

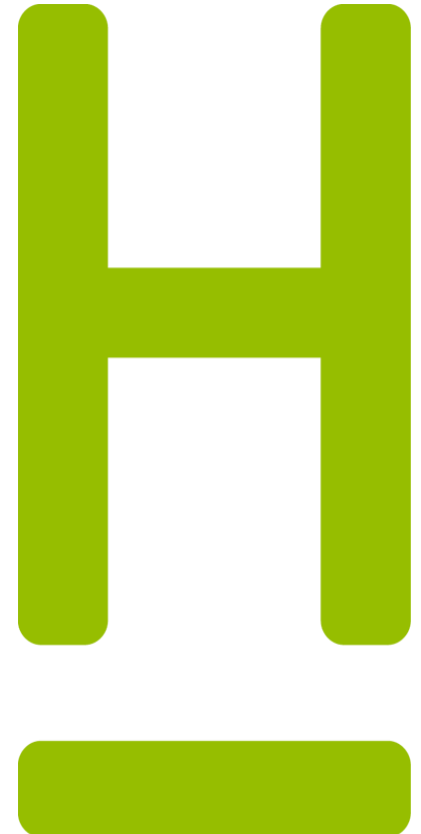


# HoT-BRo2 - Vom Biokunststoff zum Bauteil: Entwicklung von biobasierten Compounds für hohe Einsatztemperaturen

Jan Kuckuck

21. Dezember 2023

aus der IfBB-Webinarreihe: „Biowerkstoffe im Fokus!“  
unter der Leitung von  
Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths  
Moderation: Dr. Lisa Mundzeck



# Ablauf

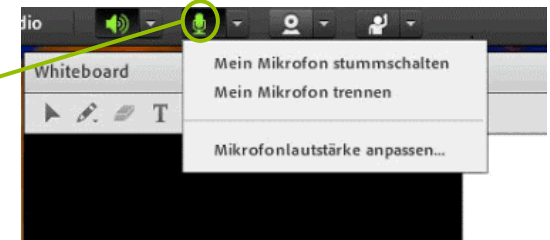


**IfBB**

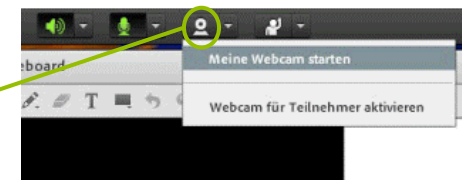
Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

- Dauer ca. 30 Minuten
- Webinar wird aufgezeichnet
- Fragen während des Vortrags: bitte das Modul „Chat“ nutzen
- Fragen werden gern am Ende des Vortrags beantwortet

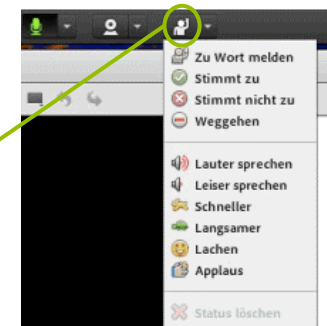
1. Zum Sprechen  
Mikrofon  
aktivieren.  
(ggf. seitens Moderation  
abgeschaltet.)



2. Für Video  
Webcam  
aktivieren.  
(ggf. seitens Moderation  
abgeschaltet.)



3. Wort- und  
Rückmeldungen  
für Referenten  
mittels  
Feedbackwerk-  
zeugen



# Projektdaten HoT-BRo 2



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Projekttitel:	<b>Biokunststoffe für Hochtemperaturanwendungen</b> - Aufwertung der Materialeigenschaften von thermoplastischen Biokunststoffen und Bioverbundwerkstoffen für Hochtemperaturanwendungen
Laufzeit:	01.04.2021 bis 31.05.2024
Förderung	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
Projektträger:	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)
Förderkennzeichen:	HRI-2021-06-22_01
Projektleitung IfBB:	Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths
Projektbearbeitung IfBB:	Jan Kuckuck, Nico Becker



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft





1. Allgemeine Informationen
  2. Materialentwicklung und  
-charakterisierung am  
Beispiel der Ladeluftrohre
  3. Materialmodifizierung durch  
Strahlenvernetzung
  4. Bauteilabmusterung –  
Beispiel Kabelverschraubung
-

# Überblick und Ziele



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

## Allgemeine Informationen und Ziele

- **Gezielte Materialentwicklungen und -modifizierungen auf Basis von (teil-) biobasierten und rezyklierten Thermoplasten**
- **Substitution der petrobasierten Materialien von 4 Referenzbauteilen**
- **Möglichst hoher biobasierter Anteil (> 50%)**
- **Entwicklung von Verarbeitungsprozessen**
  - Spritzgießen, Extrusionsblasformen
- **Weiterverarbeitungstechniken/-prozesse**
  - Strahlenvernetzung, Schweißen, Kleben
- **Abmusterung der Referenzbauteile**
- **Bewertung der Nachhaltigkeit**
- **Übertragung der Ergebnisse auf Branchenübergreifende Anwendungen**

# Bauteile der Industriepartner



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Quelle: Fa. ContiTech



Quelle: Fa. Pflitsch



Quelle: Fa. MANN&HUMMEL

# Anforderungsprofile der Bauteile



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

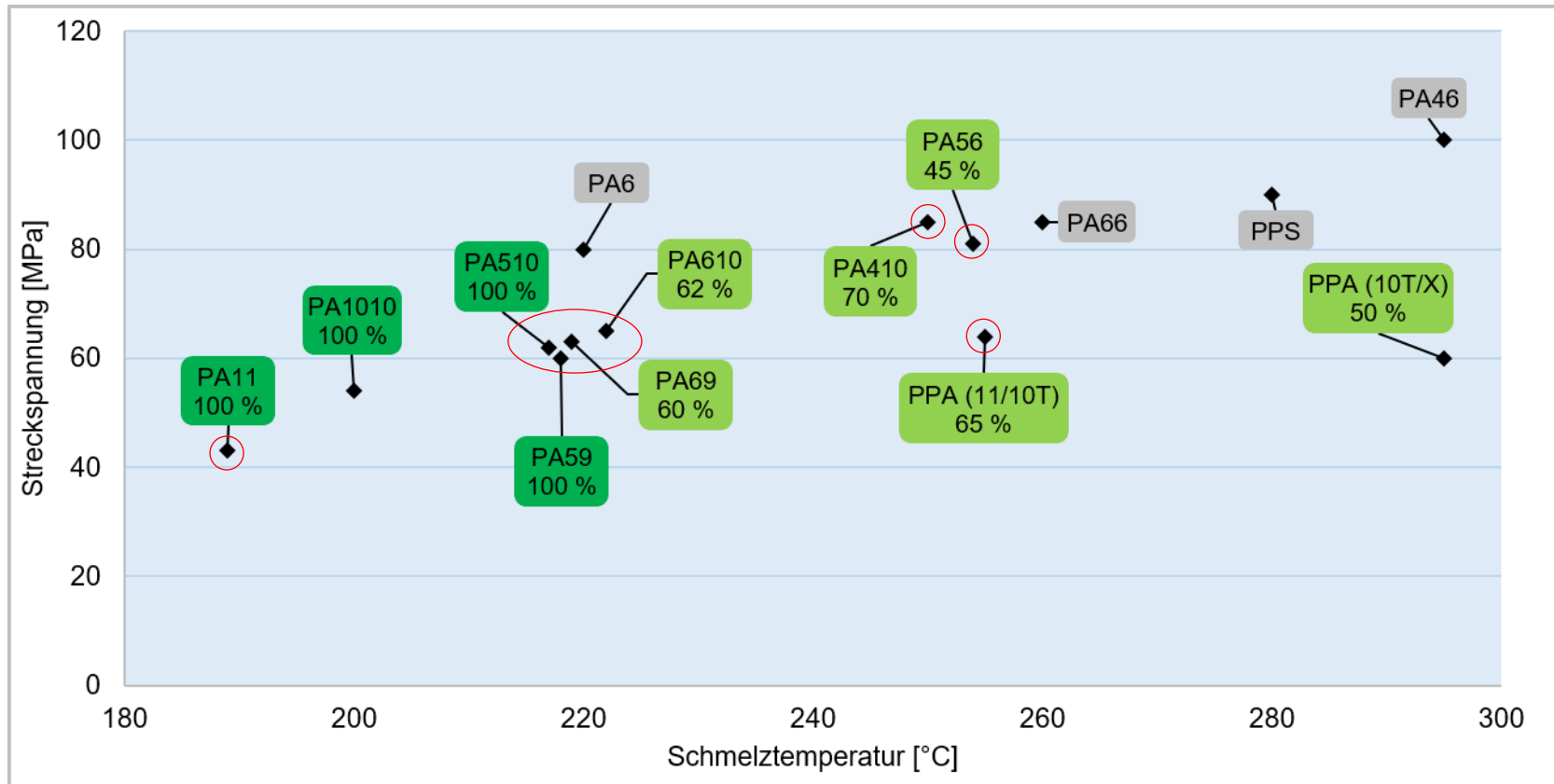
Bauteil	Material	Medium und Temperaturanforderungen	Materialanforderungen
Ladeluftrohr (Heißseite)	PA66-GF	Luft und Blow-By Gase: Von -45 °C bis 200 °C	Druckbeständigkeit bis 3,5 bar bei Betriebstemperatur. Blasformbarkeit.
Ladeluftrohr (Kaltseite)	PA6-GF	Luft und Blow-By Gase: Von -45 °C bis 170 °C	S. Heißseite
Deckel Ölfiltermodul für Nutzfahrzeuge	PA66-GF	Motoröl: 130 °C Luft: Von -45 °C bis 150 °C	Hohe statische und dynamische Festigkeit. Sehr hohe Lebensdauer
Kabelverschraubung	PVDF PA-GF	Luft: Von -40 °C bis 150 °C Luft: Von -20 °C bis 120 °C	Hohe Warm- und Kaltschlagzähigkeit. Flammenschutz. Temperaturziel: 200 °C
Komponenten Kühlkreislauf Verbrennungsmotor	PPS-GF	Wasser-Glykol Kühlmittel: Von -45 °C bis 135 °C	Sehr geringe Wasseraufnahme und hohe Dimensionsstabilität. Sehr hohe Biegefestigkeit

# Übersicht Bio-PA's



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Quelle: IfBB, © Hanser



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

# Materialentwicklung und -charakterisierung am Beispiel der Ladeluftrohre

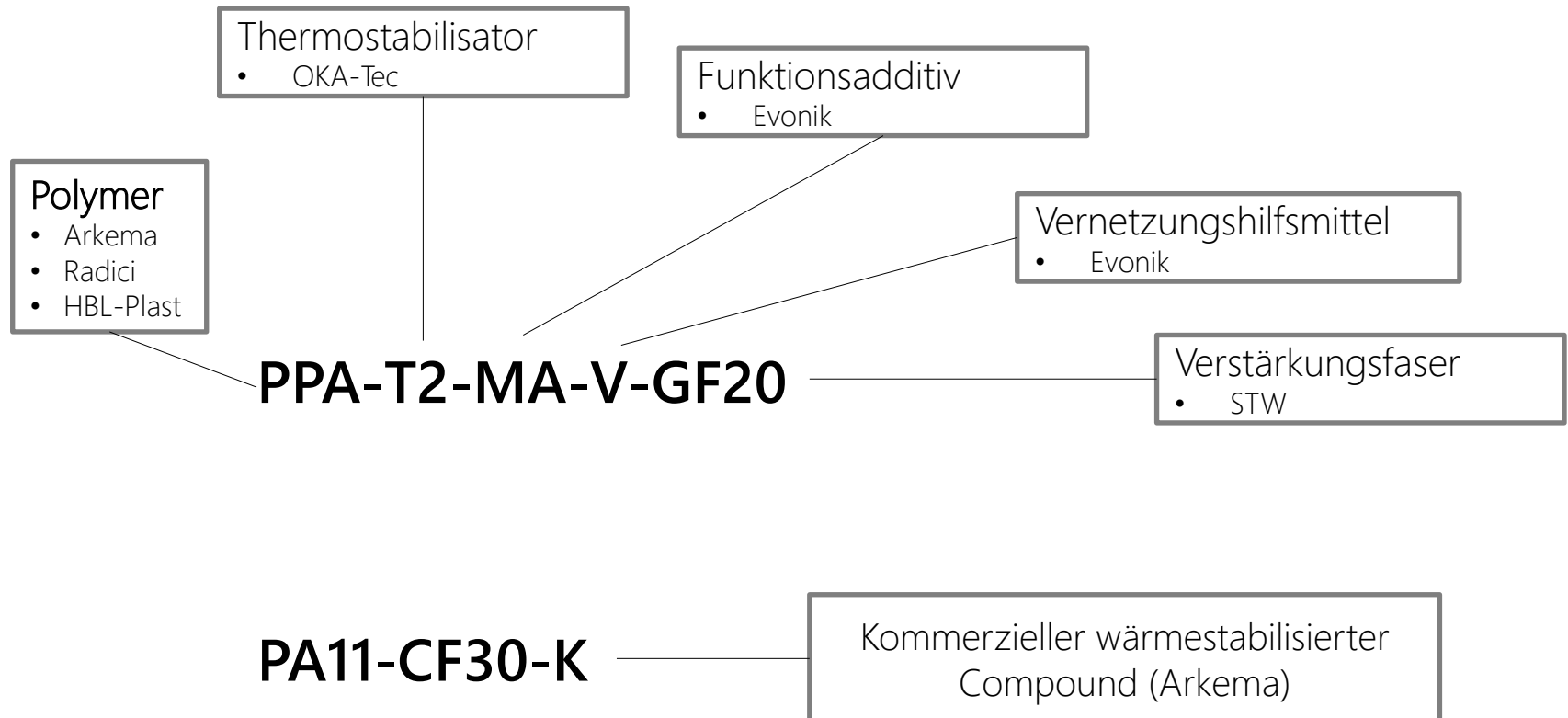
---

# Nomenklatur Compounds



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

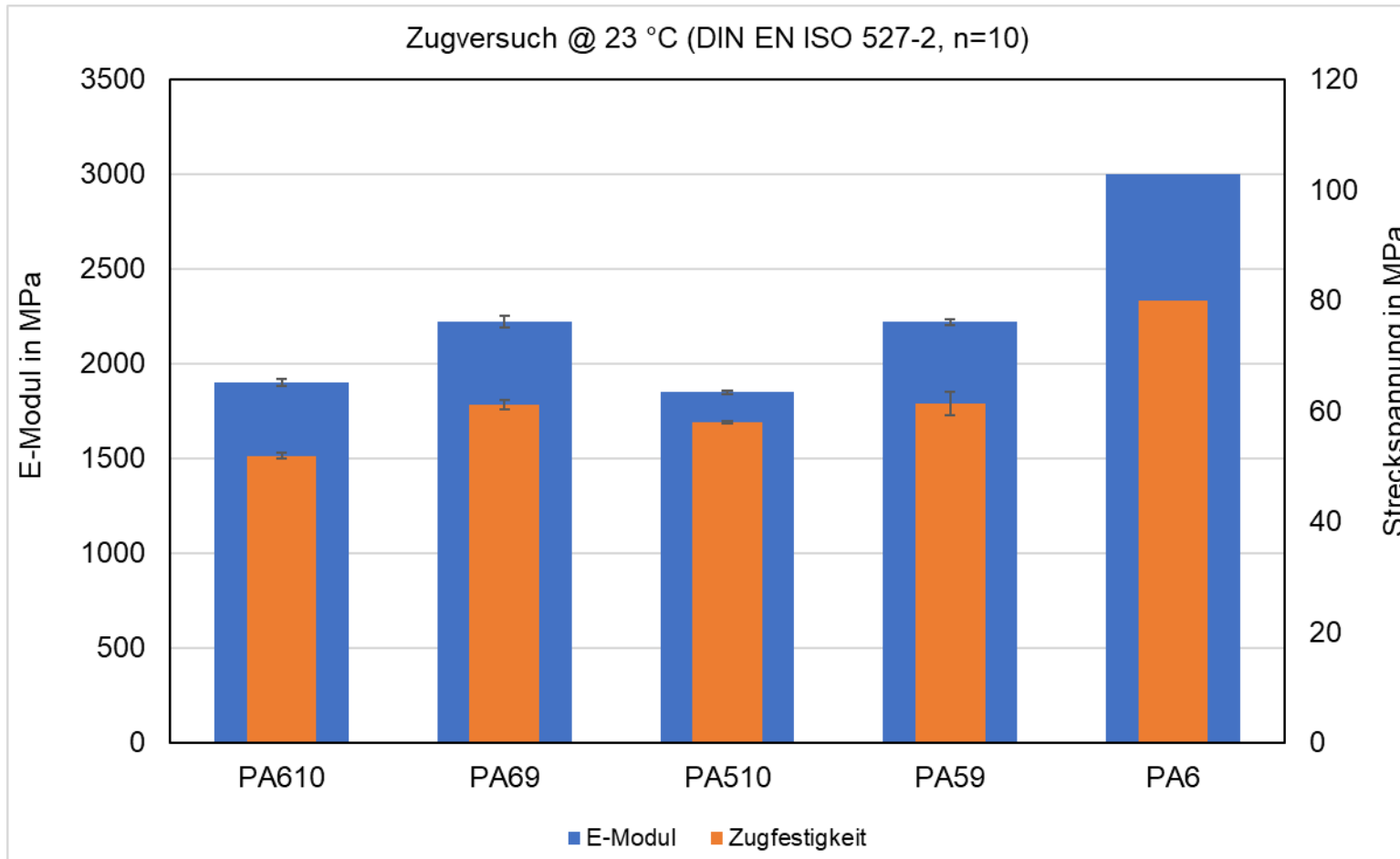


# Potenzielle Polymere für die „Kaltseite“ des Ladelufttrohrs



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



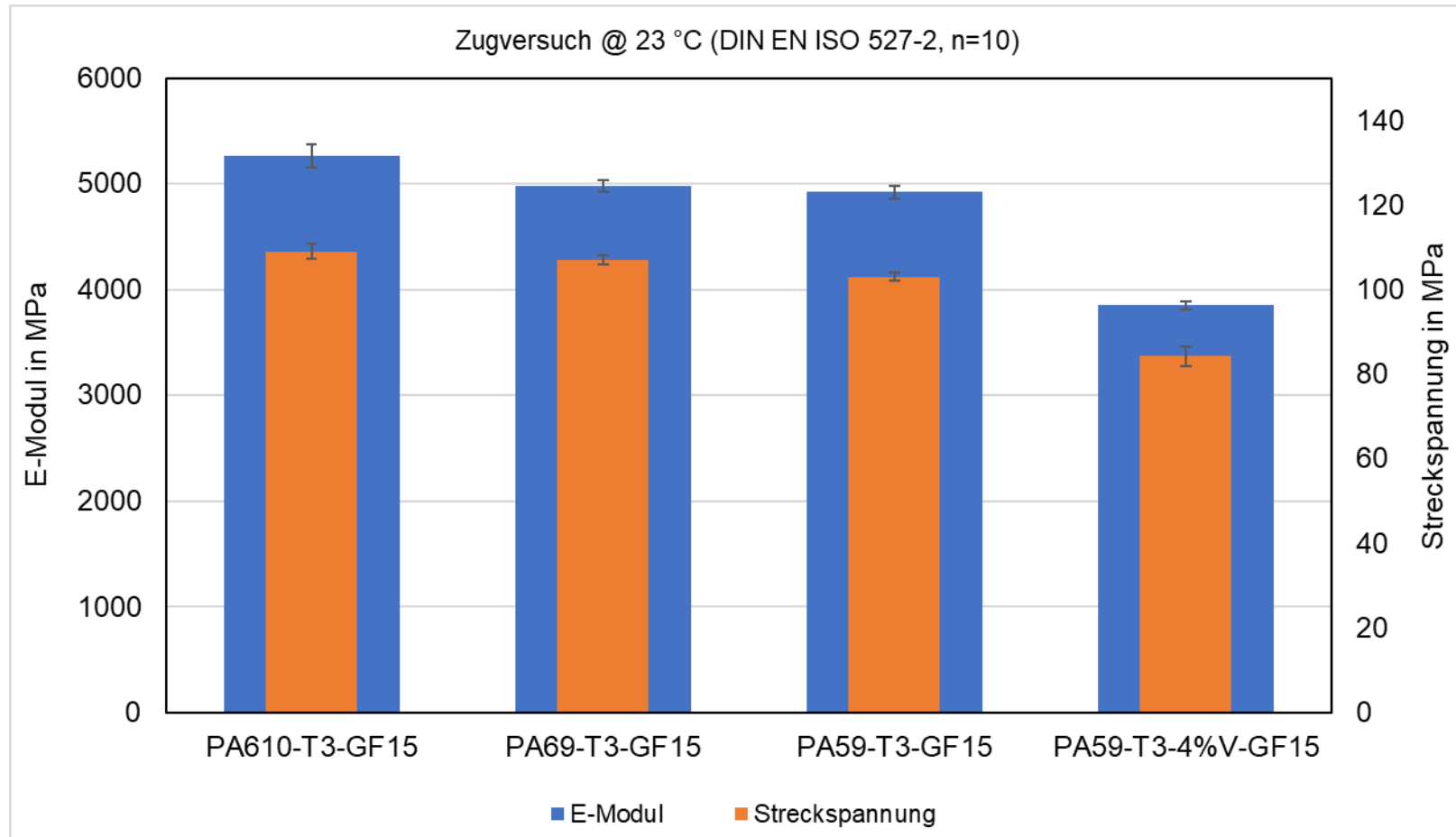
Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h

# Ladeluftrohr – Rezepturen „Kaltseite“



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



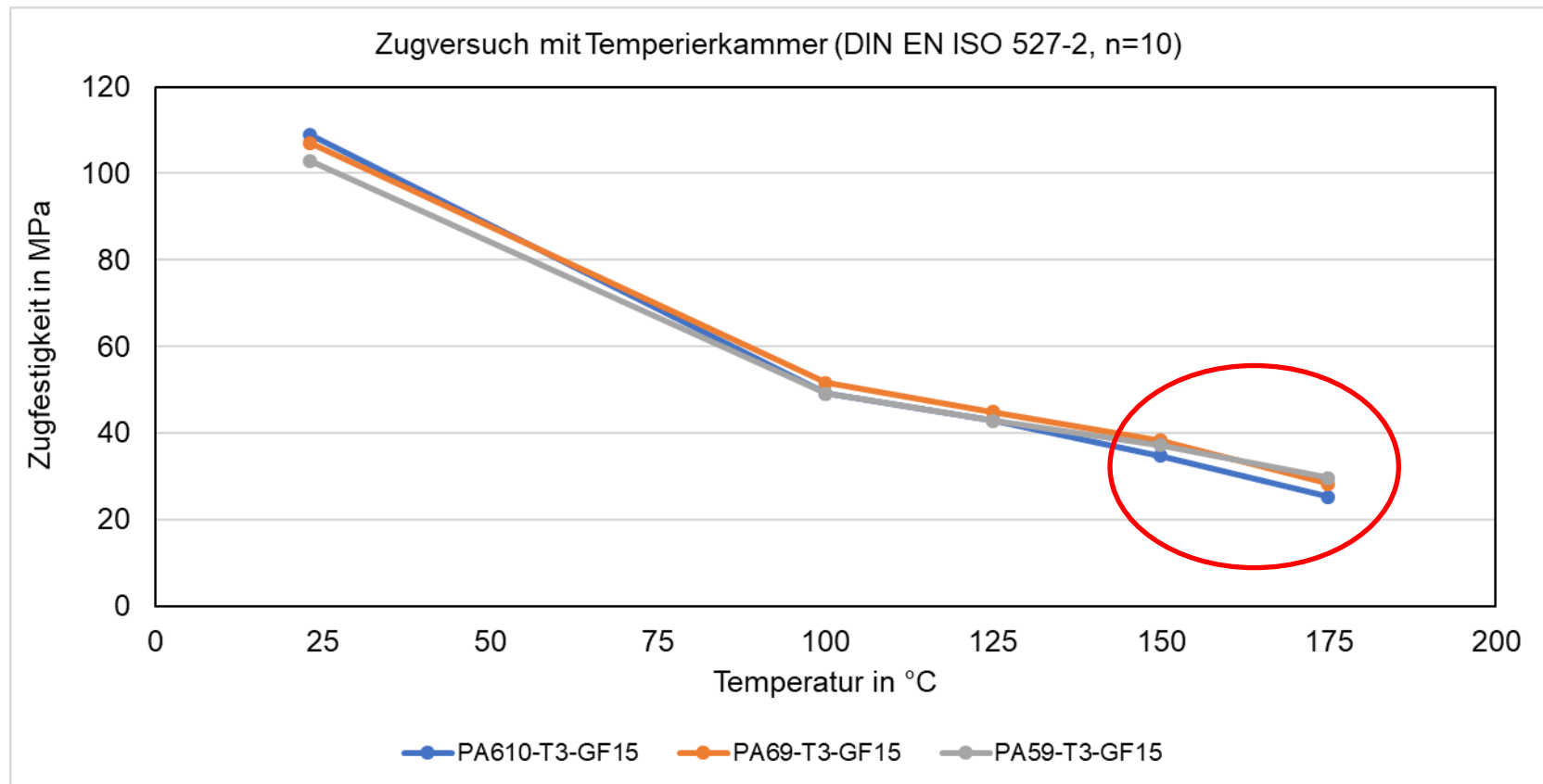
Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h

# Ladeluftrohr – Rezepturen „Kaltseite“



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



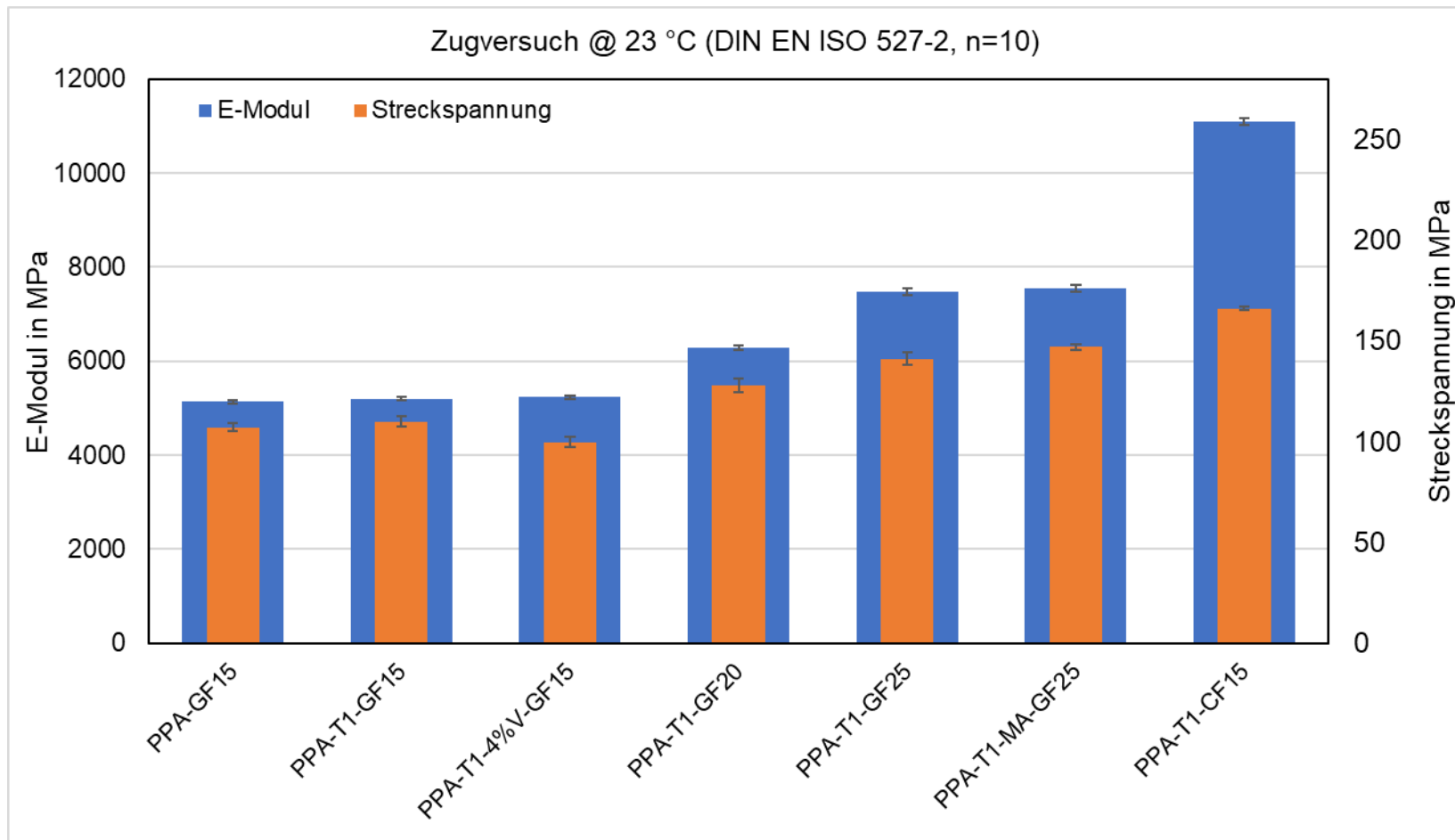
Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h

# Ladeluftrohr – Rezepturen „Heißseite“



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



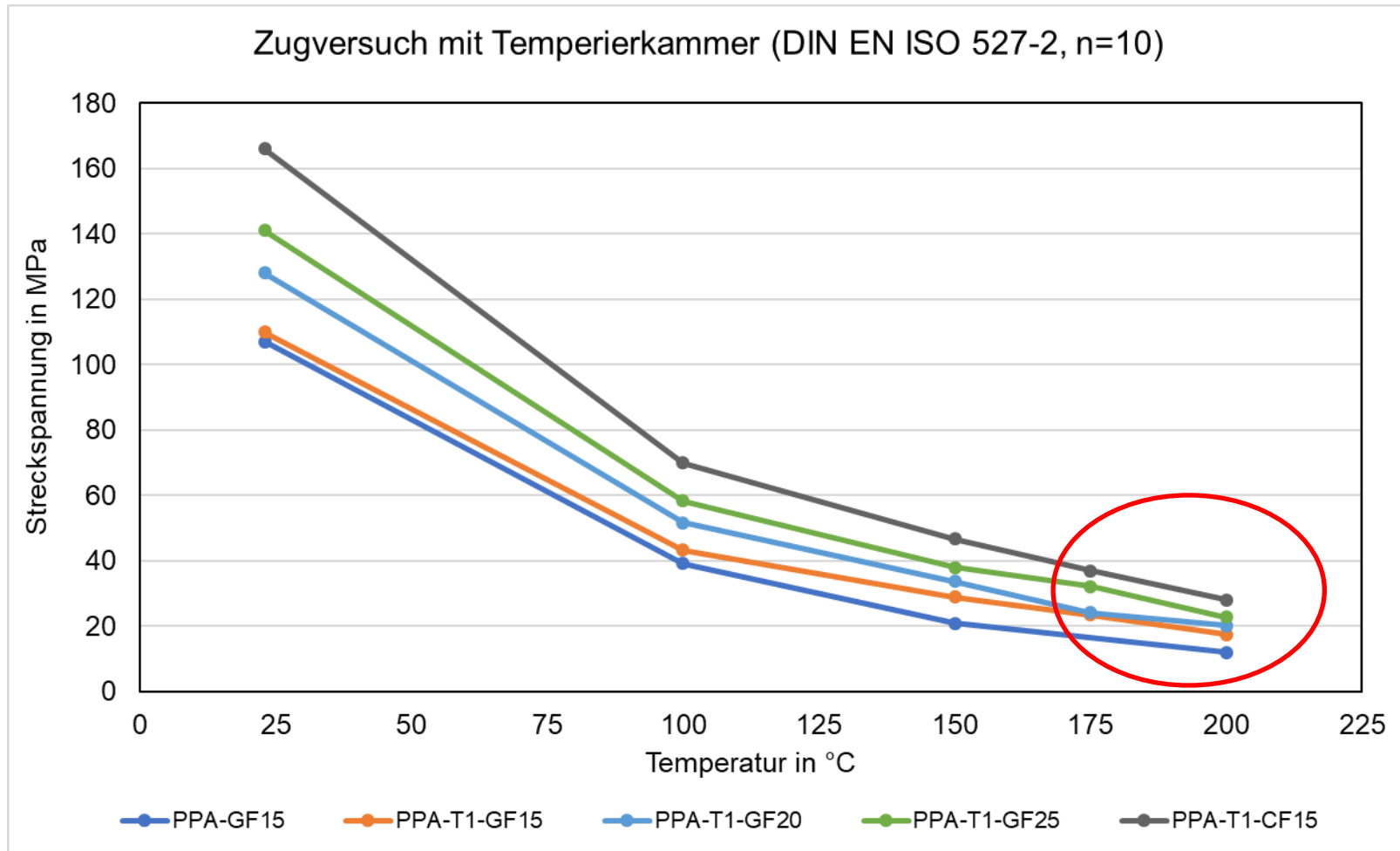
Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h

# Ladeluftrohr – Rezepturen „Heißseite“



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h

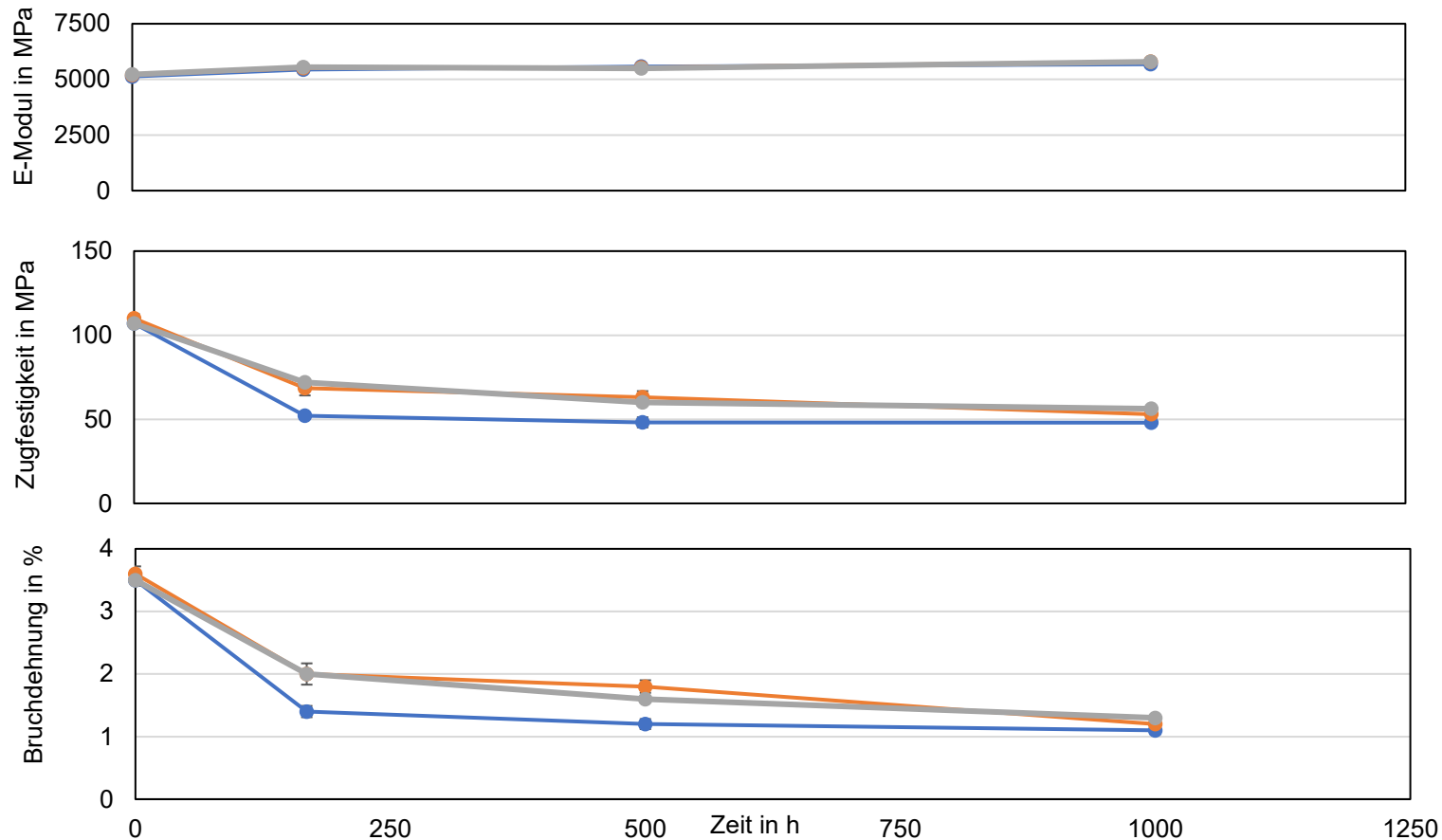
# Zugversuch nach Wärmelagerung bei 200 °C



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

Zugversuch @ 23 °C nach Lagerung an Luft @ 200 °C (n = 5)



Kennwerte im trockenen Zustand:  
Trocknung bei 80 °C für 48 h

—●— PPA-GF15

—●— PPA-T1-GF15

—●— PPA-T2-GF15



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

# Materialmodifizierung durch Strahlenvernetzung

---

# Strahlenvernetzung – Allgemeine Informationen



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

## Informationen

- **Bestrahlung mit Elektronen**
- **Ausbildung eines dreidimensionalen Netzwerks im Thermoplasten**
- **Für PA- und PPA-Zugabe eines Vernetzungshilfsmittels nötig**
- **Effekte**
  - Verbesserte (thermo-)mechanische Eigenschaften
  - Verbesserung der Beständigkeit (z. B. Hydrolyse)
  - Verbesserung des Quellverhaltens / der Maßhaltigkeit

## Analysemethoden

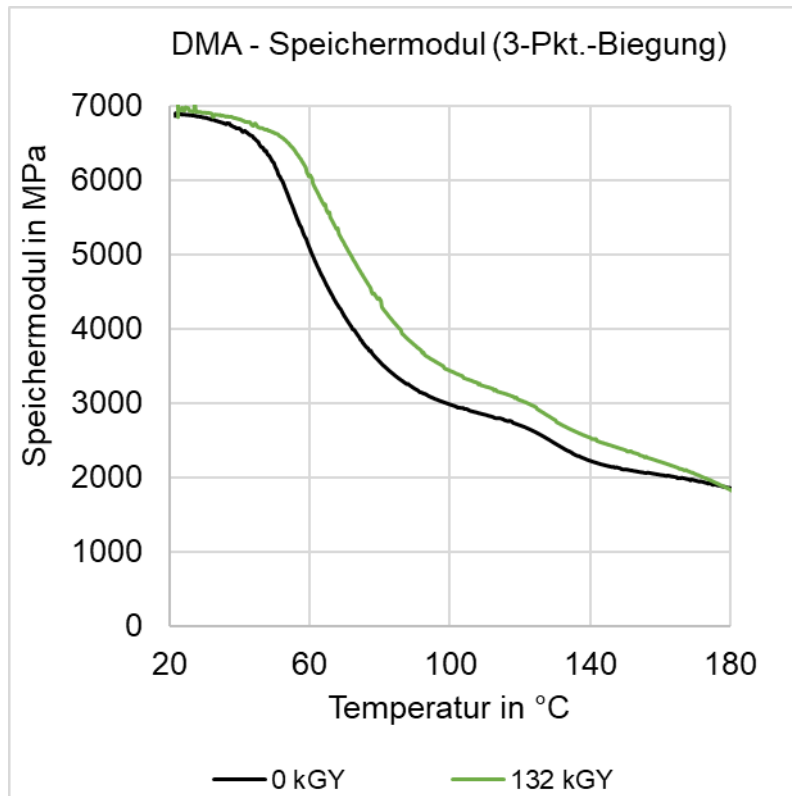
- **Bestimmung des Vernetzungsgrades**
  - Auflösung des Compounds in Ameisensäure
  - Vernetzte Anteile werden nicht aufgelöst
  - Prozentuale Bestimmung durch Gewichtsmessung
- **Eindringtiefe**
  - Eine heiße Spitze (350 °C) wird mit definierten Gewicht auf die Probe gedrückt
  - Eine geringe Eindringtiefe ist Indikator für Vernetzungserfolg

# Effekte der Strahlenvernetzung



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



- **PA610-CF15 (Compound HoT-BRo)**
- **Anteil Vernetzungshilfsmittel: 3 %**
- **Bestrahlung mit 132 kGy**
  - Vernetzungsgrad: 50 %
  - Eindringtiefe: 0,35 mm
- **Formstabilität über Schmelztemperatur**

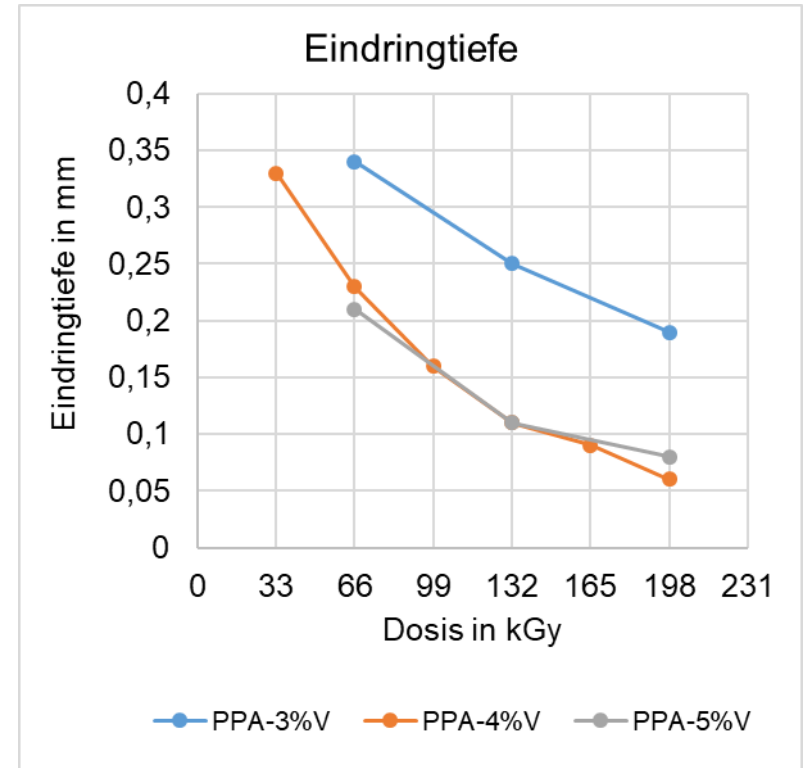
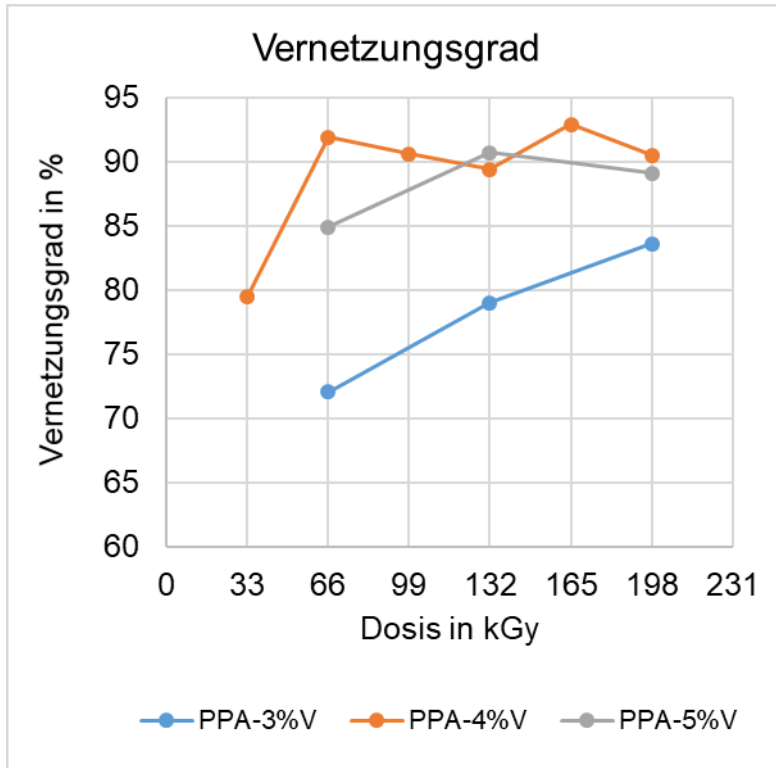


# Aktuelle Parameterstudie mit Industriepartner BGS



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe





**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

# Bauteilabmusterung – Beispiel Kabelverschraubung

---

# Bauteilabmusterung – Beispiel Kabelverschraubung



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



Quelle: Fa. Pflitsch

## Informationen

- **Baugröße: M25**
- **Herstellung im Spritzguss**
- **Kommerzielle Compounds  
Arkema**
  - PA11-GF30-K
  - PPA-GF30-K

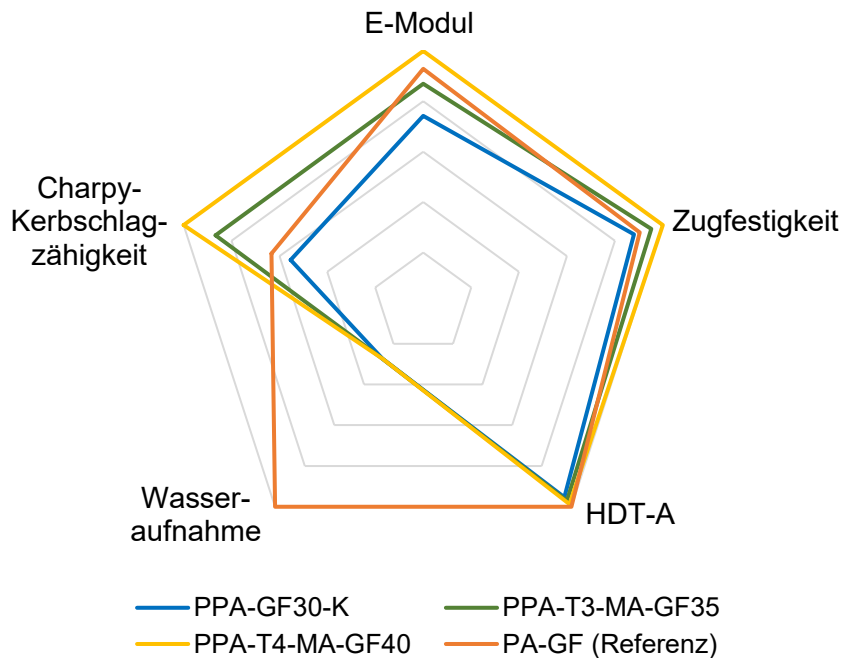
# Vergleich mit den Referenzmaterialien



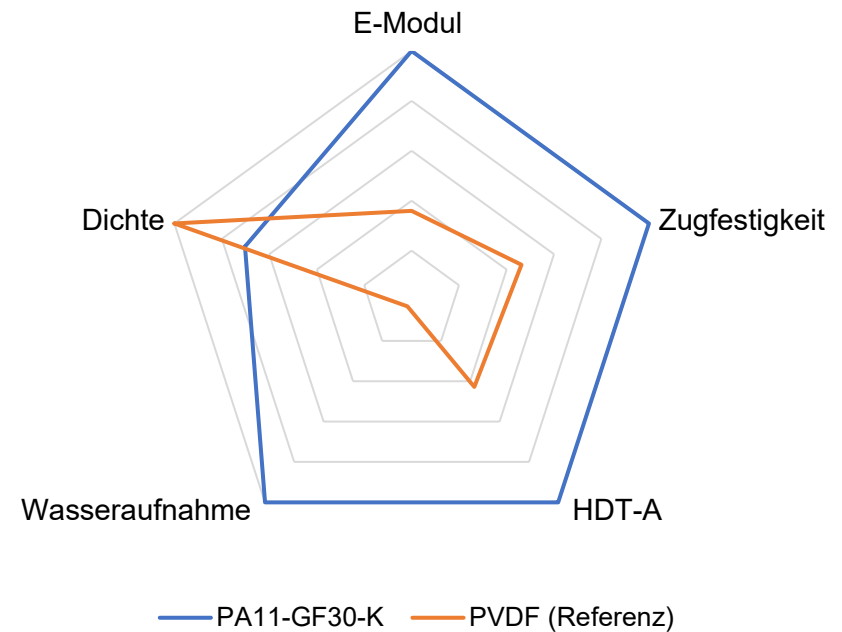
**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

## Zielbereich $\leq 200\text{ °C}$



## Zielbereich $\leq 150\text{ °C}$



## Kennwerte bei Raumtemperatur

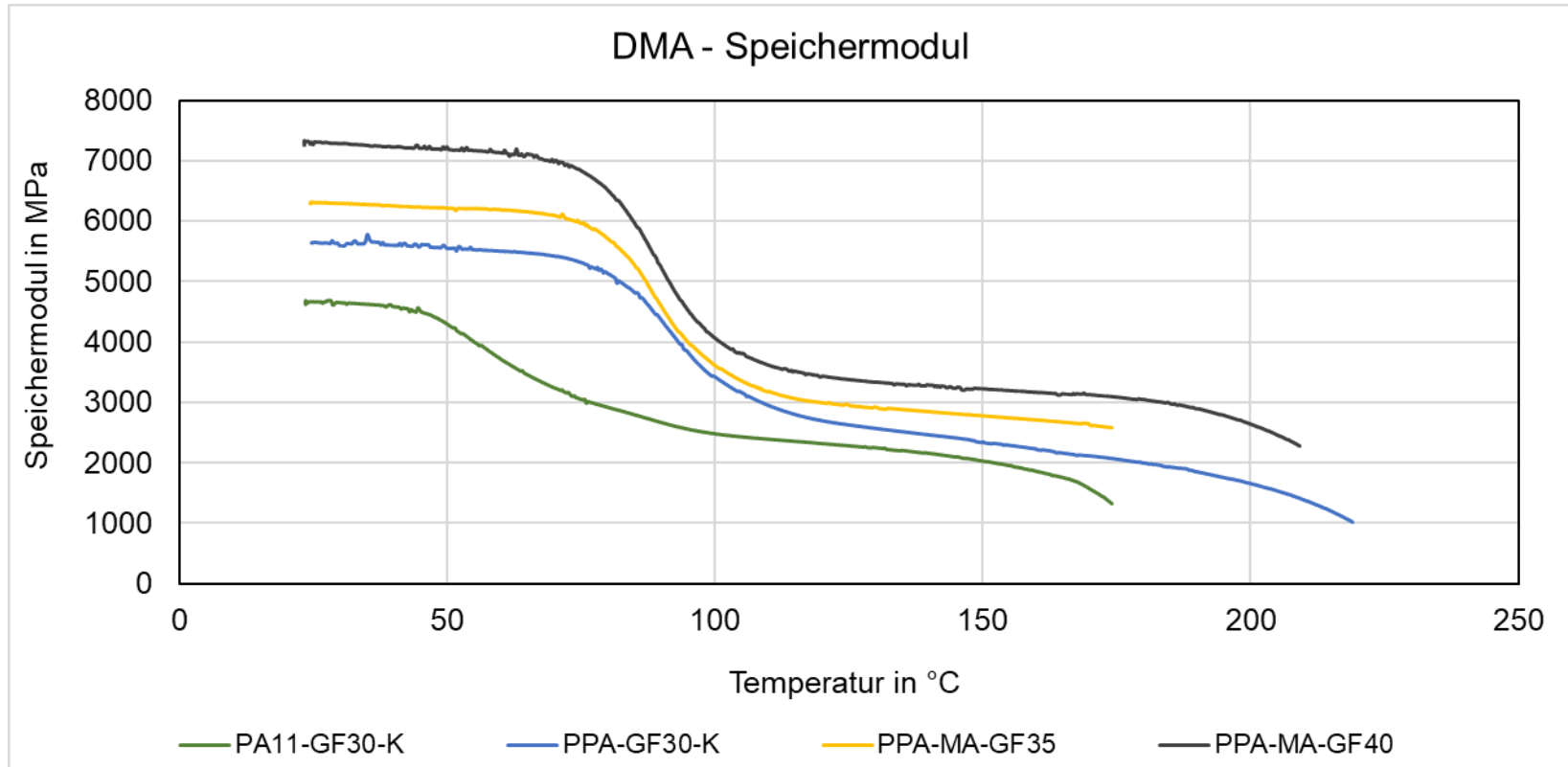
Kennwerte im trockenen Zustand:  
Trocknung bei 80 °C für 48 h

# DMA - Speichermodul



IfBB

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe



# Bauteilspezifische Prüfungen - PA11-GF-K und Referenz



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

## Schlagprüfung

- **Schlagenergie: 4 Joule**
- **Schlagtemperaturen**
  - Warmschlag: 70 °C
  - Kaltschlag: - 45 °C

Material	Prüftemperatur in °C	Schlagenergie in J	Ergebnis
PA11-GF30-K	-45	4	Bestanden
PA11-GF30-K	70	4	Bestanden
PVDF (Referenz)	-45	4	Bestanden
PVDF (Referenz)	70	4	Bestanden

# Bauteilspezifische Prüfungen - PA11-GF-K und Referenz



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

## Drehmomentprüfung

- **Ermittlung des Bruchdrehmoments**
  - Ungealtert
  - Gealtert bei 155 °C für 168 h
- **Bruchdrehmoment: Geforderter Minimalwert = 100 %**

Material	Zustand	Bruchdrehmoment in %
PA11-GF30-K	ungealtert	156
PA11-GF30-K	Alterung @ 155 °C / 168h	144
PVDF (Referenz)	ungealtert	188
PVDF (Referenz)	Alterung @ 155 °C / 168h	178

# Zusammenfassung und Ausblick



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

- **Materialauswahl und -entwicklung für Bauteile getroffen oder final eingegrenzt**
  - Für Anforderungen der „Kaltseite“ des Ladeluftrohrs große Auswahl an potenziellen (teil-)biobasierten PA
  - Auswahl eines PPA-Compounds für die „Heißseite“
  - GGf. Probleme bei den mechanischen Eigenschaften bei 200 °C und der Schlagzähigkeit
- **Weitere Materialcharakterisierungen laufen**
- **Abmusterungen bei den Bauteilpartnern**
  - Deckel Ölfiltermodul abgeschlossen
  - Erste Kabelverschraubungen abgemustert, weitere Abmusterung geplant
- **Verbesserung der thermomechanischen Eigenschaften im HT- Bereich**
- **Compoundierung von Hanffaserrezepturen eingeplant**
- **Verschiedene Szenarien zur Nachhaltigkeitsbewertung der Compounds wurden erstellt**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das IfBB wünscht Ihnen Frohe Weihnachten  
und einen guten Rutsch in das neue Jahr!



**IfBB**

Institut für Biokunststoffe  
und Bioverbundwerkstoffe

**Kontakt:**

**Hochschule Hannover**

**IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe**

**Heisterbergallee 10A**

**30453 Hannover**

**Jan Kuckuck**

**Tel.: 0511 9296-7191**

**E-Mail: [jan.kuckuck@hs-hannover.de](mailto:jan.kuckuck@hs-hannover.de)**

**[www.ifbb-hannover.de](http://www.ifbb-hannover.de)**



**Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft**

