

Experimentelle Untersuchung des Probengeometrieinflusses auf das Deformationsverhalten amorpher thermoplastischer Kunststoffe

M. Helbig^a, D. Koch^a, J. Irslinger^b, A. Hirth^b

^aDYNAmore GmbH, ^bDaimler AG, Sindelfingen

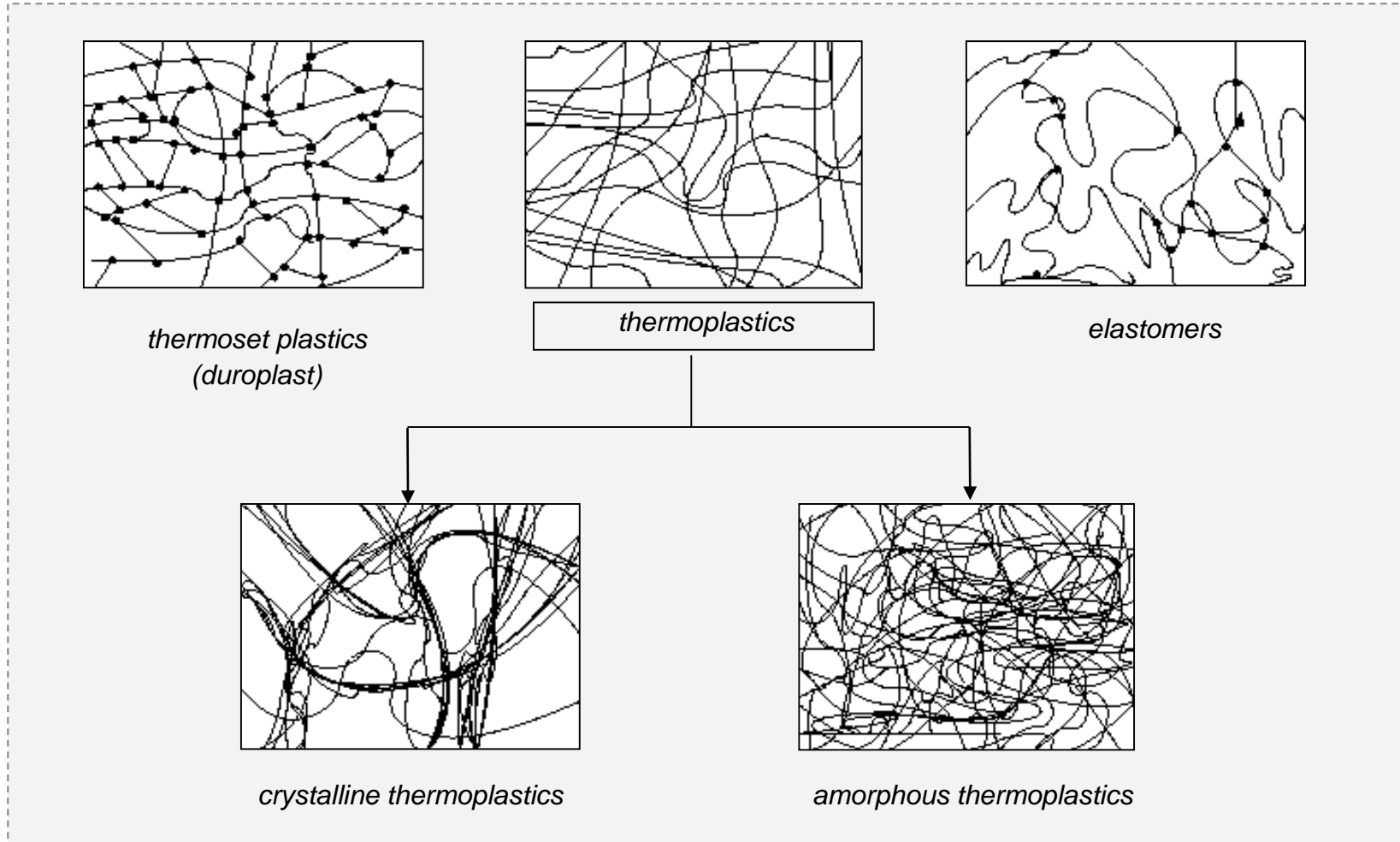
11.09.2016



Inhalt:

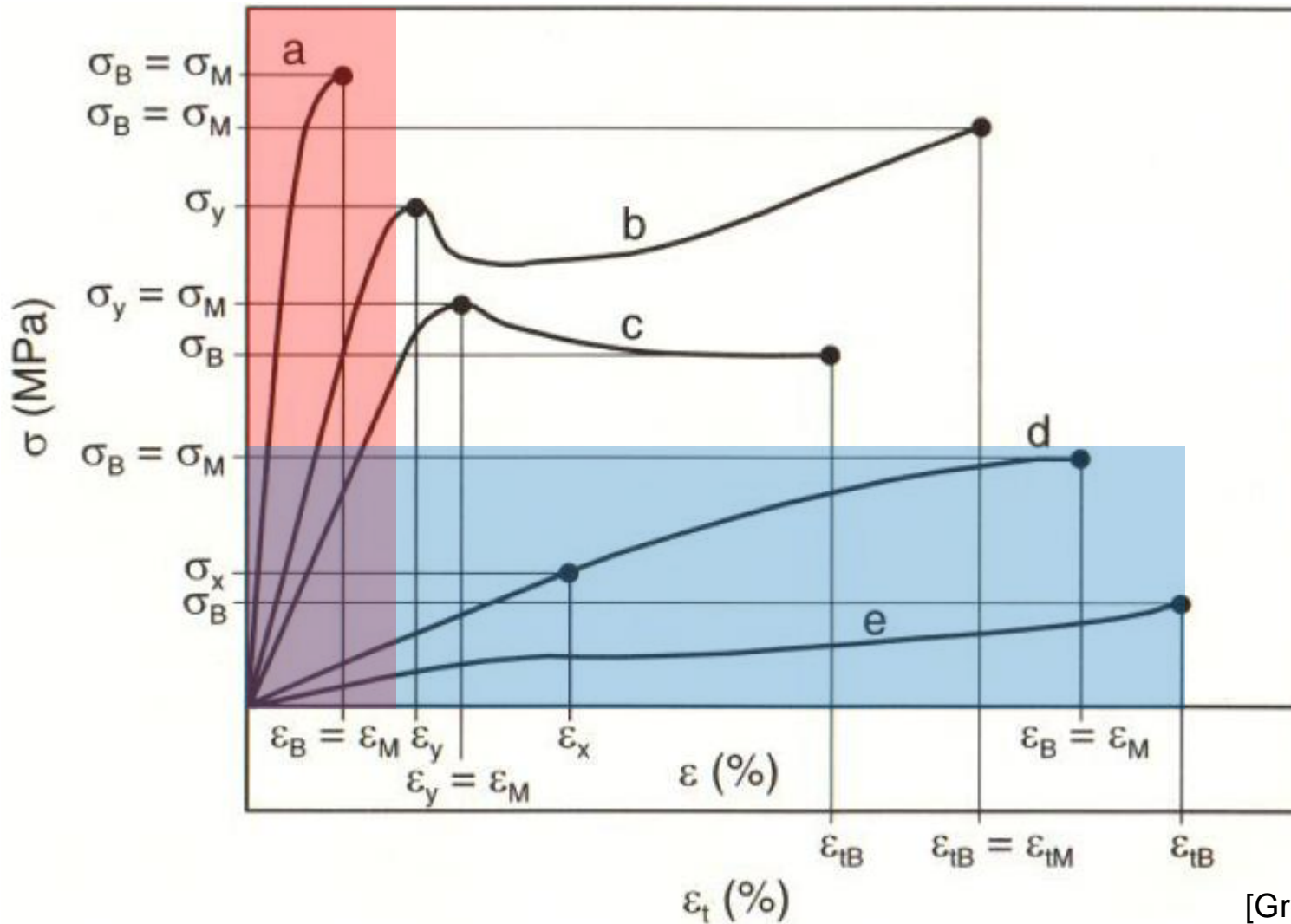
- Einführung
- Deformationsverhalten
- Versuchsaufbau, Verzerrungsmessung
- Zugproben:
 - Vergleich DIN EN ISO 527 – Junginger
 - Becker Zugstab
 - Miniflachzug (DYNAmore)
- Prozessparameter bei Probenfertigung
- Zusammenfassung

Deformationsverhalten Polymeren



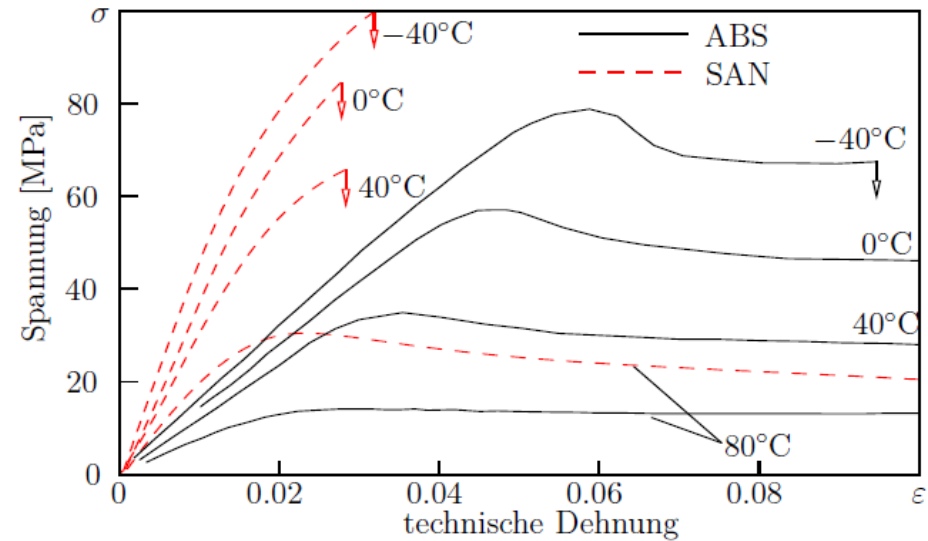
[Junginger 2002]

Deformationsverhalten von Thermoplaste

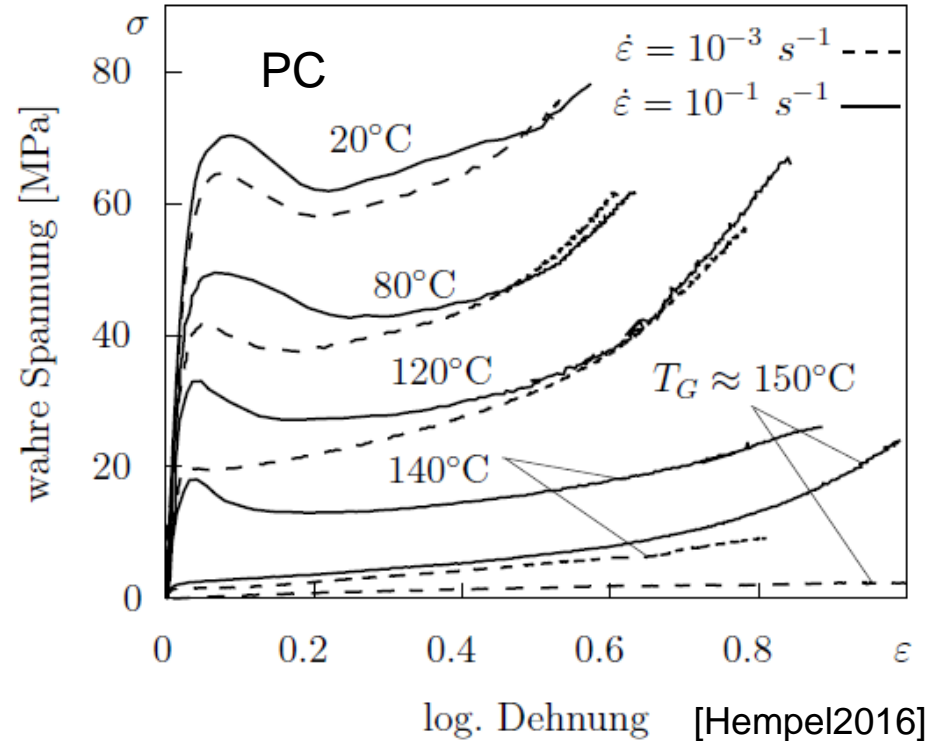


[Grellmann2011]

Einflüsse auf Deformationsverhalten



[Dominghaus2008]



[Hempel2016]

Modifizierung der Matrix:

- Gummimodifizierung
- Partikel
- Fasern

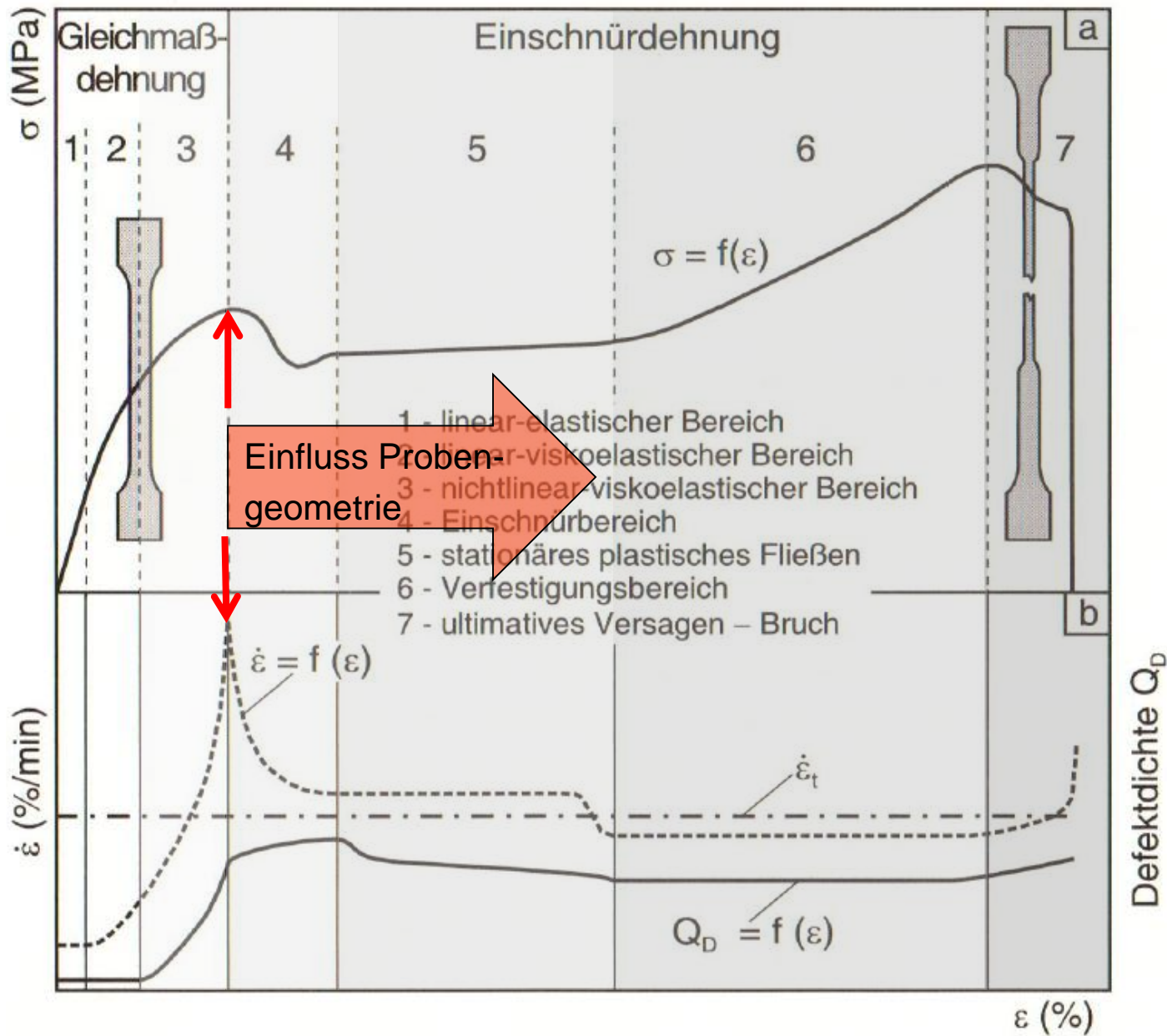
Abhängigkeit:

- Temperatur
- Dehnrage
- Alter



Inhalt:

- Einführung
- **Deformationsverhalten**
- Versuchsaufbau, Verzerrungsmessung
- Zugproben:
 - Vergleich DIN EN ISO 527 – Junginger
 - Becker Zugstab
 - Miniflachzug (DYNAmore)
- Prozessparameter bei Probenfertigung



[Grellmann2011]



Inhalt:

- Einführung
- Deformationsverhalten
- Versuchsaufbau, Verzerrungsmessung
- Zugproben:
 - Vergleich DIN EN ISO 527 – Junginger
 - Becker Zugstab
 - Miniflachzug (DYNAmore)
- Prozessparameter bei Probenfertigung

Ermittlung mechanischer Eigenschaften

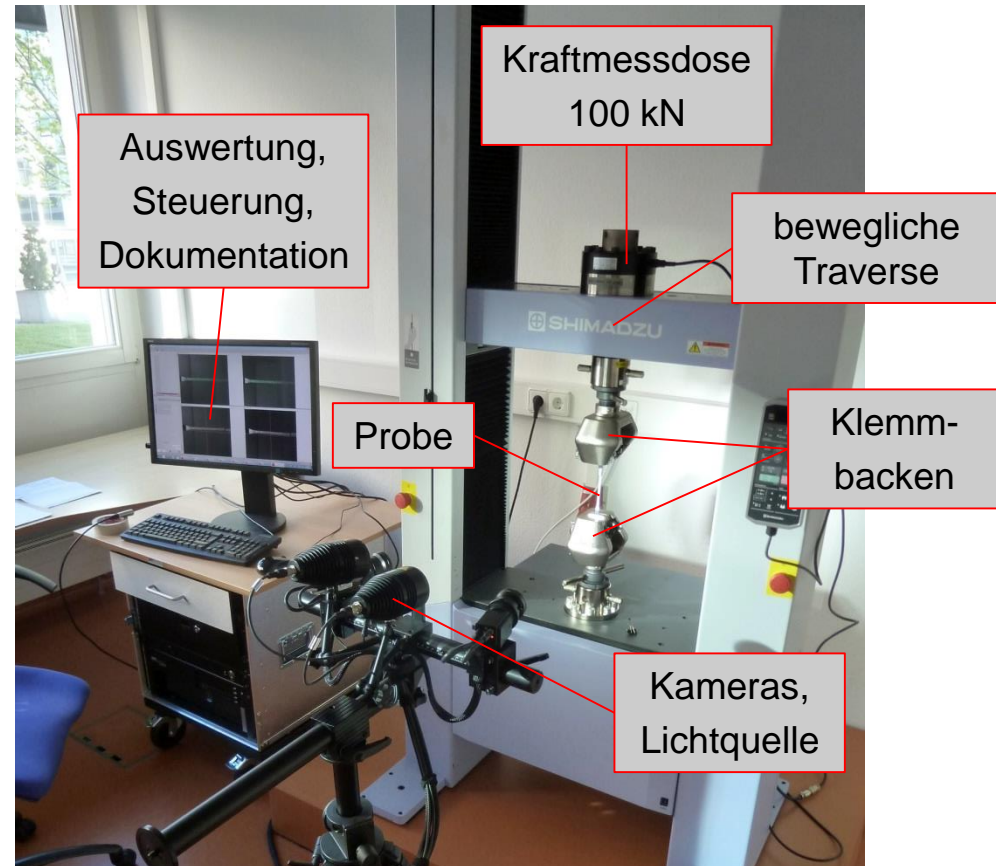
- Kraft und Weg von Zugmaschine

→ Dehnung und Spannung ermittelbar?

- Maschinensteifigkeit
- Kraftmessdose
- Einspannlänge variiert

→ lokale Dehnungsermittlung

- DMS (Clipgage)
- optische Messung
 - Punktmessung
 - **Bildkorrelation DIC**

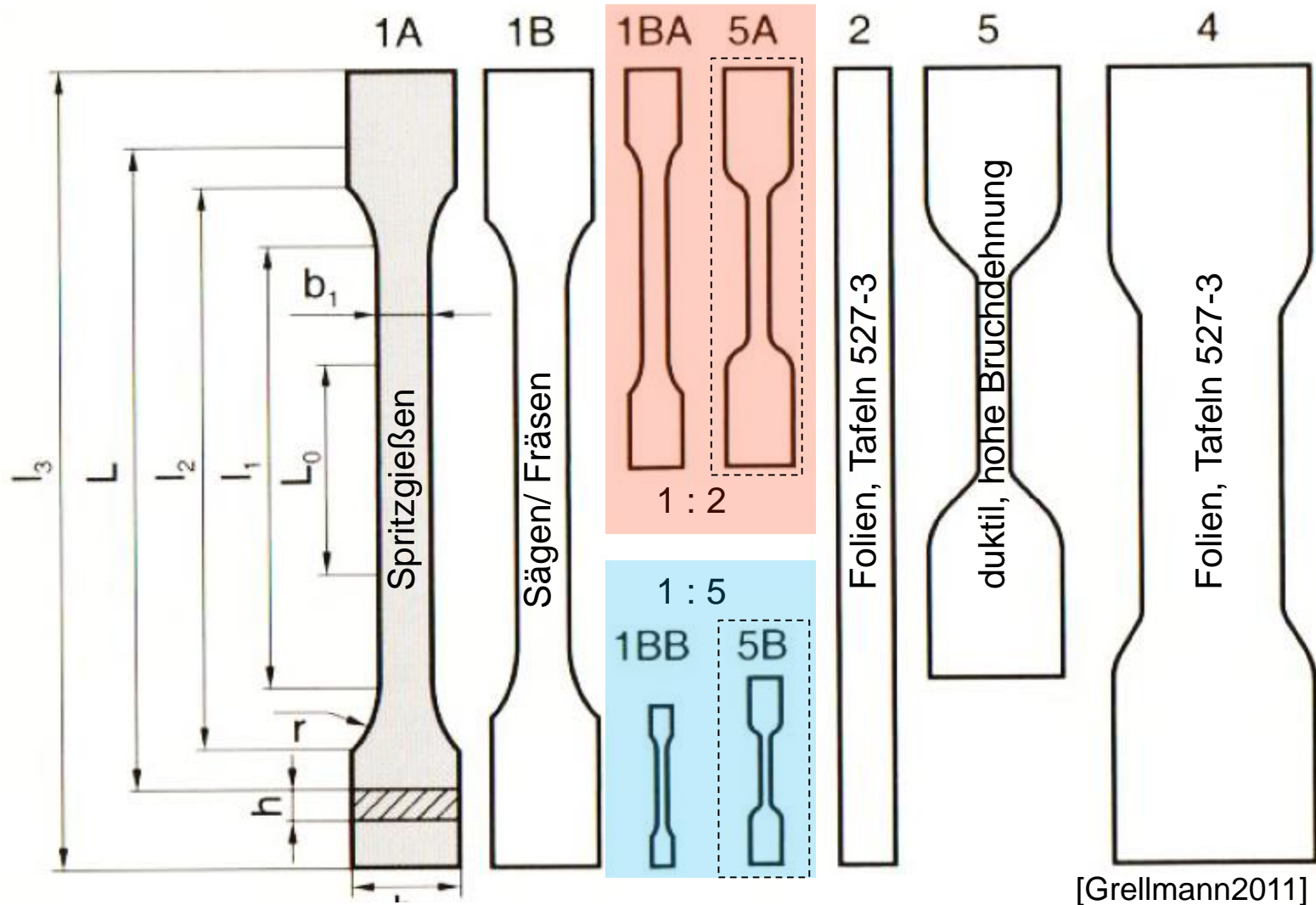




Inhalt:

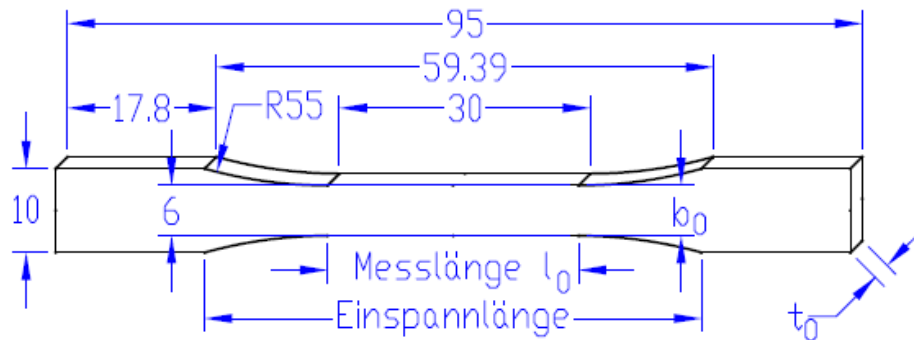
- Einführung
- Deformationsverhalten
- Versuchsaufbau, Verzerrungsmessung
- Zugproben:
 - Vergleich DIN EN ISO 527 – Junginger
 - Becker Zugstab
 - Miniflachzug (DYNAmore)
- Prozessparameter bei Probenfertigung

Zugproben DIN EN ISO 527

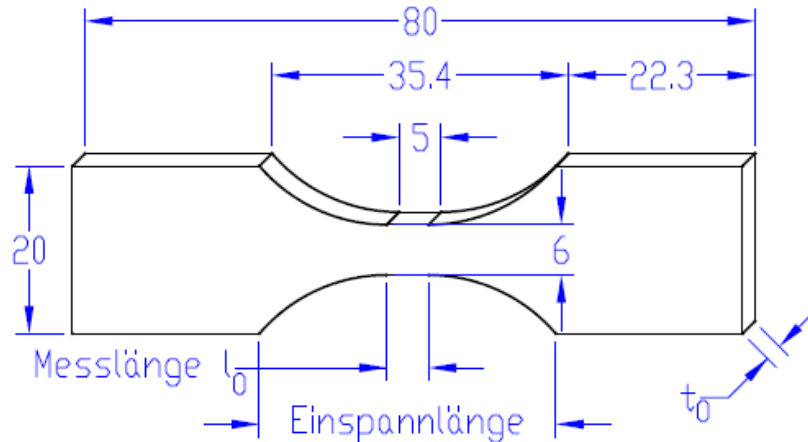


Vergleich Zugprobengeometrien:

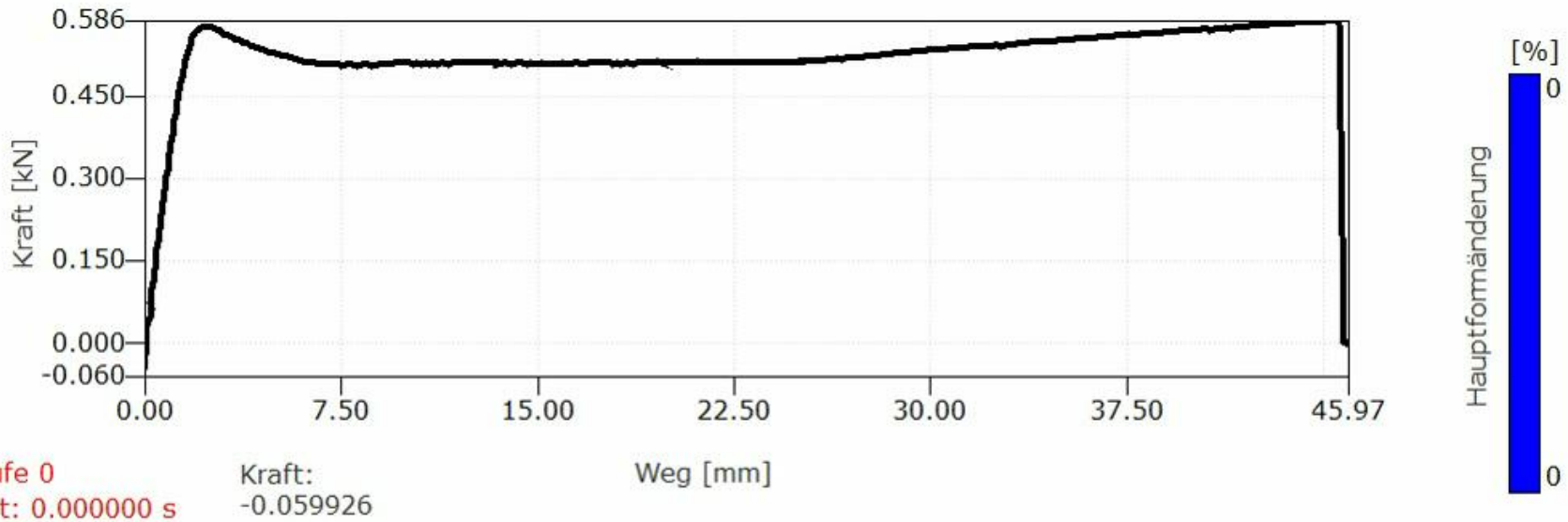
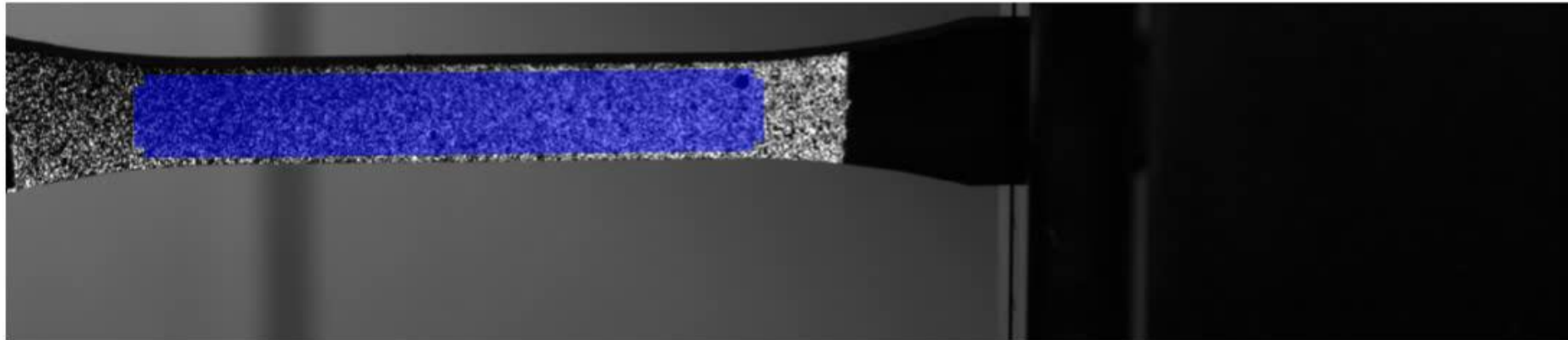
Modifizierte 527 Zugprobe 1BA:



Modifizierte Junginger Zugprobe

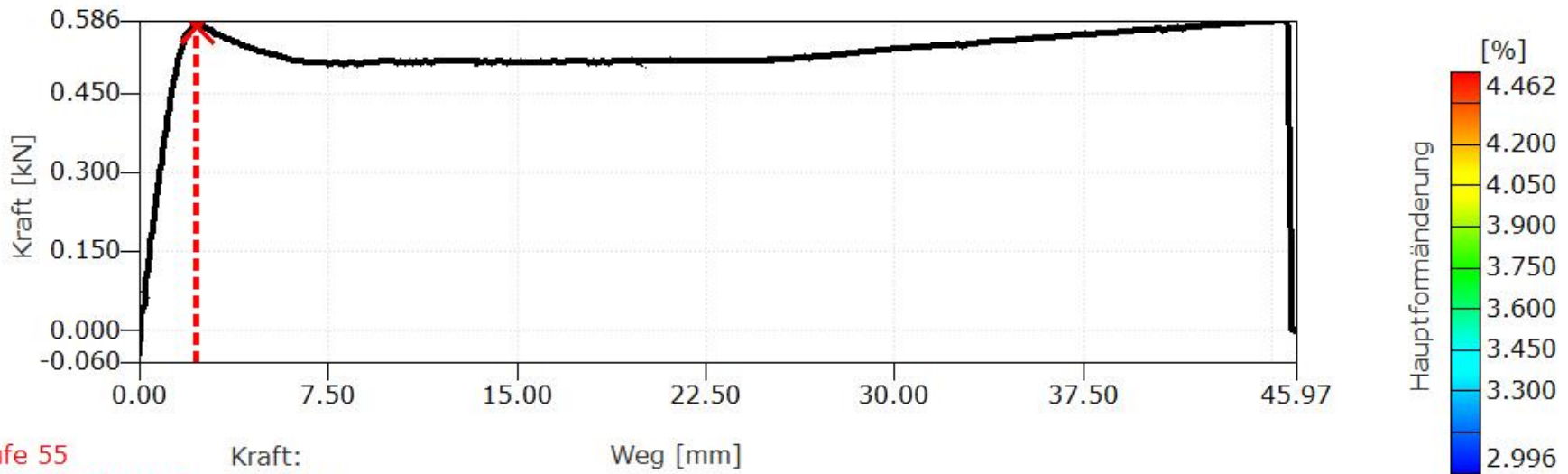
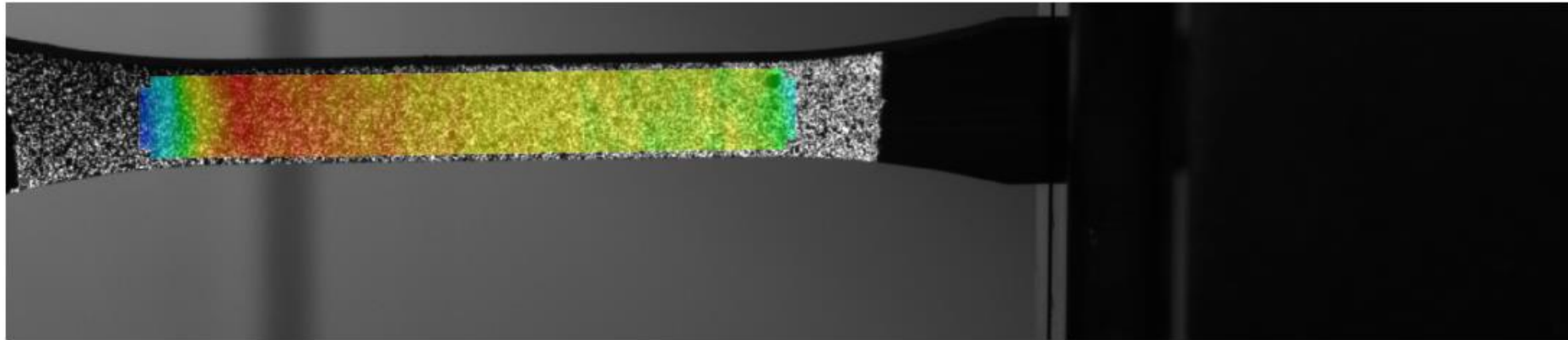


Projekt: P15_DB_PC-ABS Datum: 24.04.2015
Chargen-Nr.: 5 Prüfgeschwindigkeit: 0.03 mm/sec
Teil-Nr.: 1 Prüffart: Zug qs
Material: PC-ABS Prüfer: mh



DYNAMORE GmbH Zentral Stuttgart T: +49(0)711-4596000
Gesellschaft für FEM Industriestr. 2 F: +49(0)711-45960029
Ingenieurdienstleistungen D-70565 Stuttgart info@dynamore.de
www.dynamore.de

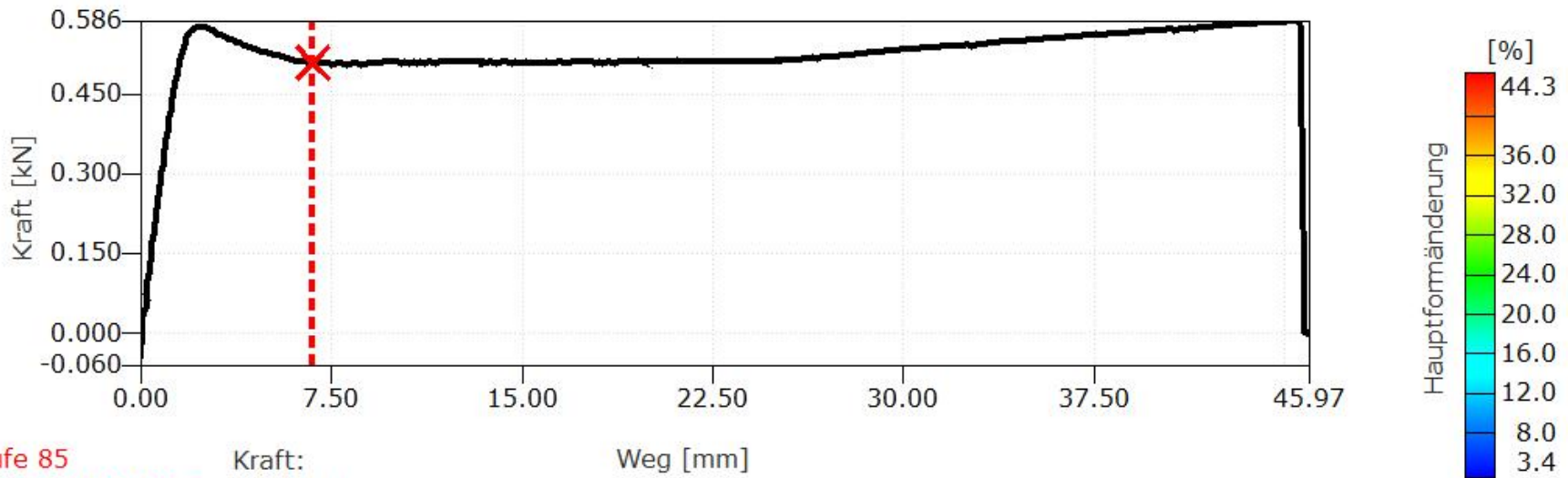
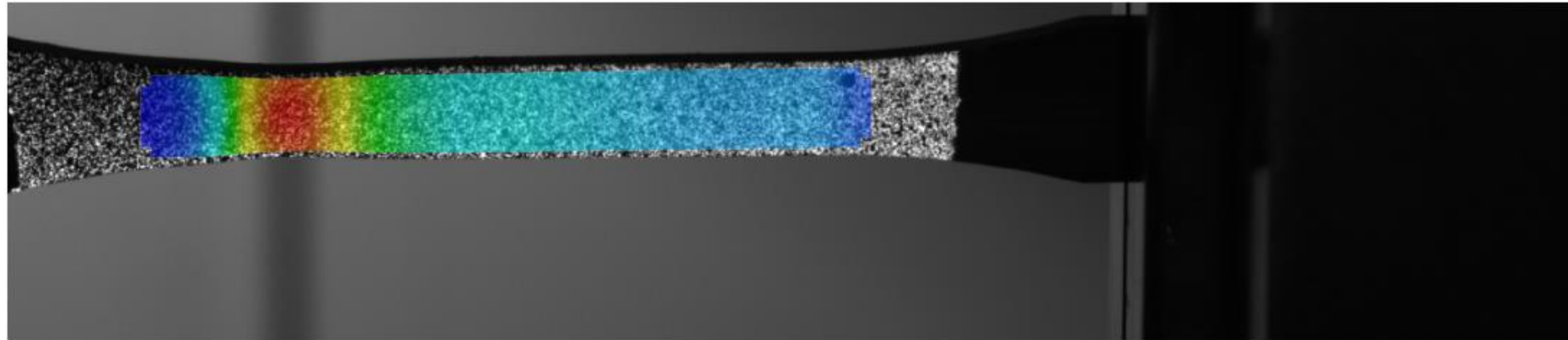
Projekt: P15_DB_PC-ABS Datum: 24.04.2015
Chargen-Nr.: 5 Prüfgeschwindigkeit: 0.03 mm/sec
Teil-Nr.: 1 Prüffart: Zug qs
Material: PC-ABS Prüfer: mh



Stufe 55
Zeit: 79.002414 s
Kraft: 0.576243

Weg [mm]

Projekt: P15_DB_PC-ABS Datum: 24.04.2015
 Chargen-Nr.: 5 Prüfgeschwindigkeit: 0.03 mm/sec
 Teil-Nr.: 1 Prüffart: Zug qs
 Material: PC-ABS Prüfer: mh

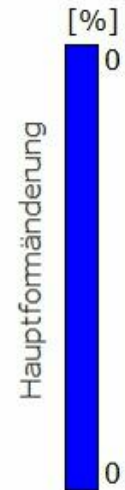
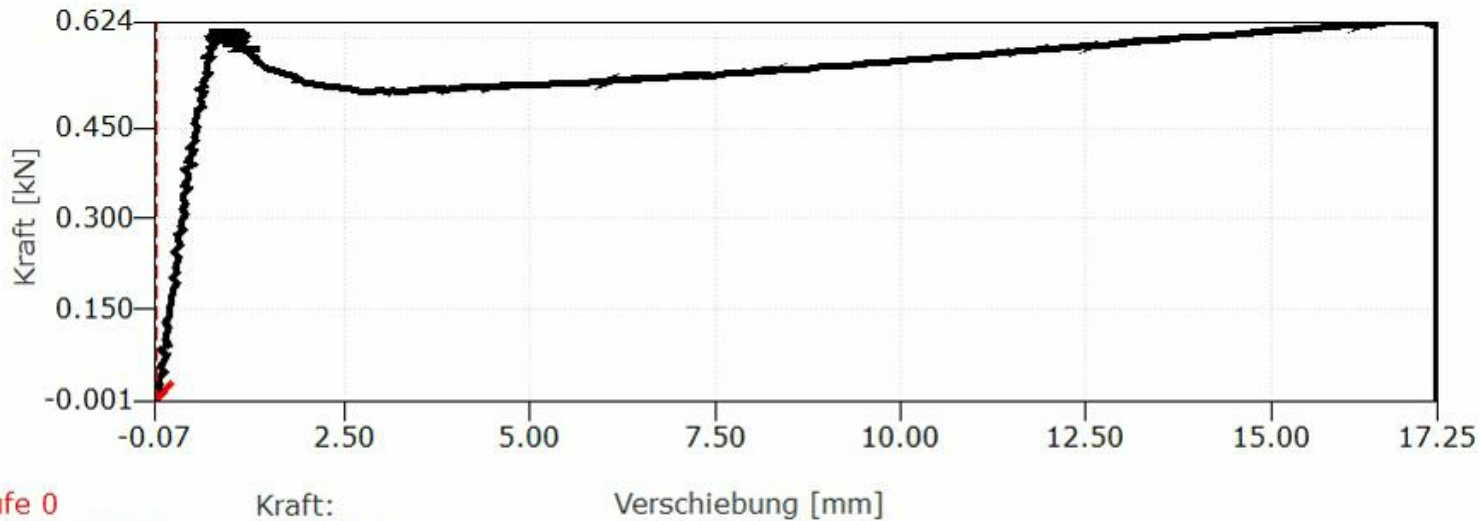
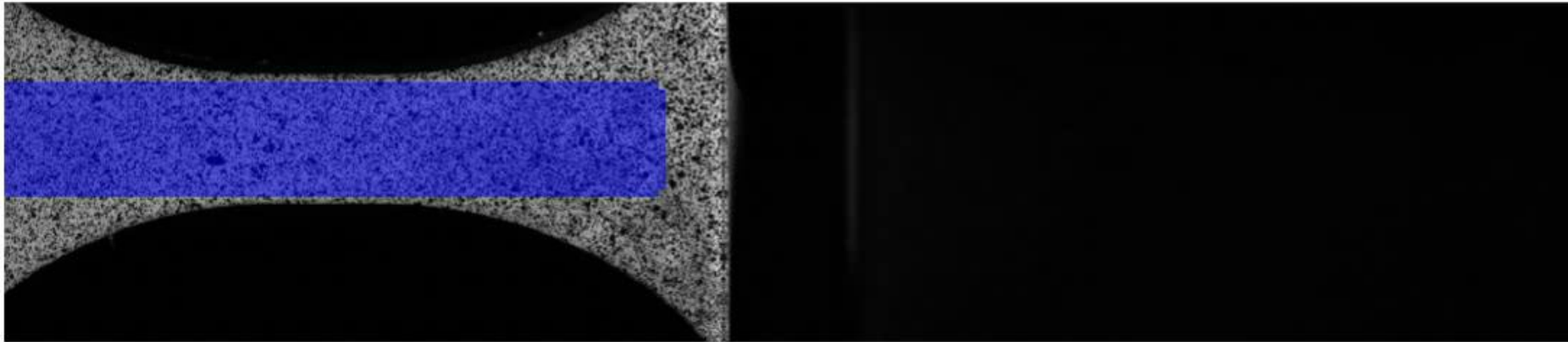


Stufe 85
 Zeit: 229.002414 s Kraft: 0.508311

Weg [mm]

DYNAMore GmbH Zentral Stuttgart T: +49(0)711-4596000
 Gesellschaft für FEM Industriestr. 2 F: +49(0)711-45960029
 Ingenieurdienstleistungen D-70565 Stuttgart info@dynamore.de
 www.dynamore.de

Projekt: P16-DAG-06-Probengeom Datum: 08.02.2016
Chargen-Nr.: Junginger Prüfgeschwindigkeit: 0.05 mm/s
Teil-Nr.: PCABS-2-0.05-gefrJung-01 Prüffart: Zug quasi-statisch
Material: ABS Prüfer: dak

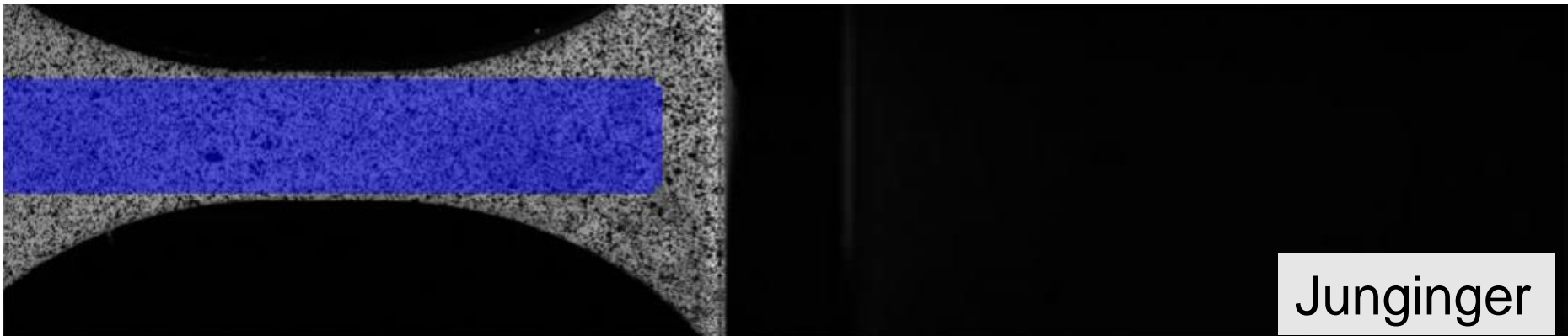
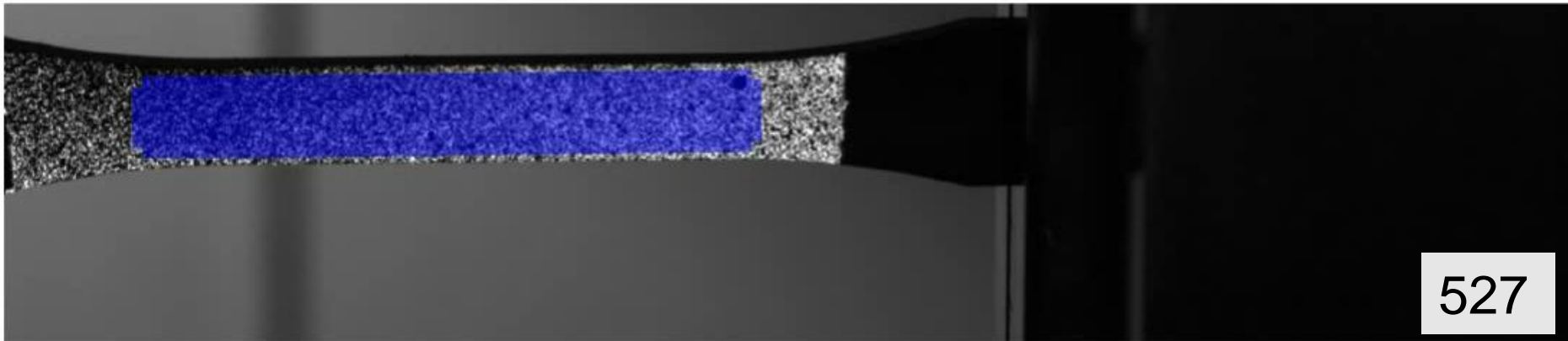


Stufe 0
Zeit: 0.000000 s
Kraft: -0.001434

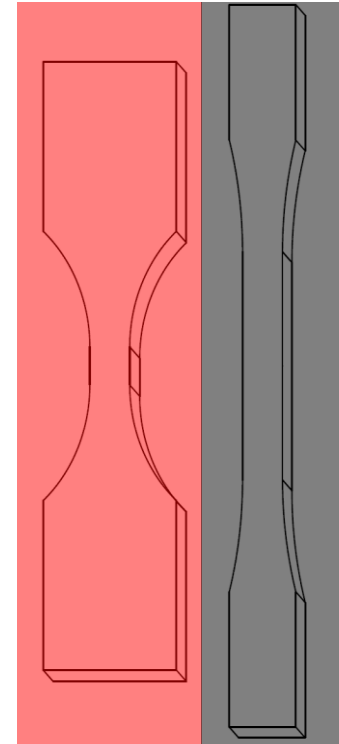
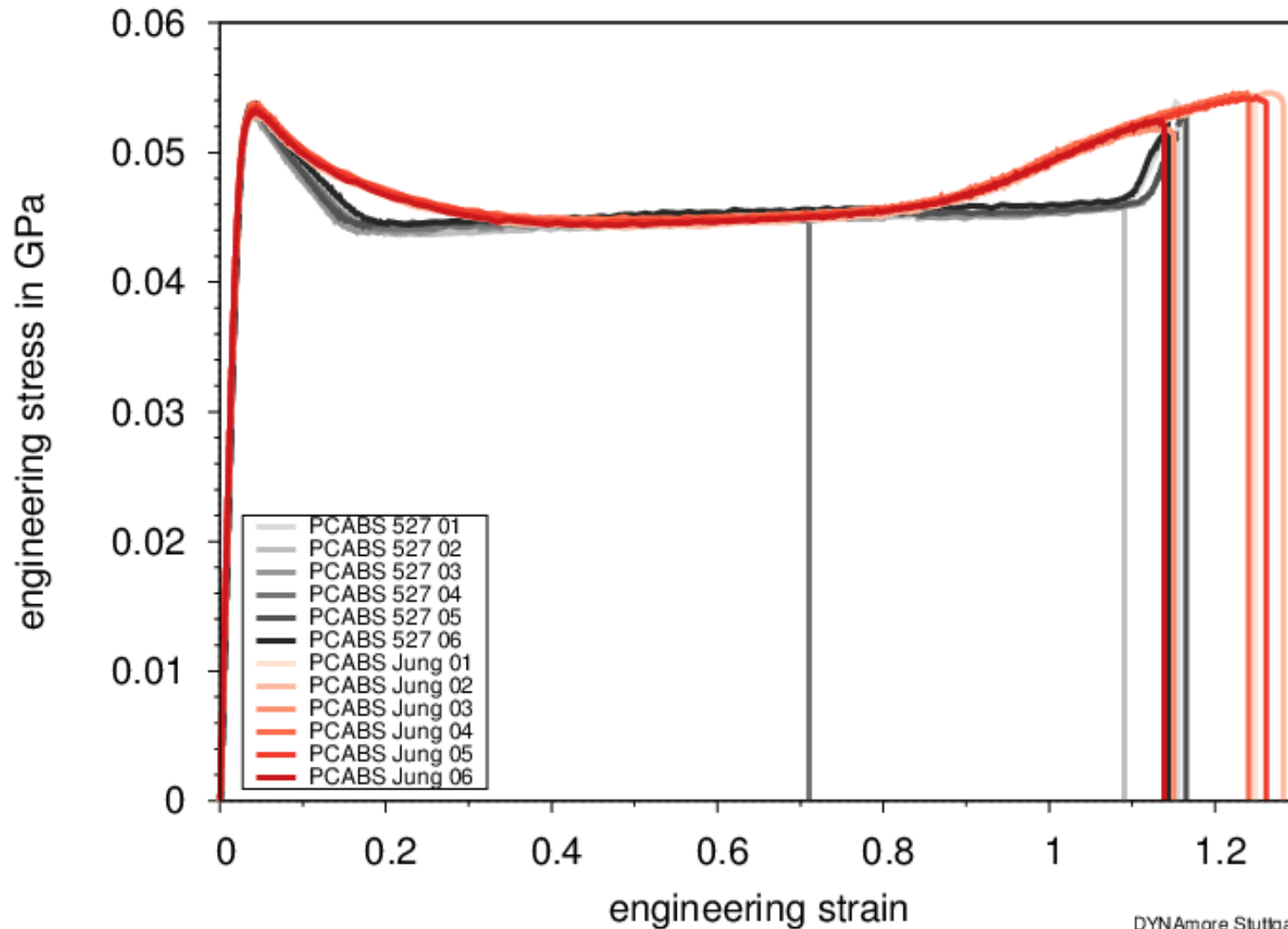
Verschiebung [mm]

DYNAMore GmbH Zentral Stuttgart T: +49(0)711-4596000
Gesellschaft für FEM Industriestr. 2 F: +49(0)711-45960029
Ingenieurdienstleistungen D-70565 Stuttgart info@dynamore.de
www.dynamore.de

Deformationsverhalten



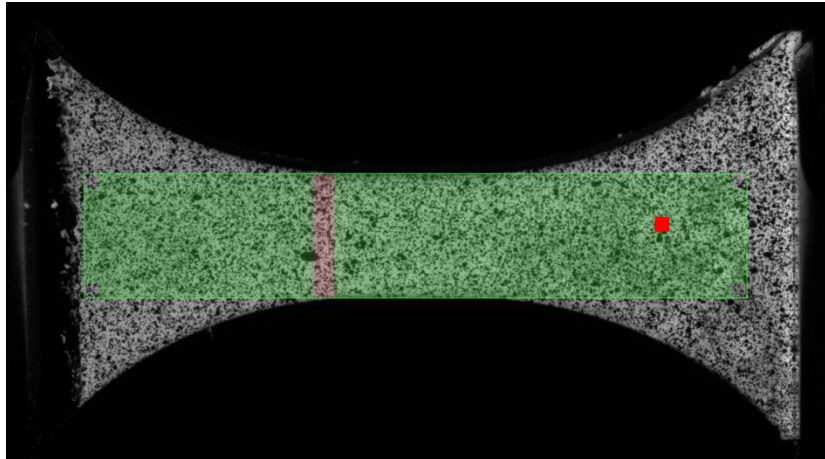
Spannungs-Dehnungskurven



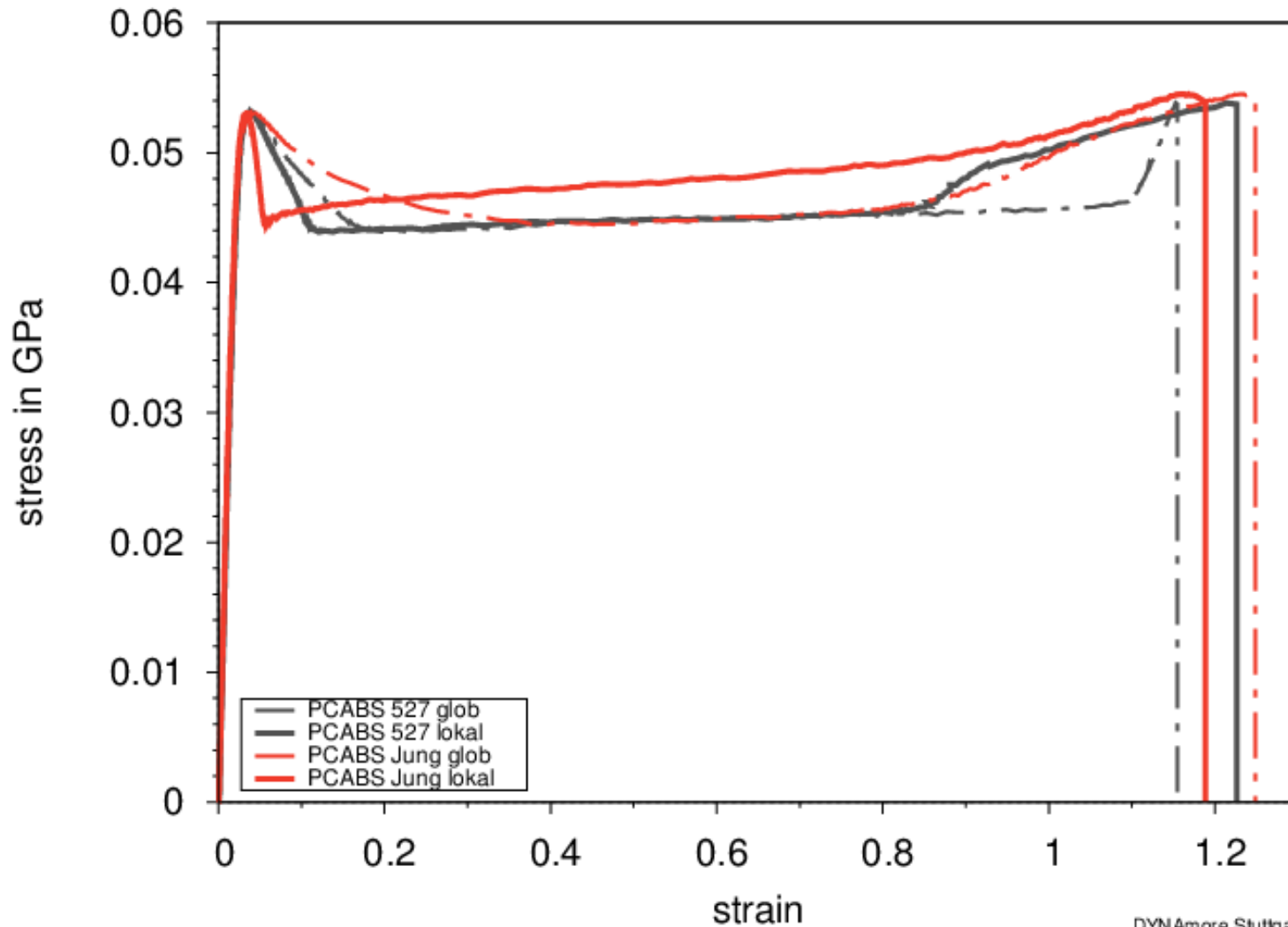
DYNAmore Stuttgart 2016

lokale Auswertung:

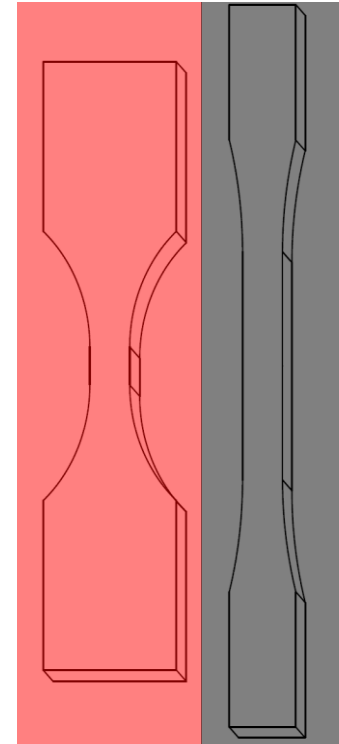
10% ursprünglichen Messbereichs



Spannungs-Dehnungskurven

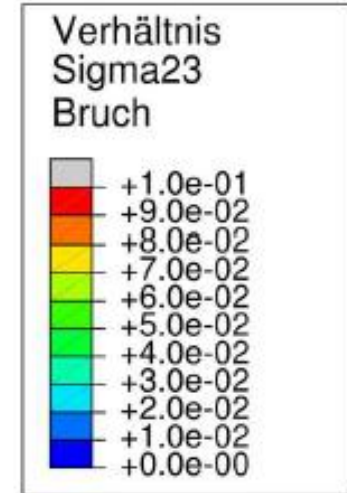
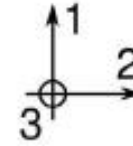
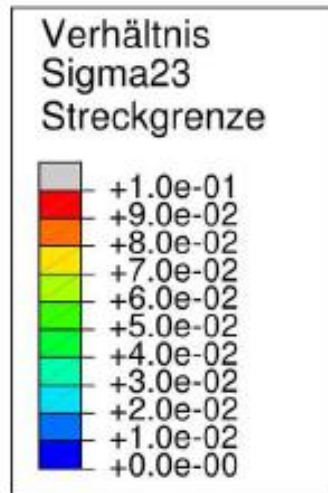
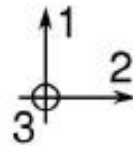
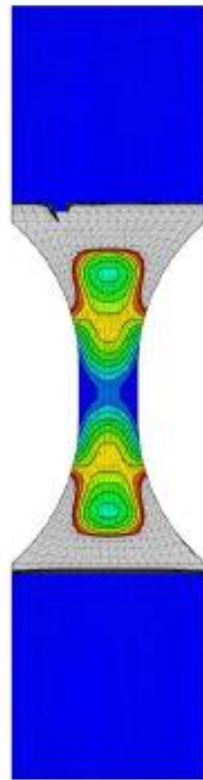
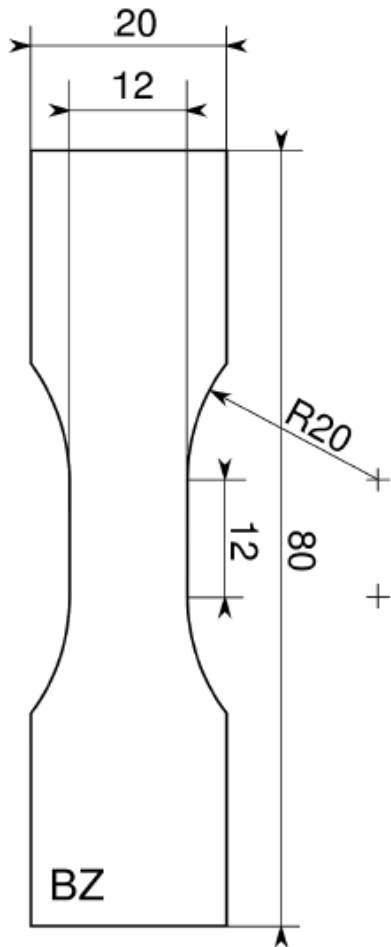


DYNAmore Stuttgart 2016



Becker - Zugprobe:

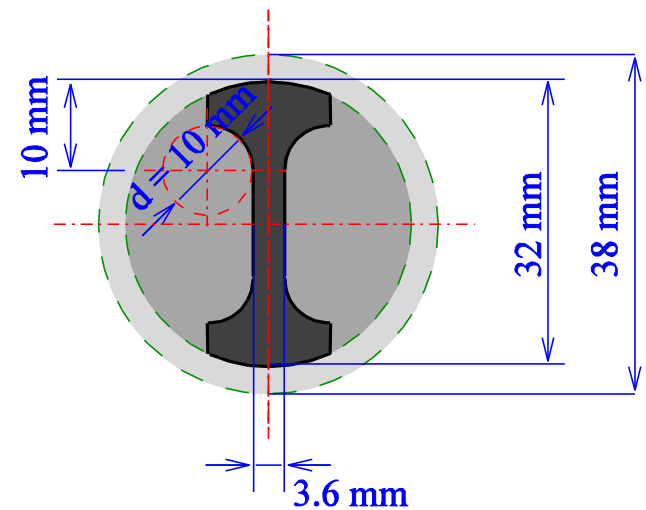
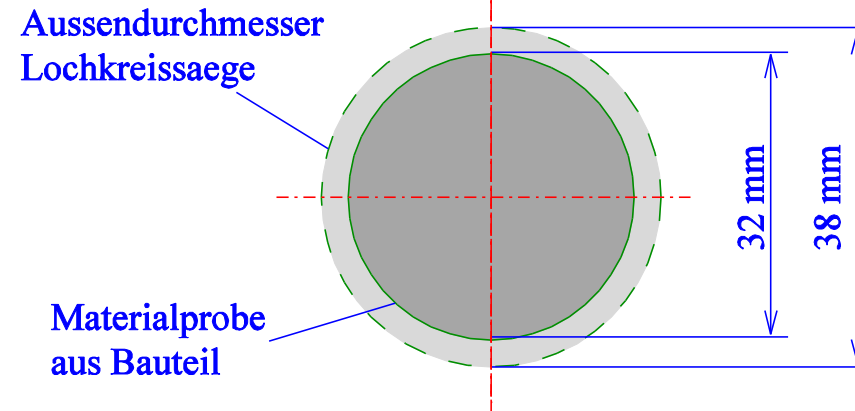
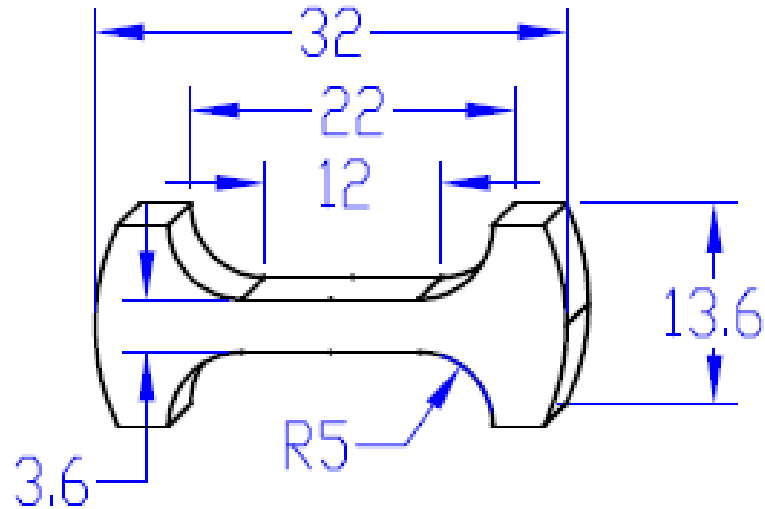
- + einachsiger Spannungszustand
- + gut für Dehnratenabhängigkeit
- Anpassen mit von Mises – Plastizität (Crazing bei PC/ABS Bayblend T65)
- Verhalten bei hochduktiven Werkstoffen (z.B. PP) ??



[Becker2009]

Miniflachzug:

Charakterisierung an Serienbauteil

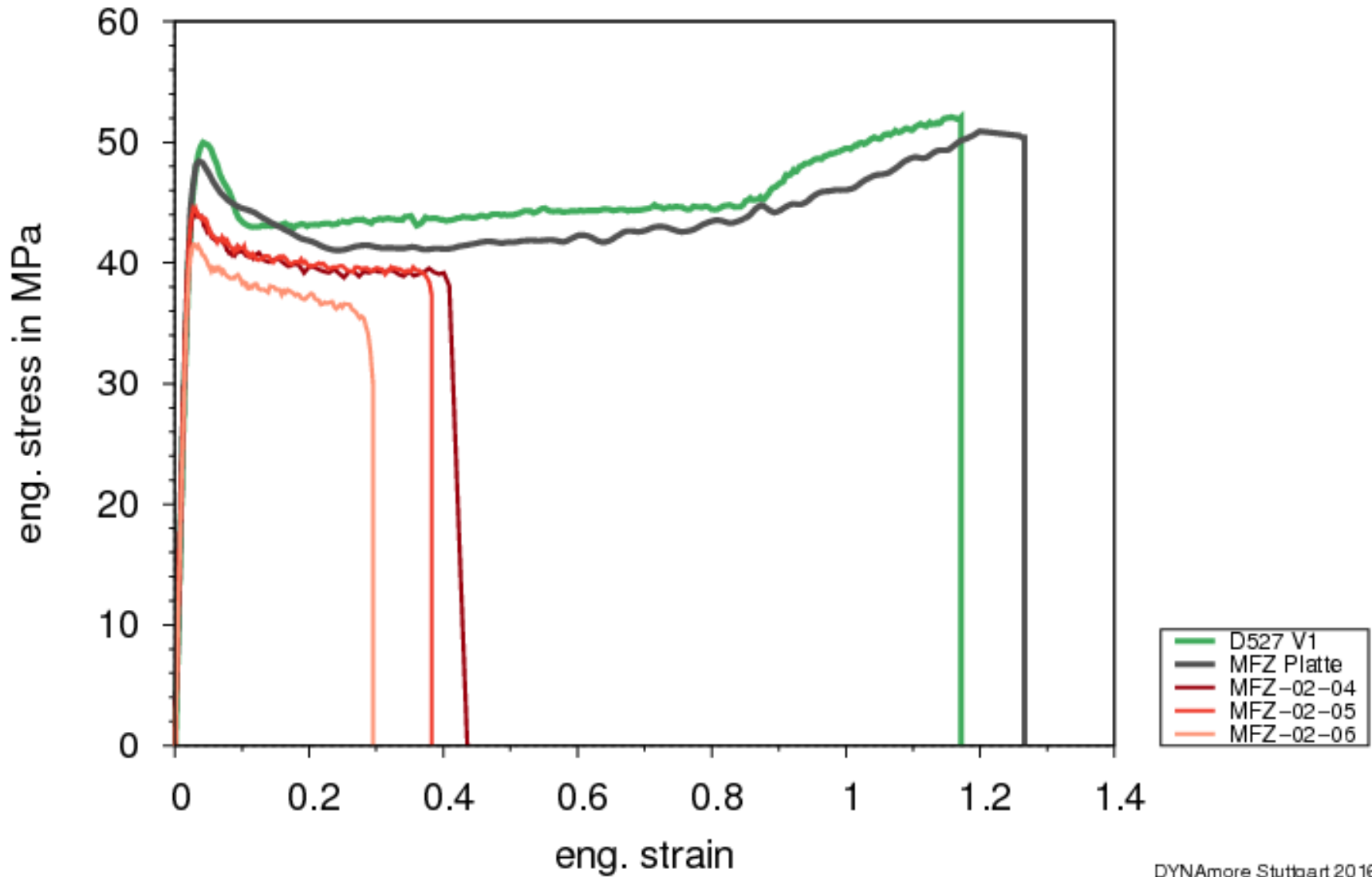


Probenentnahme aus Bauteil:

unterschiedliche Entnahmepositionen

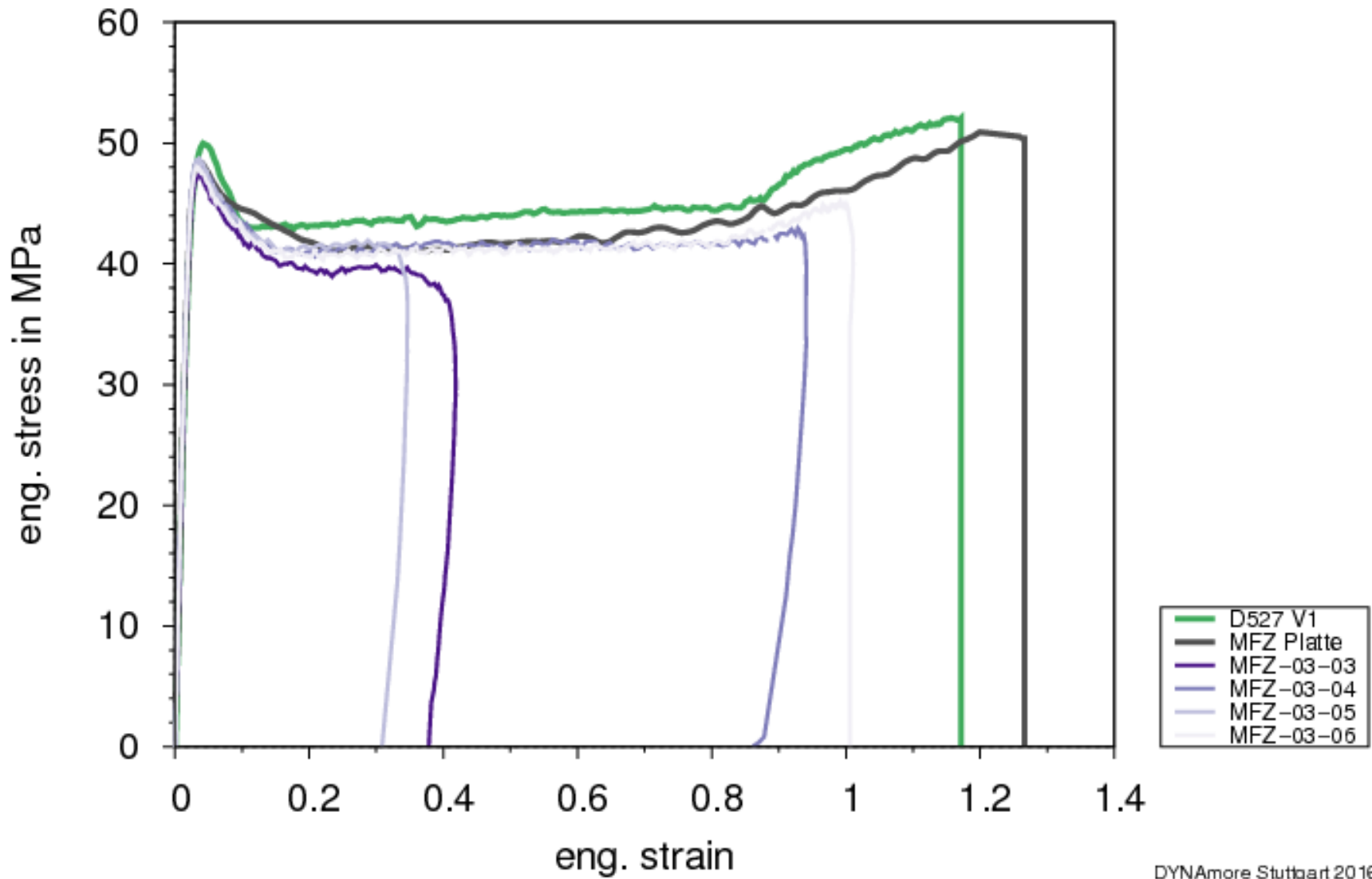


Position 2



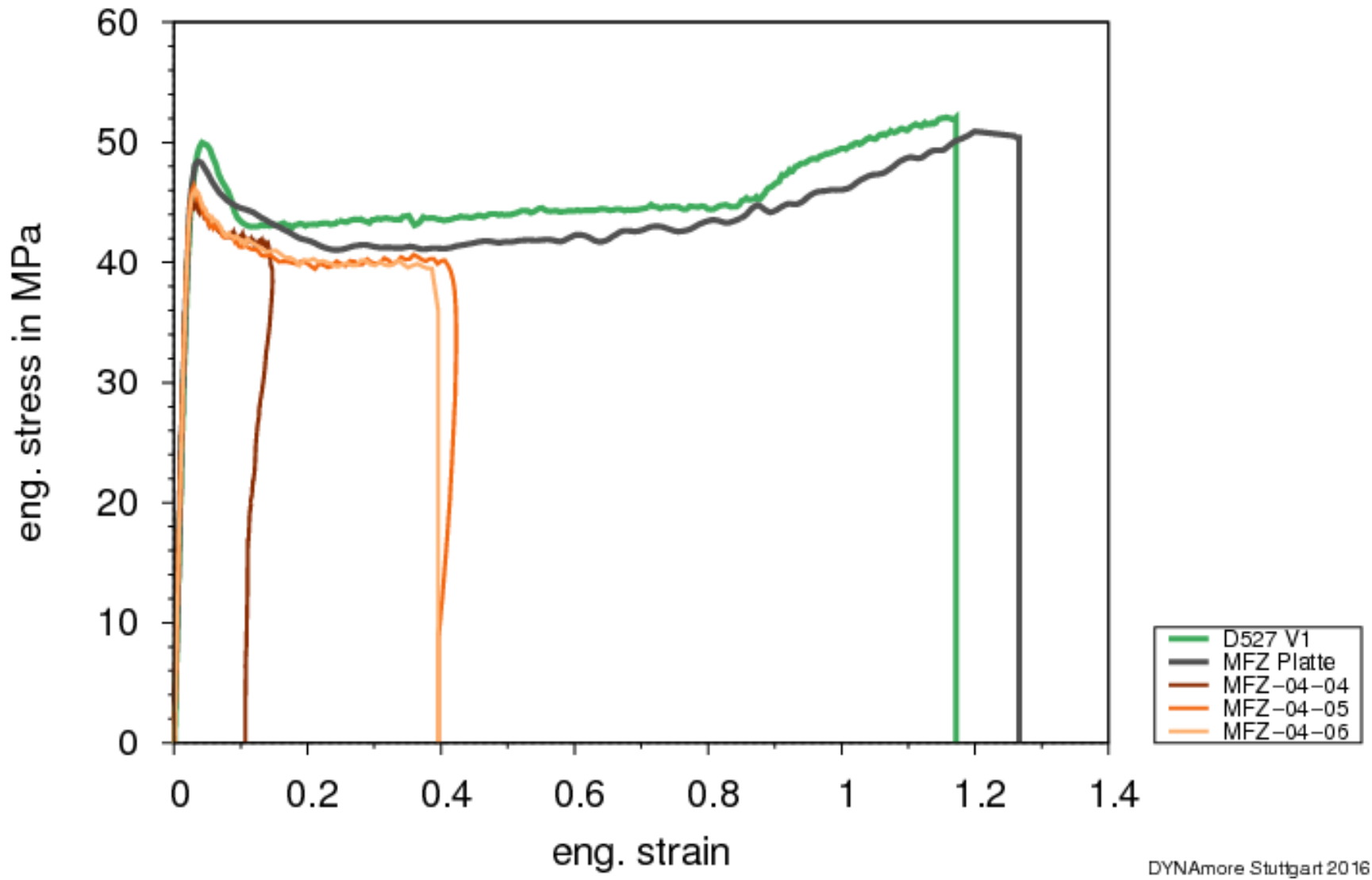
DYNAmore Stuttgart 2016

Position 3



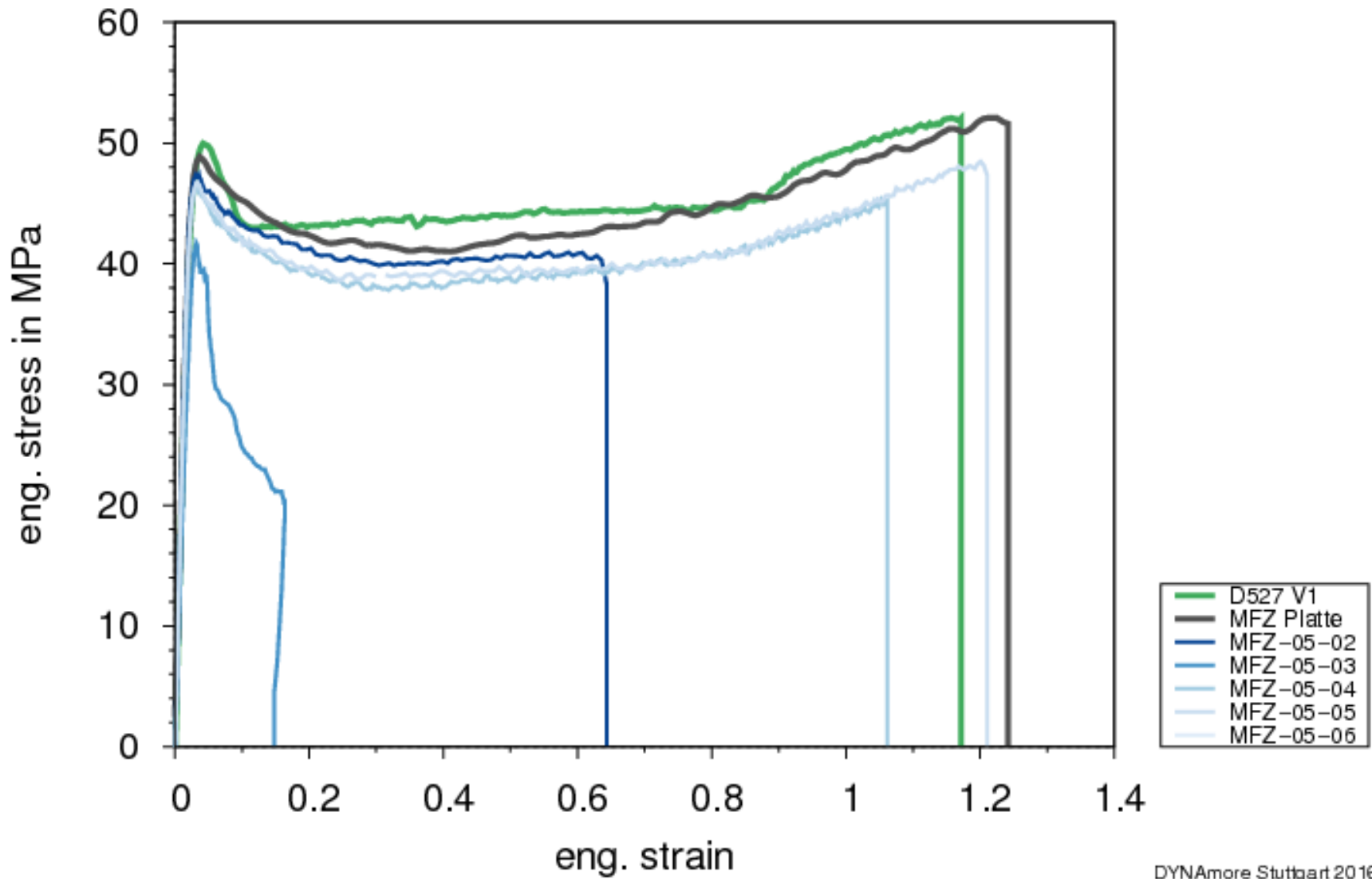
DYNAmore Stuttgart 2016

Position 4



DYNAmore Stuttgart 2016

Position 5



DYNAmore Stuttgart 2016



Inhalt:

- Einführung
- Deformationsverhalten
- Versuchsaufbau, Verzerrungsmessung
- Zugproben:
 - Vergleich DIN EN ISO 527 – Junginger
 - Becker Zugstab
 - Miniflachzug (DYNAmore)
- **Prozessparameter bei Probenfertigung**

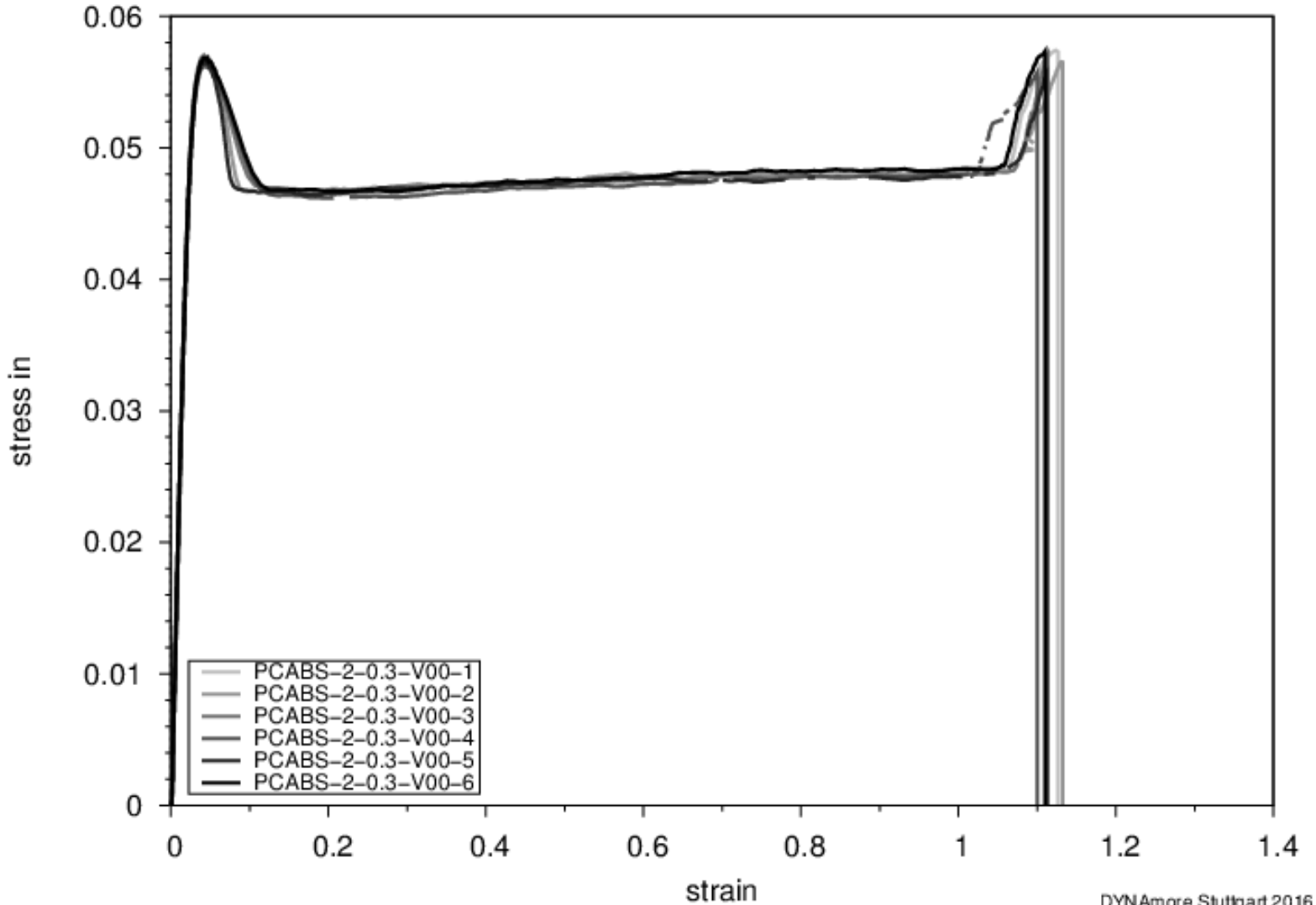
Probenherstellungseinfluss

	Einspritz- geschwindigkeit [cm ³ /s]				
Temperatur [°C]		10	35	70	Proben- dicke
	80	V1	V2, V19	V3, V20	2 mm 1 mm
	40	V4	V5, V21	V6, V22	2 mm 1 mm

V0 sind Proben mit Standardwerten

Probenfertigungsparameter:

Versuche mit ursprünglichen Parametern

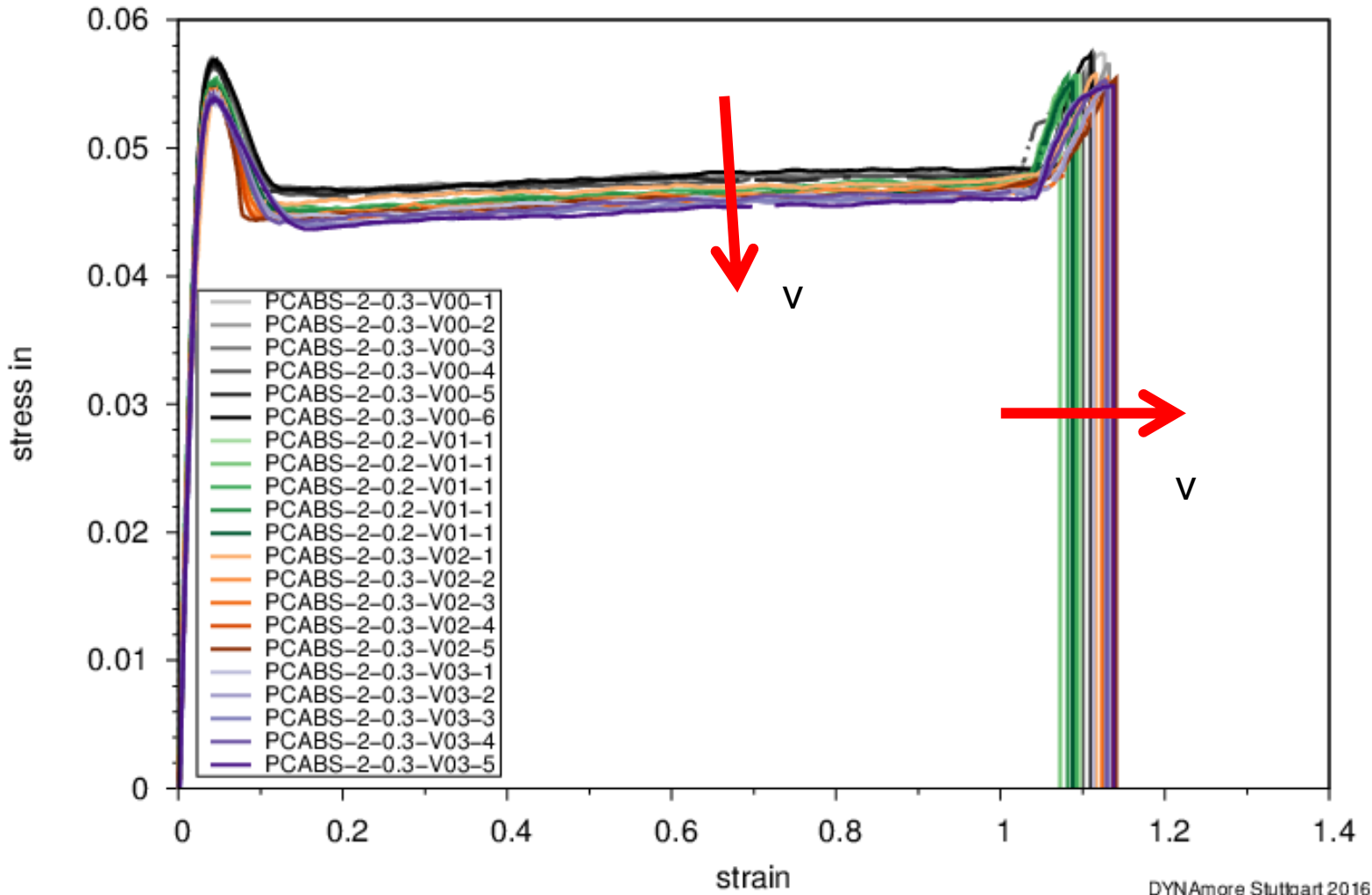


DYNAmore Stuttgart 2016

Probenfertigungsparameter:

Vergleich zu Ausgangsparametern

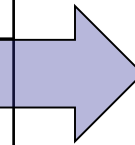
Einfluss Geschwindigkeit



DYNAmore Stuttgart 2016

Ergebnis

	Einspritz- geschwindigkeit [cm ³ /s]				
Temperatur [°C]		10	35	70	Proben- dicke
	80	V1	V2,	V3,	2 mm
			V19	V20	1 mm
40	V4	V5, V21	V6, V22	2 mm 1 mm	

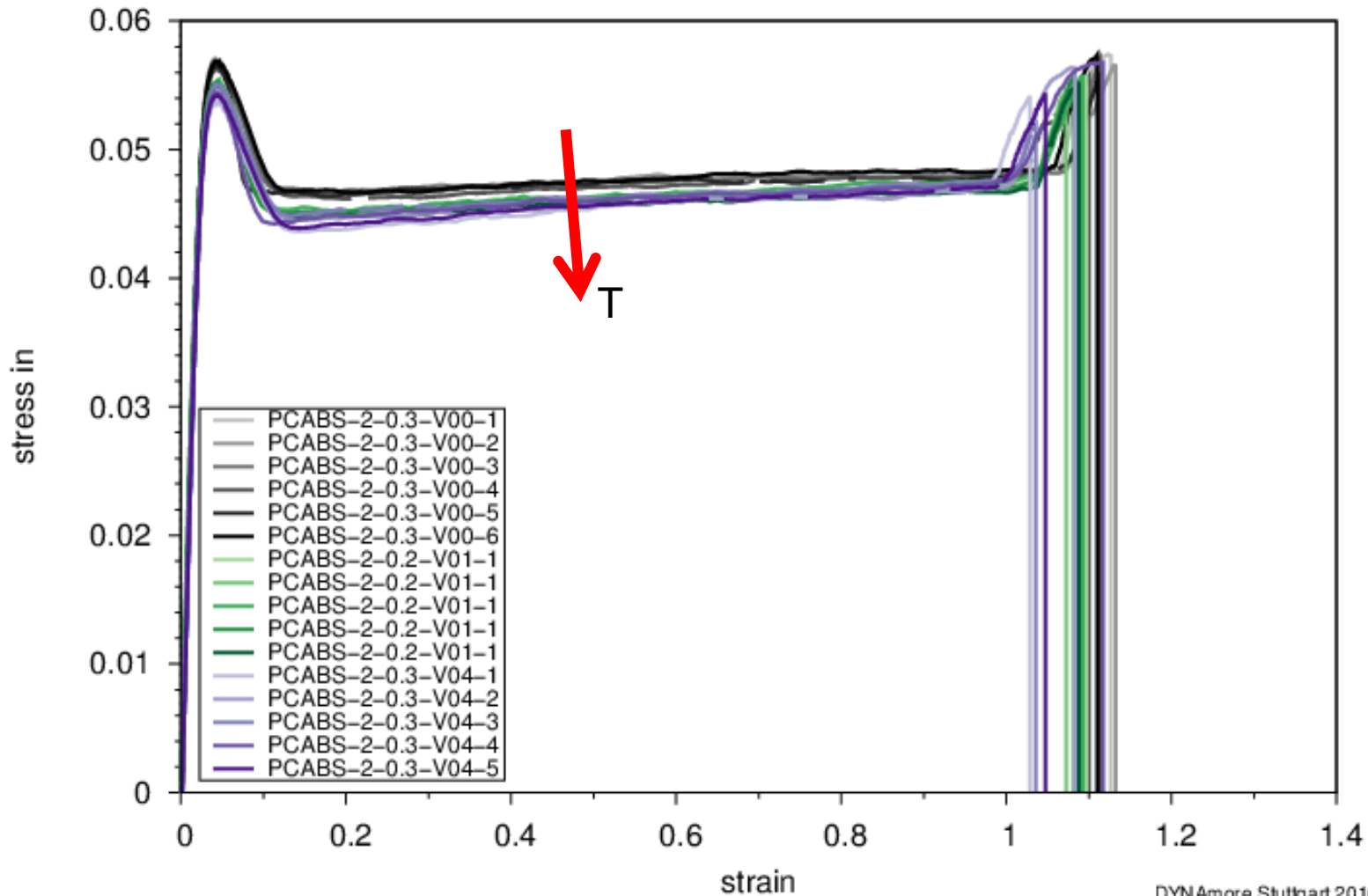


$\sigma_y(\varepsilon) \downarrow, \varepsilon^{fail} \uparrow$

Probenfertigungsparameter:

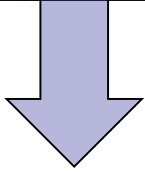
Vergleich zu Ausgangsparametern

Einfluss Temperatur



Ergebnis

	Einspritz- geschwindigkeit [cm ³ /s]				
Temperatur [°C]		10	35	70	Proben- dicke
	80	V1	V2, V19	V3, V20	2 mm 1 mm
	40	V4	V5, V21	V6, V22	2 mm 1 mm

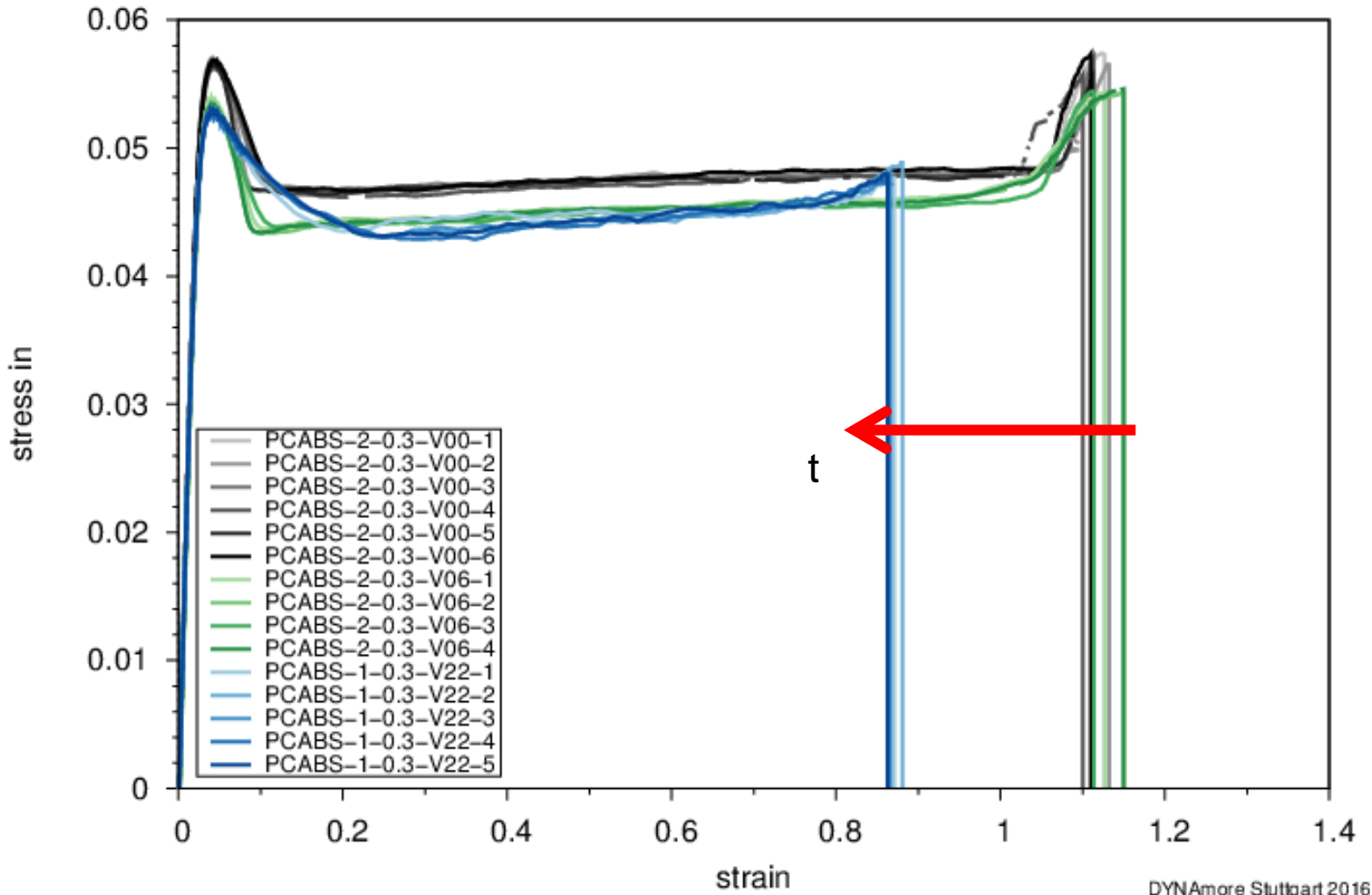


$\sigma_y(\varepsilon) \downarrow$

Probenfertigungsparameter:

Vergleich zu Ausgangsparametern

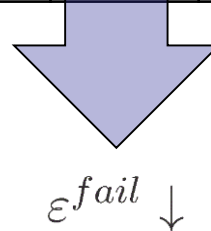
Einfluss Probendicke



DYNAmore Stuttgart 2016

Ergebnis

	Einspritz- geschwindigkeit [cm ³ /s]				
Temperatur [°C]		10	35	70	Proben- dicke
	80	V1	V2, V19	V3, V20	2 mm 1 mm
	40	V4	V5, V21	V6, V22	2 mm 1 mm



$\epsilon^{fail} \downarrow$

Zusammenfassung:

- Proben-**Geometrie**einfluss ab **Gleichmaßdehnung**
- **Lokale Verzerrungsauswertung** empfehlenswert
- **optisches Verschiebungsmessung** zeitgemäß

- Minizugproben aus Bauteilen
 - Einfache, schnelle **Probenentnahme aus Serienbauteil**
 - Vergleichbarkeit **annehmbar**

- Die Zugprobengeometrie für Thermoplaste gibt es nicht (siehe DIN EN ISO 527) Materialverhalten zu komplex

- Probenherstellungsparameter haben Einfluss auf Fließ- Brucheigenschaften

Literatur

- [Dominghaus,2008] Dominghaus, H., Elsner, P., Eyerer, P., Hirth, Th., 2008. Kunststoffe : Eigenschaften und Anwendungen. Springer
- [Junginger,2002] JUNGINGER, M.: Charakterisierung und Modellierung unverstärkter thermoplastischer Kunststoffe zur numerischen Simulation von Crashvorgängen. München, Universität der Bundeswehr, Diss., 2002
- [Hempel,2016] Hempel, P., 2016. Constitutive modeling of amorphous thermoplastic polymers with special emphasis on manufacturing process. Dissertation, Karlsruher Institut für Technologie
- [Grellmann,2011] Grellmann, W., Seidler, S., 2011. Kunststoffprüfung. Hanser
- [Becker,2009] Becker, F.. 2009. Entwicklung einer Beschreibungsmethodik für das mechanische Verhalten unverstärkter Thermoplaste bei hohen Deformationsgeschwindigkeiten. Dissertation an Universität Halle-Wittenberg



FIN