



Spritzgießen von Biokunststoffen - Wichtige Verarbeitungskennndaten

Dipl.-Ing. (FH) M. Neudecker

Webinarreihe des IfBB unter der Leitung von
Prof. Dr.-Ing. Hans-Josef Endres
Moderation: Christian Schulz



Quelle: China Hopson



Das Verarbeitungsprojekt

<http://verarbeitungsprojekt.ifbb-hannover.de>

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

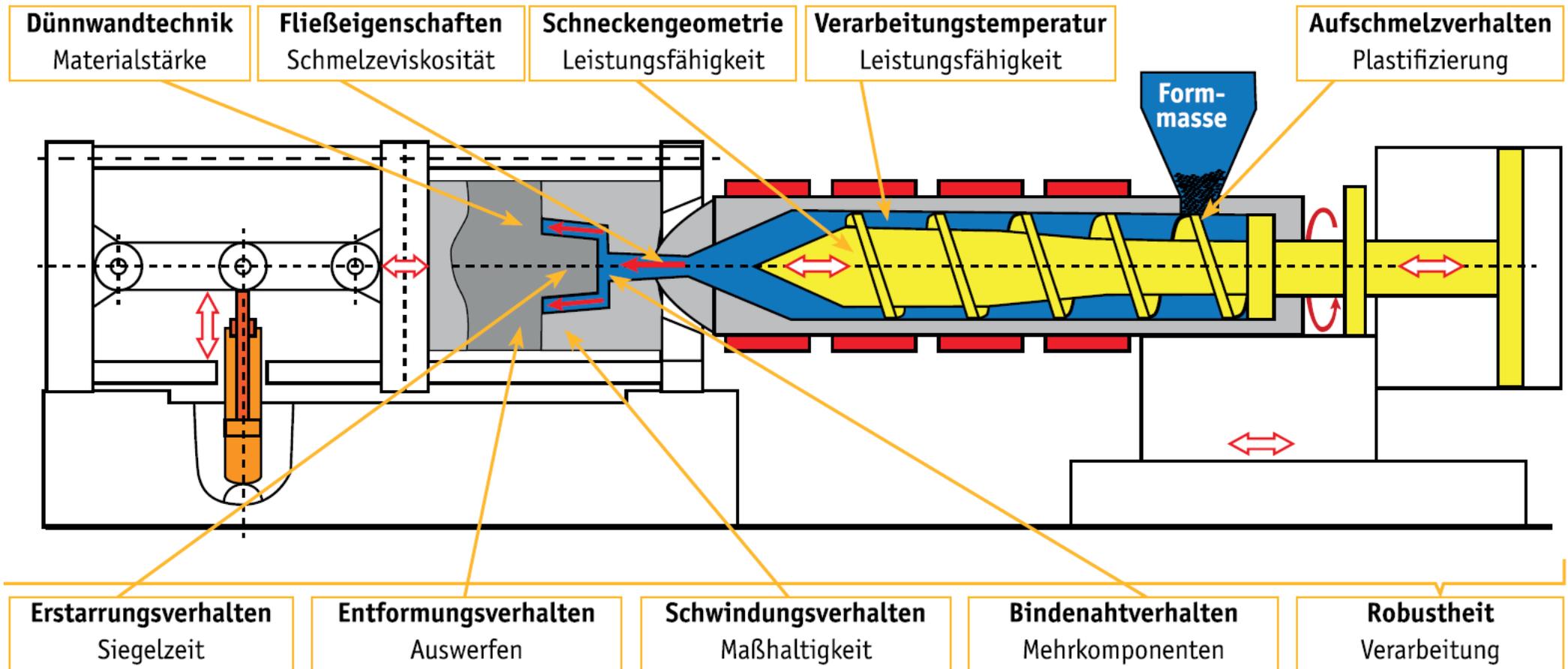

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Laufzeit:
01.02.2013 – 31.01.2018

- Titel:
„Verarbeitung von biobasierten Kunststoffen und Errichtung eines Kompetenznetzwerkes im Rahmen des Biopolymernetzwerkes der FNR“
- Partner:
 - SLK - Professur für Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung, TU Chemnitz
 - IAP - Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung
 - SKZ - Das Kunststoff Zentrum
 - M-Base Engineering + Software

Der Spritzgießprozess

Wichtige Verarbeitungskennndaten



„Ampelsystem“:

- Einteilung der Ergebnisse in 3 Gruppen
 - Grün = „Gut / Unproblematisch“
 - Gelb = „Ausreichend / Machbar“
 - Rot = „Unzureichend / Problematisch“
- Bewertung anhand von Performance-Ansprüchen an herkömmliche Kunststoffe durch akkreditiertes Testlabor (UL TTC)

Untersuchte Biokunststoffe:

- Alle Untersuchungen zur Ermittlung der Verarbeitungsdaten wurden an den gleichen Materialien durchgeführt
- Die Einteilung erfolgt in 2 Gruppen → PLA basierte und Verschiedene Biokunststoffe

Materialtrocknung / -konditionierung:

- Wichtiger Faktor
- Unbedingt Herstellerangaben beachten wenn verfügbar
- Wird hier nicht betrachtet und als „optimal“ angenommen
- Betrachtung erst ab Beginn der Verarbeitung

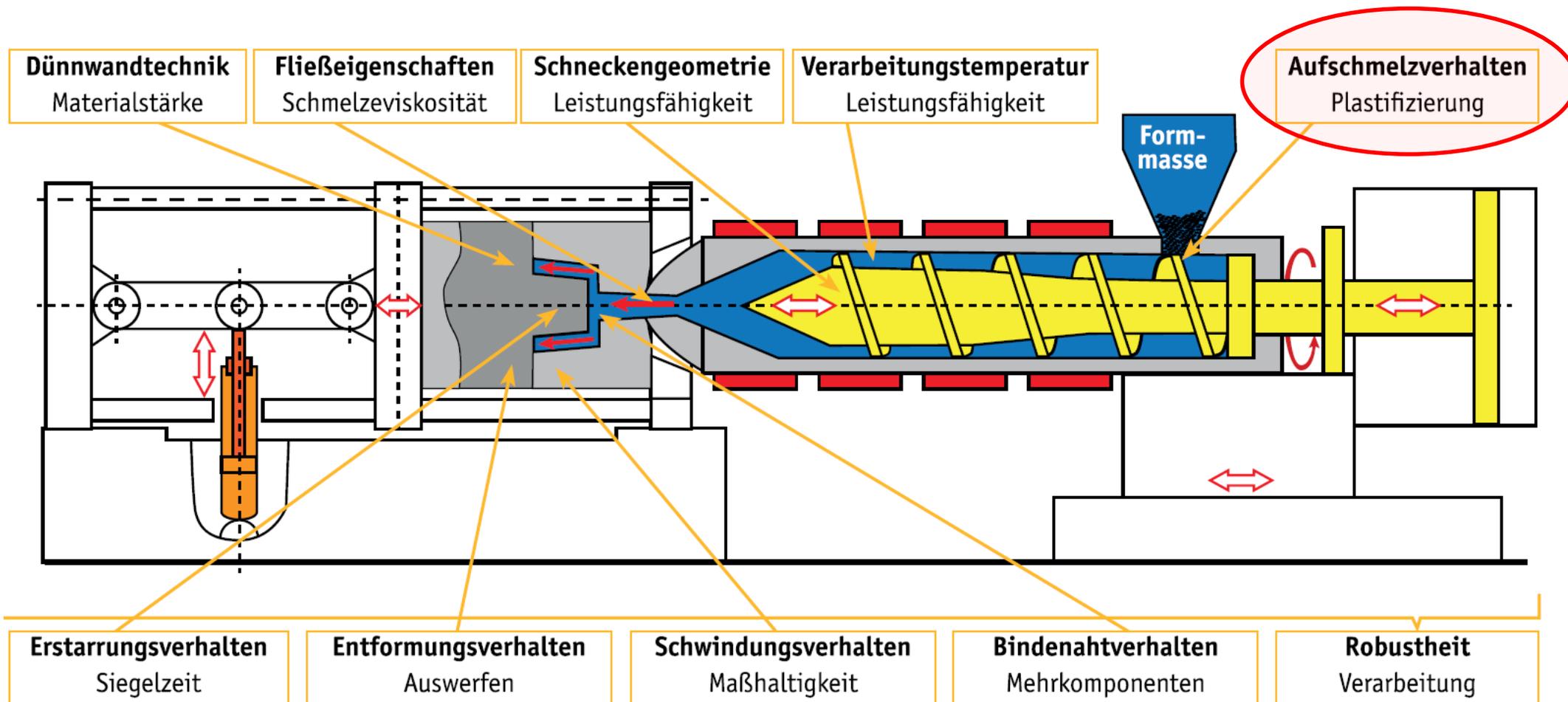


Agenda

1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

Der Spritzgießprozess

Aufschmelzverhalten



Plastifizierleistung:

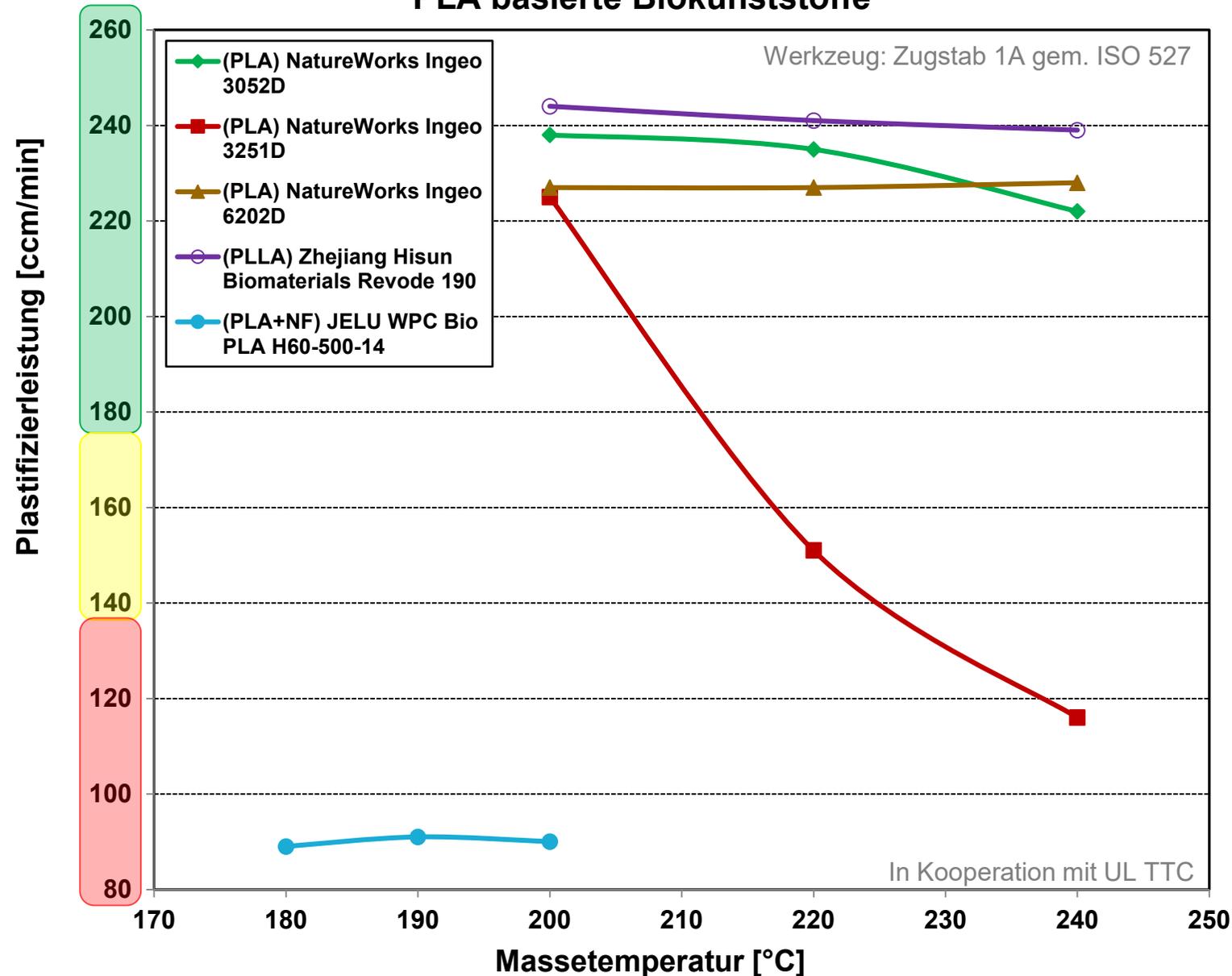
- Aufschmelzbarkeit des Granulats
 - Scherung, Zylinderheizung
 - Granulatform, Wandhaftung
 - Schmelzeenthalpie und -viskosität

Hohe Plastifizierleistung

Ausreichende Plastifizierleistung

Geringe Plastifizierleistung

PLA basierte Biokunststoffe



Plastifizierleistung:

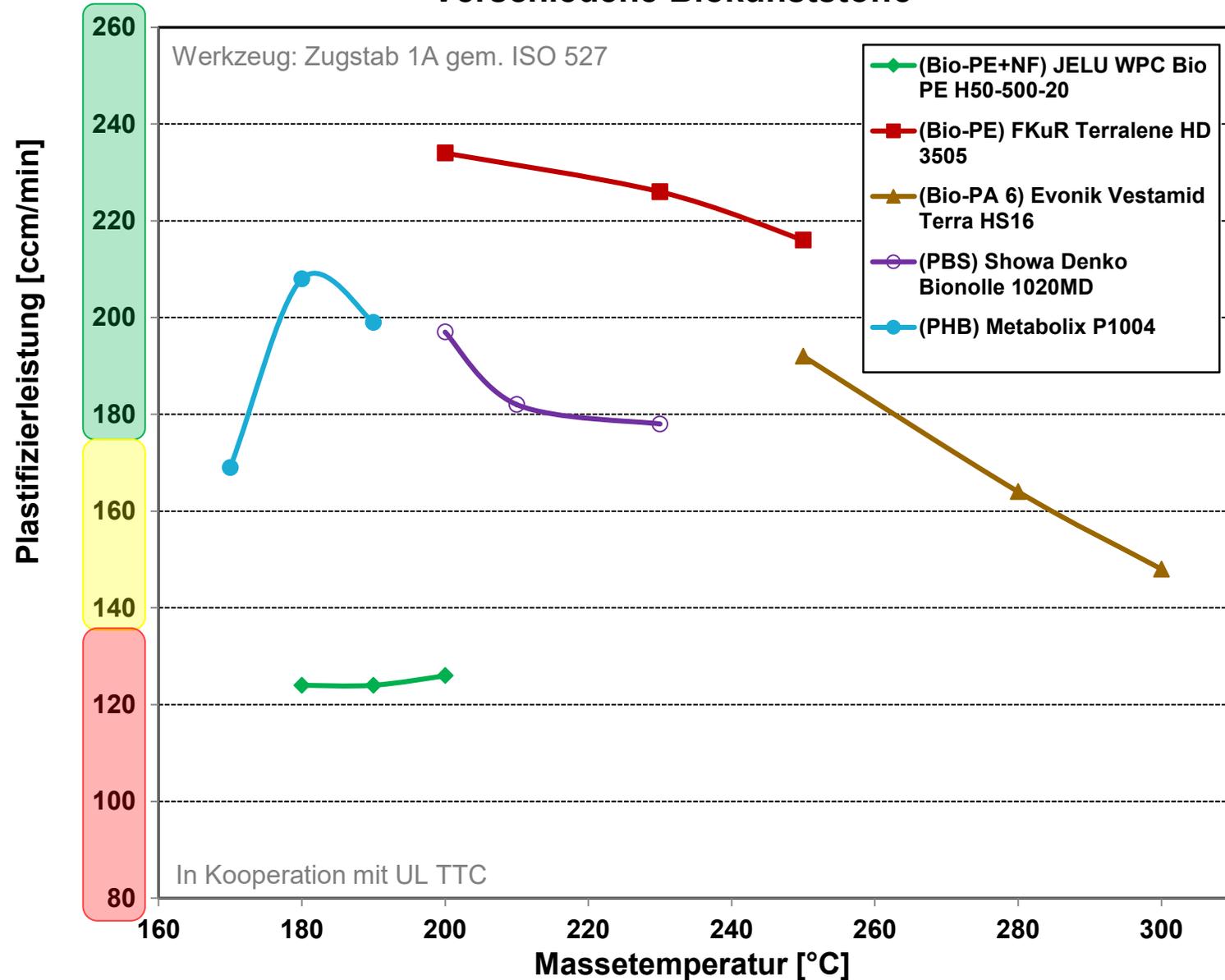
- Aufschmelzbarkeit des Granulats
 - Scherung, Zylinderheizung
 - Granulatform, Wandhaftung
 - Schmelzeenthalpie und -viskosität

Hohe Plastifizierleistung

Ausreichende Plastifizierleistung

Geringe Plastifizierleistung

Verschiedene Biokunststoffe



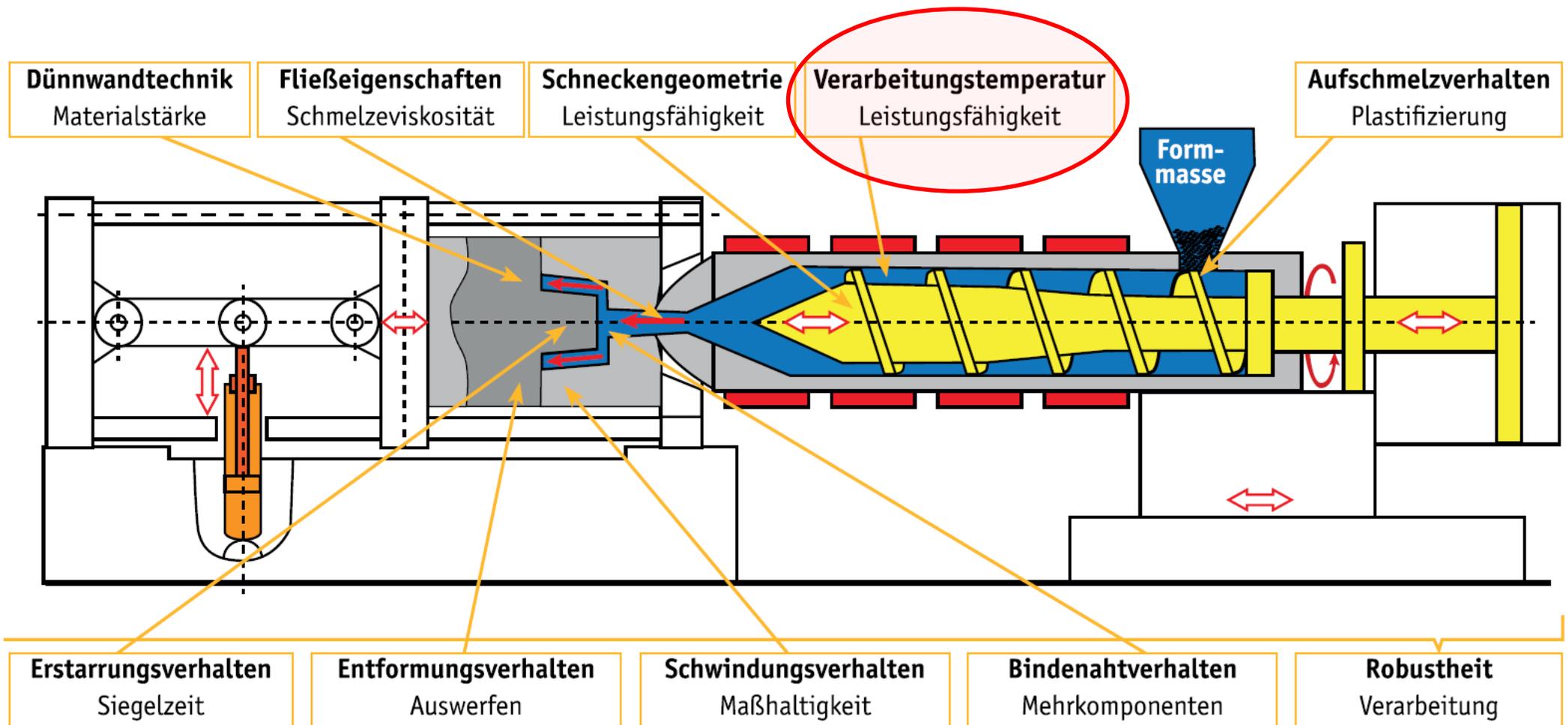


Agenda

1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

Der Spritzgießprozess

Verarbeitungstemperatur



Verarbeitungstemperaturen

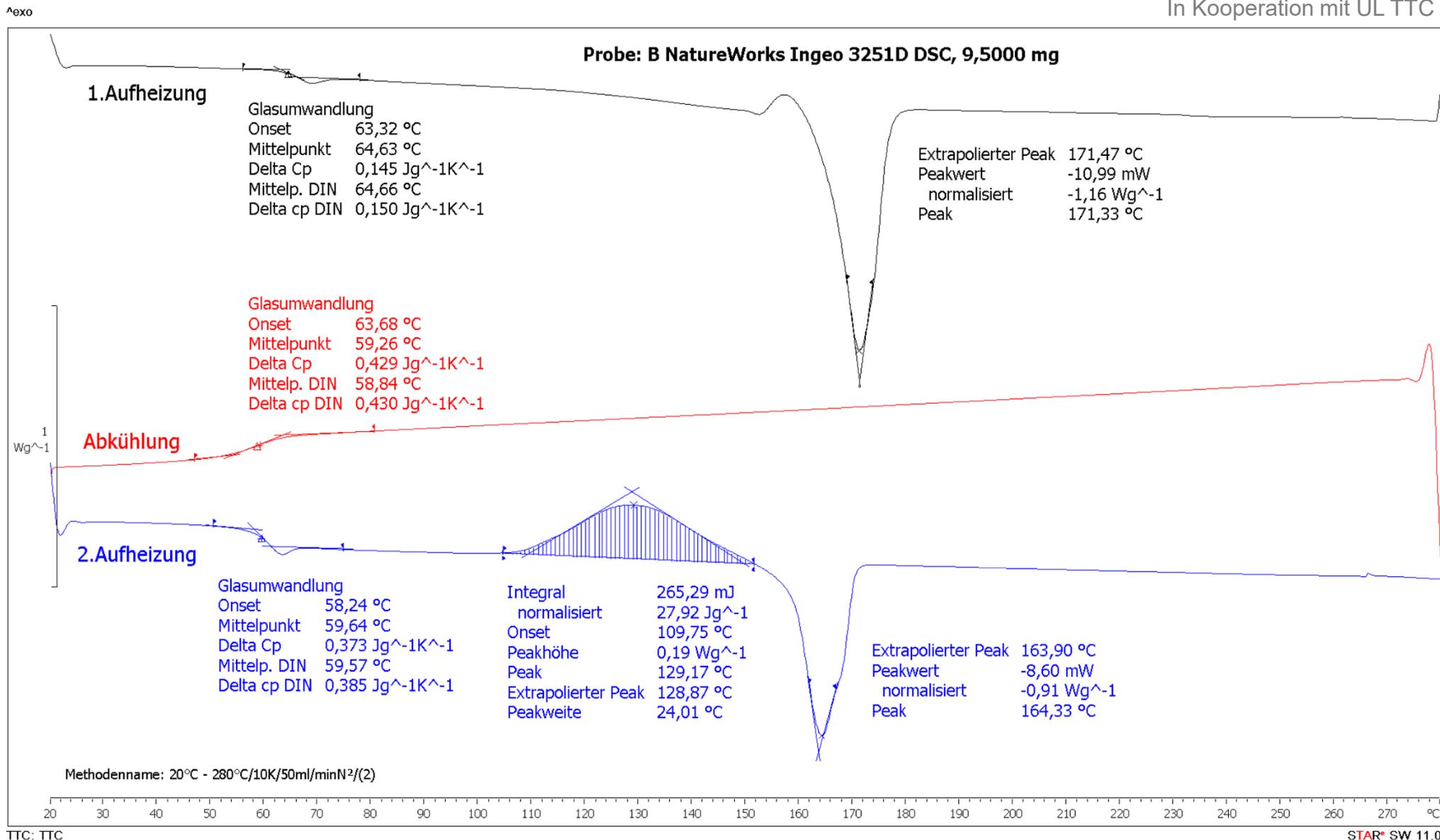
DSC



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

In Kooperation mit UL TTC



DSC:

- Verarbeitungstemperatur

- Erzielen homogener Schmelze
- $T_{\text{Schmelzpunkt}} (T_S) \ll T_{\text{Verarbeitung}} < T_{\text{Zersetzung}}$

Geeignete
 $T_{\text{Verarbeitung}}$

Temperaturempfehlungen für die Verarbeitung

(Methode: DSC / Prüfgerät: Mettler DSC822e / Norm: IEC 1006)

Materialklasse	Material	T_G [°C]	T_S [°C]	Empfehlung $T_{\text{Verarbeitung}}$ [°C]	Empfehlung T_{Werkzeug} [°C]	$T_{\text{Kristallisation im Werkzeug}}$ [°C]
PLA	Nature Works Ingeo 3052D	61	156	200	50	
PLA	Nature Works Ingeo 3251D	59	164	200	30	k. A. wenn amorph
PLA	Nature Works Ingeo 6202D	59	166	200	30	k. A. wenn amorph
PLLA	Zhejiang Hisun Revode 190	58	174	200	30	k. A. wenn amorph
PLA+NF	JELU WPC Bio PLA H60-500-14	60	170	200	50	
Bio-PE+NF	JELU WPC Bio PE H50-500-20	-	133	160	30	
Bio-PE	FKuR Terralene HD3505	-	133	160	30	
Bio-PA 6.10	Evonik Vestamid Terra HS16	119	223	250	80	185
PBS	Showa Denko Bionolle 1020MD	44	113	180	30	nicht möglich
PHB	Metabolix P1004	-	156 / 168	180	30	

Kennwertermittlung durch UL TTC

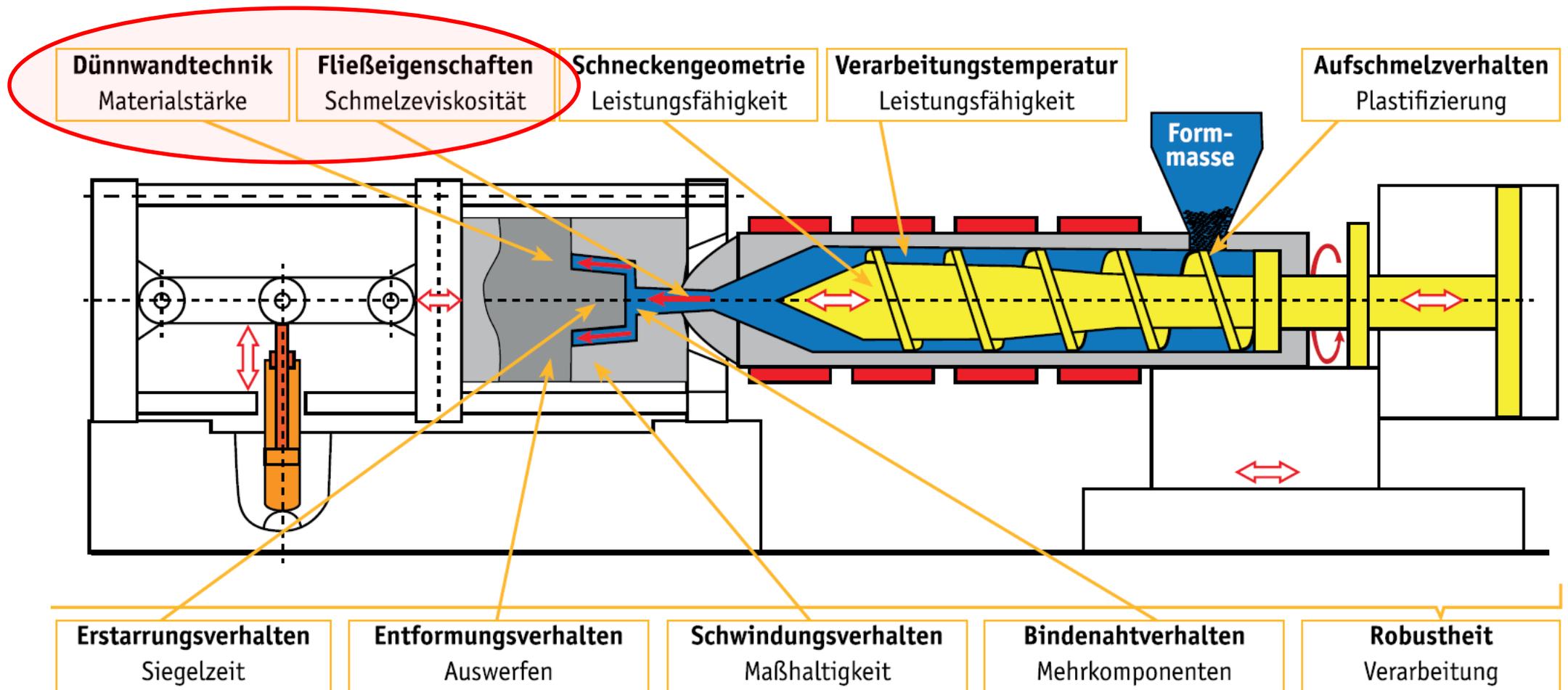


Agenda

1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

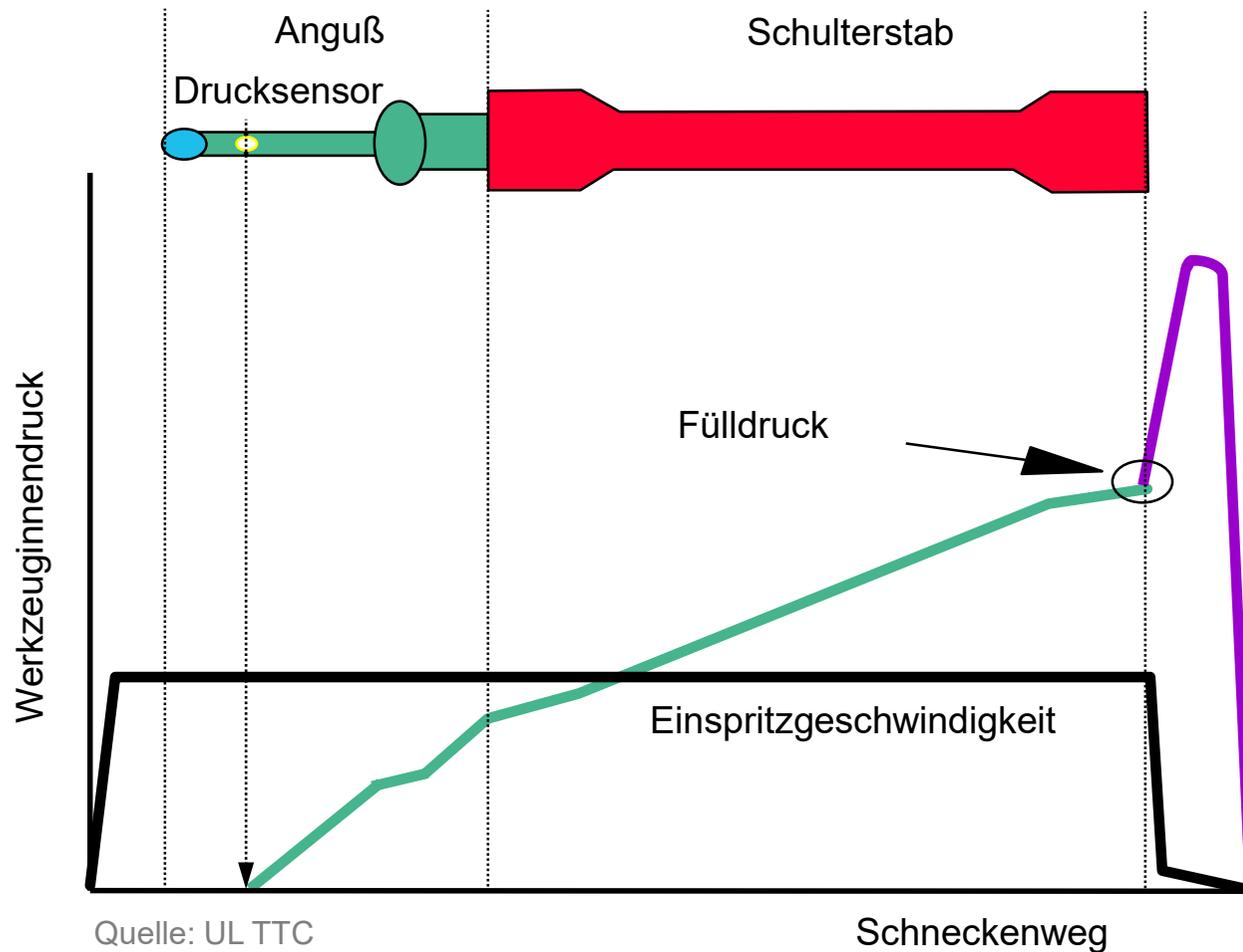
Der Spritzgießprozess

Fließeigenschaften



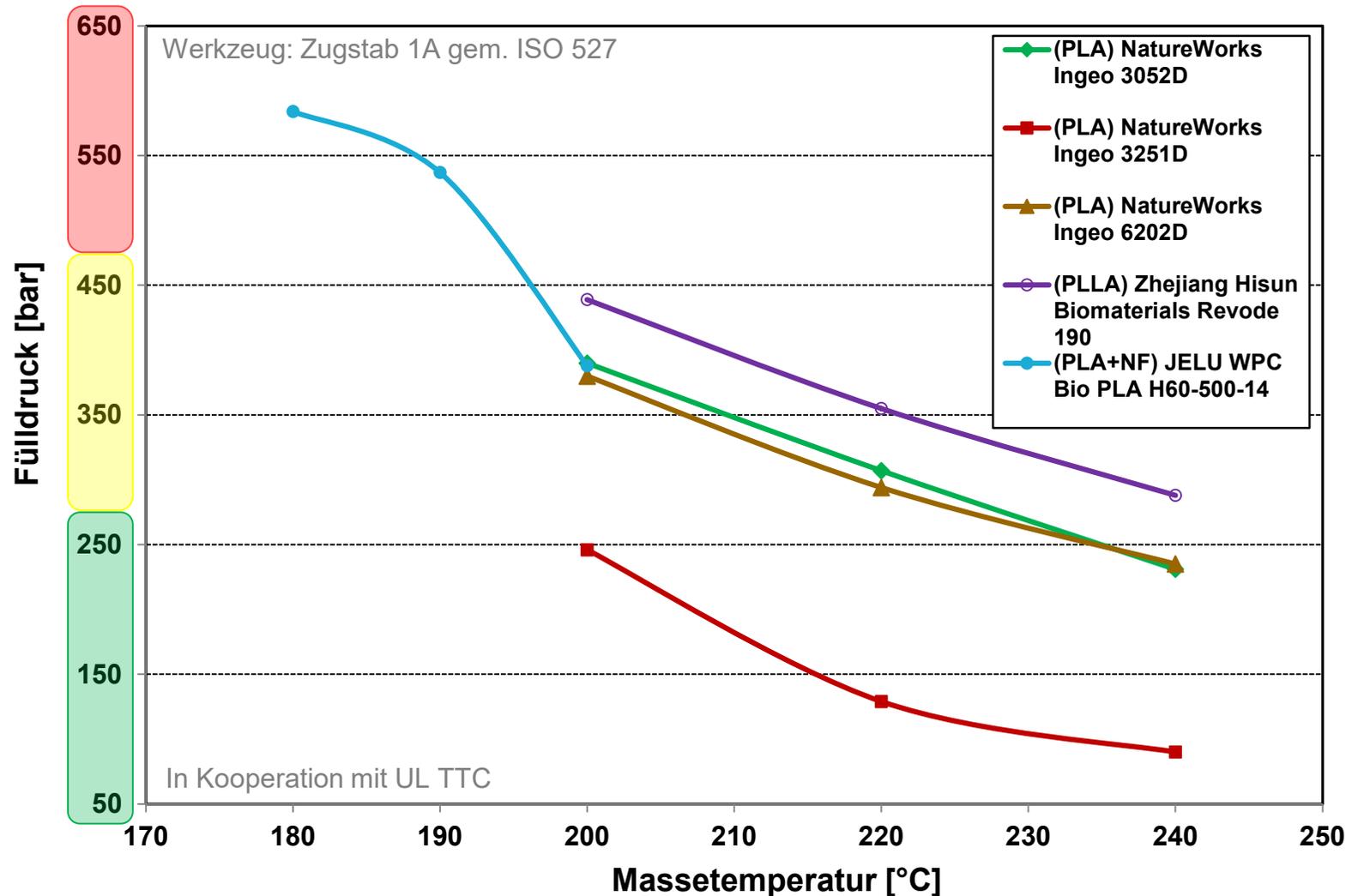
Verarbeitungskennwert

Fülldruck



- Je höher der Fülldruck, desto hochviskoser der Werkstoff
Verarbeitungsbedingungen = konstant
- Fülldruck ist abhängig von Schmelzeviskosität

PLA basierte Biokunststoffe



Hohe Viskosität
vgl.
PC amorph

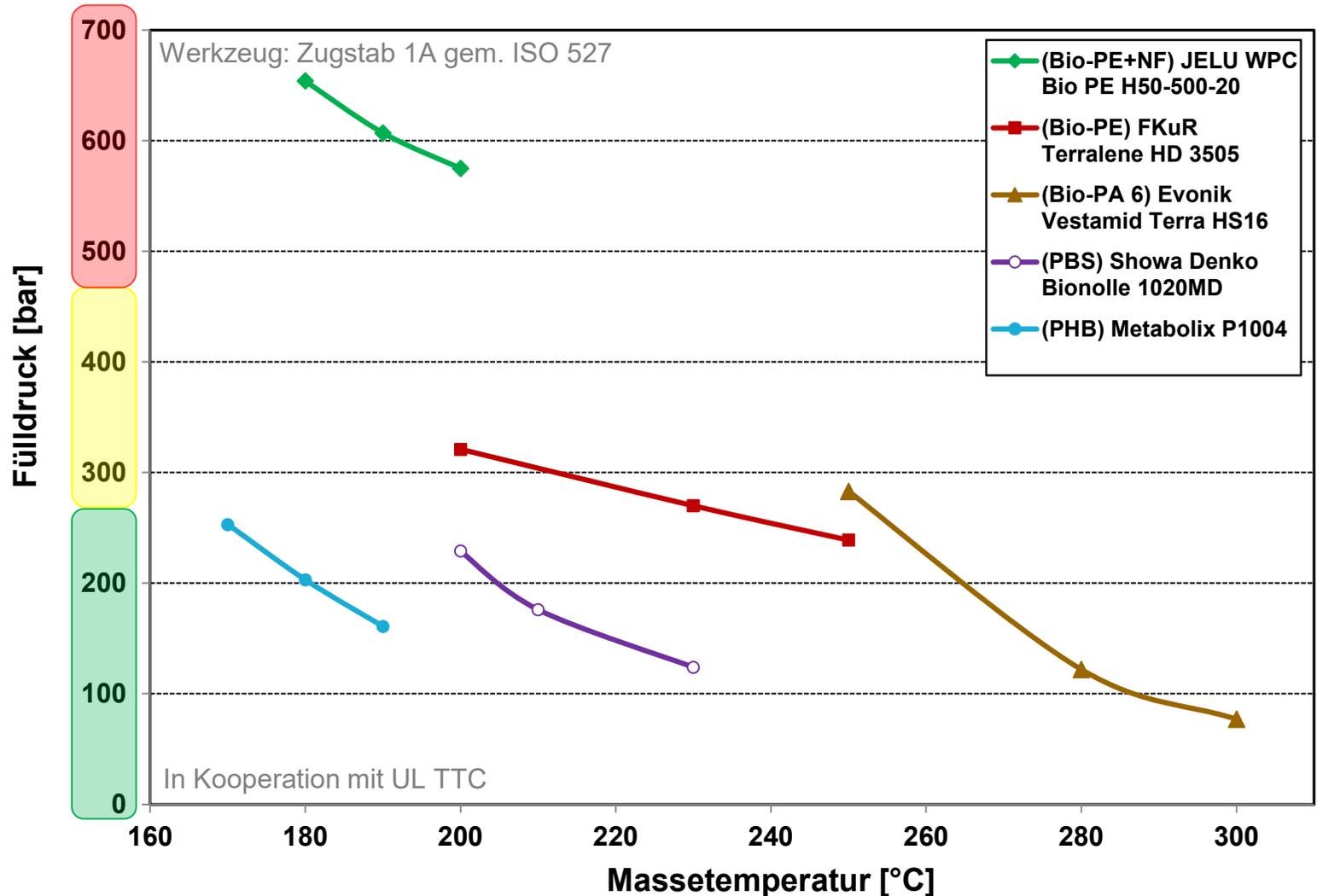
Erhöhte Viskosität
vgl.
PBT gefüllt

Niedrige Viskosität
vgl.
PA 6

Fülldruck vs. Massetemperatur



Verschiedene Biokunststoffe



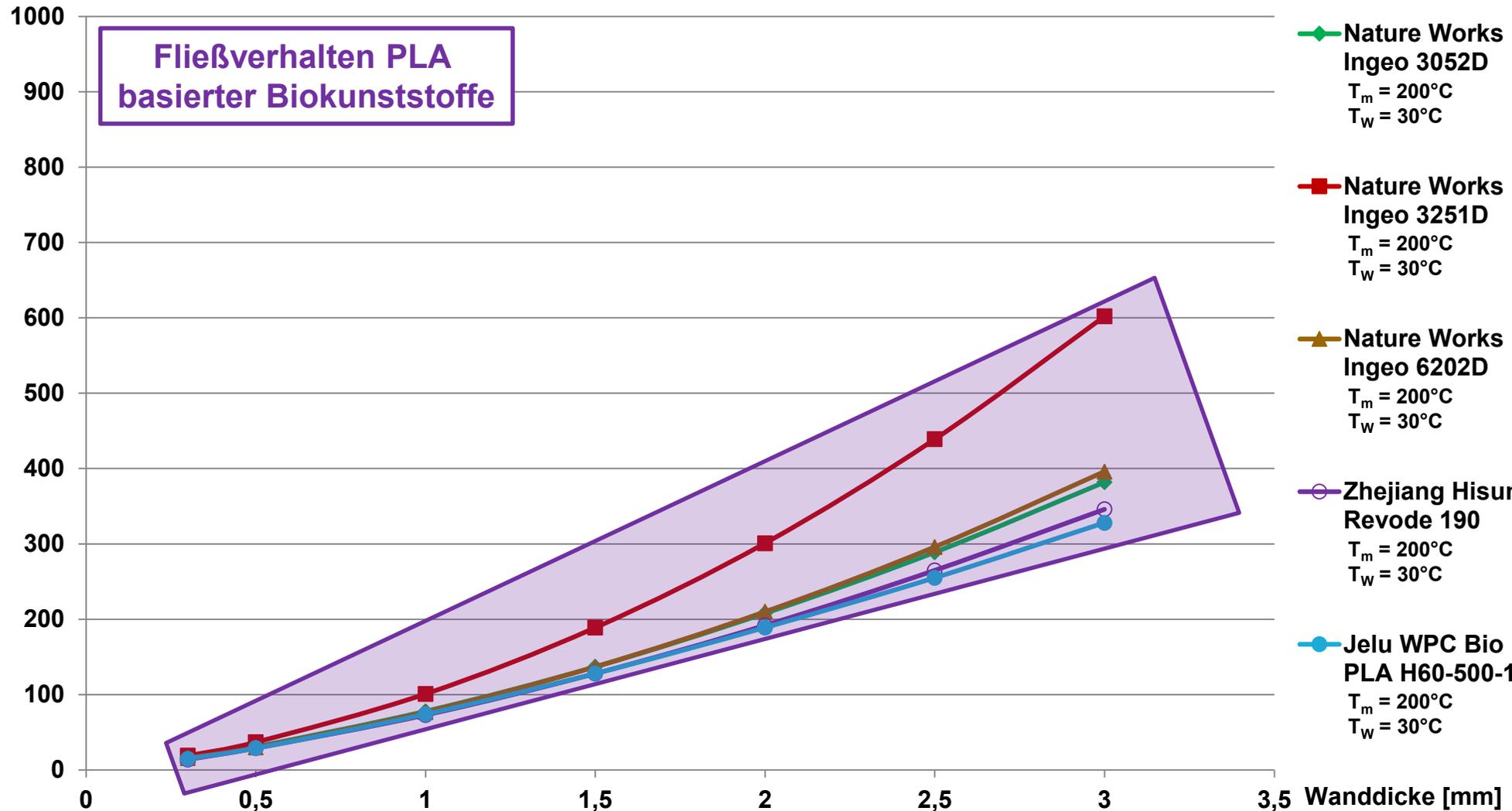
Hohe Viskosität
vgl.
PC amorph

Erhöhte Viskosität
vgl.
PBT gefüllt

Niedrige Viskosität
vgl.
PA 6

PLA basierte Biokunststoffe

Fließlänge [mm]



Fülldruck = 645 bar

◆ Nature Works
Ingeo 3052D

$T_m = 200^\circ\text{C}$
 $T_w = 30^\circ\text{C}$

■ Nature Works
Ingeo 3251D

$T_m = 200^\circ\text{C}$
 $T_w = 30^\circ\text{C}$

▲ Nature Works
Ingeo 6202D

$T_m = 200^\circ\text{C}$
 $T_w = 30^\circ\text{C}$

○ Zhejiang Hisun
Revode 190

$T_m = 200^\circ\text{C}$
 $T_w = 30^\circ\text{C}$

● Jelu WPC Bio
PLA H60-500-14

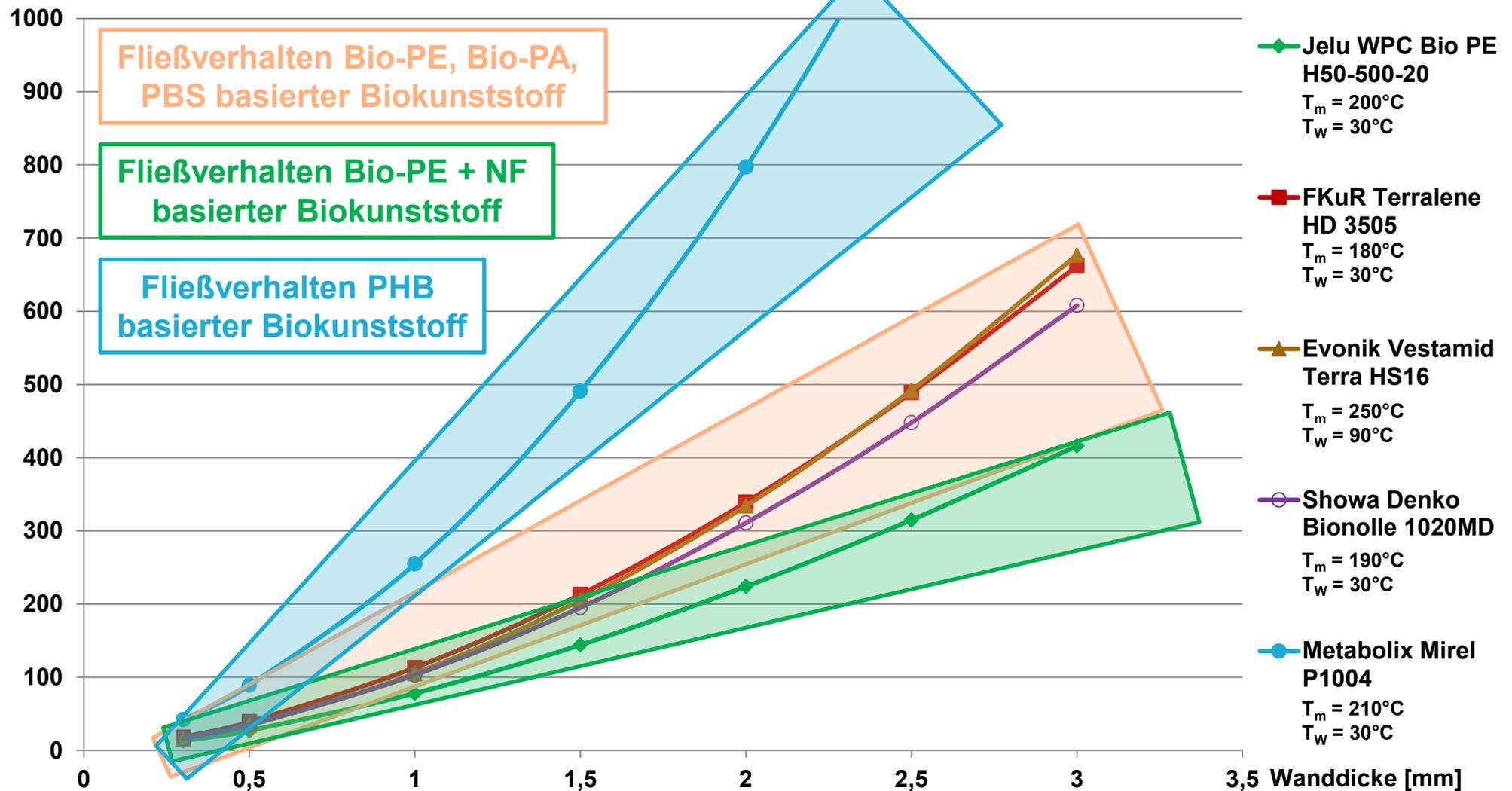
$T_m = 200^\circ\text{C}$
 $T_w = 30^\circ\text{C}$

In Kooperation mit UL TTC

Theoretische Rechenwerte

Verschiedene Biokunststoffe

Fließlänge [mm]



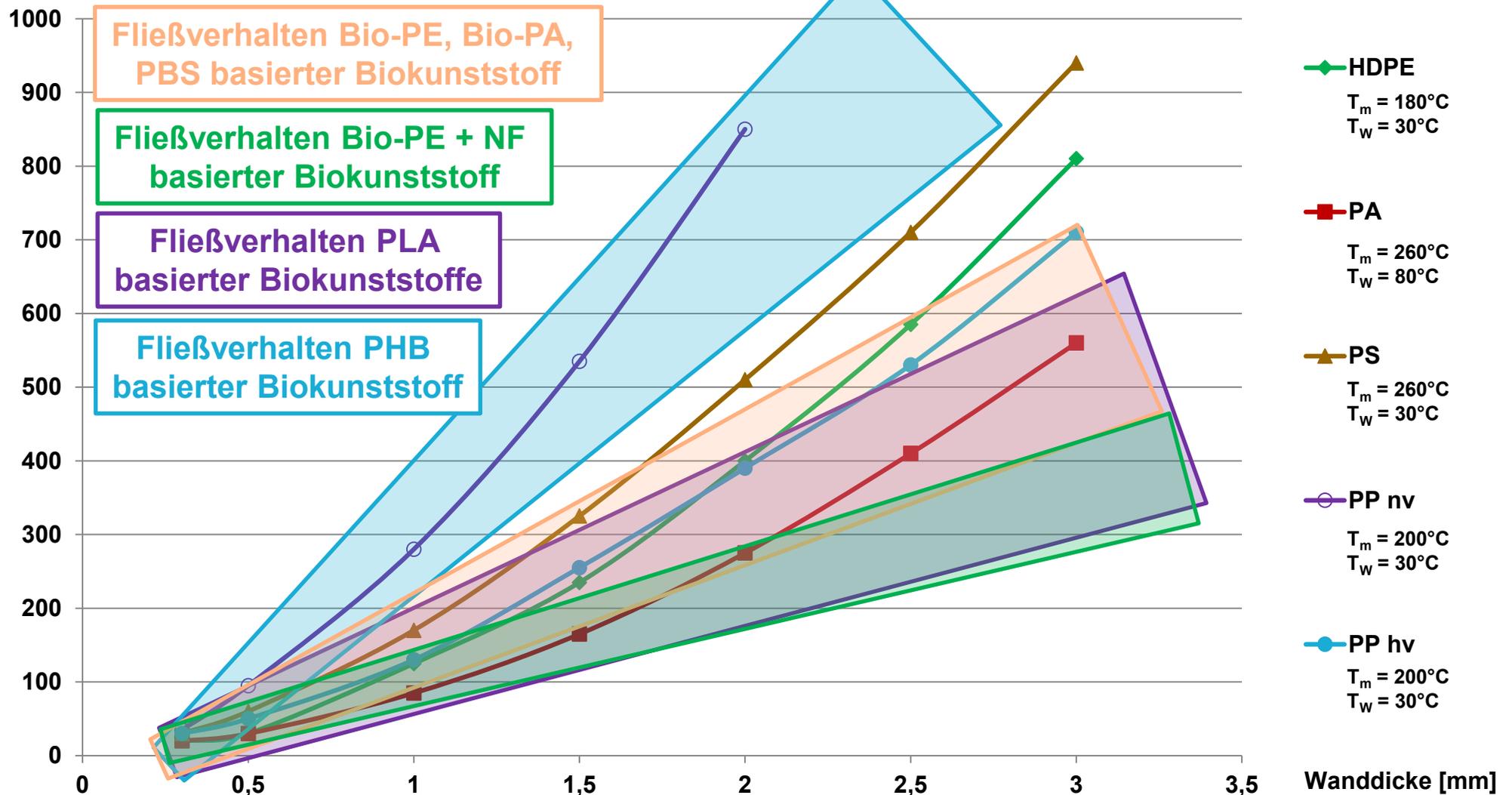
In Kooperation mit UL TTC

Theoretische Rechenwerte

Petrobasierte Kunststoffe

Fließlänge [mm]

Fülldruck = 645 bar



In Kooperation mit UL TTC

Theoretische Rechenwerte

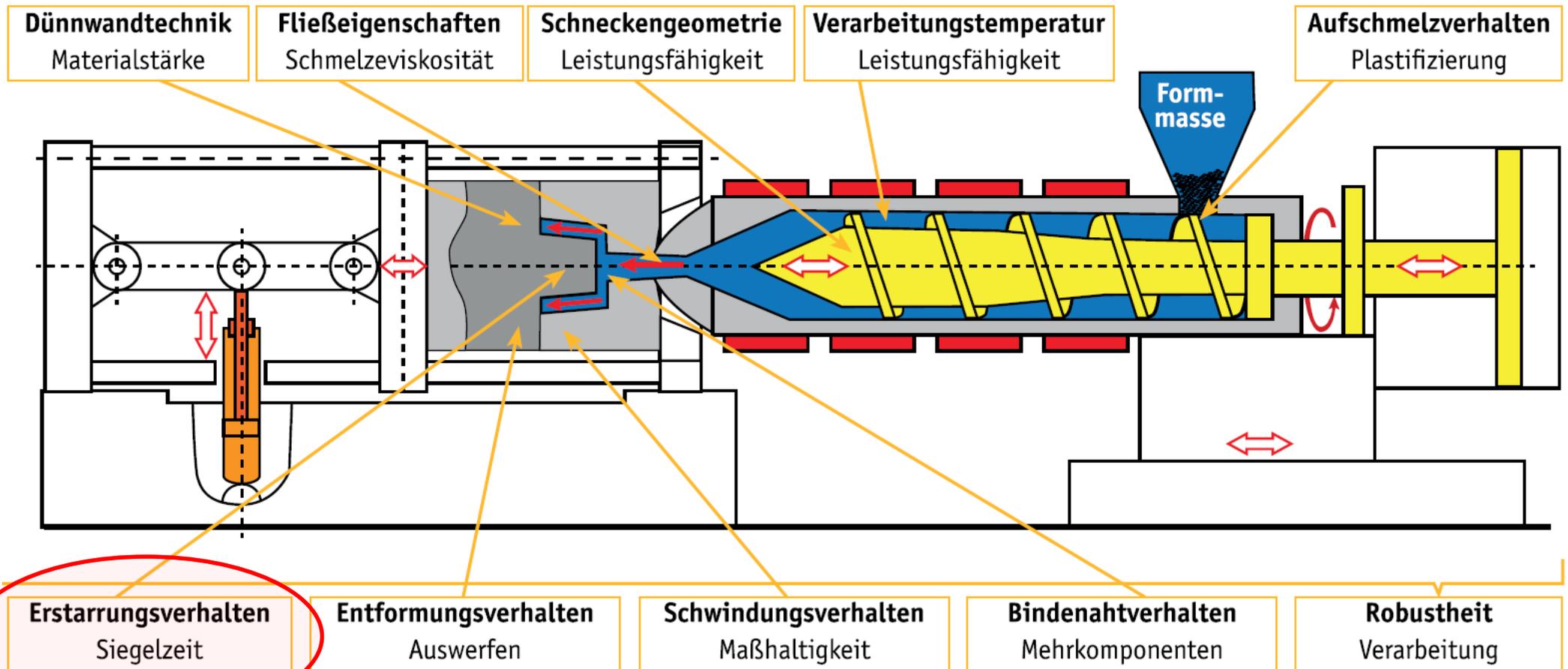


Agenda

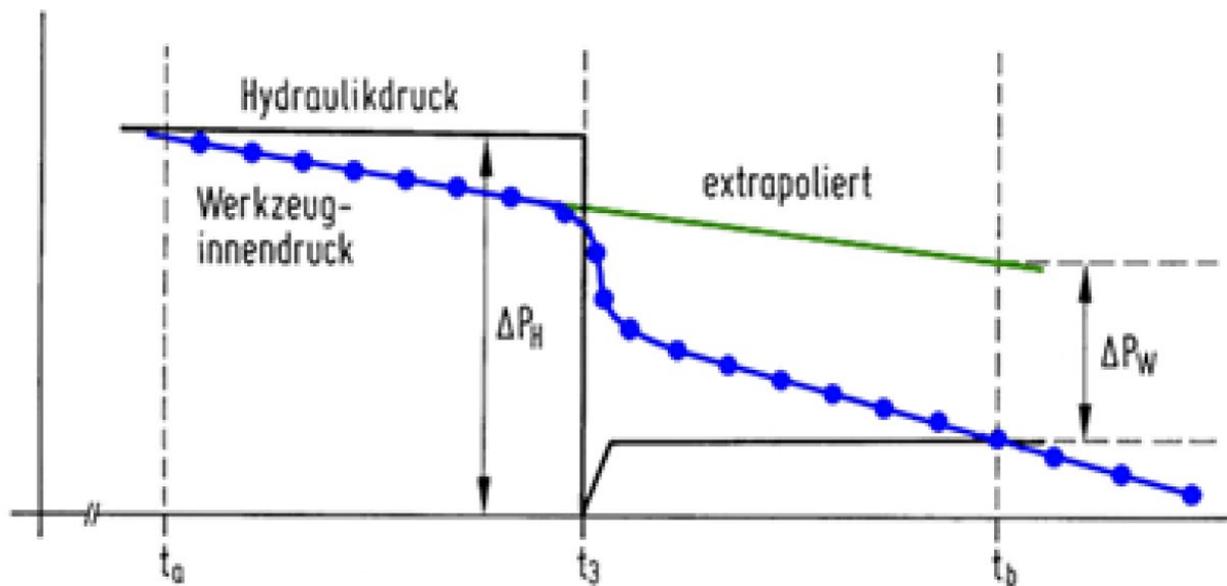
1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

Der Spritzgießprozess

Erstarrungsverhalten



Verarbeitungskennwert: Siegelindex



$$\text{Normierungsfunktion Siegelindex} = - \frac{100}{1 + K \frac{\Delta P_W}{\Delta P_H}}$$

K = Konstante

Voraussetzung für vollständig versiegeltes Angussystem:

- Kein Einbruch des Werkzeuginnendruck bei Abschaltung des Hydraulik-Nachdruck

Quelle: Saechtling Kunststoff Taschenburch, 27. Ausgabe, Seite 85, Carl Hanser Verlag

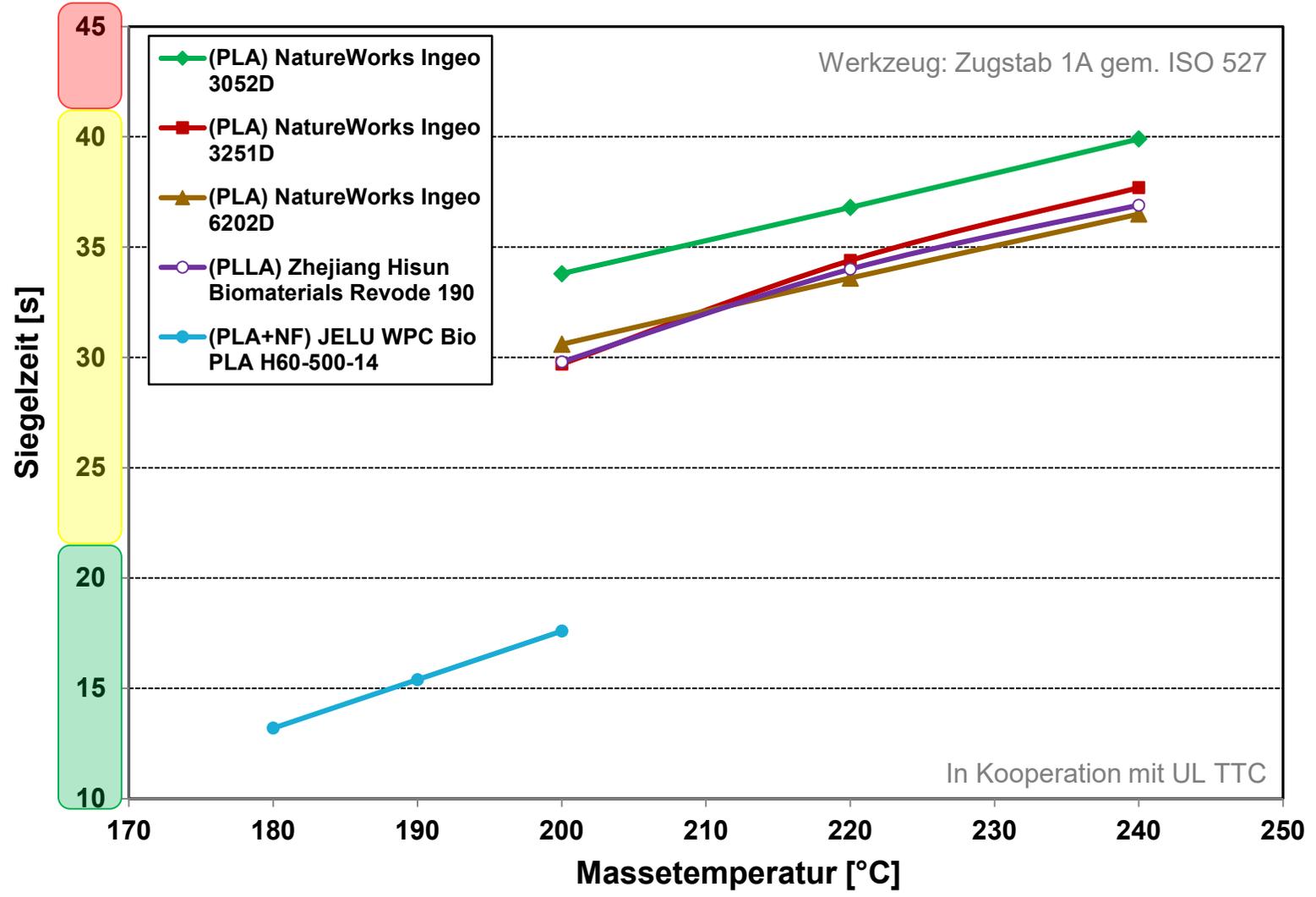
- Schmelzeerstarrung im Werkzeug
 - Zykluszeit (werkzeugabhängig)
 - Wichtiger Kostenfaktor

Unwirtschaftliche Siegelzeit

Akzeptable Siegelzeit

Wirtschaftliche Siegelzeit

PLA basierte Biokunststoffe



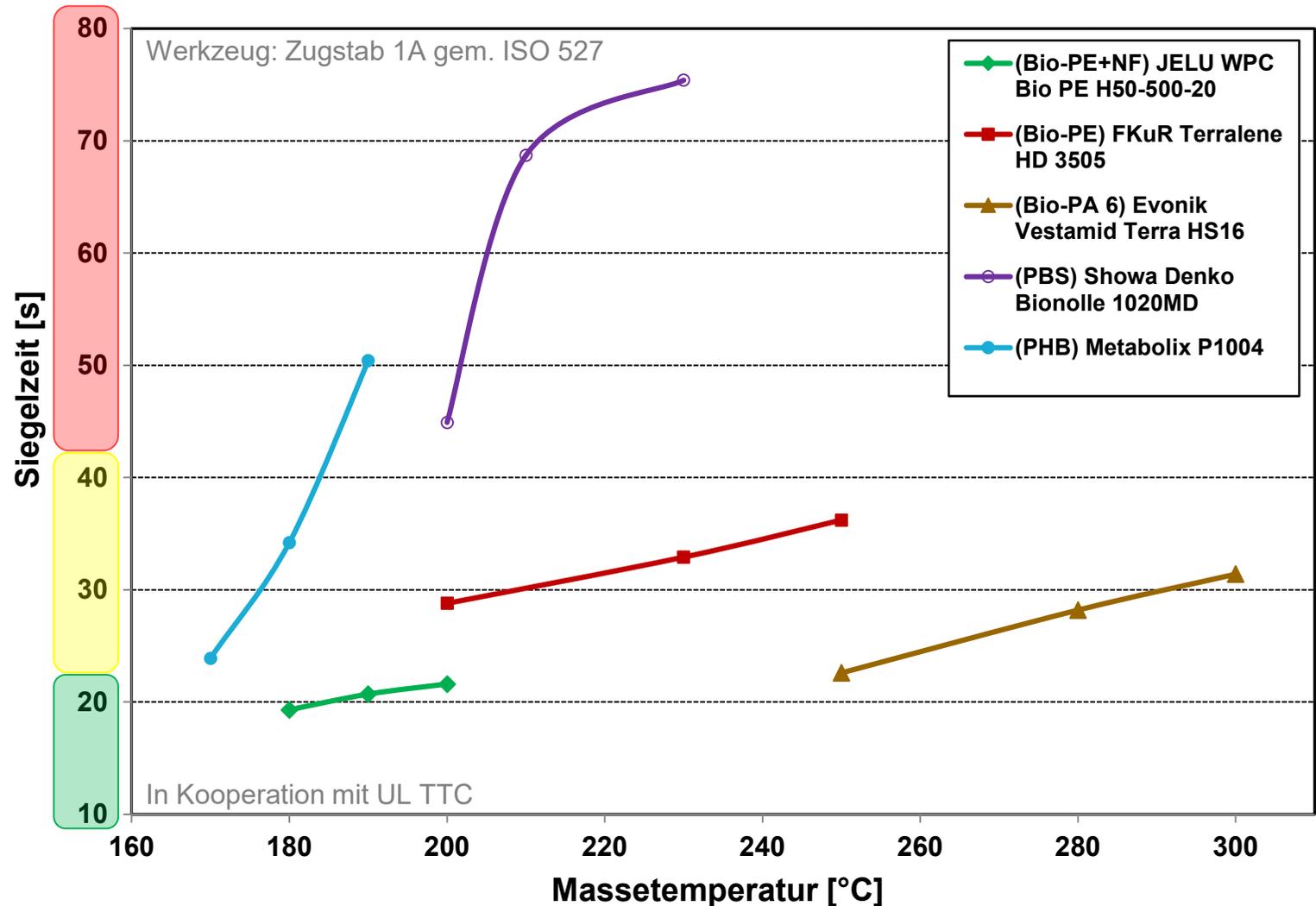
- Schmelzeerstarrung im Werkzeug
 - Zykluszeit (werkzeugabhängig)
 - Wichtiger Kostenfaktor

Unwirtschaftliche Siegelzeit

Akzeptable Siegelzeit

Wirtschaftliche Siegelzeit

Verschiedene Biokunststoffe



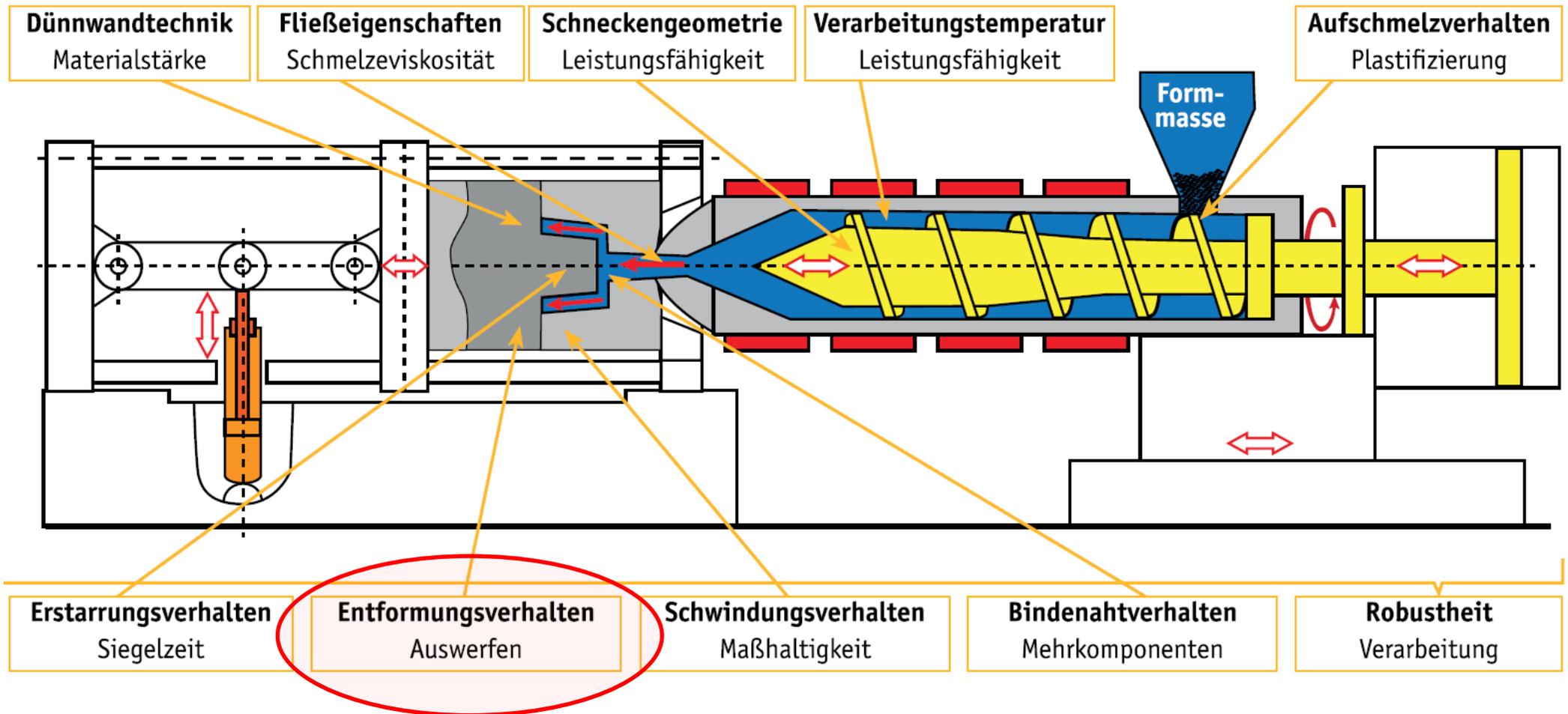


Agenda

1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

Der Spritzgießprozess

Entformungsverhalten



Messung der Entformungskräfte



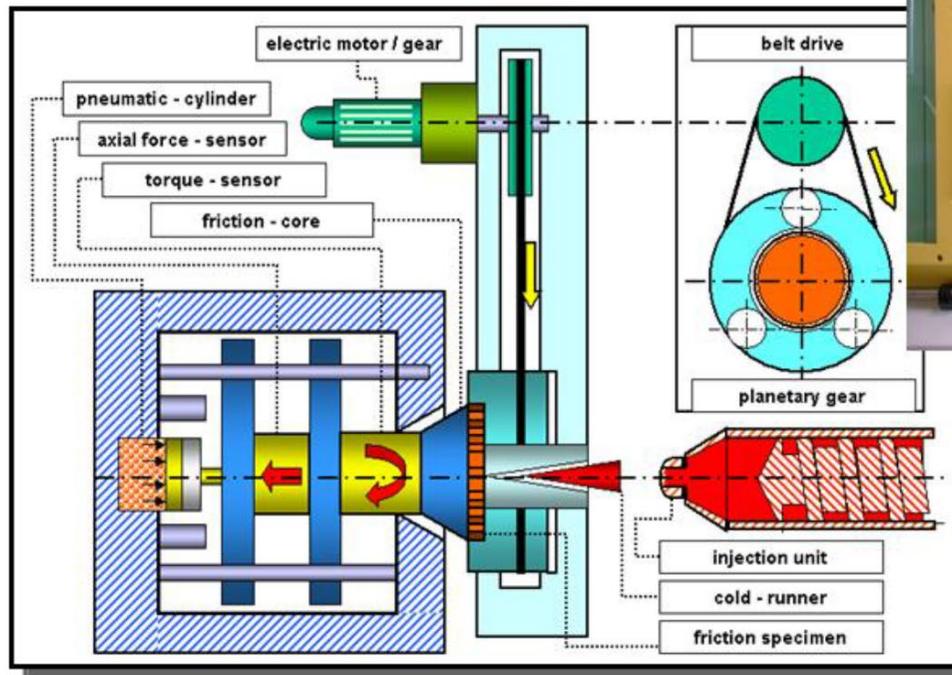
IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Messung über eine Rundscheibe, die nach dem Abkühlen gegen einen beweglichen Werkzeugkern gedreht wird (Patent UL TTC GmbH):

patented Online Measuring Method

belt driven rotation of mold cavity

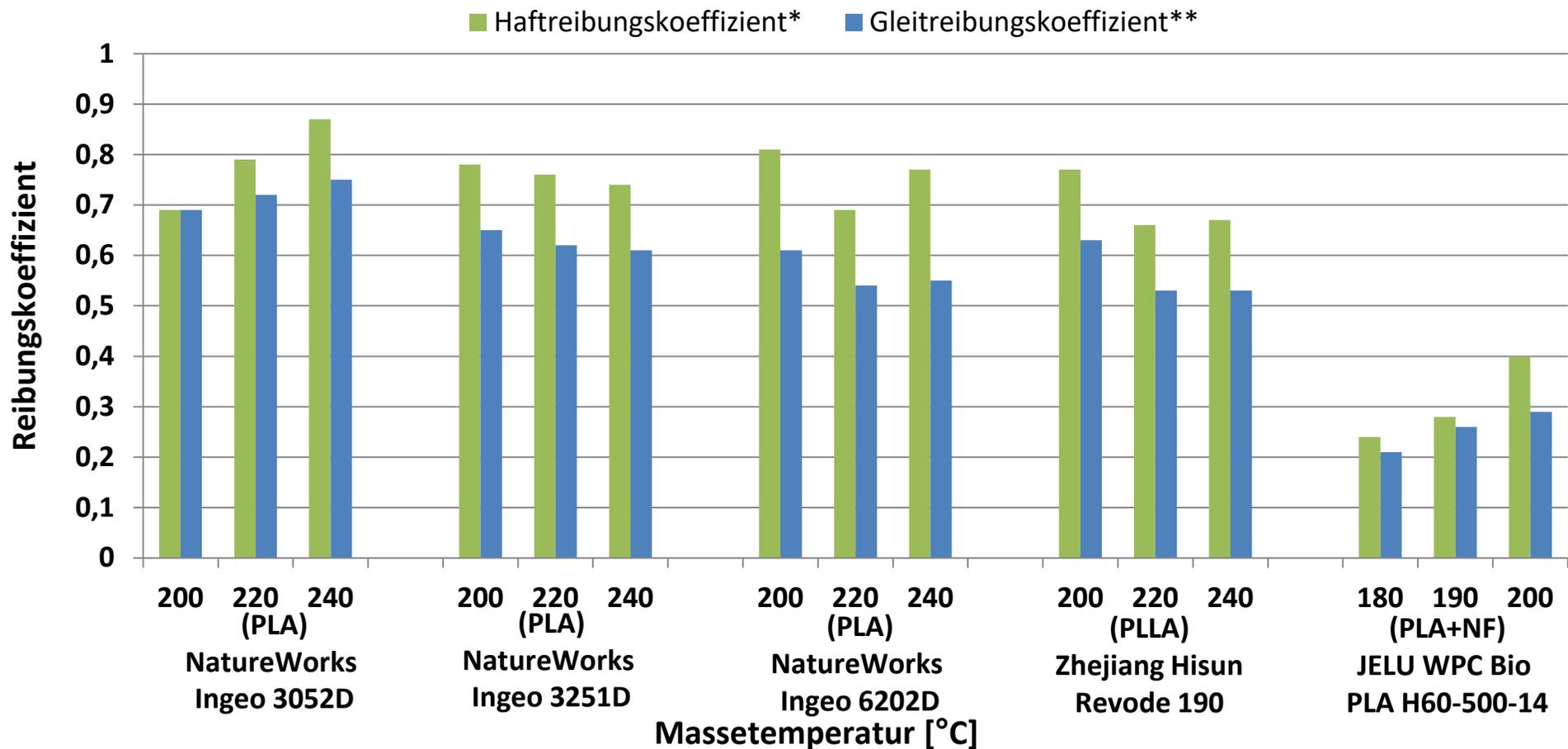


**Online computing of
processing properties**

Quelle: UL TTC

In Kooperation mit UL TTC

PLA basierte Biokunststoffe



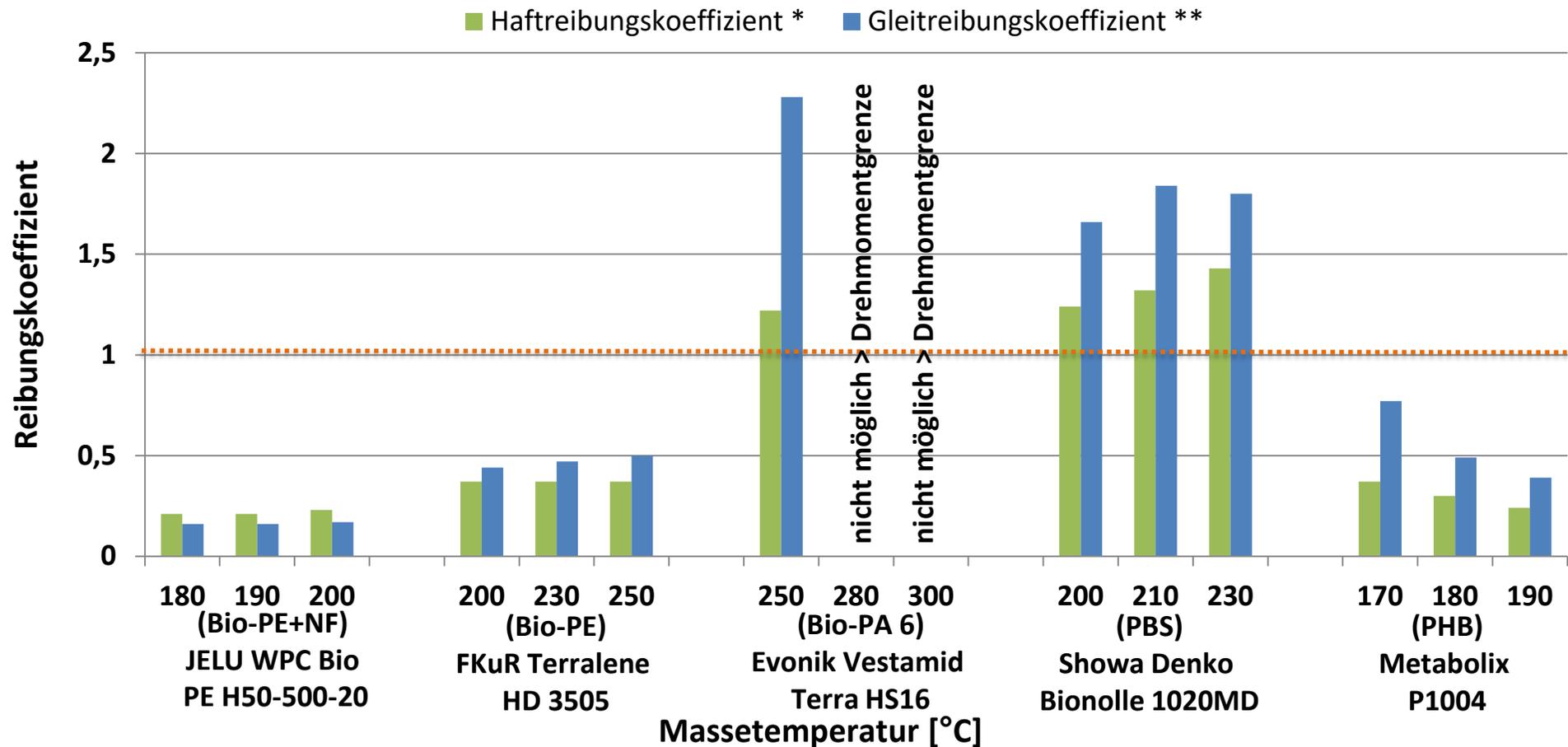
* Haftreibung wird direkt zu Beginn der Entformung gemessen

** Gleitreibung wird beim anschließenden Gleitvorgang des beweglichen Werkzeugkerns gemessen

**** Haftreibungskoeffizienten über 1 sind generell als kritisch zu betrachten und führen nicht selten zu Beschädigungen am Bauteil

In Kooperation mit UL TTC

Verschiedene Biokunststoffe



* Haftreibung wird direkt zu Beginn der Entformung gemessen

** Gleitreibung wird beim anschließenden Gleitvorgang des beweglichen Werkzeugkerns gemessen

**** Haftreibungskoeffizienten über 1 sind generell als kritisch zu betrachten und führen nicht selten zu Beschädigungen am Bauteil

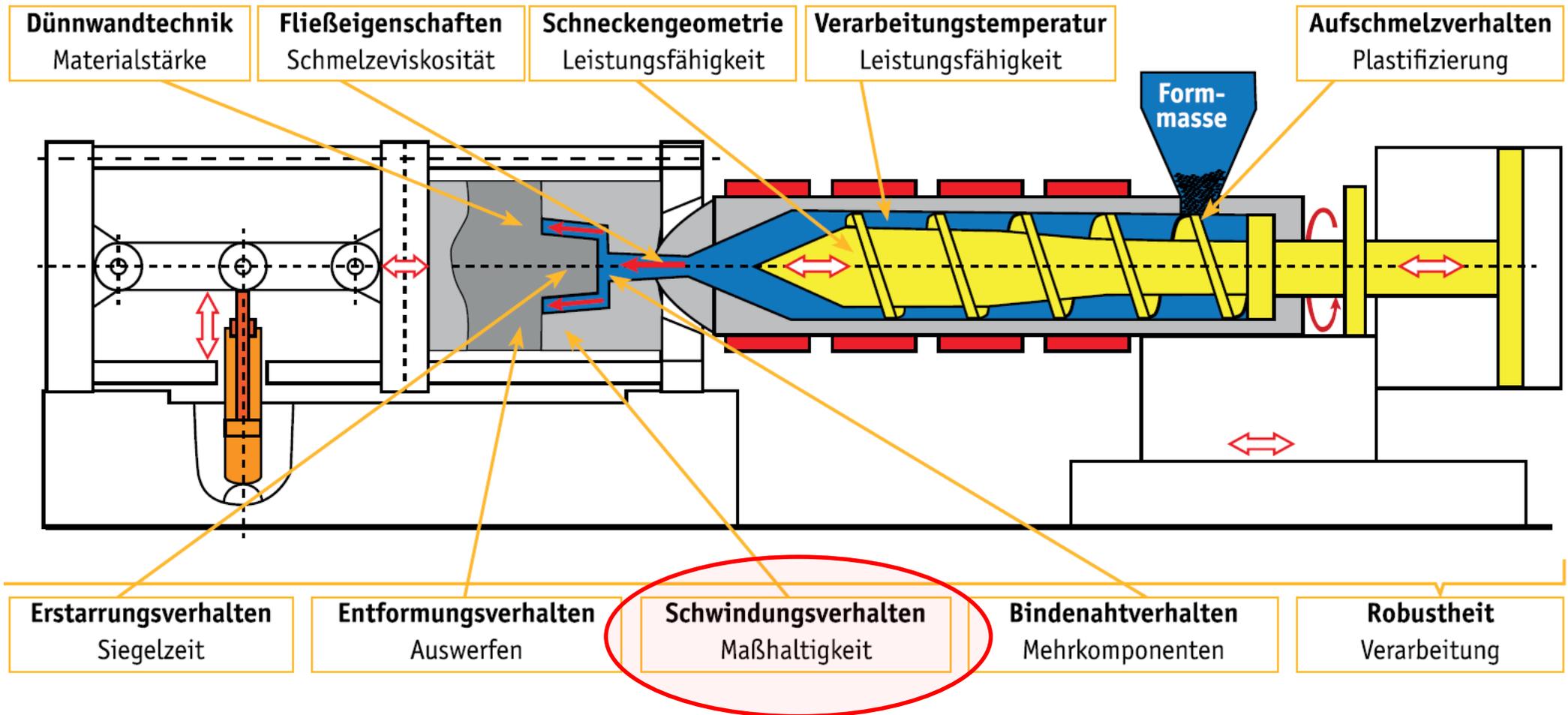


Agenda

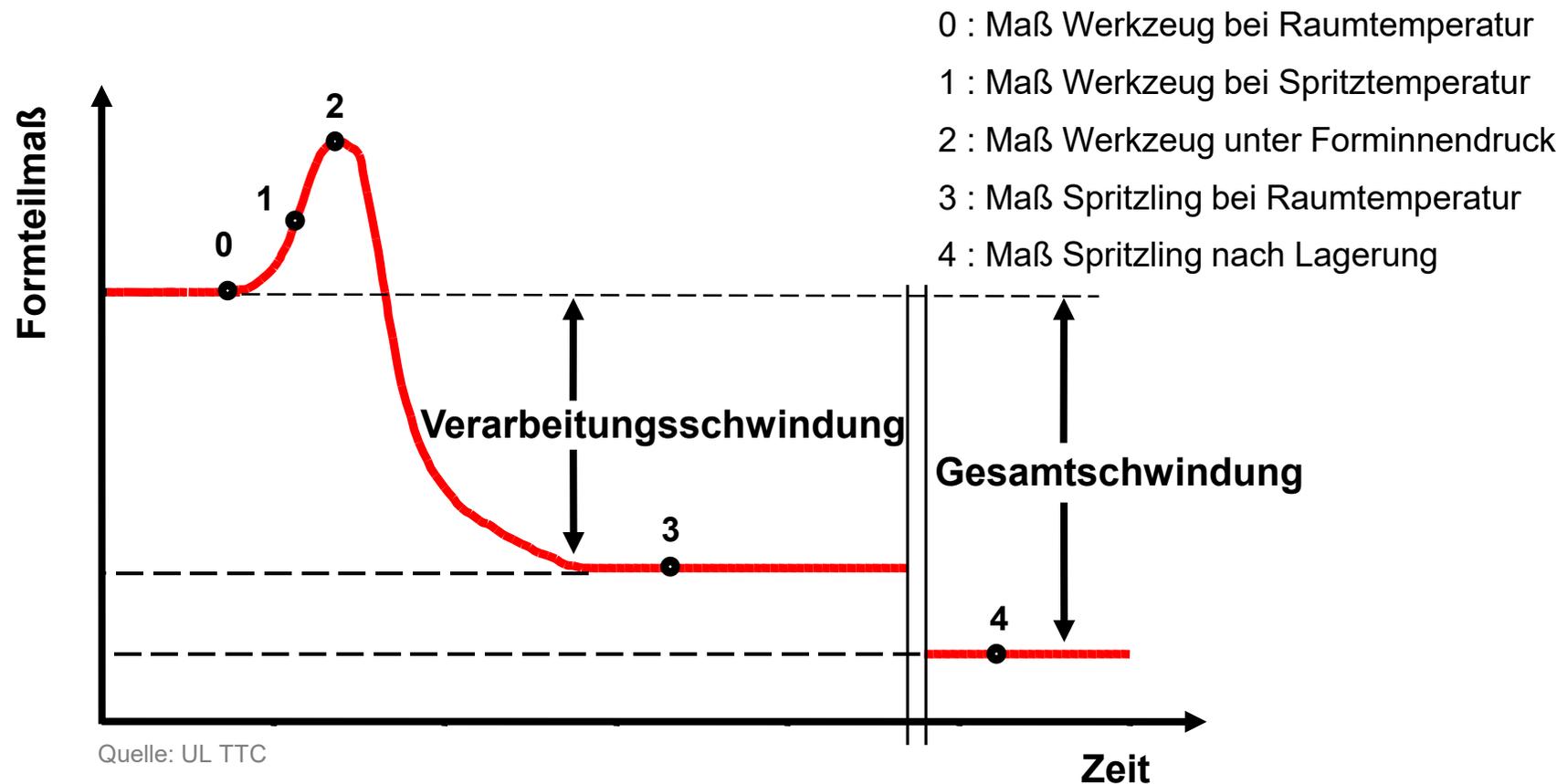
1. Aufschmelzverhalten
2. Verarbeitungstemperaturen
3. Fließeigenschaften
4. Siegelzeiten
5. Entformungsverhalten
6. Schwindung

Der Spritzgießprozess

Schwindungsverhalten

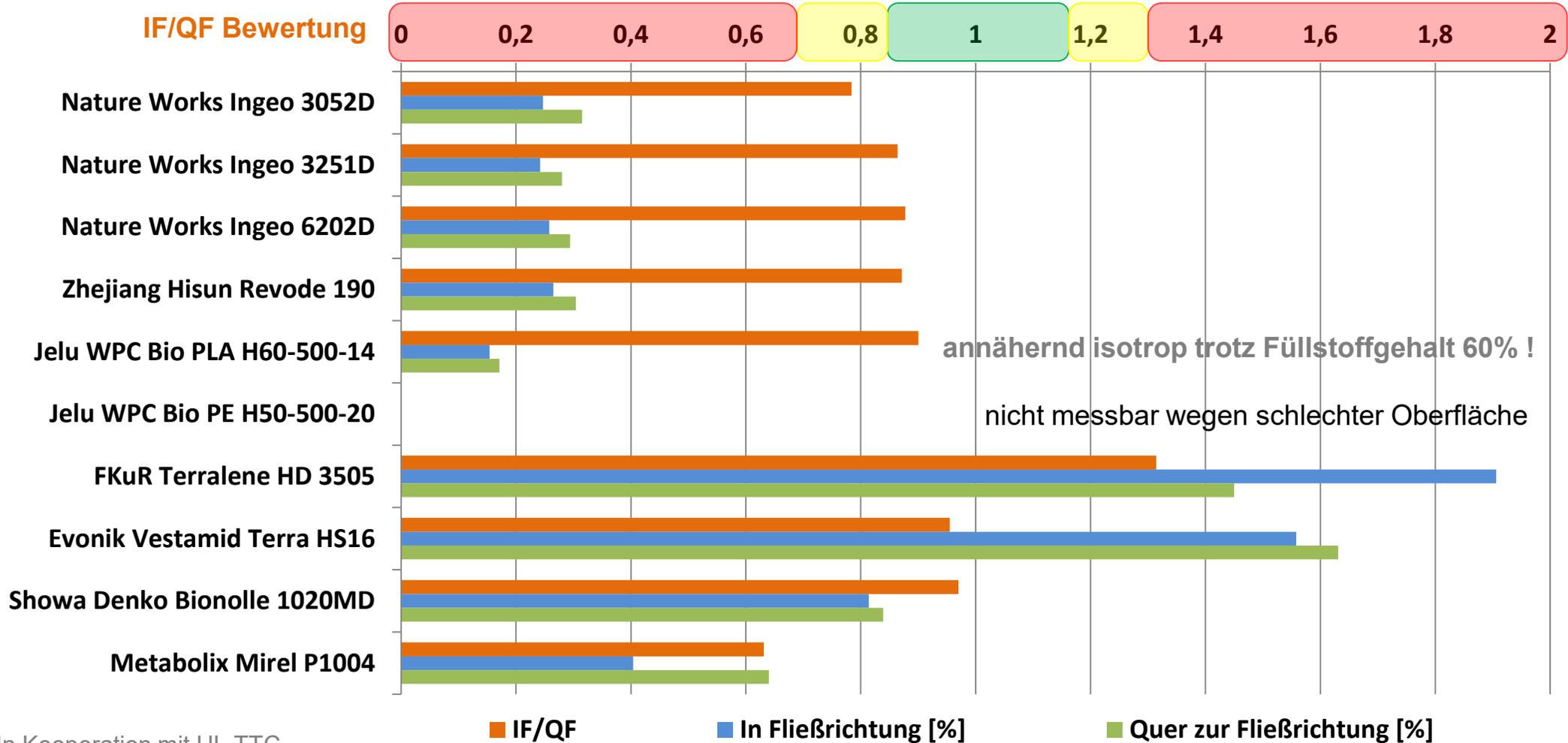


- Wichtige Faktoren
 - Verarbeitungs- und Gesamtschwindung



ISO 294 Prüfplatte 60x60x2 mm³

Verarbeitungsschwindigkeit



In Kooperation mit UL TTC

- Biokunststoffe sind auf Standardmaschinen verarbeitbar
- Die untersuchten Biokunststoffe weisen meist vergleichbare Performance wie herkömmlichen Kunststoffen auf
- Unter Berücksichtigung materialspezifischer Unterschiede können sie als Substitutionsmaterial dienen



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Veranstaltungshinweis

Tagung „Biobasierte Kunststoffe kompakt“

am 14. September, 11:00 –16:30 Uhr

Veranstaltungsort

IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

Heisterbergallee 10A

30453 Hannover

Inhalte

Umfassender Überblick über:

- Innovative biobasierte Materialien,
- optimierte Verarbeitungsprozesse und
- Strategien für erfolgreiche Produkt- und Nachhaltigkeitskommunikation

Weitere Informationen und Anmeldung

<http://www.ifbb-hannover.de/de/veranstaltung/tagung-biobasierte-kunststoffe-kompakt.html>



Fotos: China Hopson, IfBB



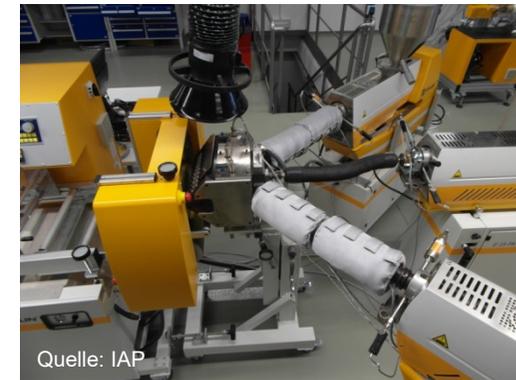
IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Veranstaltungshinweis Abschlusstagung „Verarbeitung von Biokunststoffen“

Termin: 09. November 2017

Veranstaltungsort: Berlin



Inhalte:

- Austausch zwischen Verarbeitern, Herstellern und Verbundpartnern
- Vorstellung einer Idee zur nachhaltigen Bereitstellung von Verarbeitungsdaten für Konstrukteure und Verarbeiter von Biokunststoffen
- Gemeinsame Diskussion der Idee mit Vertretern der Wirtschaft (ALBIS PLASTICS GmbH, BASF SE und EVONIK)

Weitere Informationen finden Sie in dem Kalender unter:

<http://verarbeitungsprojekt.ifbb-hannover.de/de/veranstaltungen.html>



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Marco Neudecker

Verfahrenstechnik Spritzgießen, Mikroskopie/Bildanalytik

Hochschule Hannover

IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

Fakultät II – Maschinenbau und Bioverfahrenstechnik

Heisterbergallee 10 A
30453 Hannover

Tel.: 05 11 / 92 96 – 2232

Fax: 05 11 / 92 96 – 99 28 23

E-Mail: marco.neudecker@hs-hannover.de

Internet: <http://www.ifbb-hannover.de>

Veranstungshinweis Abschlusstagung „Verarbeitung von Biokunststoffen“

Termin: 09. November 2017

Veranstungsort: Berlin

Inhalte:

- Austausch zwischen Verarbeitern, Herstellern und Verbundpartnern
- Vorstellung einer Idee zur nachhaltigen Bereitstellung von Verarbeitungsdaten für Konstrukteure und Verarbeiter von Biokunststoffen
- Gemeinsame Diskussion der Idee mit Vertretern der Wirtschaft (ALBIS PLASTICS GmbH, BASF SE und EVONIK)

Weitere Informationen finden Sie in dem Kalender unter:

<http://verarbeitungsprojekt.ifbb-hannover.de/de/veranstaltungen.html>



Quelle: IfBB

Veranstungshinweis

Tagung „Biobasierte Kunststoffe kompakt“

am 14. September, 11:00 –16:30 Uhr

Veranstungsort

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

Inhalte

Umfassender Überblick über:

- Innovative biobasierte Materialien,
- optimierte Verarbeitungsprozesse und
- Strategien für erfolgreiche Produkt- und Nachhaltigkeitskommunikation

Weitere Informationen und Anmeldung

<http://www.ifbb-hannover.de/de/veranstaltung/tagung-biobasierte-kunststoffe-kompakt.html>

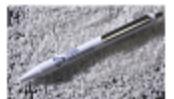


Foto: China Hoppen, IfBB