



HoT-BRo2 - Vom Biokunststoff zum Bauteil: Entwicklung von biobasierten Compounds für hohe Einsatztemperaturen und aggressive Umgebungsmedien

Jan Kuckuck

13. Juni 2024

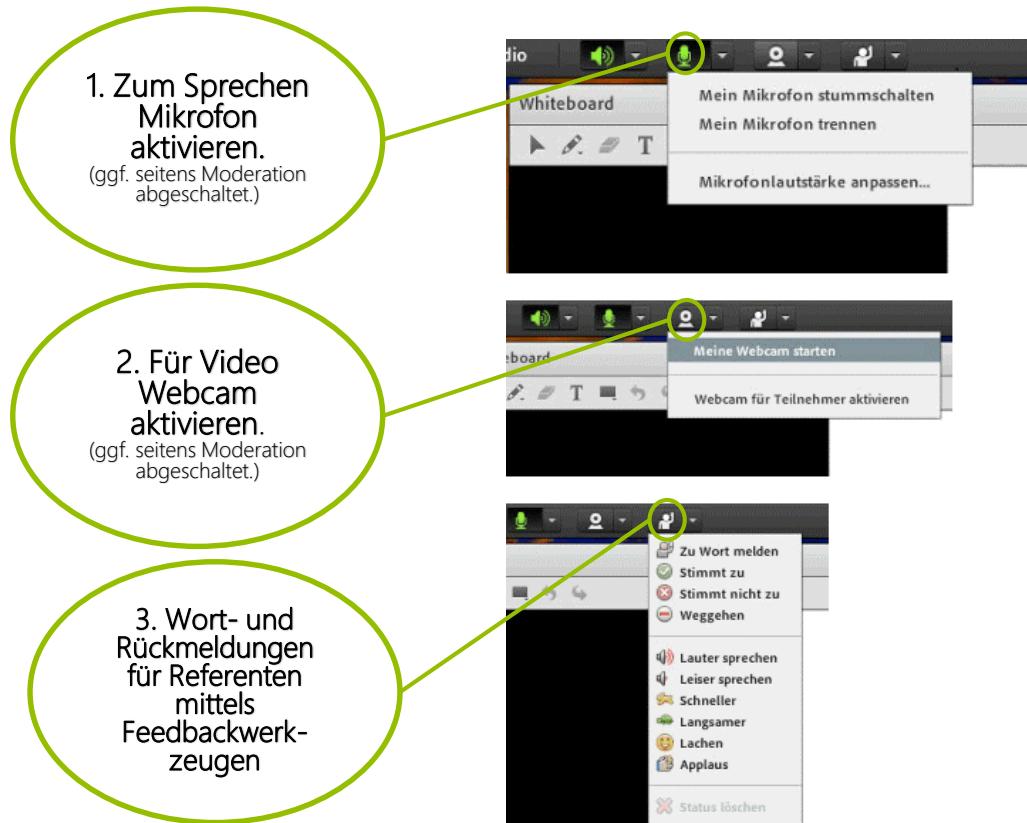


aus der IfBB-Webinarreihe: „Biowerkstoffe im Fokus!“
unter der Leitung von
Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths
Moderation: Dr. Lisa Mundzeck



Ablauf

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



Projektdaten HoT-BRo 2

Projekttitle:	Biokunststoffe für Hochtemperaturanwendungen - Aufwertung der Materialeigenschaften von thermoplastischen Biokunststoffen und Bioverbundwerkstoffen für Hochtemperaturanwendungen
Laufzeit:	01.04.2021 bis 31.07.2024
Förderung	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)
Projekträger:	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR)
Förderkennzeichen:	HRI-2021-06-22_01
Projektleitung IfBB:	Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths
Projektbearbeitung IfBB:	Jan Kuckuck, Nico Becker





- 1. Allgemeine Informationen**
 - 2. Materialentwicklung und -charakterisierung am Beispiel des Deckels eines Ölfiltermoduls**
 - 3. Bauteilabmusterung und – prüfungen des Deckels**
 - 4. Nachhaltigkeitsbewertung**
-



Überblick und Ziele

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

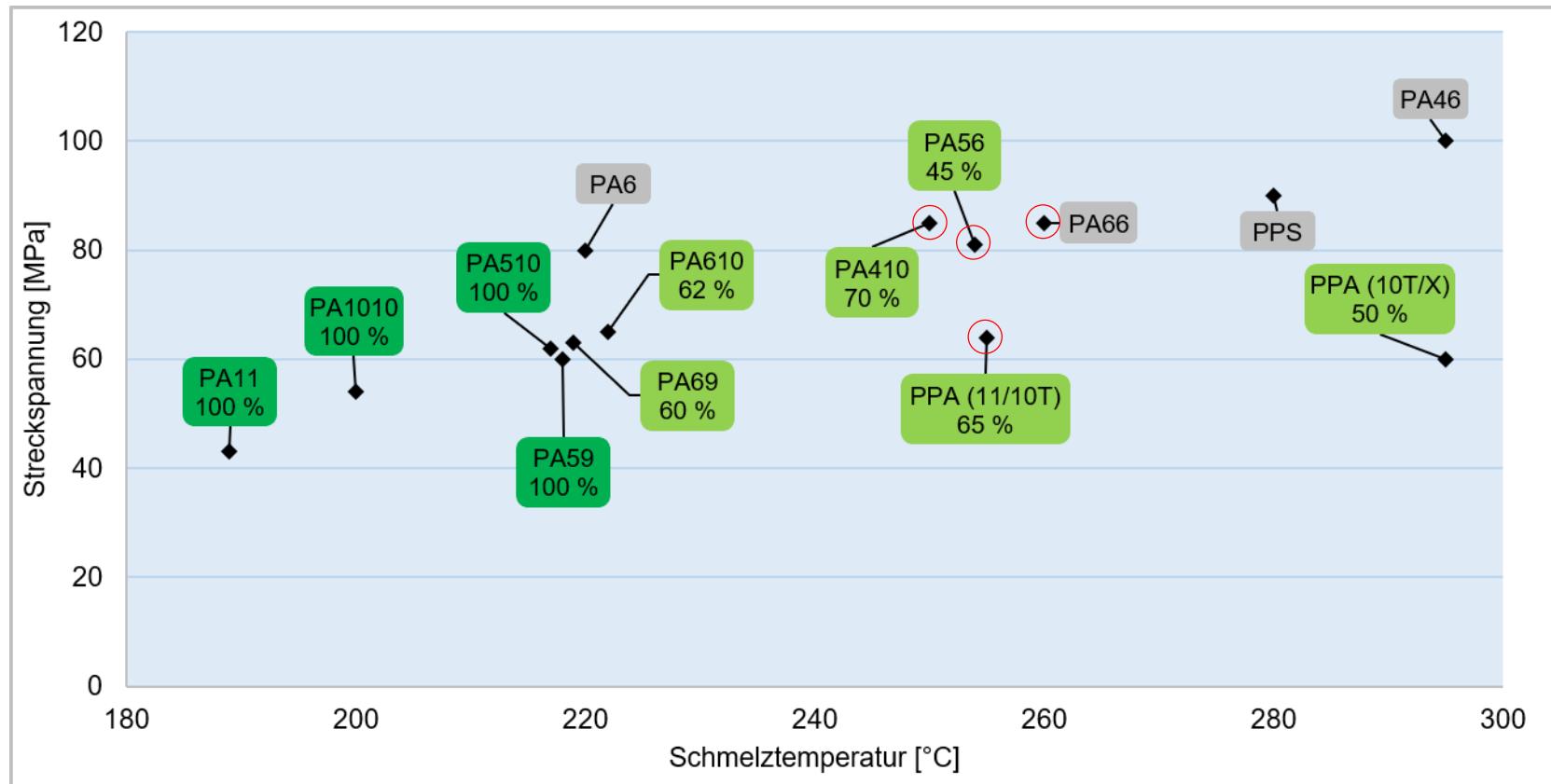


Anforderungsprofile der Bauteile

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



Quelle: IfBB, © Hanser



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

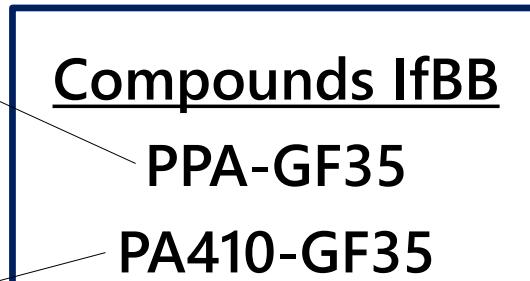
Materialentwicklung und -charakterisierung am Beispiel des Deckels für ein Ölfiltermodul

Material



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe



Thermostabilisator OKA-Tec

- OKAFLEX™ MBE

Funktionsadditiv Evonik

- TEGOMER® H-Si 6441 P

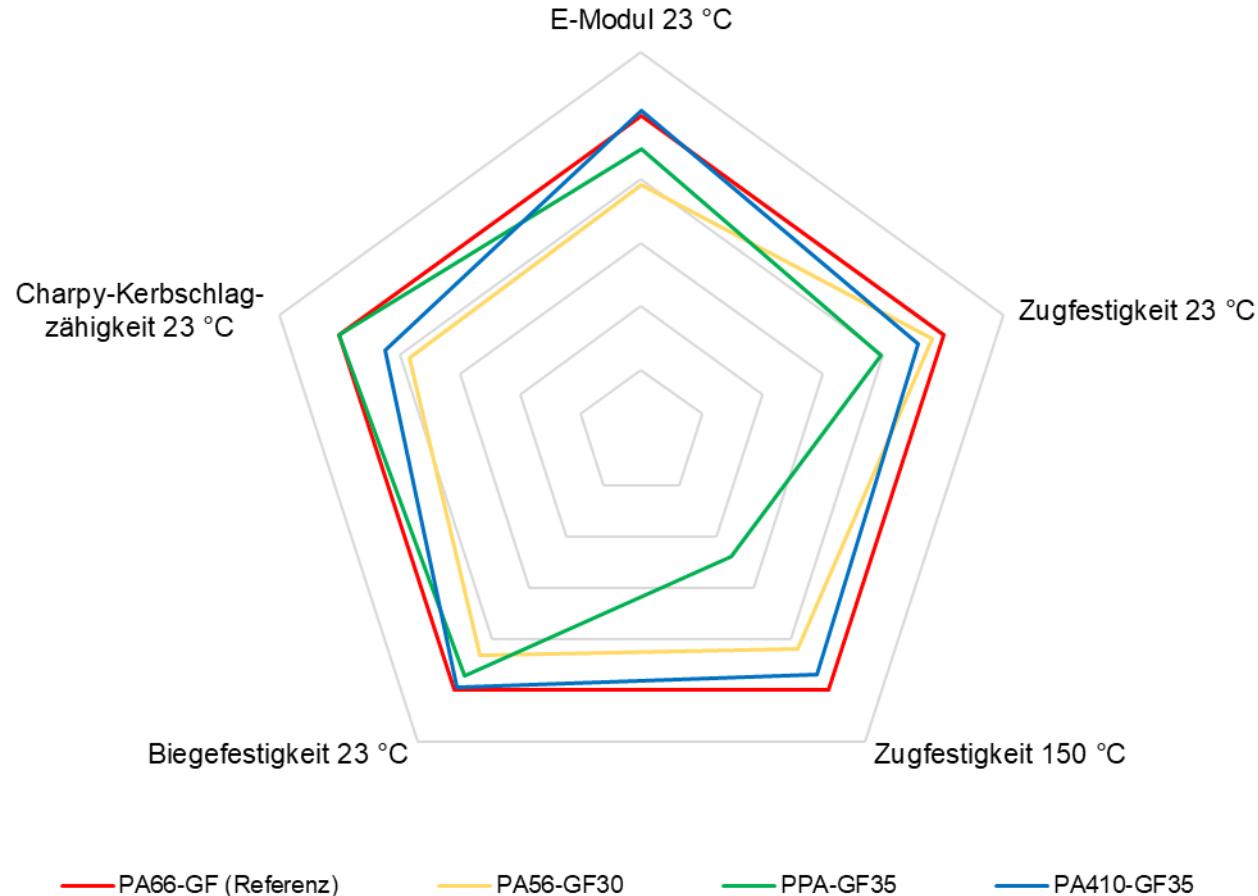
Glasfaser STW

- FGCS 3540 3mm

Materialien MANN+HUMMEL

- **PA66-GF (Referenz)**
- **PA56-GF30**
 - Kommerzieller Compound zu Forschungszwecken für die Anwendung des Deckels
 - Parallel zur Materialentwicklung am IfBB

Vergleich der mechanischen Eigenschaften



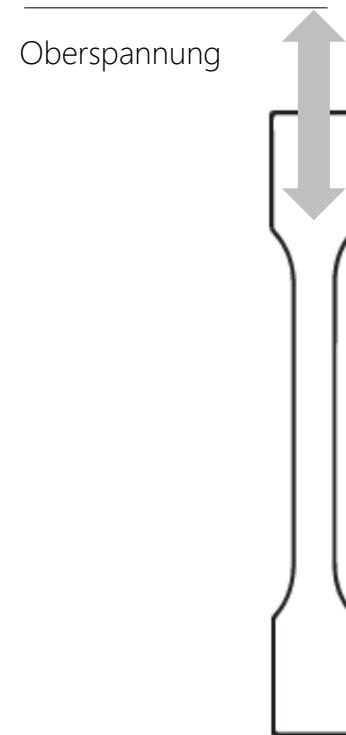
Kennwerte im trockenen Zustand: Trocknung bei 80 °C für 48 h



Dauerschwingversuch

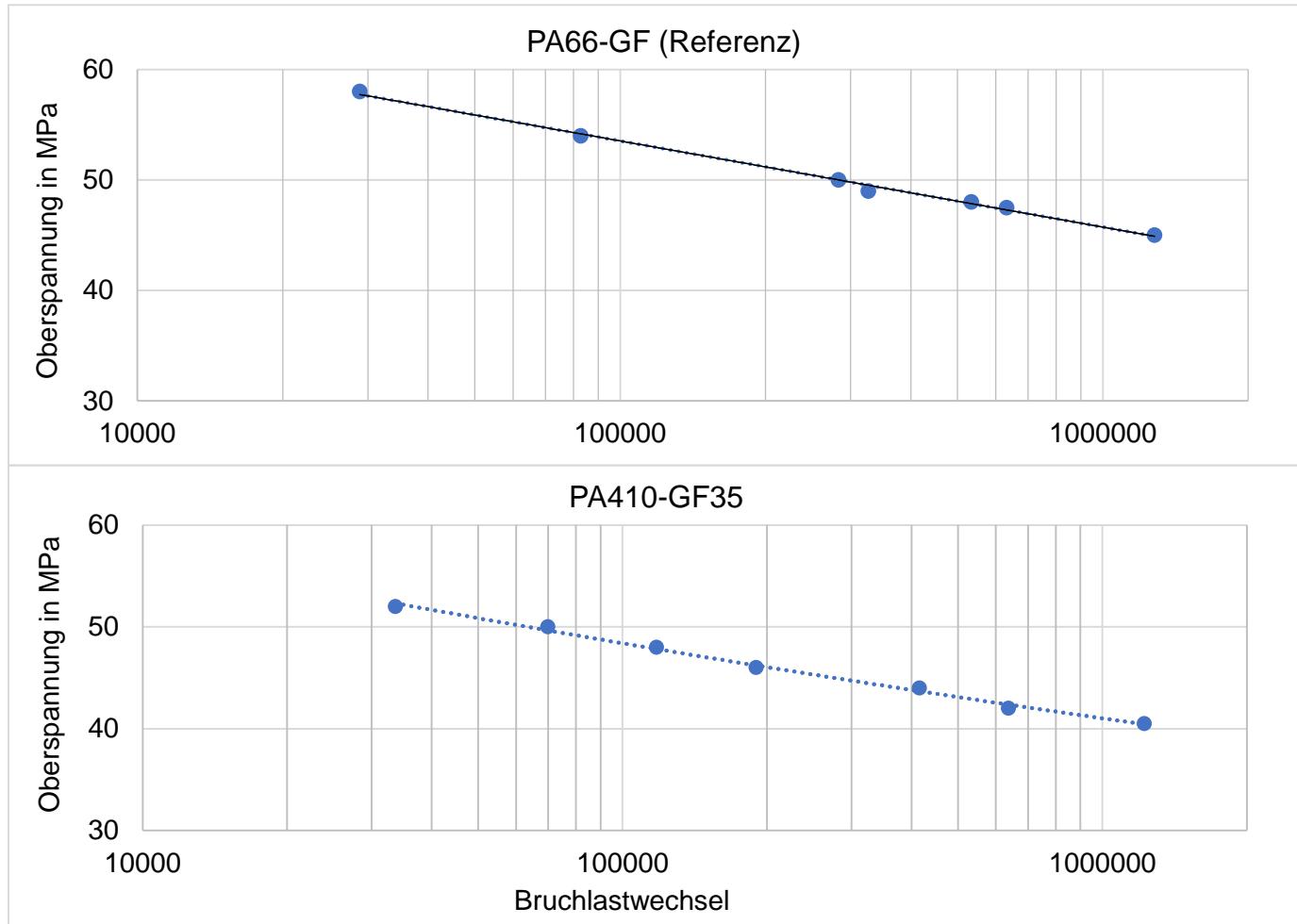
Allgemeines und Prüfmethodik

- **Ziel: Ermittlung der Dauerfestigkeit**
 - Wöhlerkurve
- **Prüfmethodik**
 - Periodische Beanspruchung im Zugversuch
 - Startpunkt: Oberspannung ca. 66 % der Zugfestigkeit bei jeweiliger Prüftemperatur
 - Absenken der Oberspannung bis Ziellastwechsel erreicht werden
 - Dauerfestigkeit: > 1.000.000 Lastwechsel bis zum Versagen bzw. Bruch
- **Prüfparameter**
 - Prüftemperatur: 150 °C
 - Frequenz: 5 Hz



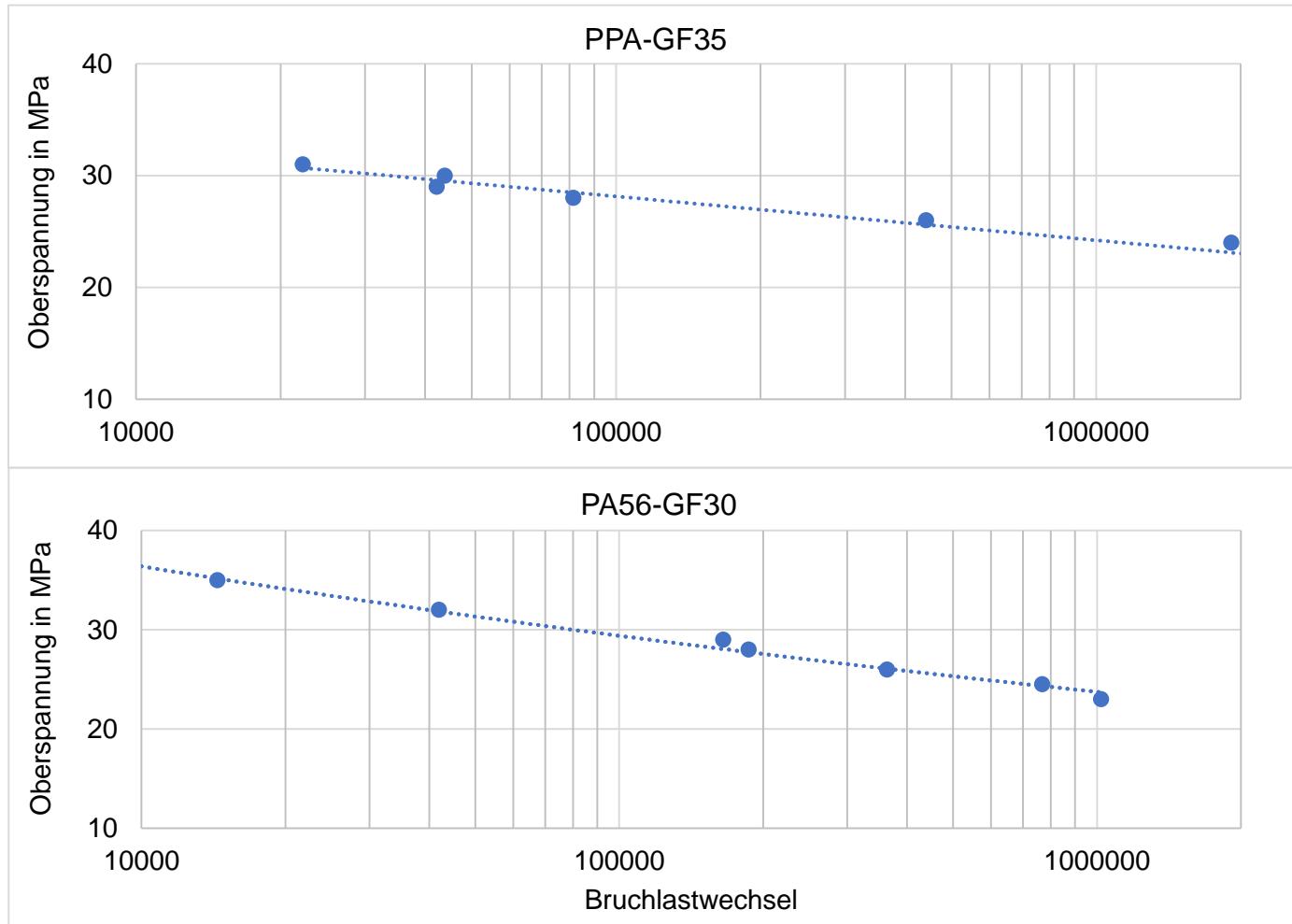


Dauerschwingversuch





Dauerschwingversuch





Wärmelagerungen

Wärmelagerung an Luft

- Temperatur: 150 °C
- Drei Lagerungszeiten: 168 h, 500 h, 1000 h

Wärmelagerung in „worst case“ Öl

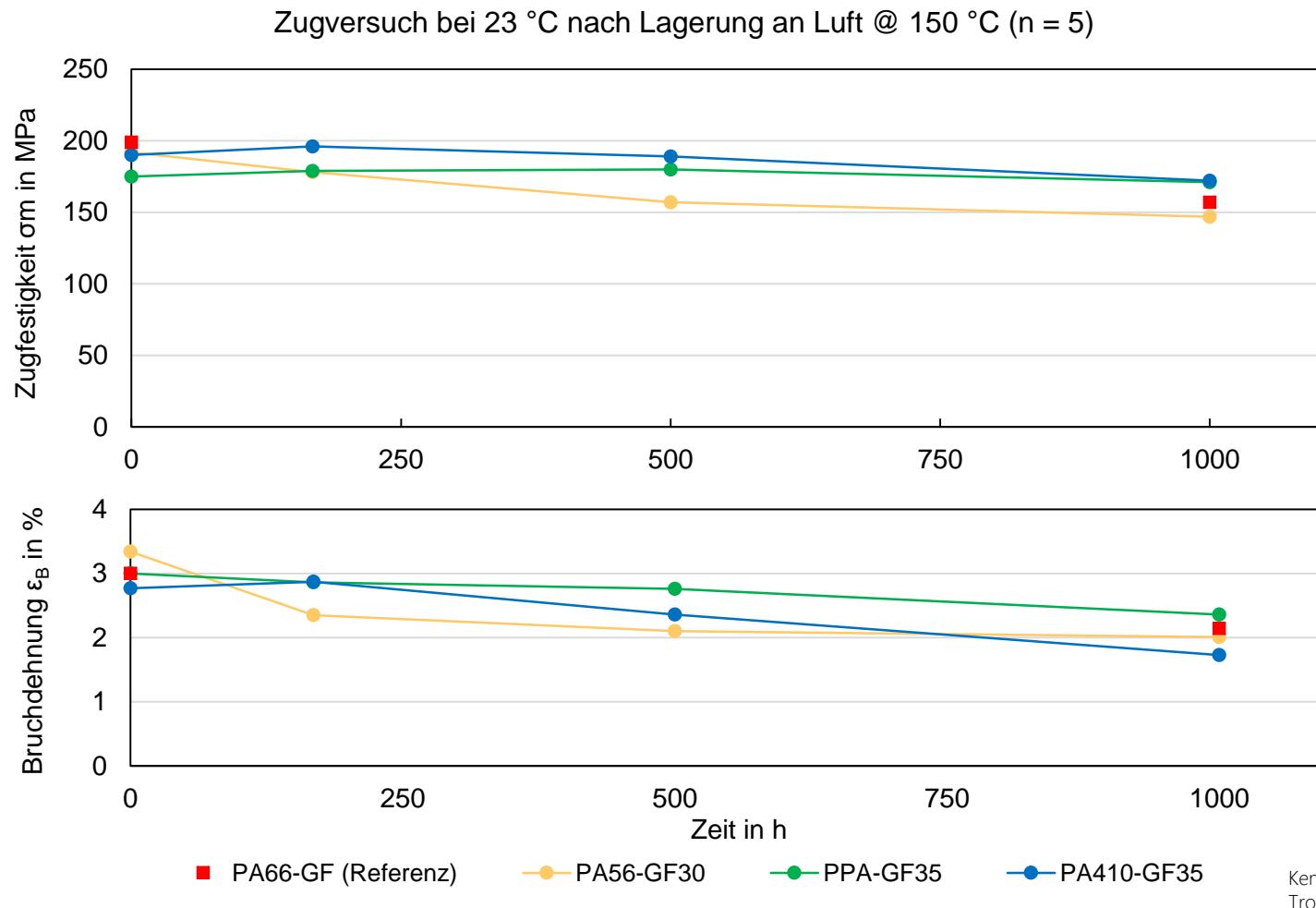
- Temperatur: 130 °C
- Drei Lagerungszeiten: 168 h, 500 h, 1000 h
- Beinhaltet 2 % eines Kondensats (Prüf-Blow By)
 - Deionisiertes Wasser
 - Salpetersäure
 - Ameisensäure (geringe Anteile)
 - Essigsäure (geringe Anteile)
 - Ethanol
 - Formaldehyd

Ergebnisse der Wärmelagerung an Luft – Zugversuch



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

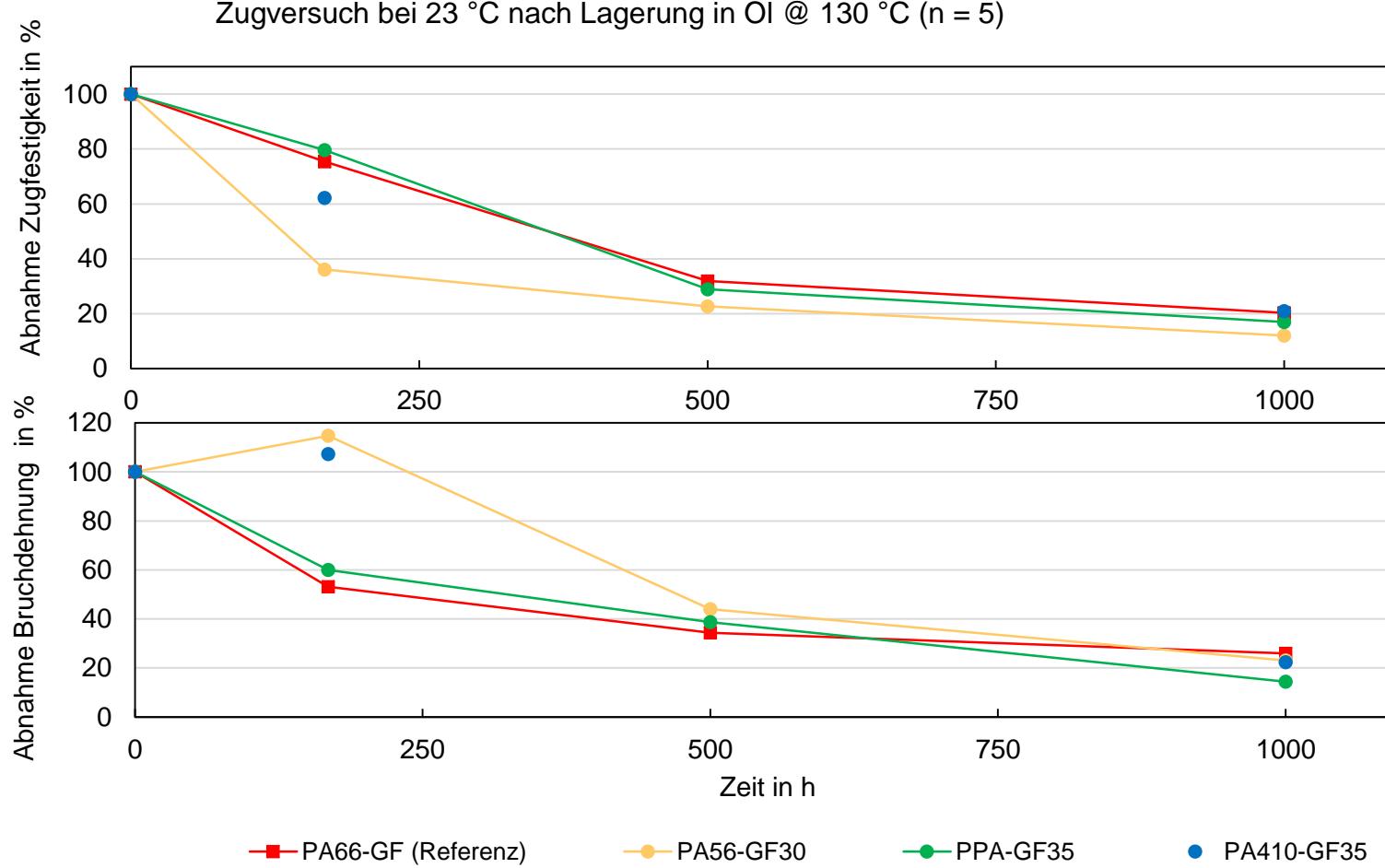


Ergebnisse der Wärmelagerung in Öl – Zugversuch



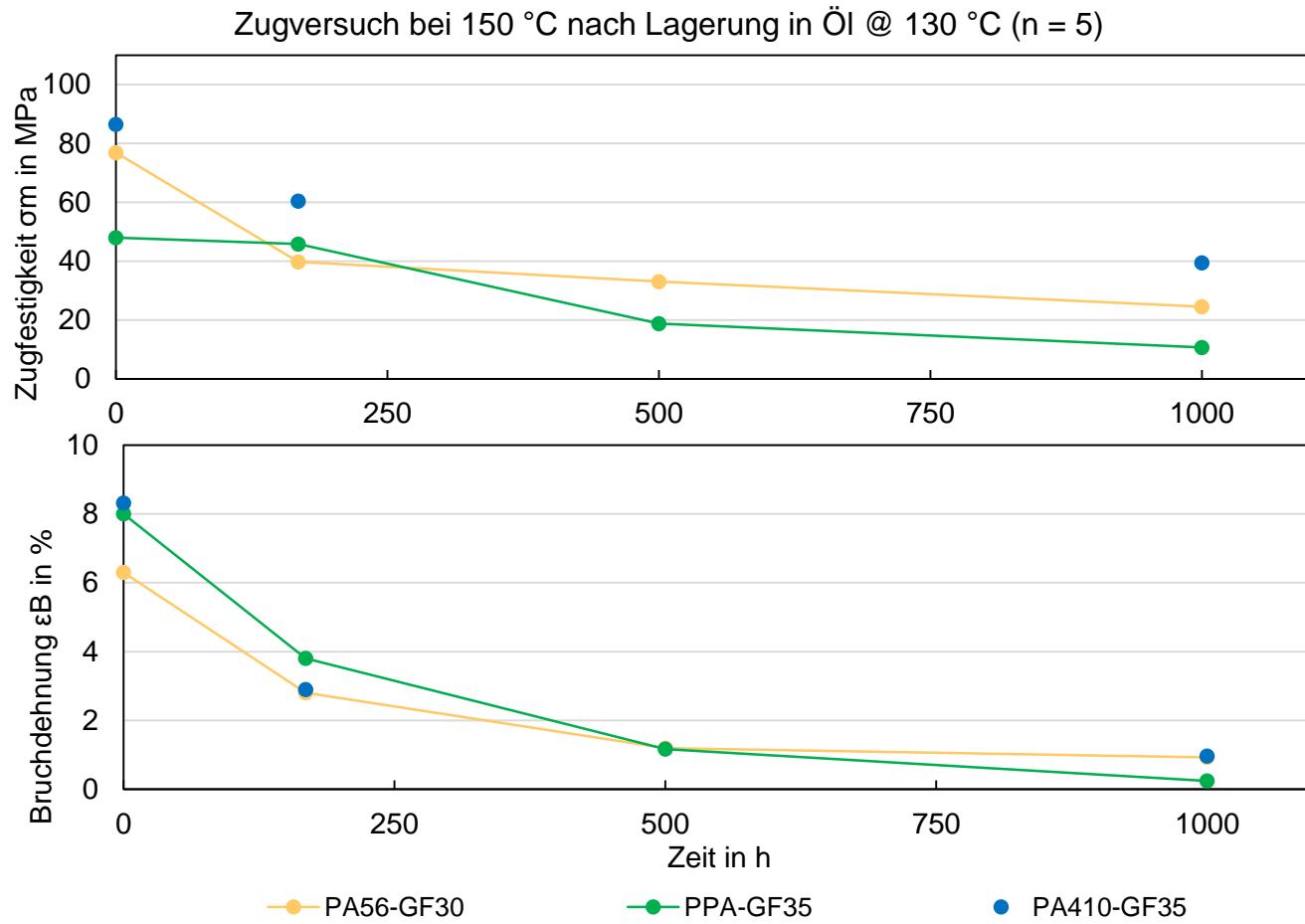
IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe



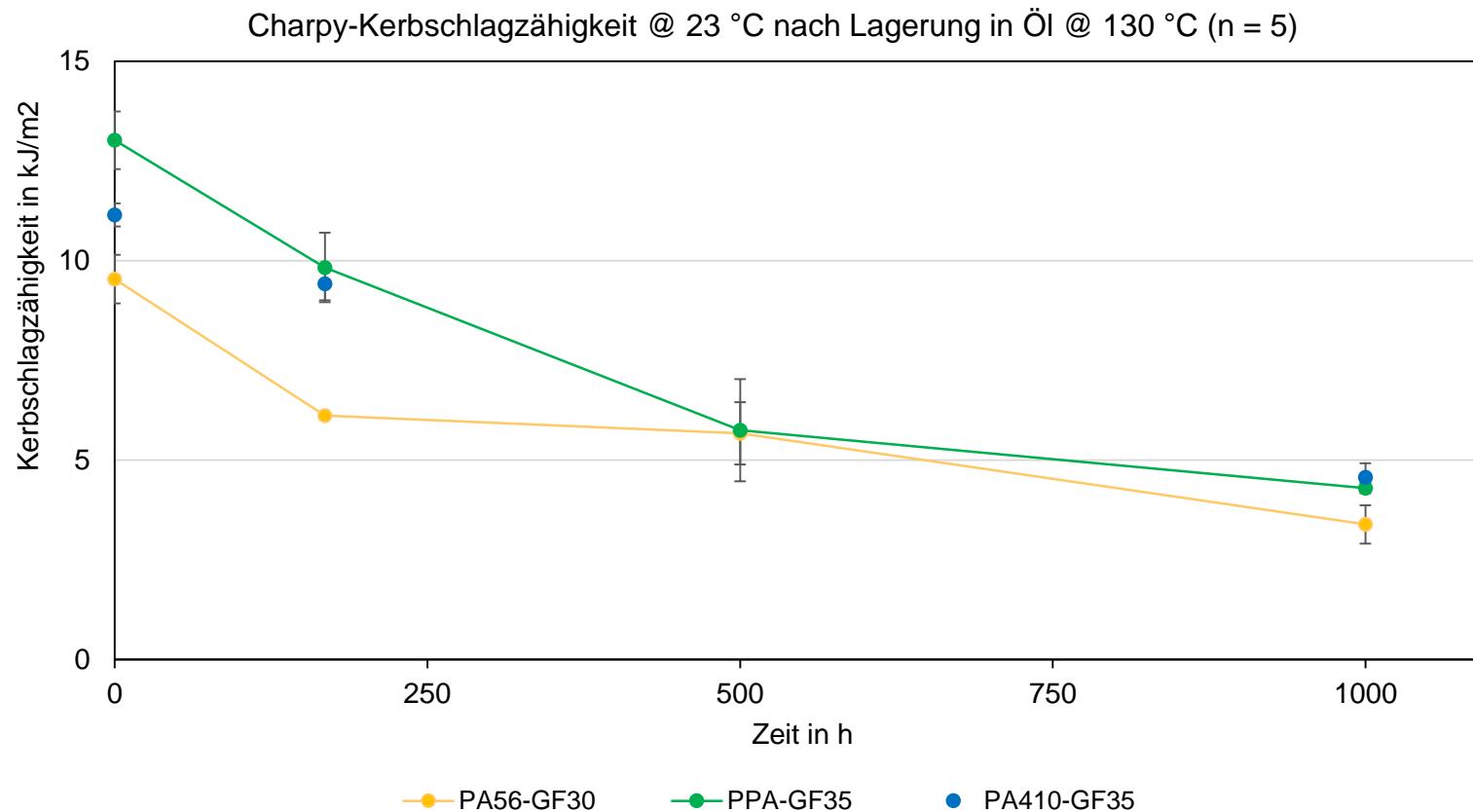
Kennwerte im trockenen Zustand:
Trocknung bei 80 °C für 48 h

Ergebnisse der Wärmelagerung in Öl – Zugversuch



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

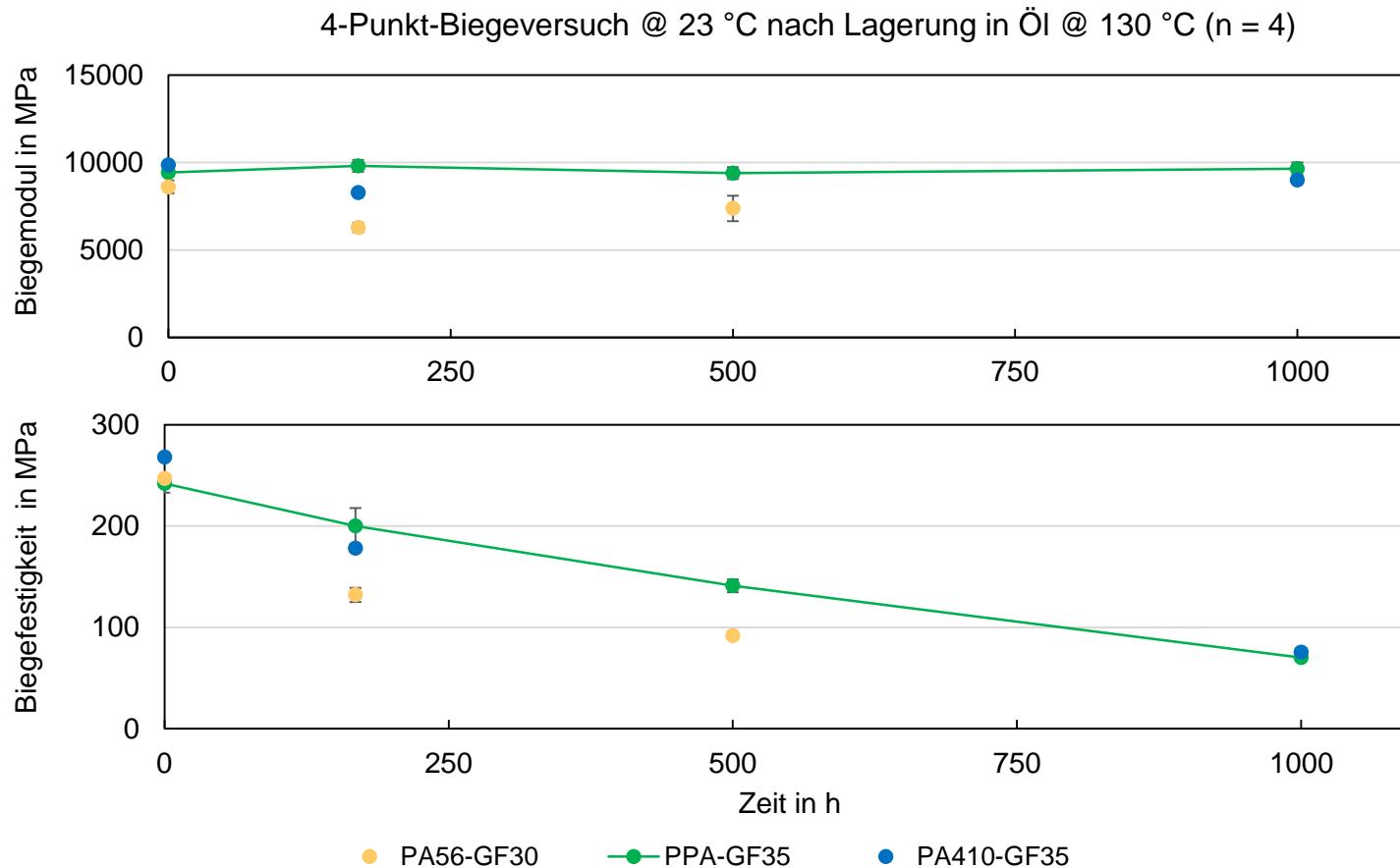
Ergebnisse der Wärmelagerung in Öl – Zugversuch



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

Ergebnisse der Wärmelagerung in Öl

- Biegeversuch



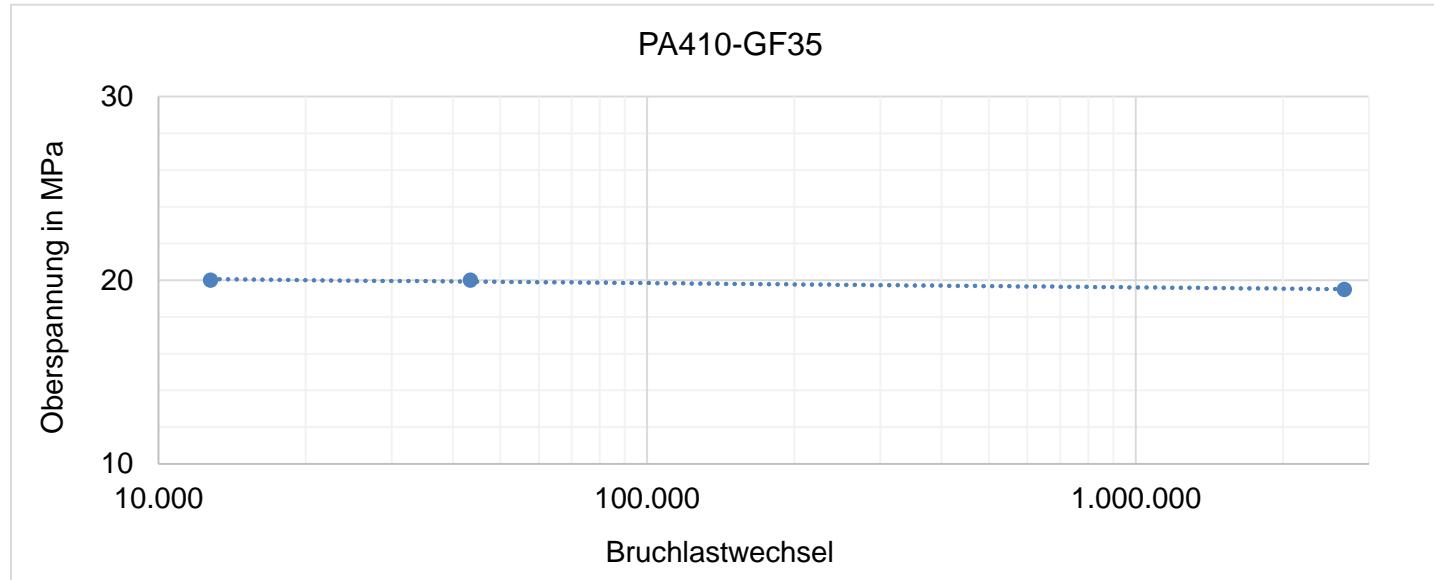
Kennwerte im trockenen Zustand:
Trocknung bei 80 °C für 48 h

Ergebnisse der Wärmelagerung in Öl - Dauerschwingversuch



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe



Lastwechsel	Oberspannung in MPa	Bruchposition
43.447	20,00	Übergangsbereich oben
3.055.840	18,00	ohne Bruch
2.582.313	19,00	ohne Bruch
12.787	20,00	Übergangsbereich oben
2.671.503	19,50	Übergangsbereich oben



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Bauteilabmusterung und –prüfung: Beispiel Deckel eines Ölfiltermoduls

Bauteilabmusterung



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe



Abmusterung

- **Material: PA410-GF35**
- **Abmusterung mit Deckel für PKW**
 - Ursprünglich Deckel für LKW
 - Gleiches Referenzmaterial
 - Änderung wegen Verfügbarkeit Spritzgießwerkzeug



63 mm



90 mm

Ergebnisse Bauteilprüfung – Berstdruck

PA66-GF (Referenz)



PA56-GF30



PA410-GF35



Prüfmedium: Luft (27 °C – 30 °C)

Ergebnisse Bauteilprüfung – Pulsation



IfBB

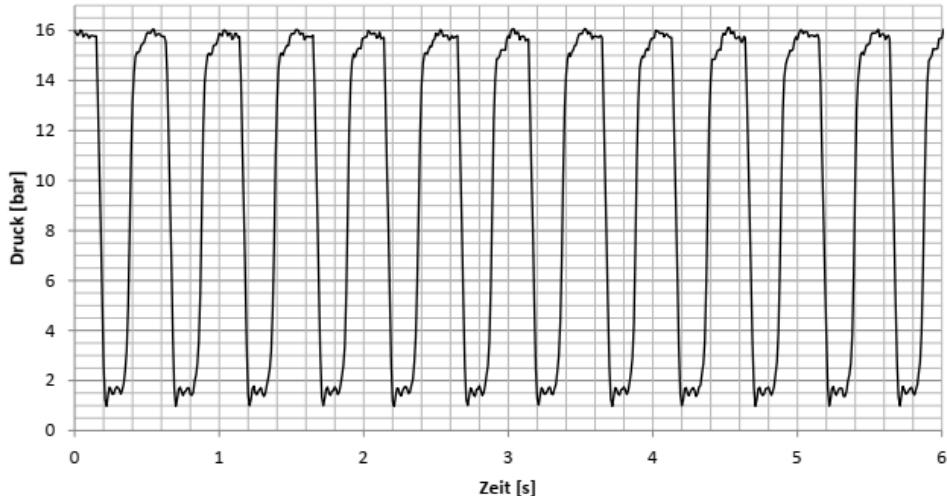
Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Prüfung für dynamische Festigkeit und Dichtigkeit



Prüfmedium	Öl (Castrol 0W-30)
Prüftemperatur	150 °C
Prüfdruck	0 – 16 bar
Frequenz	2 Hz
Prüfnorm	ISO 4548/5

Ergebnisse Bauteilprüfung – Pulsation



Ergebnisse Bauteilprüfung – Pulsation



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

Material	Schadensbild	Lastwechsel
PA66-GF	Riss über den Anspritzpunkt	359.610
PA66-GF	Riss über den Anspritzpunkt	324.218
PA410-GF35	Riss über den Anspritzpunkt	626.038
PA410-GF35	Riss über den Anspritzpunkt	609.372

Prüfergebnisse PA410-GF35

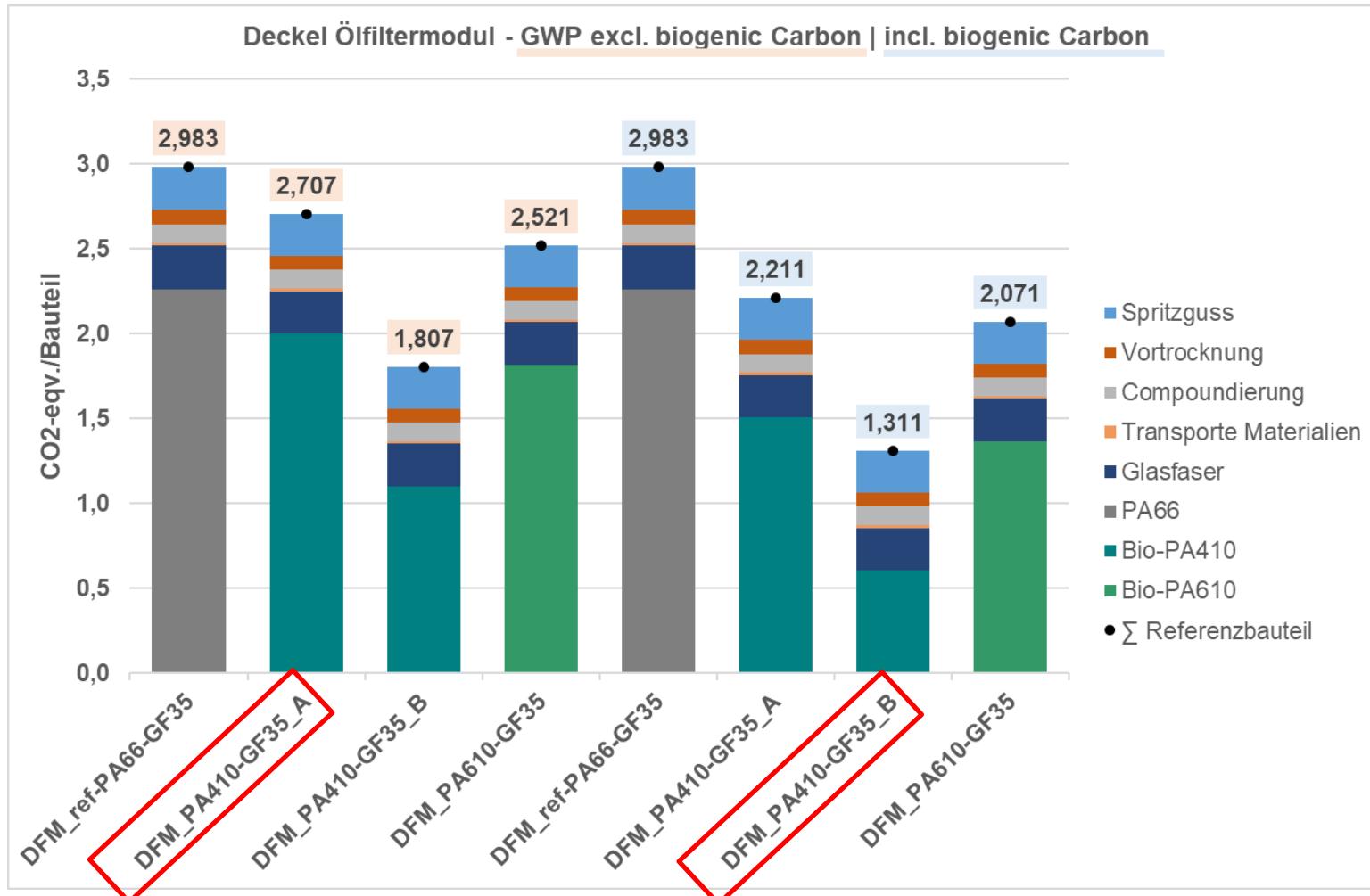
- **Deutlich verbesserte Dauerfestigkeit im Vergleich zum Referenzmaterial**
 - Nahezu Faktor 2
- **Leichte sternförmige Anrisse am Anspritzpunkt nach bereits 300.000 Lastwechseln**
 - Keine Auffälligkeiten hinsichtlich Dichtheit und Festigkeit



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

CO₂-Fußabdruck der Materialien

CO₂-Fußabdruck

Zusammenfassung und Ausblick



IfBB

Institut für Biokunststoffe
und Bioverbundwerkstoffe

- **Bauteilabmusterungen des Deckels wurden erfolgreich abgeschlossen**
 - Das Material PA410-GF35 weist in den mechanischen Materialkennwerten eine vergleichbare Performance bezüglich des Referenzmaterials auf
 - Vergleichbarer E-Modul und vergleichbare Biegefestigkeit bei 23 °C
 - Geringere Zugfestigkeit bei 23 °C und 150 °C
 - Geringere Kerbschlagzähigkeit
 - 11 % geringere Dauerfestigkeit im Dauerschwingversuch bei 150 °C
- In den bauteilspezifischen Prüfungen werden die Werte des Referenzmaterials übertroffen
 - Bei der Berstdruckprüfung um bis zu 10 %
 - Bei den Pulsationen um bis zu 93 %
- **Je nach Szenario und Berechnungsgrundlage ist der CO₂-Fußabdruck um 9 % bis 56 % geringer als der des Referenzmaterials**
- **Das Material wird von MANN+HUMMEL weiterverfolgt**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



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

Nico Becker

E-Mail: nico.becker@hs-hannover.de

www.ifbb-hannover.de



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

