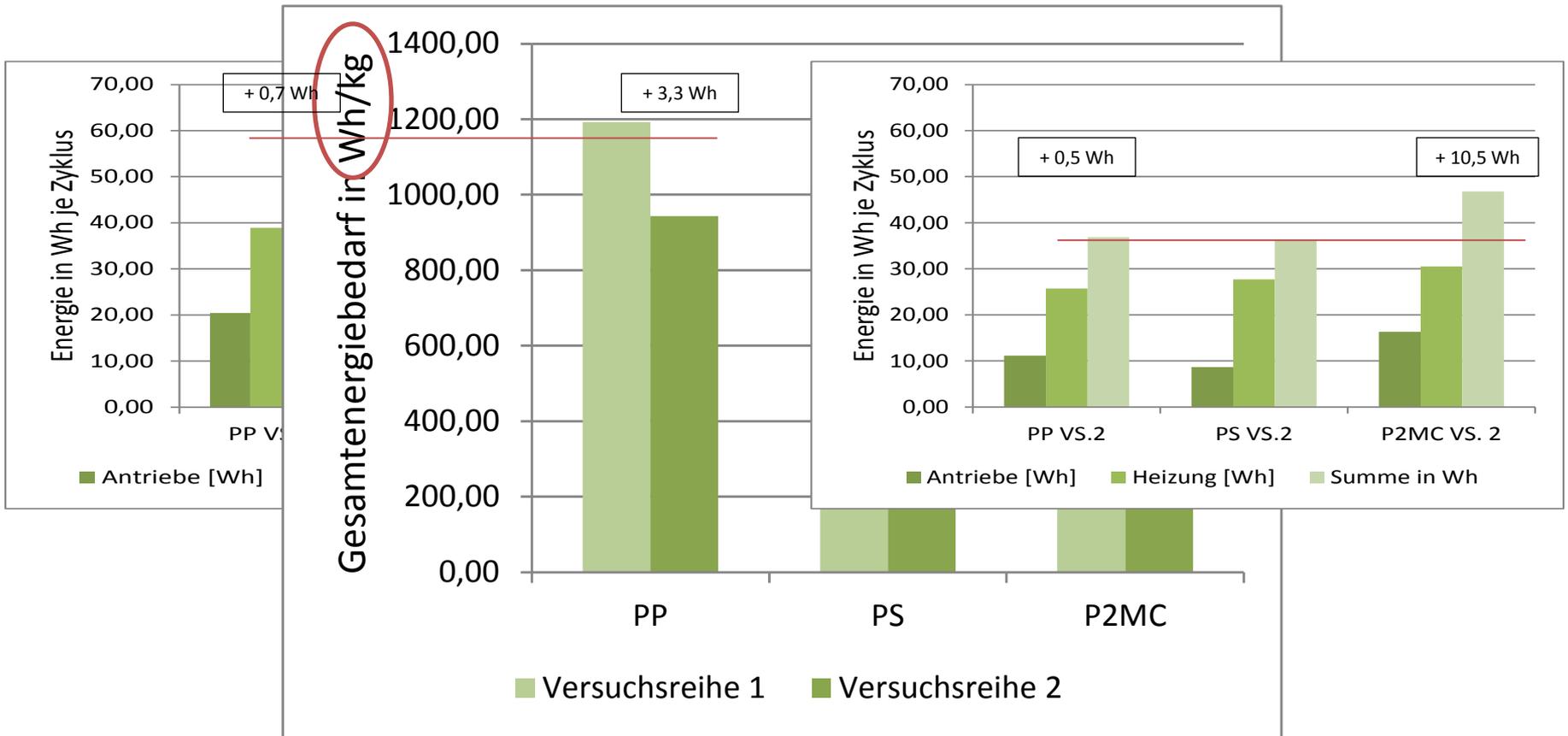
# PP Zyklusvergleich



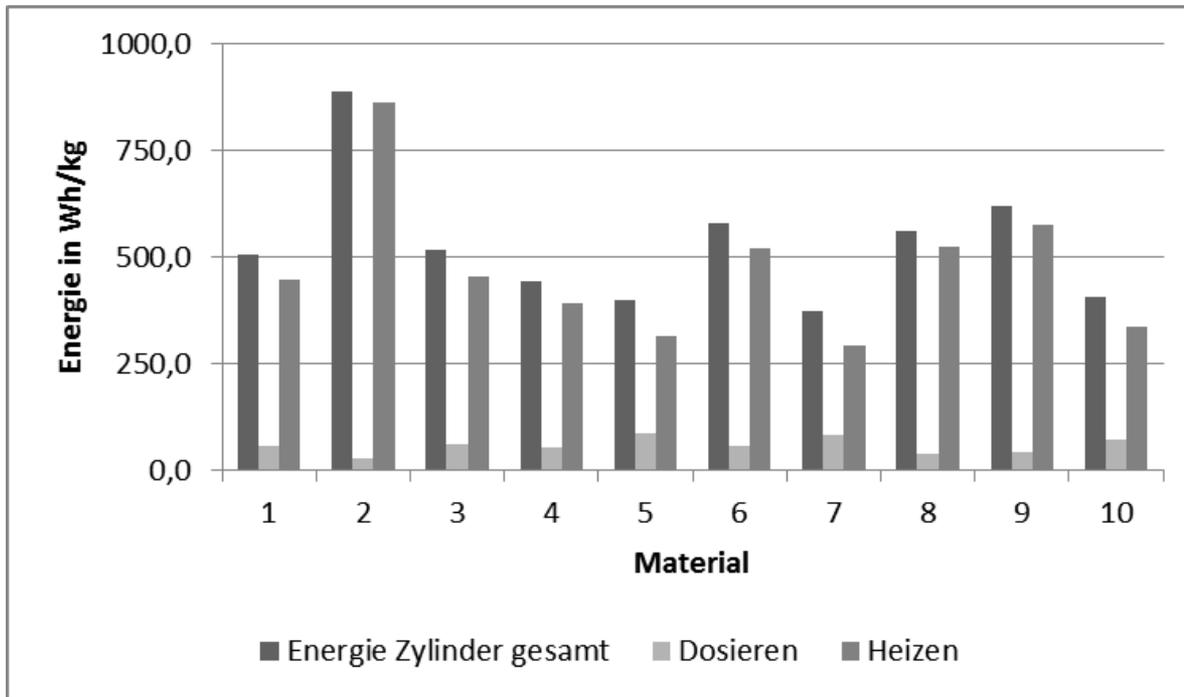
# Spezifischer Energiebedarf - Beispiel

Vorgang in Wh/Zyklus	P2MC		GP35	
	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 1	Versuch 2
Schließen	1,8	1,5	1,8	1,4
Dosieren	5,8	5,2	5,4	4,7
Einspritzen ges	15,1	6,8	14,7	6,9
Verfahren ges	4,8	2,6	5,5	2,4
Auswerfer	0,1	0,1	0,1	0,1
Heizgerät	16,9	17,1	17,4	8,3
Heißkanal	1,7	1,0	1,7	0,7
Zylinderheizung	30,2	27,4	33,1	20,4
Düsenheizung	2,4	2,1	2,6	1,4

# Energiebedarf Versuch 1 und 2



# Energiebedarf beim Aufschmelzen



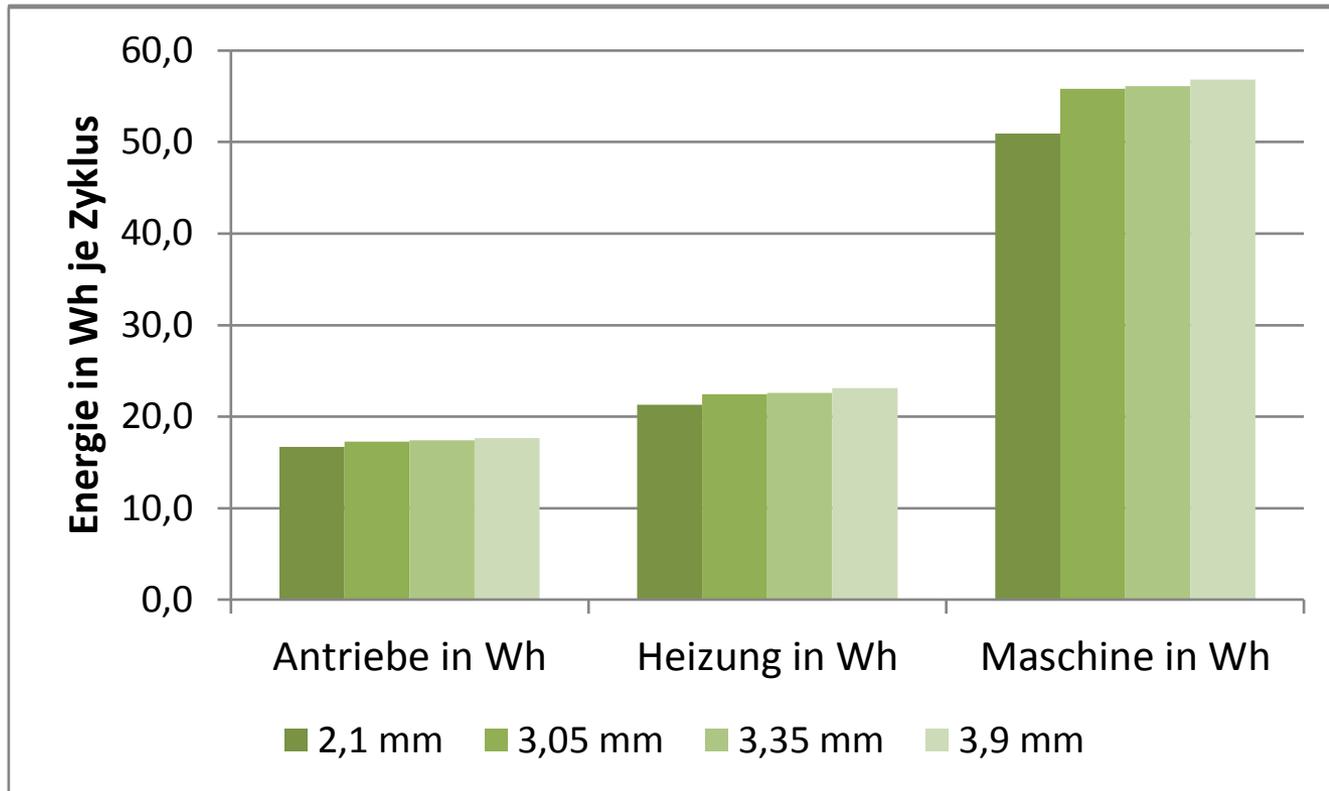
Material	Bezeichnung
1	S778T (ASA)
2	PS124 (GPPS)
3	P2MC (ABS)
4	GP35 (ABS)
5	NNM19 (ABS/PA)
6	368R (SAN)
7	PMMA7N (PMMA)
8	656C (SBC)
9	PP PE
10	(LDPE)

280 °C

↓

240 °C

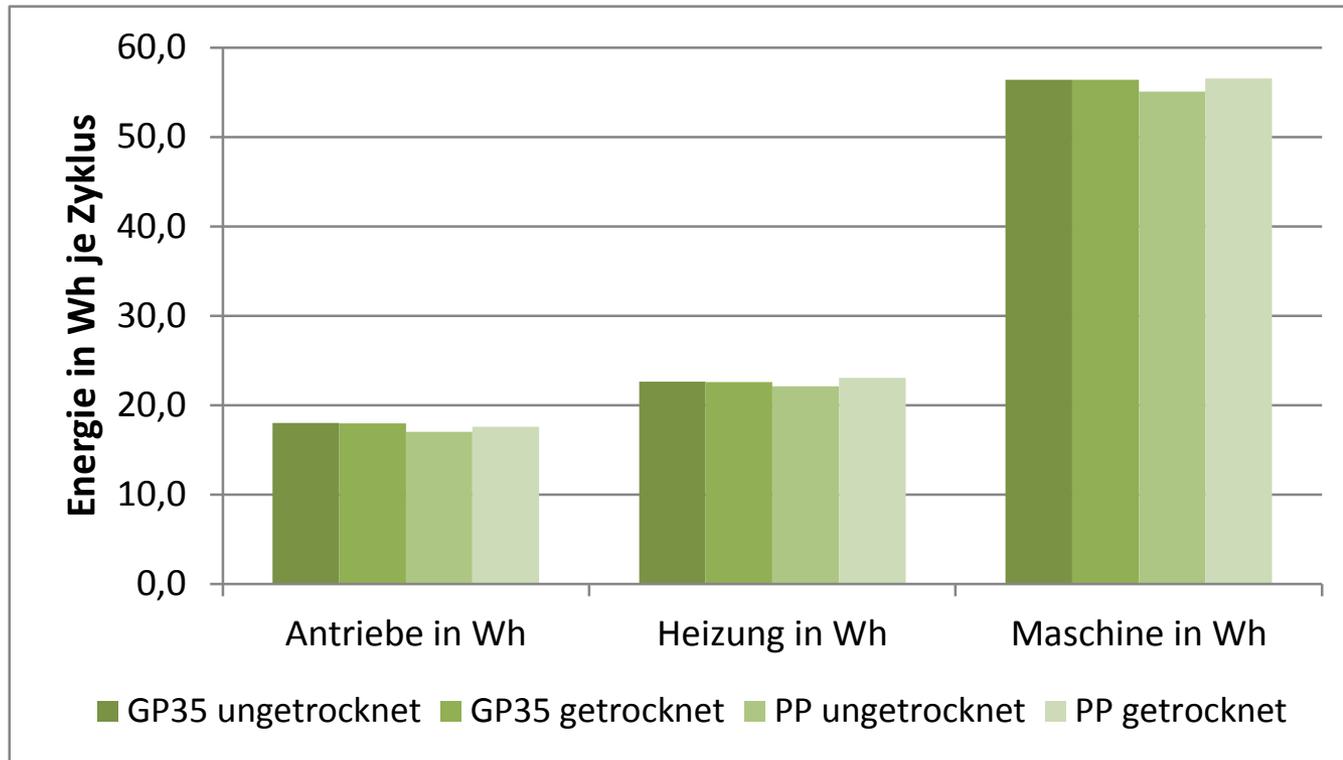
# Wandstärkenvariation Arburg



Wandstärke	Durchsatz in in mm	kg/h
2,1	1,7	
3,05	2,2	
3,35	2,4	
3,9	2,7	



# Feuchtegehalt Material



# Ausblick

- Forschungsvorhaben
- Materialien mit gleichen Eigenschaften untersuchen
- Spezialmaterialien untersuchen

# Quellen

- Lenzen, Marco: Antriebsmodul zur Rekuperation bei hydraulischen Linearaktoren an Kunststoffspritzgießmaschinen, Dissertation, Universität Duisburg-Essen, 2013
- Wortberg, J.; Michels, R.; Neumann, M.: Energieeinsparpotentiale in der kunststoffverarbeitenden Industrie, Fachartikel im Rahmen der Initiative „Energie effizient nutzen – Schwerpunkt Strom“
- „Smart Consumer“, Verbundvorhaben: Energieeffizienz im maschinenbestand durch systemische Kopplung von Energieströmen mittels intelligenter Mess,- Steuer-, und Regeltechnik; Teilvorhaben: Energieeffizienzsteigerung in der Produktion und TGA, FKZ: 03ET1180, 2014

# Ansprechpartner

Heiko Dunkelberg

R. 2115, Kurt-Wolters-Str. 3

+49.561.804.7230

dunkelberg@upp-kassel.de