



Neue Werkstoffe für das selektive Laserstrahlschmelzen von Kunststoffen

16. Fachtagung Rapid Prototyping, Lemgo, 18.11.2011

Dipl.-Ing. M. O. Kobes

Dipl.-Ing. D. Ritzel, Dipl.-Ing. F. Kühnlein, Dipl.-Ing. M. Drexler

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer

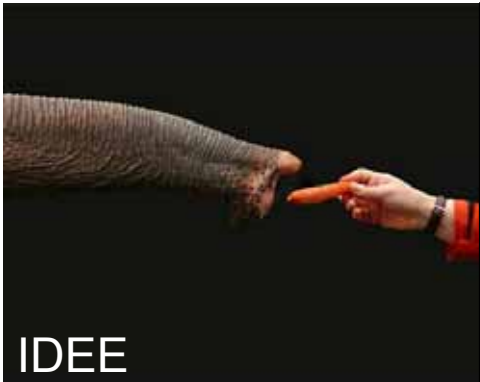
Lehrstuhl für Kunststofftechnik
Universität Erlangen-Nürnberg
Am Weichselgarten 9
D-91058 Erlangen



Gliederung

- Motivation
- Anforderungen SLS
- Pulverherstellungsmethoden
 - ➔ Neue Matrixwerkstoffe
 - Thermoanalytische Eigenschaften
 - Mikroskopie
 - Mechanische Eigenschaften
 - ➔ Modifikation von PA12 durch Farbpigmente
 - Thermoanalytische Eigenschaften
 - Mikroskopie
 - Mechanische Eigenschaften
- Zusammenfassung
- Vorstellung des SFB 814 „Additive Fertigung“

Rapid Prototyping → **Additive Manufacturing**



Produktentwicklung

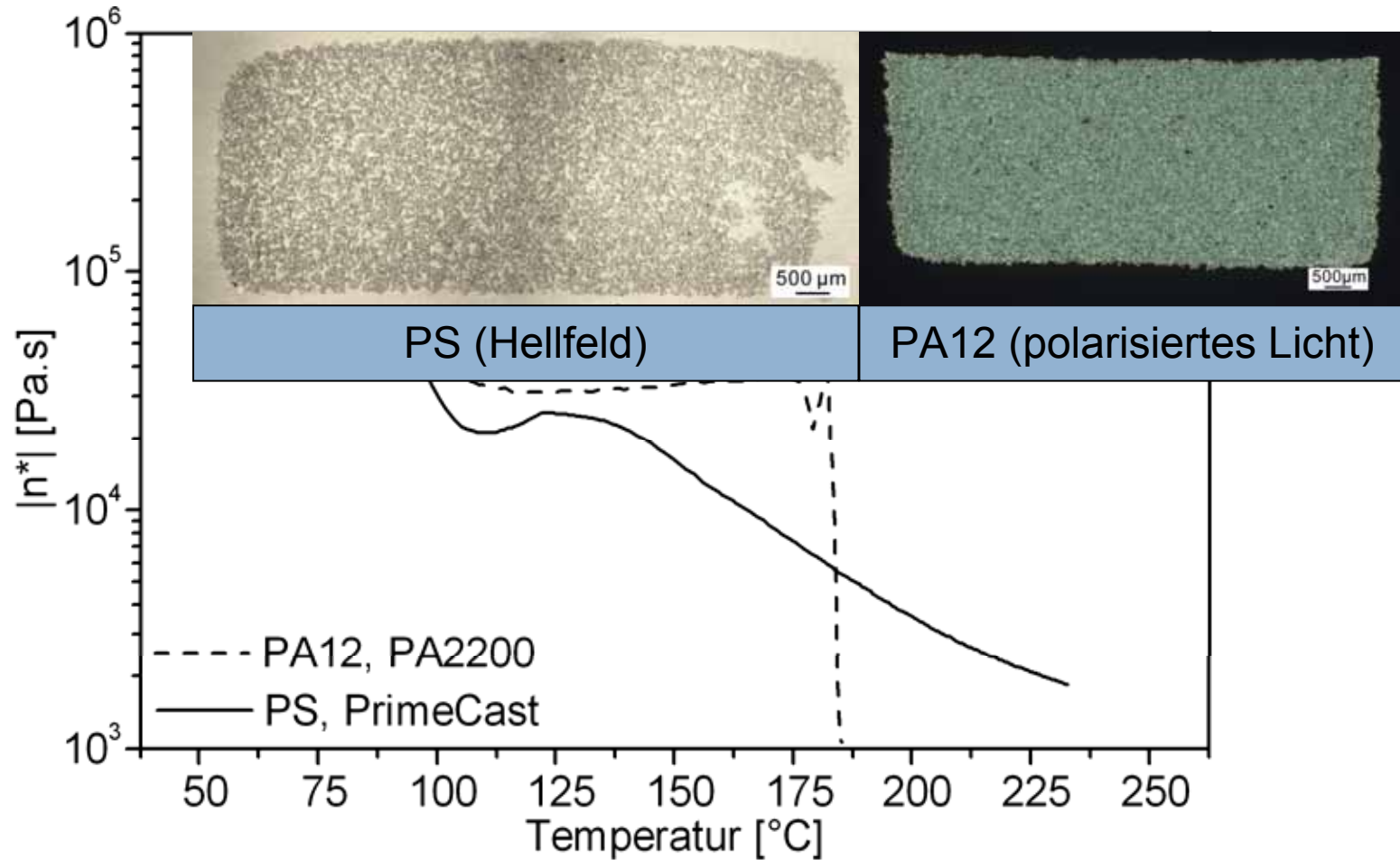
1. Prozess - SLS
2. Werkstoff(e) - PA12
3. Konstruktion



INDUSTRIE

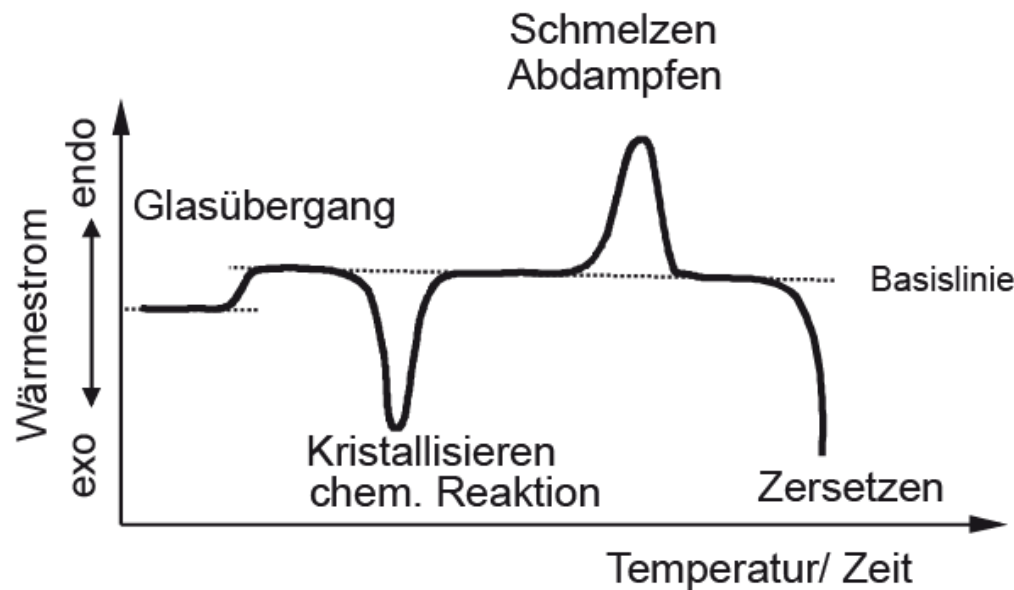
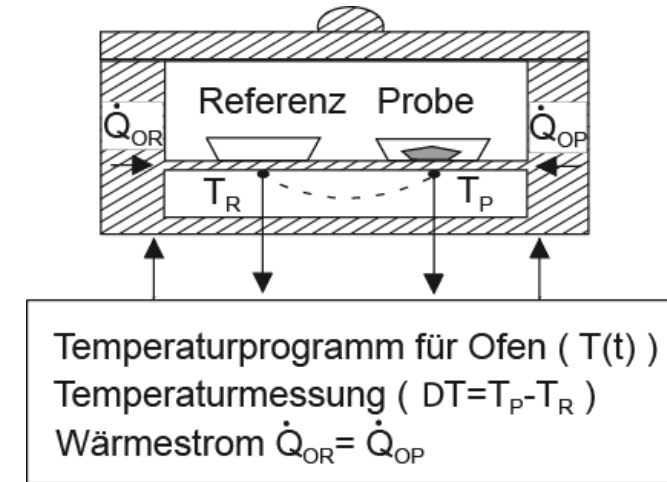
					
Medizin	Farbe	Design	Funktionalität	Mechanik	Belastungen

Designgetriebene Werkstoffauswahl statt werkstoffspezifischem Design



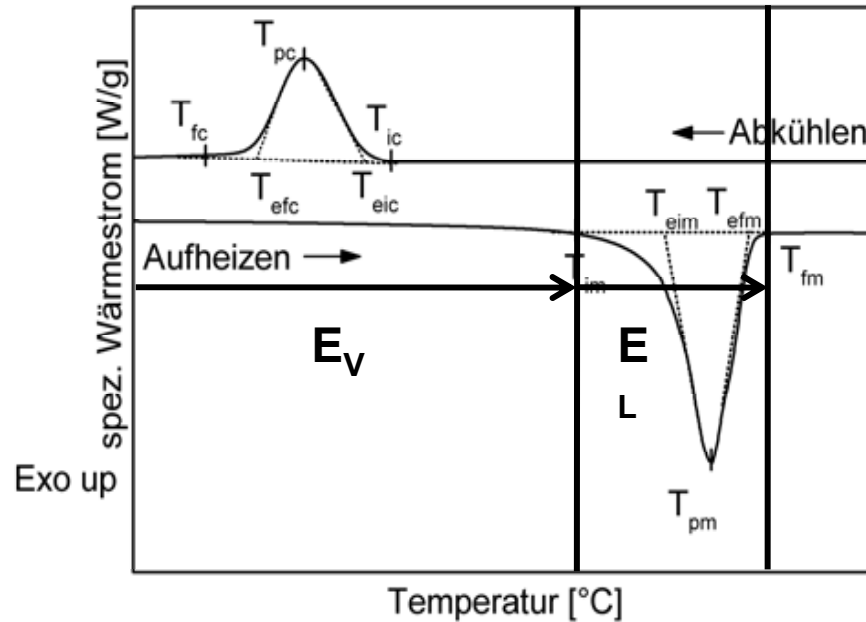
amorphe Thermoplaste: geringer Abfall der Viskosität über Temperatur
 teilkristalline Thermoplaste: scharfer Viskositätsabfall bei T_m

- Identifikation der physikalischen oder chemischen Umwandlung eines Stoffes durch Messung des Wärmestroms (Enthalpieänderung)
- Messung der Probe gegen Referenz im definierten Temperaturprogramm



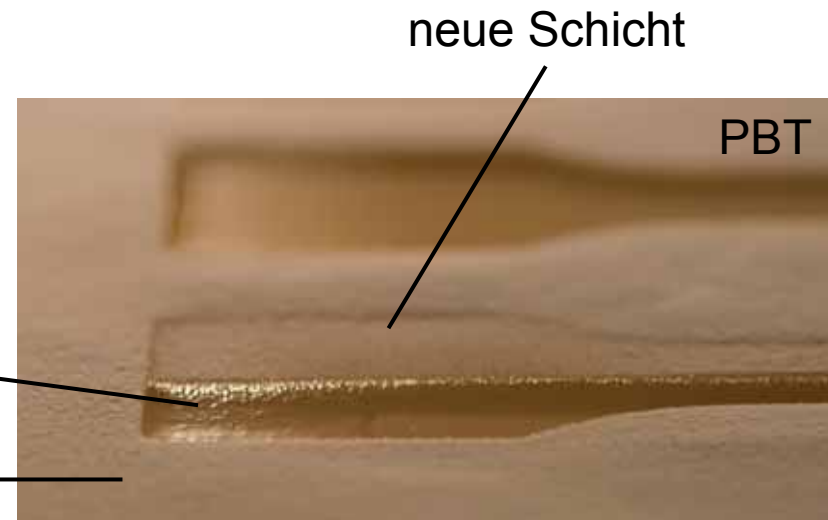
- Schnelle/günstige Methode zur Analyse der SLS-Eignung
- Möglichkeit SLS Prozess nachzustellen

Quelle: Ehrenstein, Riedel, Trawiel
Praxis der thermischen Analyse von Kunststoffen



Bauteilkontur (E_L)

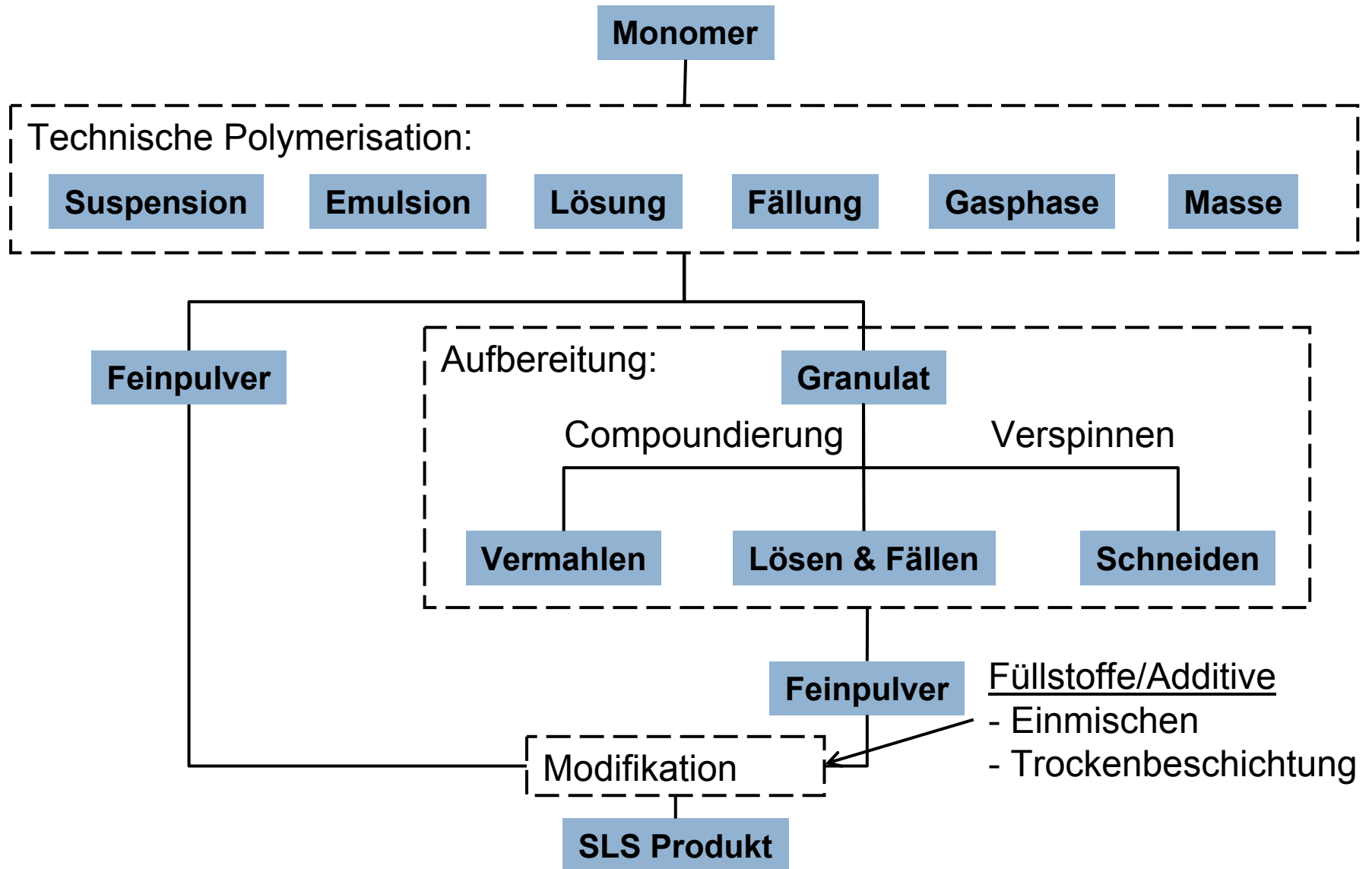
Pulverkuchen (E_v)

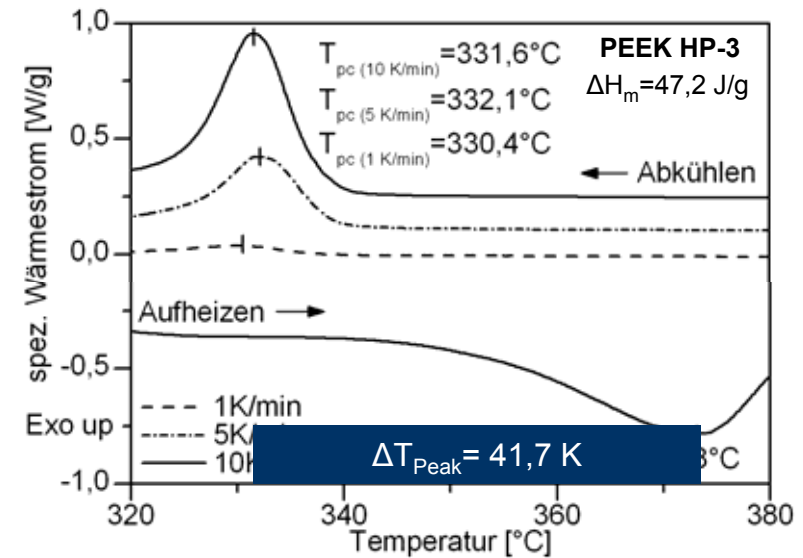
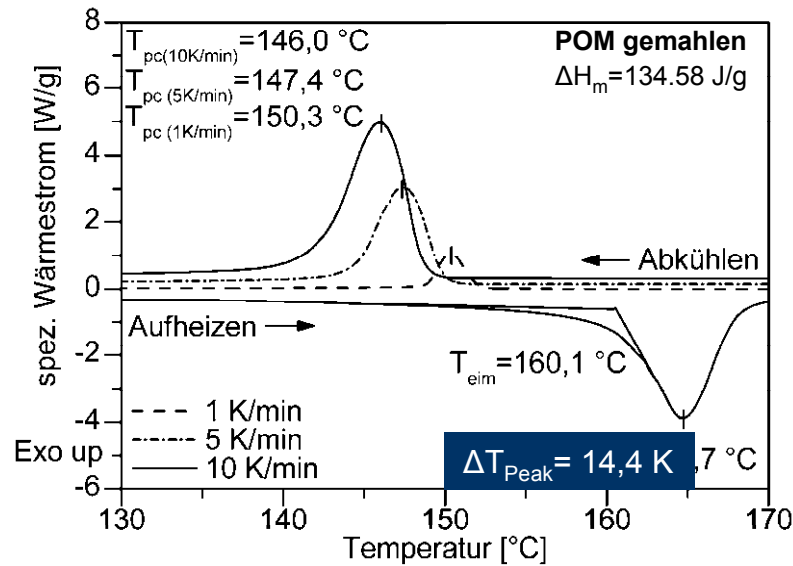
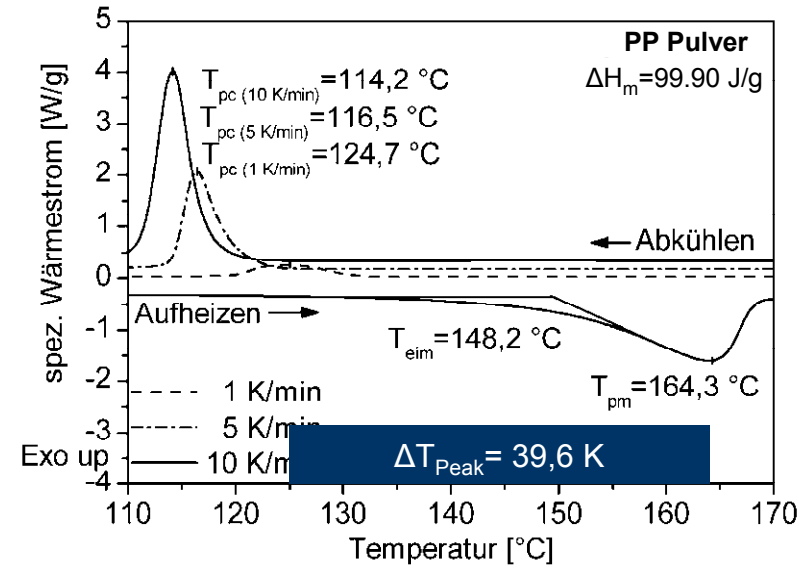
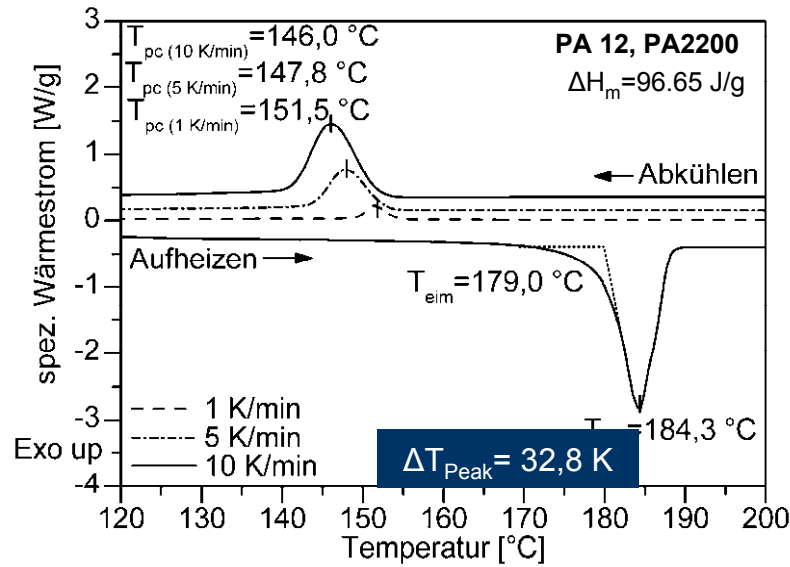


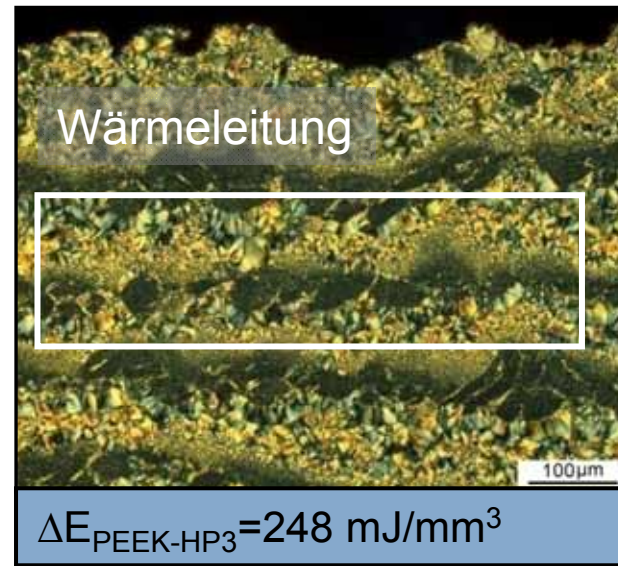
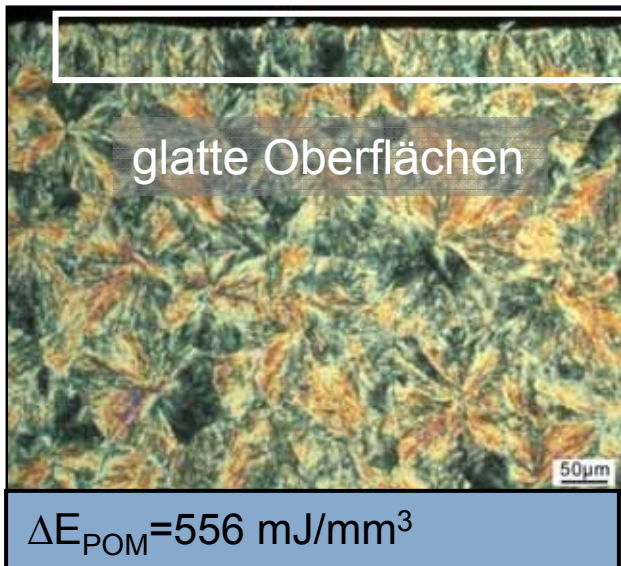
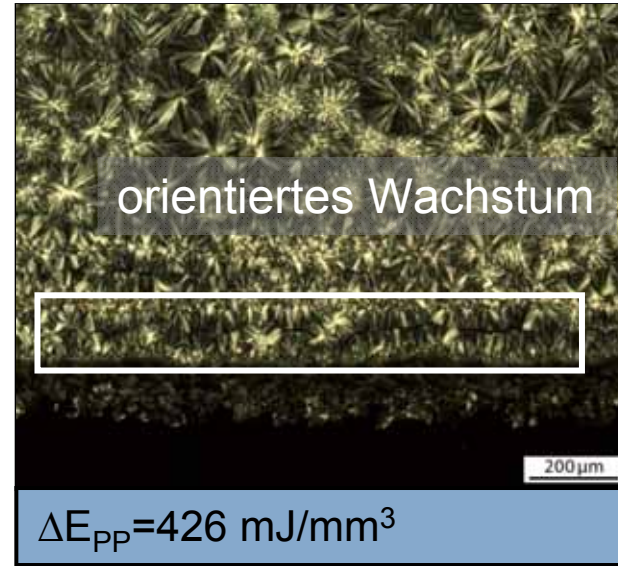
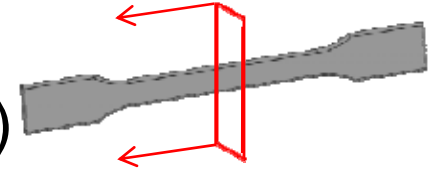
Theorie: Bauteil im Schmelzzustand während der gesamten Bauzeit
 → **Zwei-Phasen-Mischgebiet**

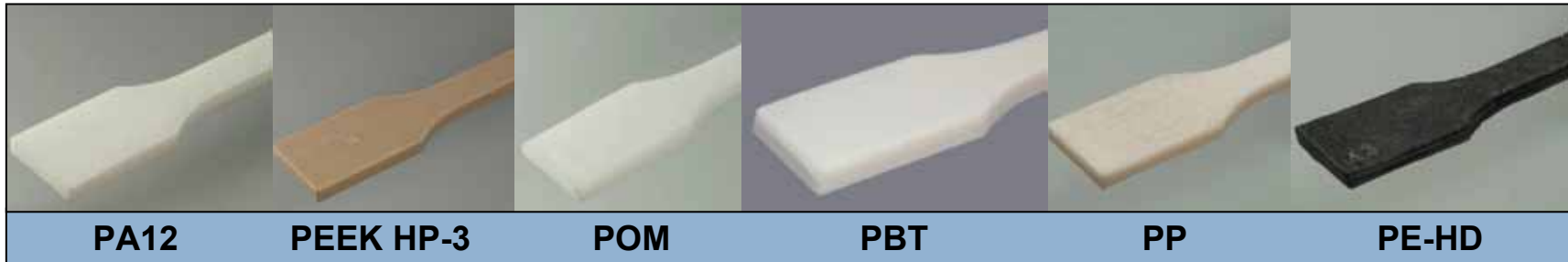
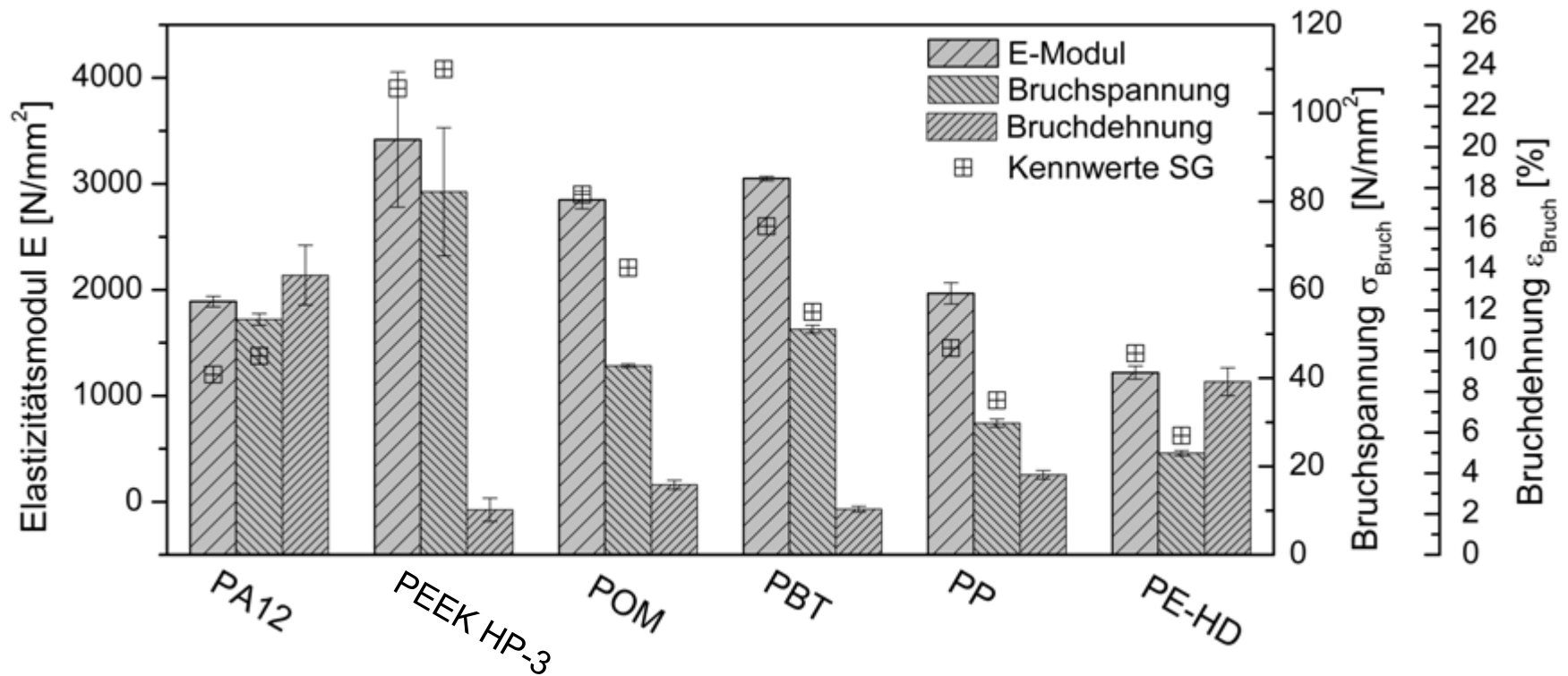


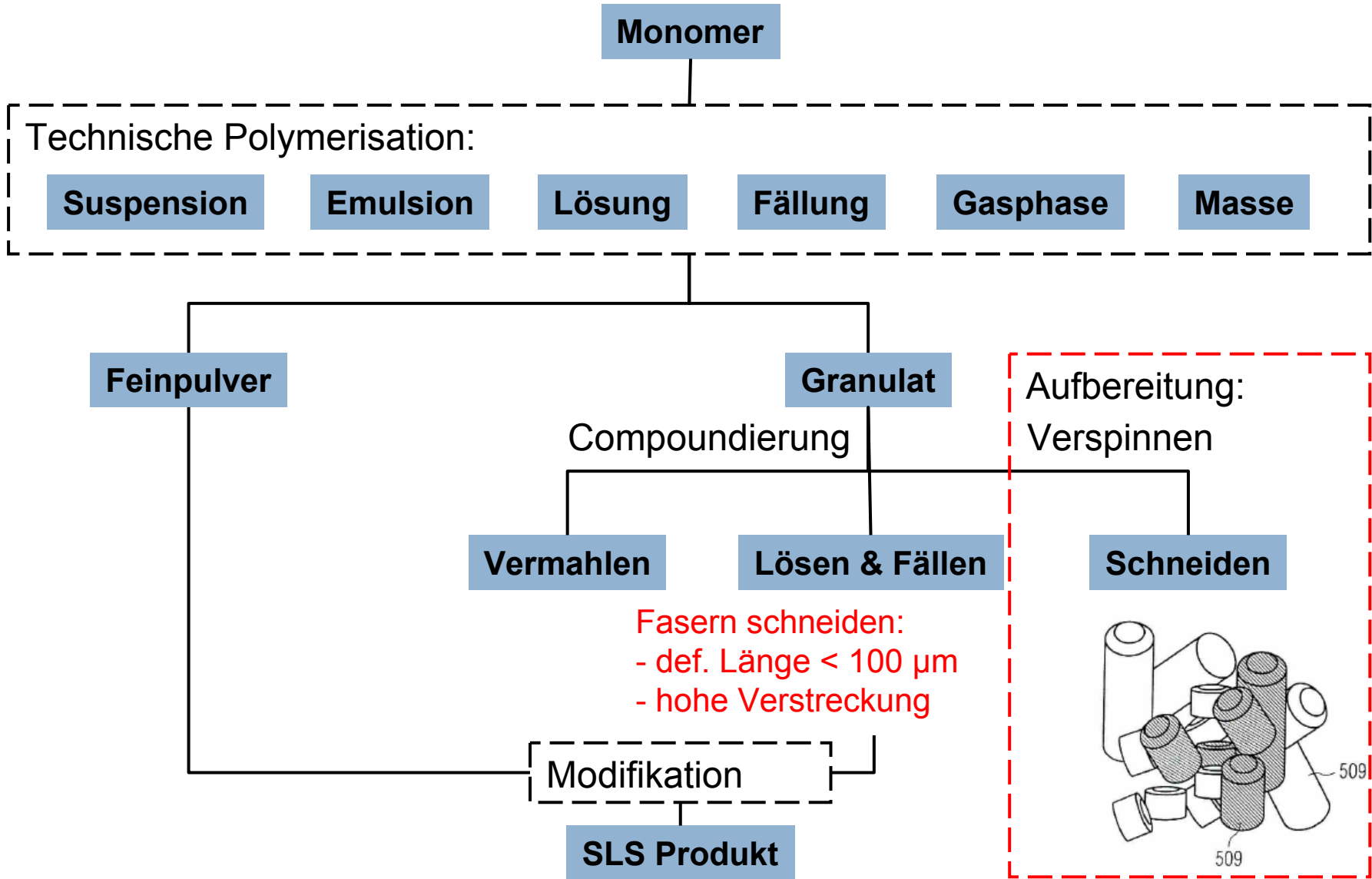
Pulverherstellungsmethoden

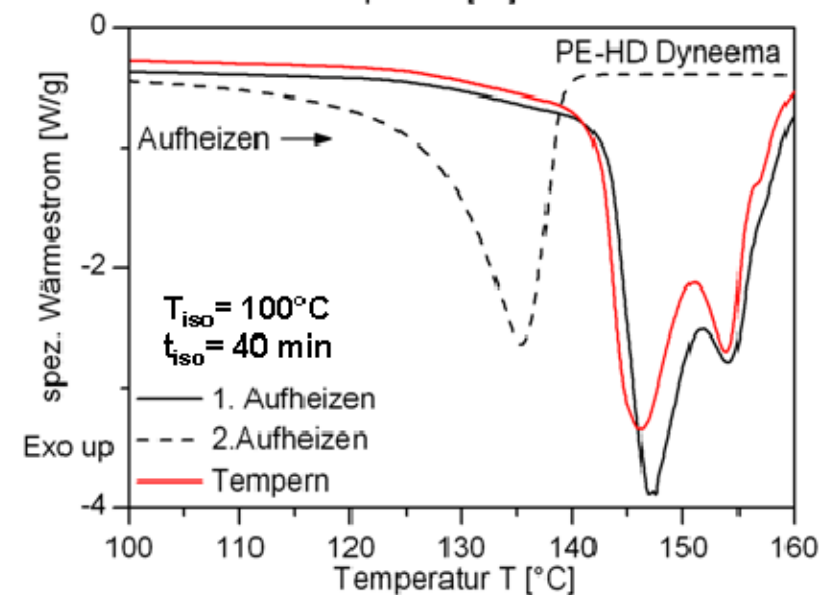
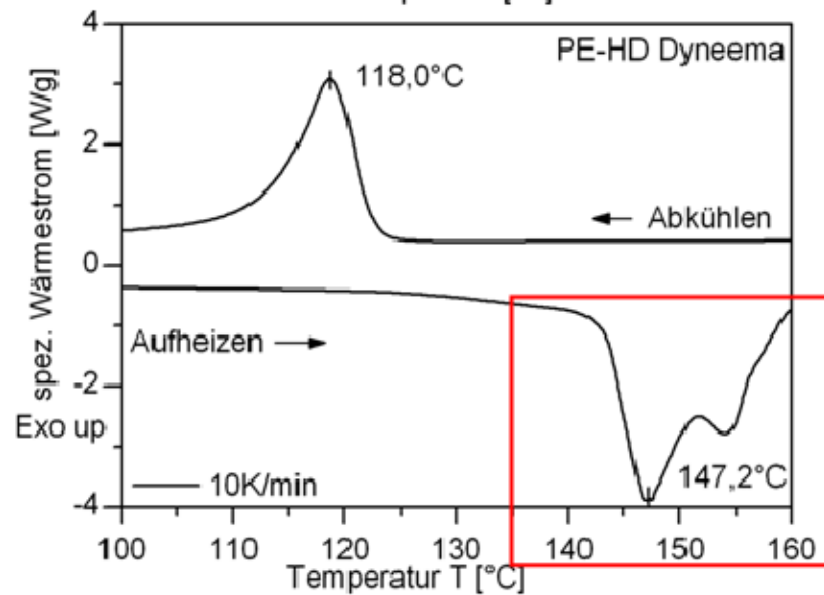
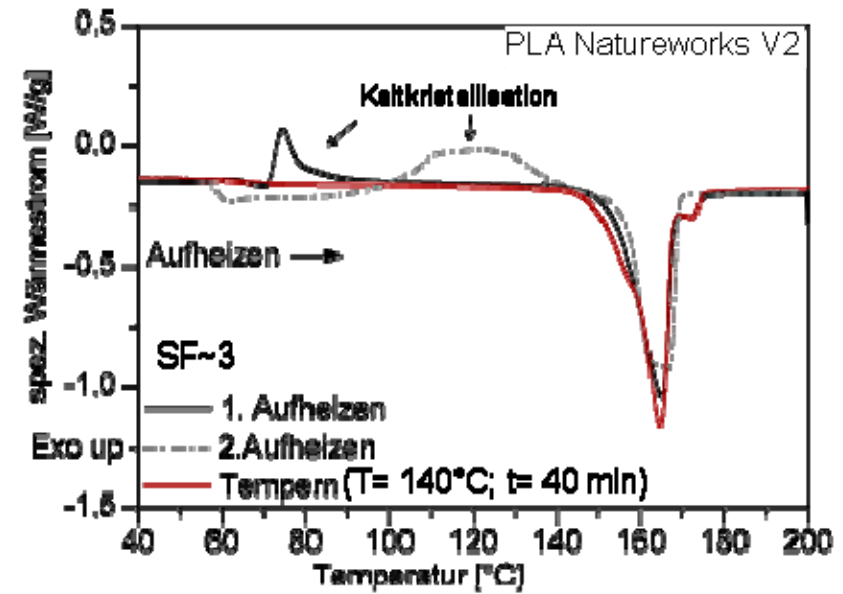
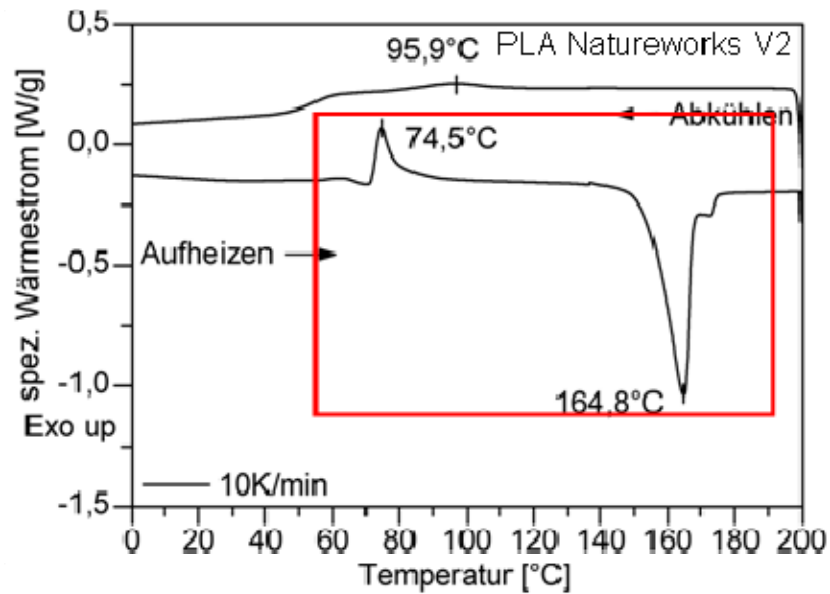


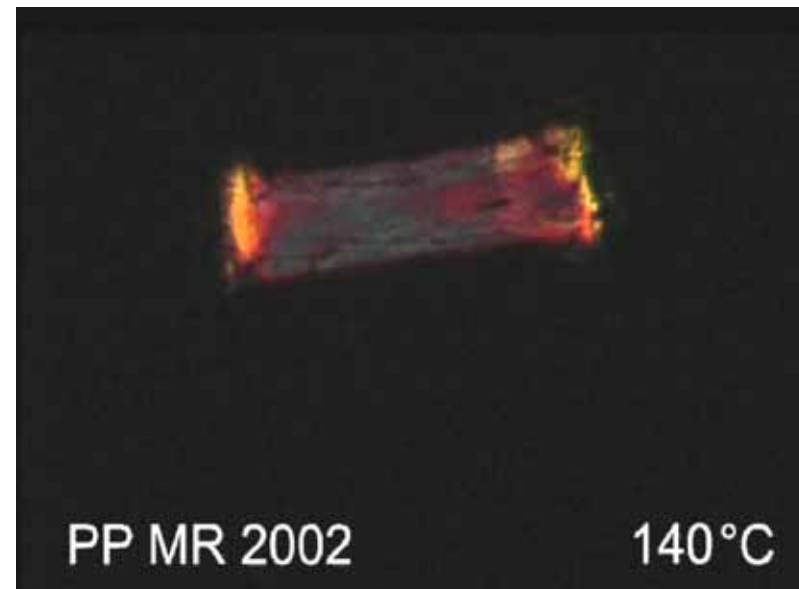
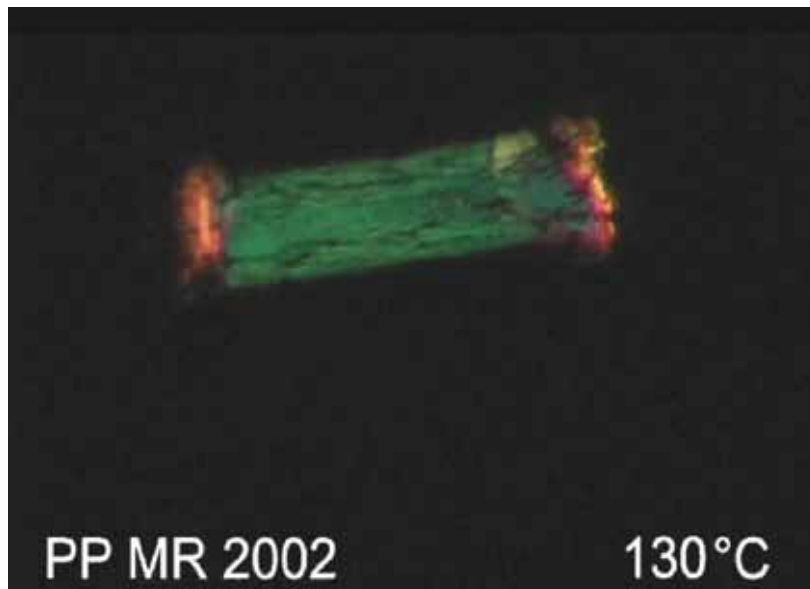
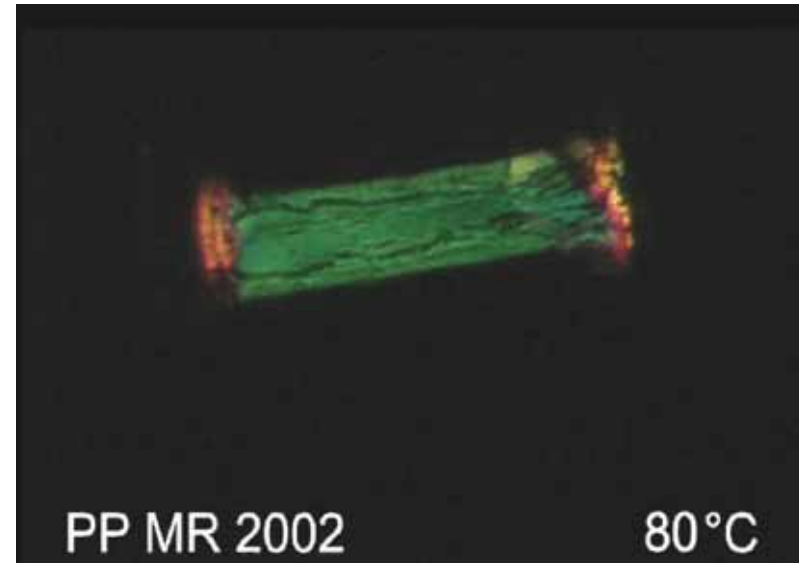
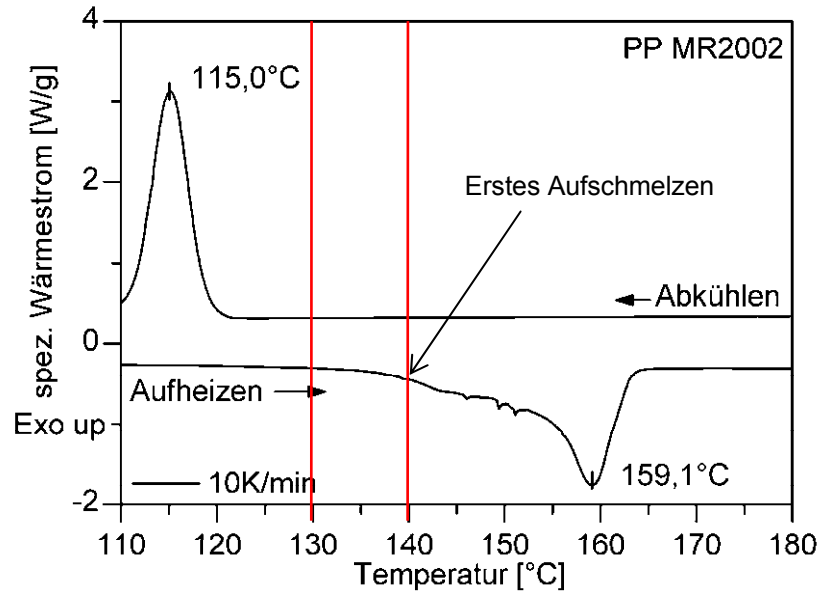


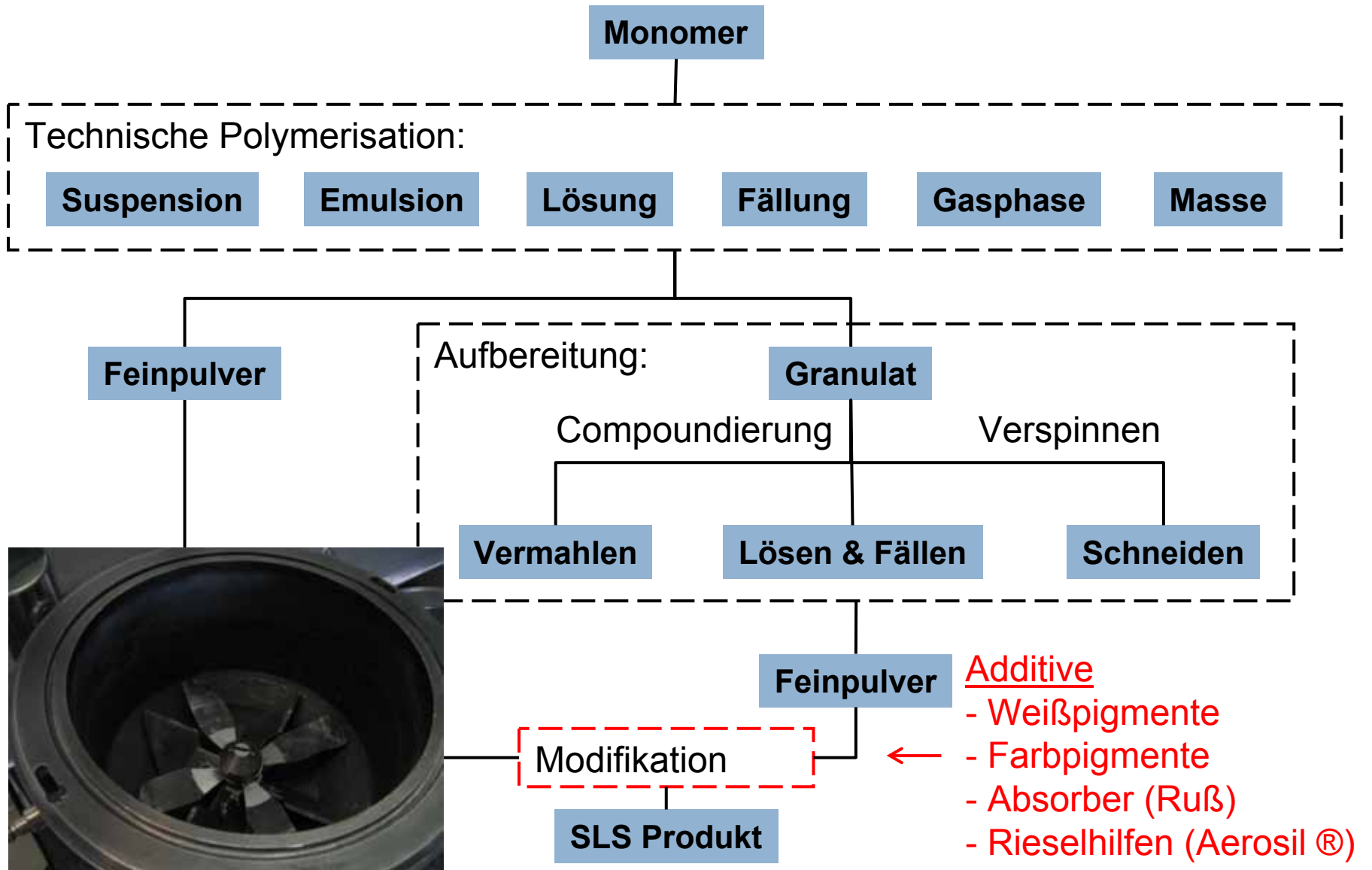












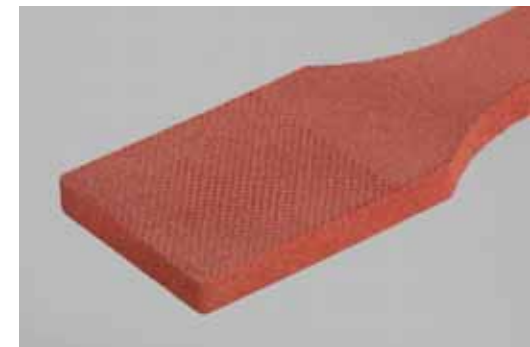
- Mischungen: PA2200 + **Bayferrox 130M (rot)**
Heucodur 2R (blau)
Chromoxidgrün GN-M (grün)
- Fragestellungen:
 - ➔ Einmischverhalten
 - ➔ Verarbeitungsverhalten
(Nukleierung, Absorption)
 - ➔ Farberfolg
 - ➔ Mechanische Eigenschaften



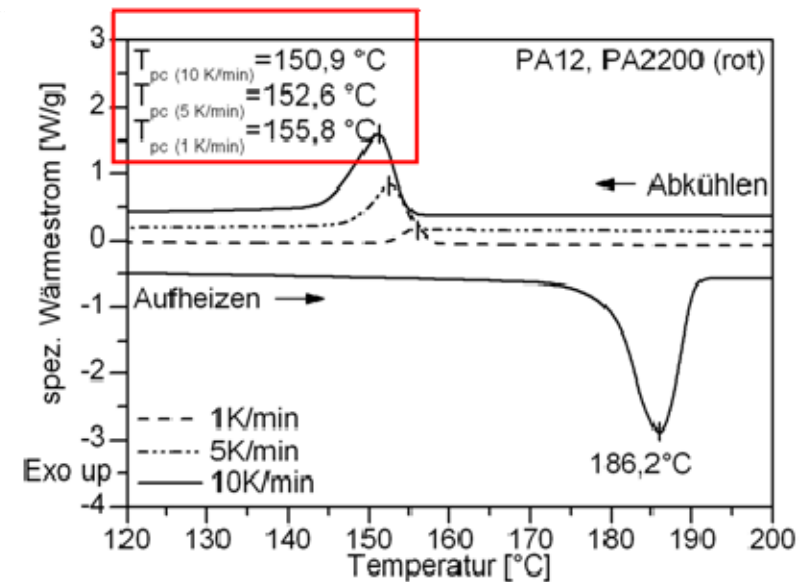
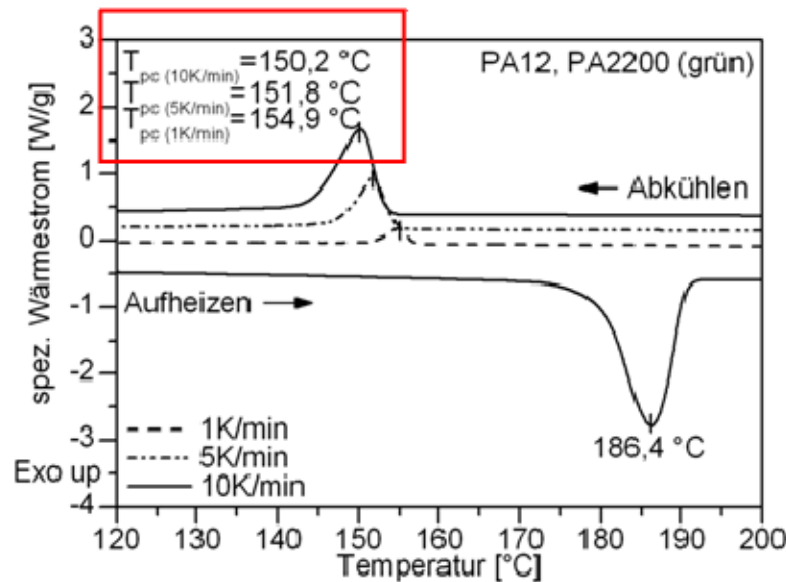
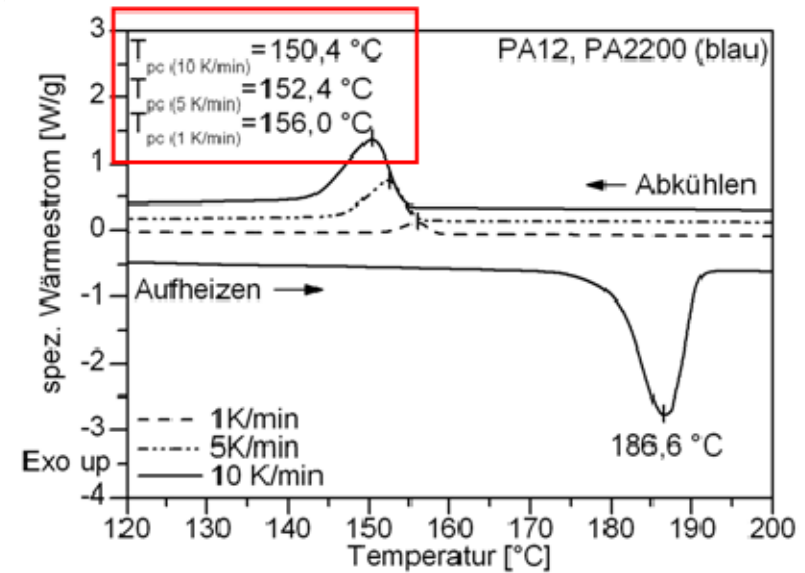
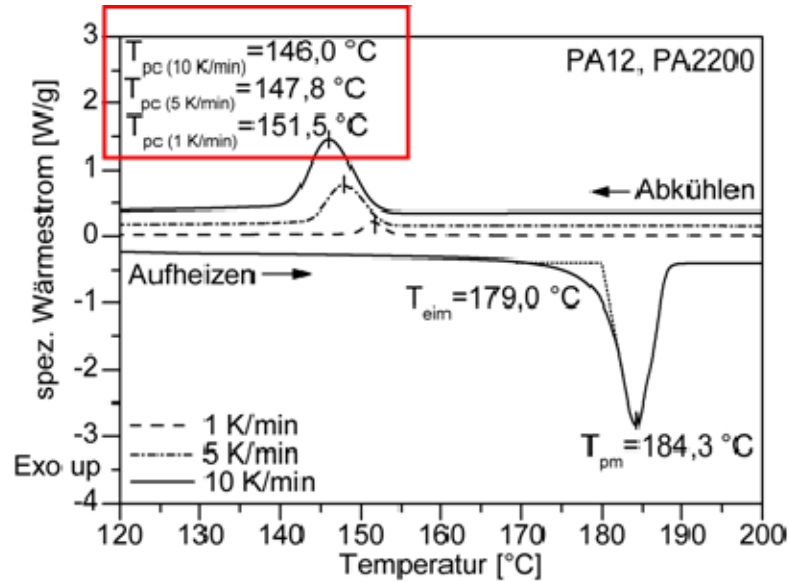
Aufbereitung

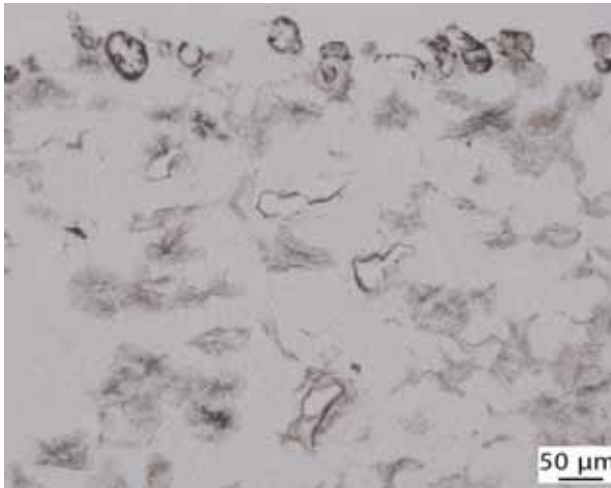
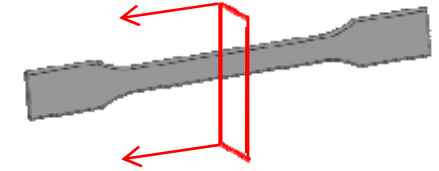


Verarbeitung

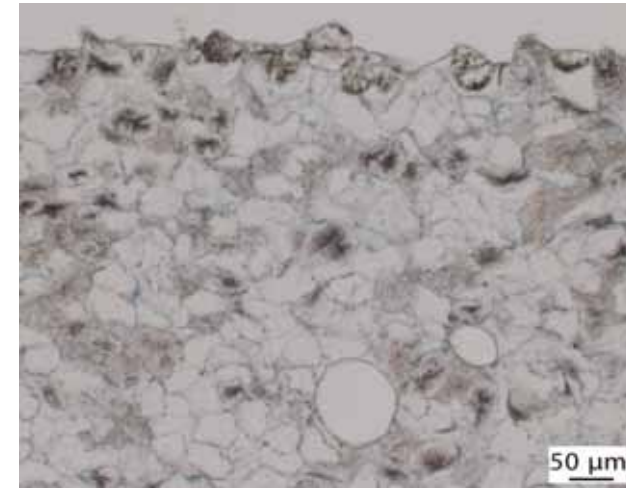


Bauteileigenschaften

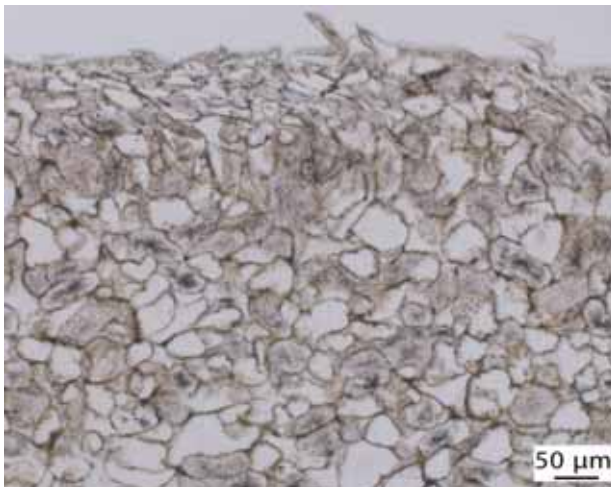




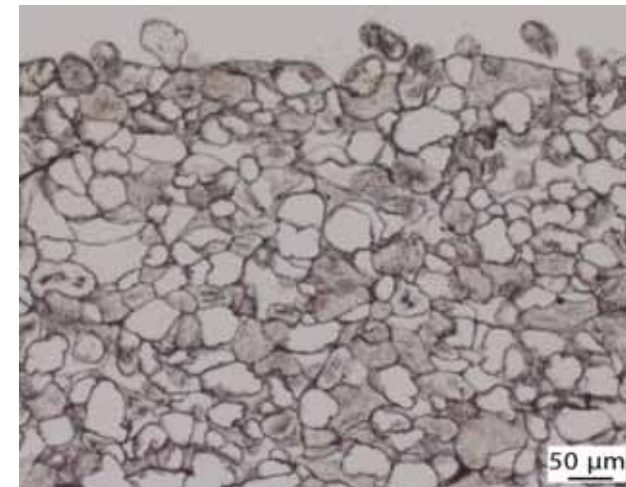
PA2200



PA2200 blau

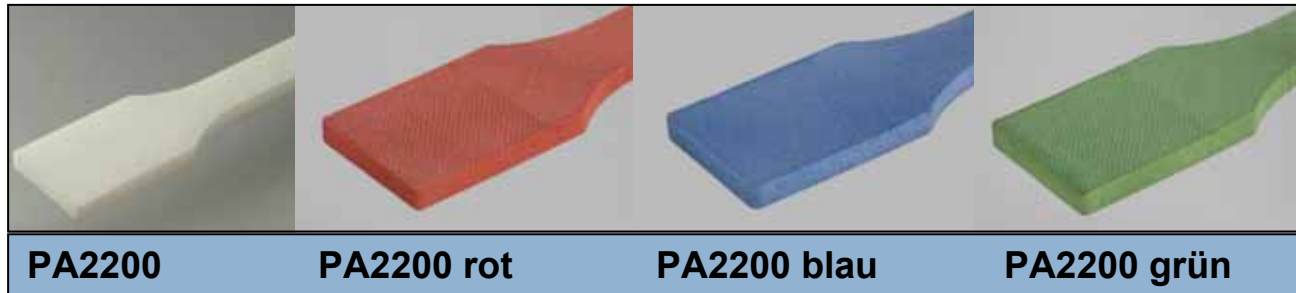
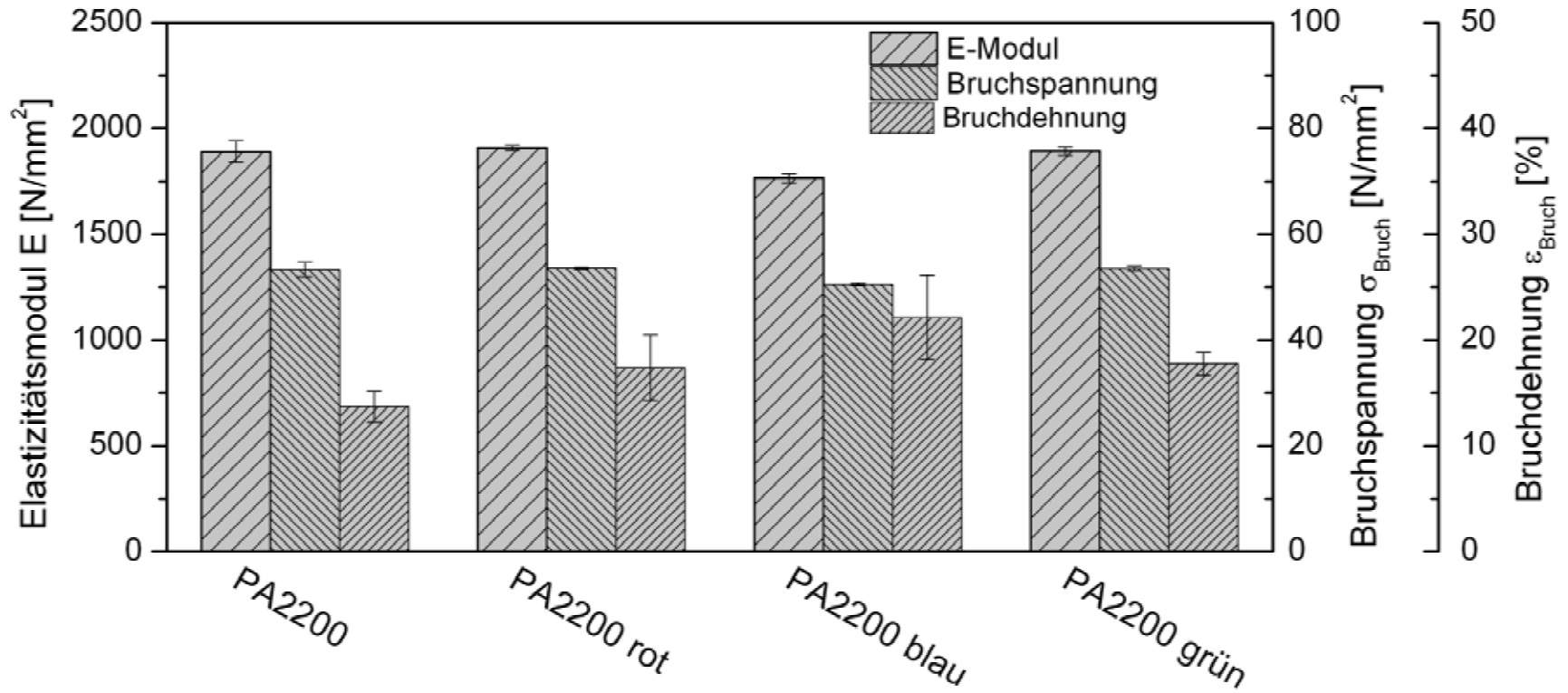


PA2200 grün



PA2200 rot

Farbpigmente: Zugversuche (x-Richtung)



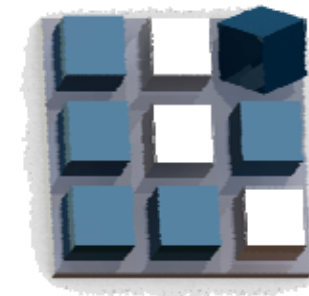
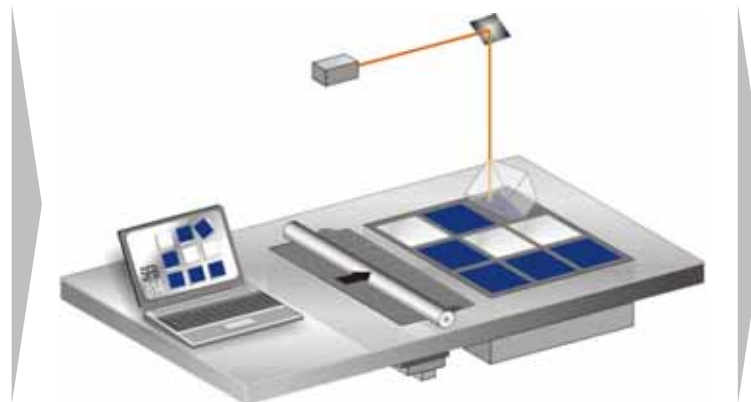
- Spektrum an Matrixwerkstoffen kann erweitert werden
 - ➔ Prozessanpassung nötig
 - ➔ nicht jeder Serienwerkstoff kann in einem robusten Prozess verarbeitet werden
 - ➔ Anpassung von SG-Typen für SLS

- Neue Pulverherstellungsverfahren zeigen großes Potential (z.B. Fasern)

- **Einsatz von Farbpigmenten möglich**
 - ➔ keine negative Beeinflussung
 - ➔ Integration in Prozesskette

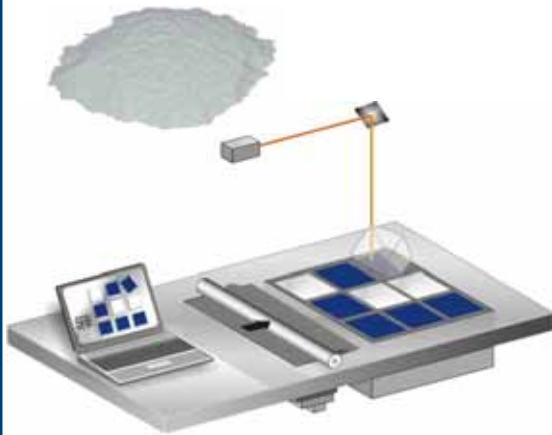


**Systematische Erforschung werkstofflicher,
methodischer und prozesstechnischer Grundlagen für
die Fertigung multifunktionaler Bauteile durch additive
Fertigungsverfahren**



1. Phase

Grundlegendes
Verständnis der
Werkstoffe und
Prozesse



2. Phase

Neue Werkstoffsysteme
und -kombinationen,
neue Prozesse,
prädiktive Simulation



3. Phase

Komplexe Produkte und
Prozesse, Multi-Material-
Systeme



SFB 814 - Additive Fertigung

Pulver- / Werkstoffe

A1
Kaltnassmahlung,
Schmelzemulgieren

A2
Modifizierung und
Funktionalisierung

A3
Pulvercharakterisierung

A4
Alterungsverhalten von
Kunststoffen

A5
Strahlschmelzen von
Metallen

Prozesse

B1
DEM-Simulation

B2
Elektronenstrahlschmelzen
von Metallen

B3
Laserstrahlschmelzen von
Kunststoffpulvern

B4
Mesoskopische
Simulation

B5
Baugruppenfertigung

B6
Multi-Materialbauteile

Bauteile

C2
Strukturoptimierung

C3
Makroskopische
Simulation

C4
Inkrementelles Prüfen

 **Kunststoff**
 **Metall**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit