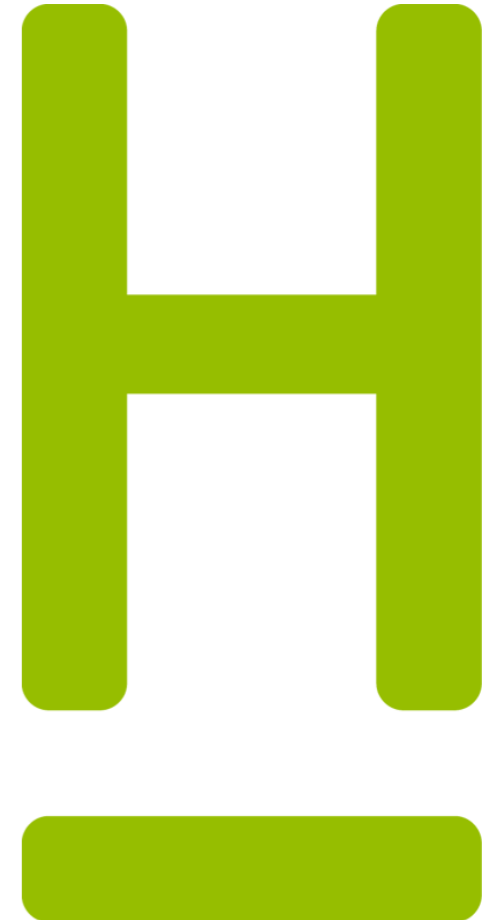




Tec4Egg – Nachhaltiges Calciumcarbonat aus Eierschalen: Herausforderungen bei der Nutzung von Reststoffen

Jan Kuckuck, 18. Juni 2026

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



Projektdaten Tec4Egg

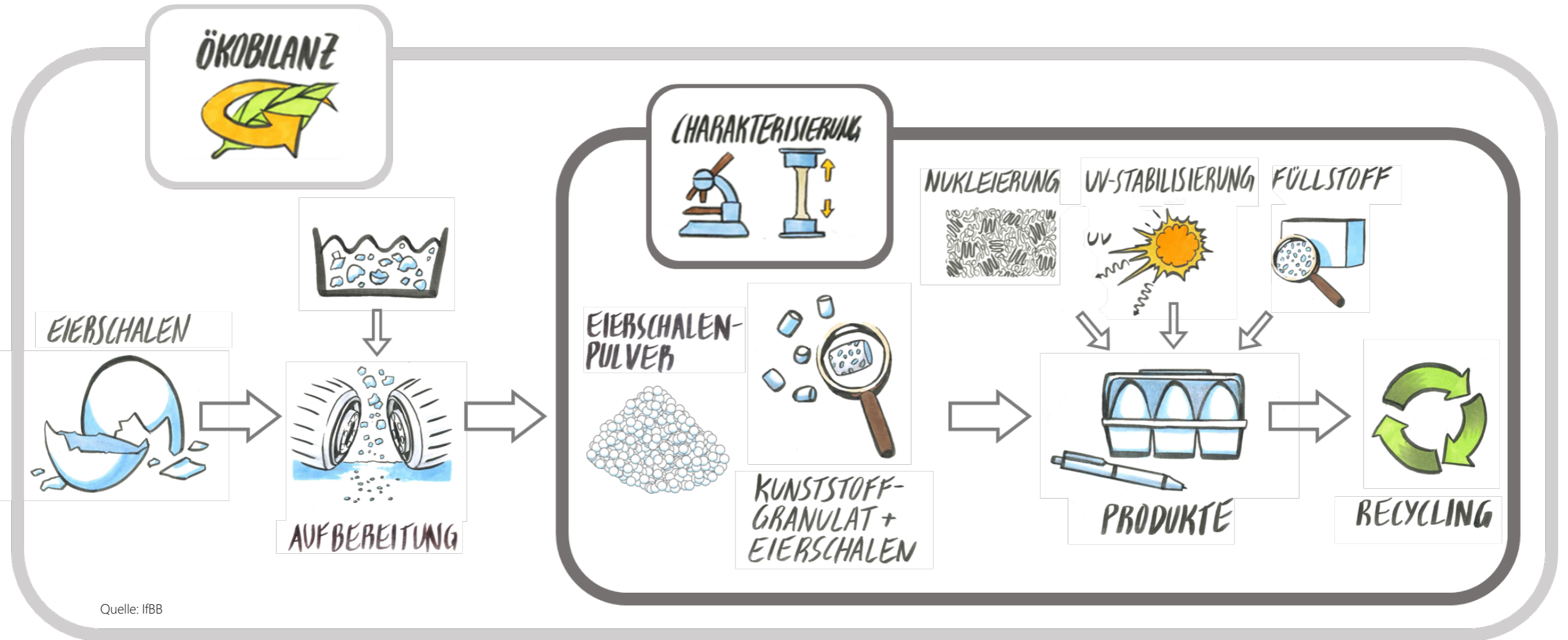
Förderformat:	„KMU-innovativ - Verbundvorhaben Ressourceneffizienz
Projekttitel:	Tec4Egg - Technologieentwicklung zur hochwertigen Reststoffnutzung von Eierschalen als multifunktionales Additiv
Laufzeit:	01.10.2024 bis 31.03.2027
Förderung	Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
Projektträger:	Projektträger Jülich (ptj)
Förderkennzeichen:	033RK117D
Projektleitung IfBB:	Prof. Dr.-Ing. Andrea Siebert-Raths
Projektbearbeitung IfBB:	Jan Kuckuck





1. Überblick und Konsortium
2. Aufbereitung, Compoundierung und Herausforderungen des Rohstoffs Eierschale
3. Untersuchungen zur Geruchsneutralisierung durch Additive
4. Weitere Maßnahmen und Ausblick

Überblick



Quelle: IfBB

Rohstoff Eierschale und Konsortium



Zusammensetzung der Eierschale

- Calciumcarbonat (ca. 93 %)
- Magnesiumphosphat (ca. 1 %)
- Calciumphosphat (ca. 1 %)
- Proteine (ca. 3 %)
- Wasser (ca. 2 %)



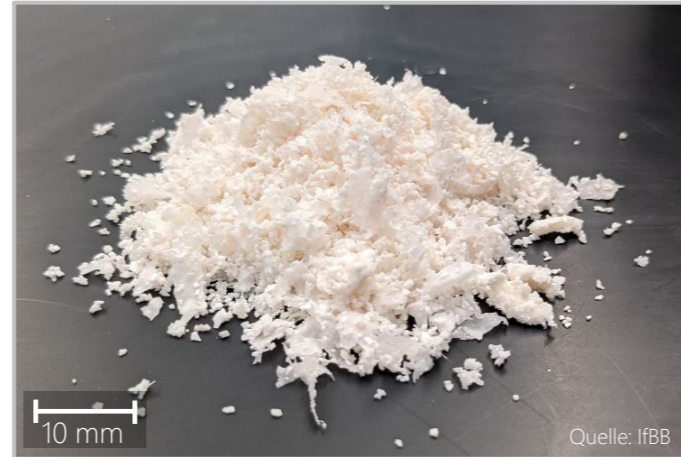


Aufbereitung und Compoundierung des Rohstoffs Eierschale

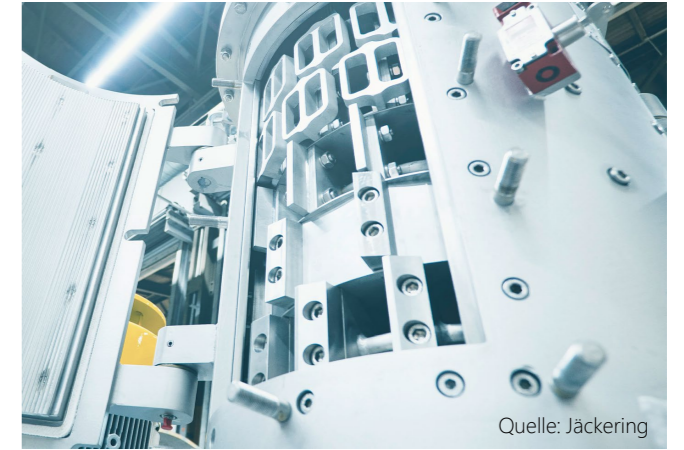
Aufbereitungsschritte des Eierschalenpulvers (ESP) und Weiterverarbeitung im Spritzgießen



Zentrifugation
Desinfektion



Abtrennung
Membran
Waschen



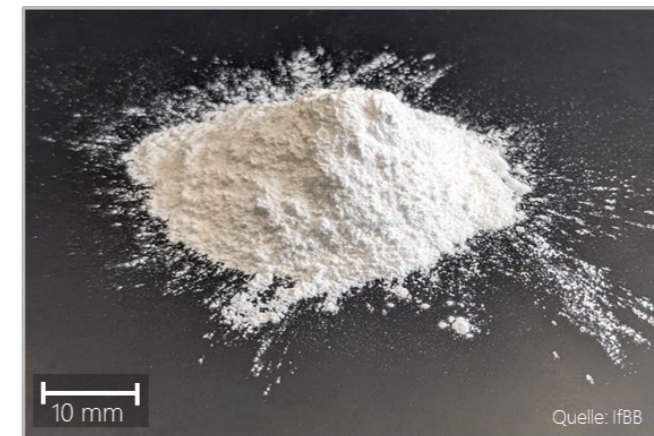
Spritzgießen



Compoundierung

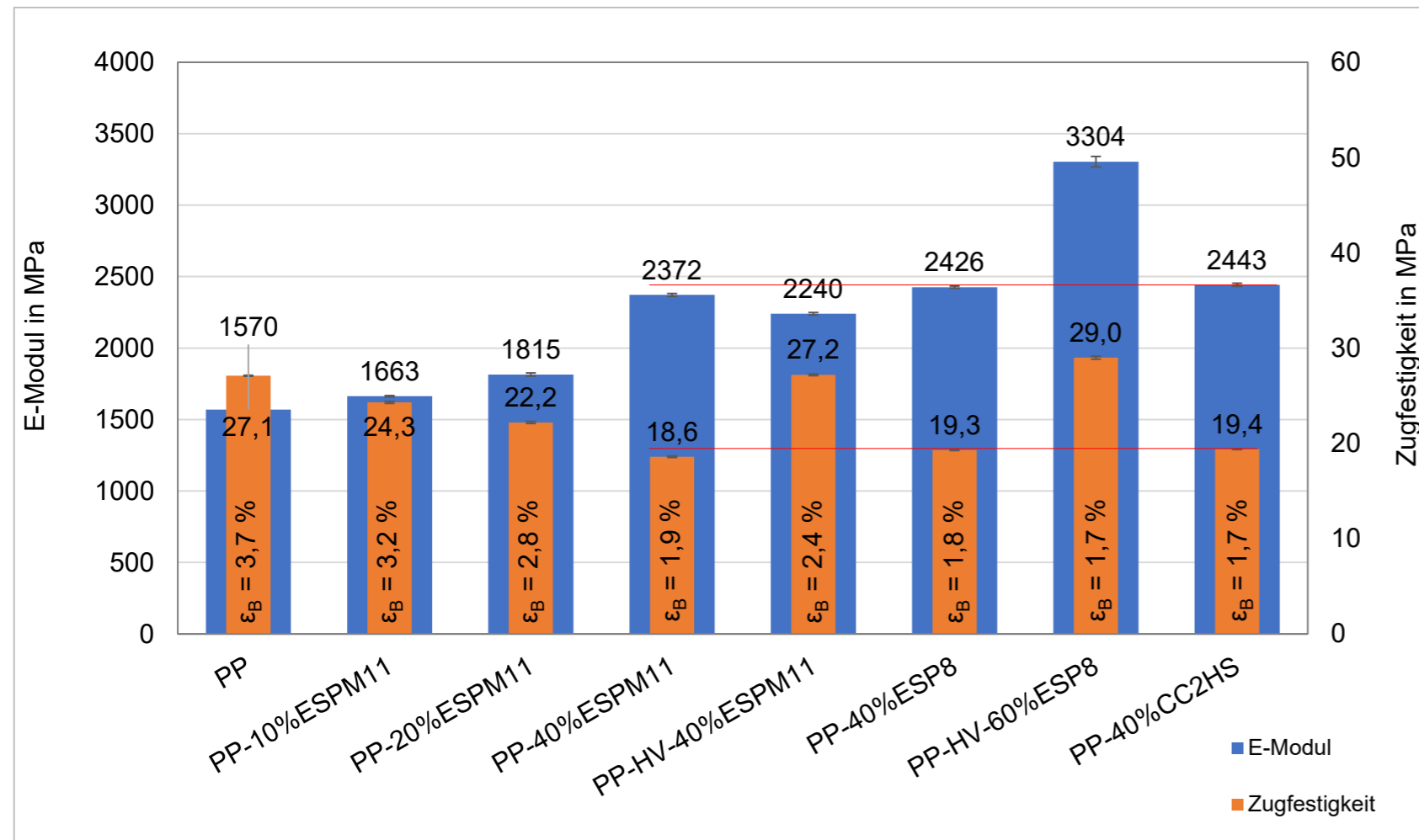


Mahltröcknung



Füllgrade: 1-60 %

Mechanische Kennwerte - Zugversuch



Nomenklatur:

- PP: Polypropylen (geringe Viskosität)
- ESP8: Eierschalenpulver Vorversuche, $D_{50} = 8 \mu\text{m}$
- ESPM11: Eierschalenpulver Vorversuche mit Membran, $D_{50} = 11 \mu\text{m}$
- CC2HS: Calciumcarbonat, $D_{50} = 2 \mu\text{m}$
- HV: Haftvermittler

Herausforderungen in der industriellen Nutzbarmachung von Eierschalenpulver (ESP)

Weitere Ergebnisse aus den Vorversuchen

- Zwei grundlegende Aufbereitungsstufen des ESP
 - Ein Vermahlungsschritt mit Membran
 - Grobvermahlung mit mechanischer Abtrennung der Membran und anschließende Feinvermahlung
- Gelblich/bräunliche Verfärbungen nach Extrusion
- Starke Geruchsentwicklung
 - In der Schmelze während der Extrusion
 - Im abgekühlten Granulat nach der Extrusion

Weitere Versuche zur Aufreinigung des ESP



Organische Rückstände im ESP

Verschiedene Waschstufen zur Entfernung der organischen Reste

Waschstufen des Eierschalenbruchs (Jäckering)

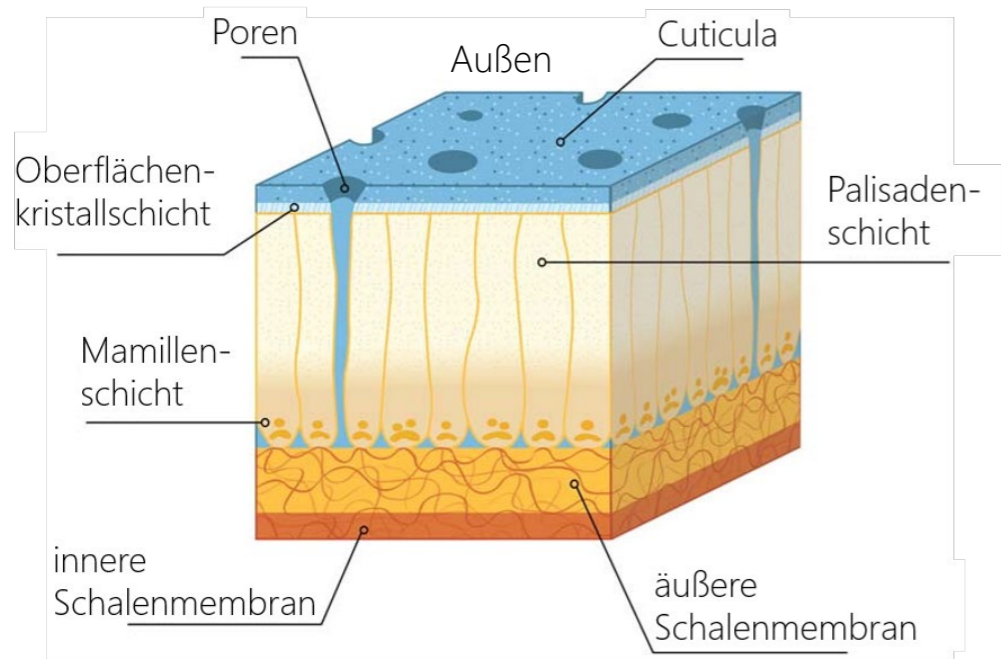
- 1x auf Wasserpresse abgepresst
- 1x auf Wasserpresse abgepresst, vorher mit Lauge behandelt
- 6x auf Wasserpresse abgepresst
- 1x über Dekanter gefahren
- 2x über Dekanter gefahren
- 3x über Dekanter gefahren

Erfolgreiche Entfernung der Proteinmembran

Kaum wahrnehmbare Verbesserung der Geruchsintensität

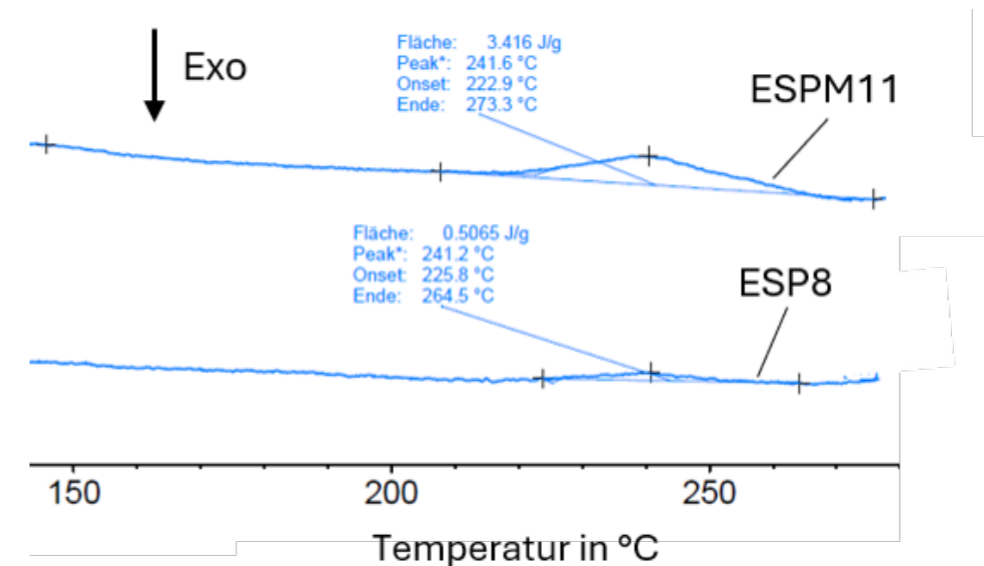
Herausforderung der Geruchsneutralisierung

Organische Bestandteile in Schale eingewachsen



Quelle: Maxwell T. Hincke et al., „The eggshell: structure, composition and mineralization“, Frontiers in Bioscience 17

Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC)



- Reaktion der organischen Bestandteile bei ca. 241 °C
- Deutlich geringere Reaktion für ESP8



**Untersuchungen zur
Geruchsneutralisierung durch Additive**

Material und Versuchsszenarios

Material

- Matrix: PP - Polypropylen
- ESP8_3xDK ($d_{50} = 8 \mu\text{m}$, 3-mal mit Dekanter gewaschen)
- Anteil ESP: 40 %
- Additive binden flüchtige organische Verbindungen (VOCs)
- Dosierungen Additive: 2 – 5 %



Worst-Case-Szenario (Schott-Gläser)

- Proben A-H (zufällige Anordnung)
- Luftdichter Verschluss nach Extrusion
- Geschlossen gelagert bis zum Versuch
- Vor Geruchsprobe erwärmen bei 80 °C für 2 h
- Abkühlen auf RT

Best-Case-Szenario (Einmachgläser)

- Proben I-P (zufällige Anordnung)
- Proben werden offen in Gläsern gelagert
- Offen gelagert für 14 Tage
- Vor Geruchsprobe Verschluss für 2 h

Versuchslayout

Versuchsablauf

- In Anlehnung an VDA 270
- 12 Testpersonen
 - 6 Personen in 2 Gruppen
- 2 Szenarien
 - 8 Proben pro Szenario
- 30 s Geruchskontrolle
 - Keine weiteren olfaktorischen Hilfsmittel
- 90 s Benotung und Beschreibung
- Regelmäßiges Lüften des Raums
- Nach 4 Proben Regeneration draußen an der frischen Luft für 120 s



Versuchslayout - Bewertungssystem

Geruchsstufe	Geruchsintensität	Beschreibung
1	Kein Geruch	Nicht wahrnehmbar
2	Sehr schwach	Kaum wahrnehmbar
3	Schwach	Leicht wahrnehmbar
4	Deutlich	Klare Wahrnehmbarkeit
5	Stark	Störend
6	Sehr starke	Unangenehm, unerträglich

Probe	Geruchs- stufe	Qualitativer Geruchscharakter / Kommentar	Akzeptanz
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			

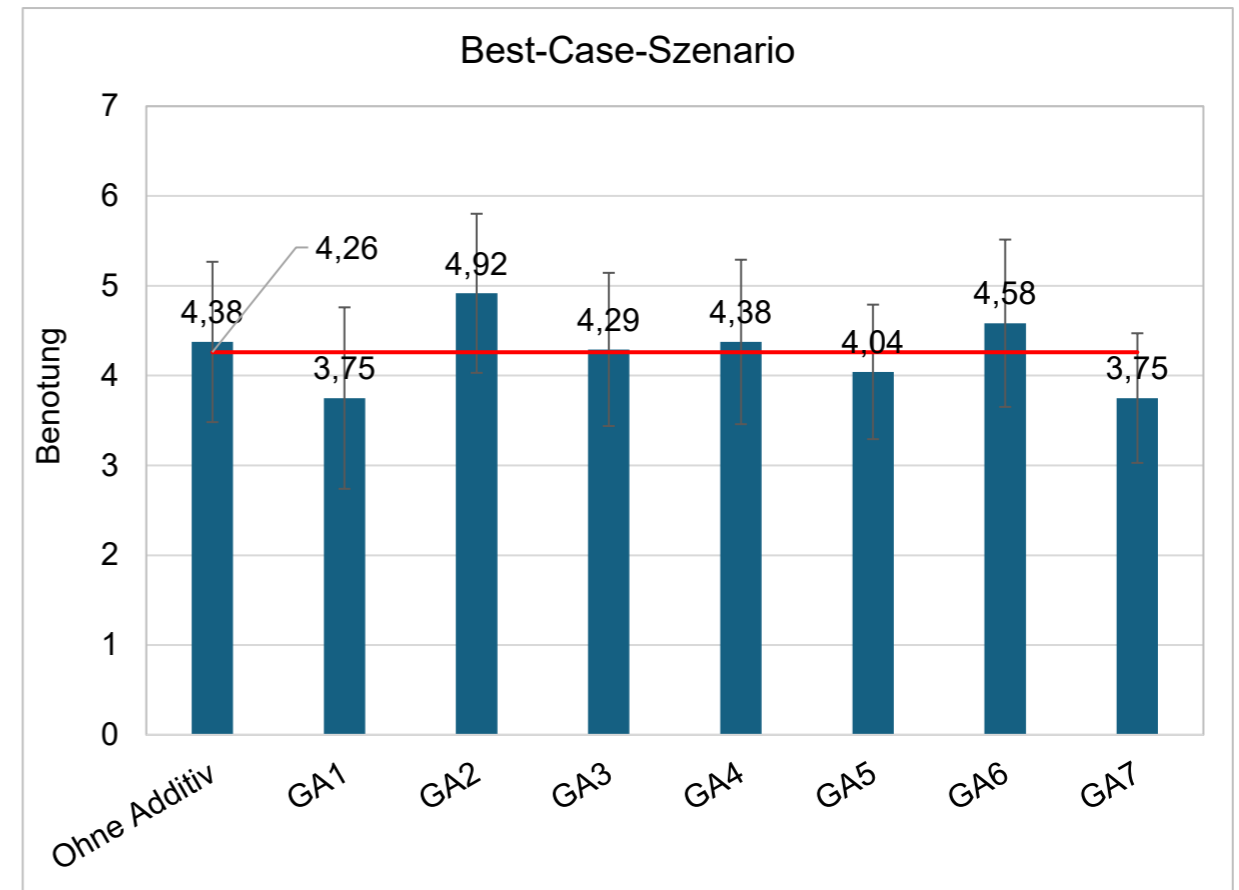
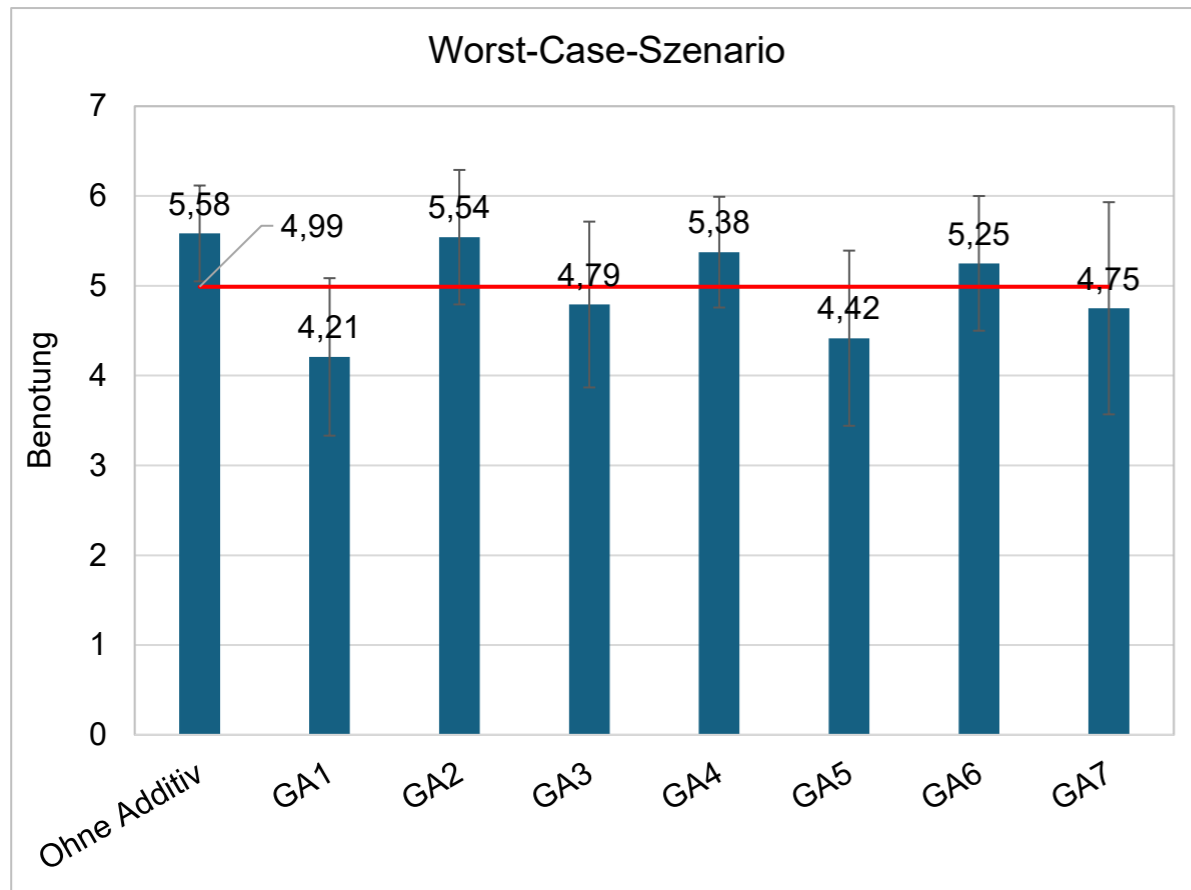
Beispielvorgaben Adjektive für die qualitative Geruchsbewertung

Neutral, muffig, chemisch, süßlich, säuerlich, bitter, blumig, lösungsmittelartig, plastikartig, gummiartig, harzig, stechend, faulig, ranzig, beißend, ammoniakartig, schwefelartig, modrig

Akzeptanz

- Akzeptabel (a)
- Neutral (n)
- Nicht akzeptabel / unakzeptabel (u)

Auswertung der Benotung



Auswertung subjektive Geruchsbeschreibung – Wort-Cluster

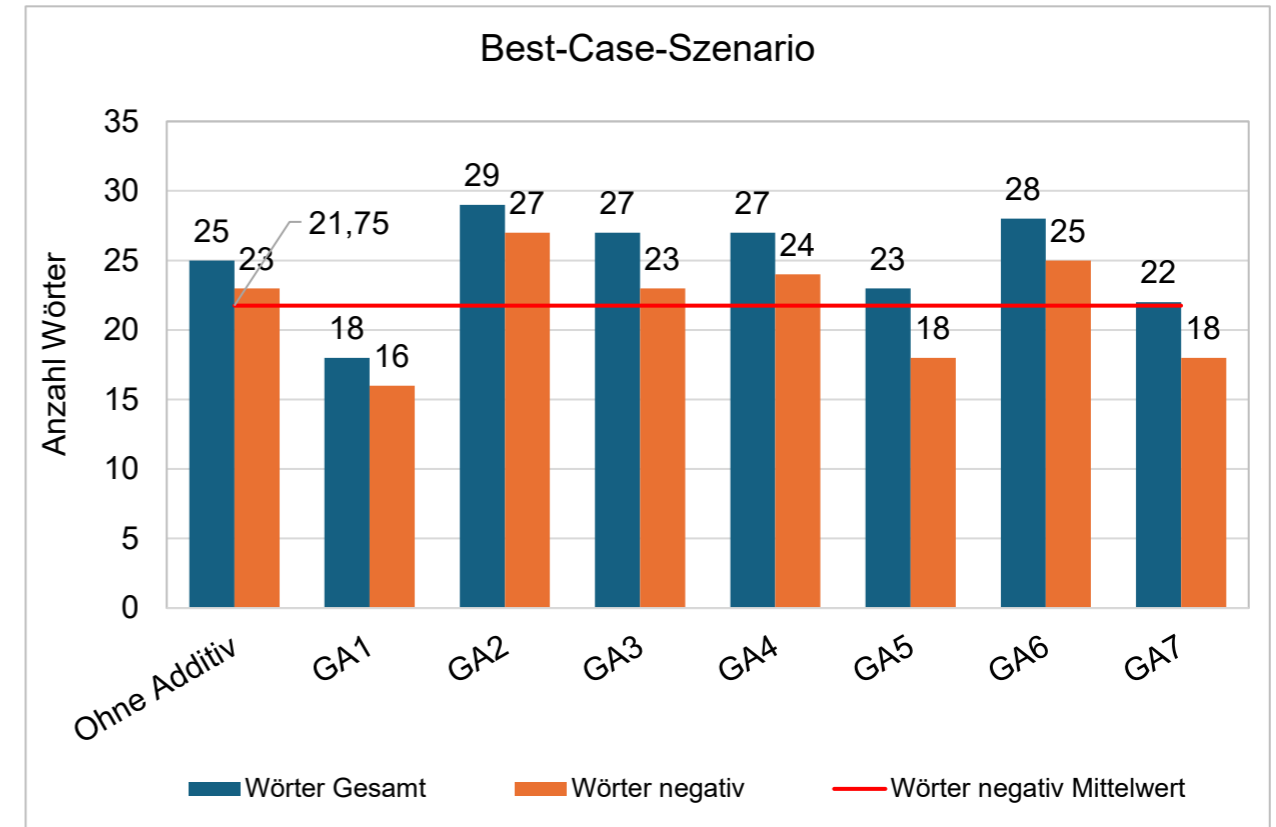
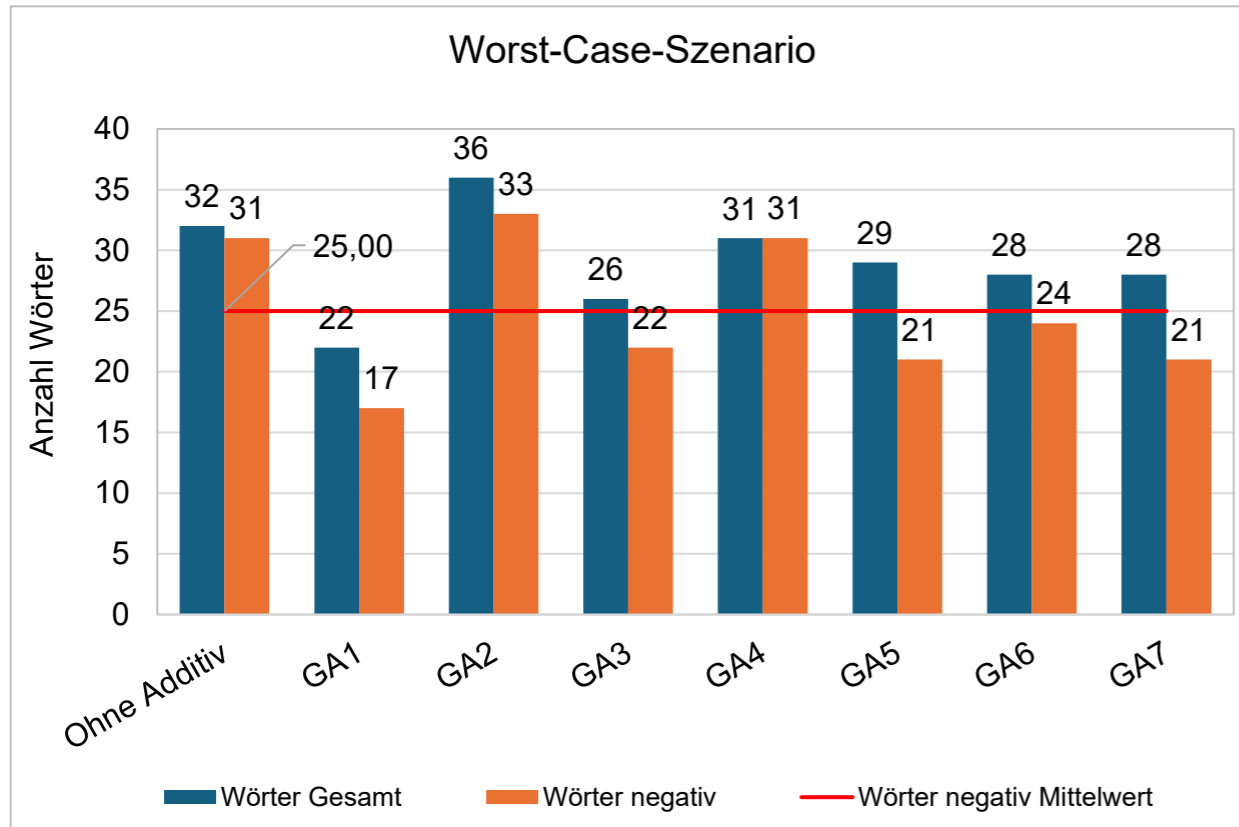
Negative Wörter

- Stechend, beißend, chemisch, schwefelartig, störend, faulig, ranzig, säuerlich, kotzig, modrig, muffig, unangenehm, abgelaufen, ammoniakartig, müllartig, gärig, aalartig, widerlich, lösungsmittelartig, übel

Neutrale Wörter

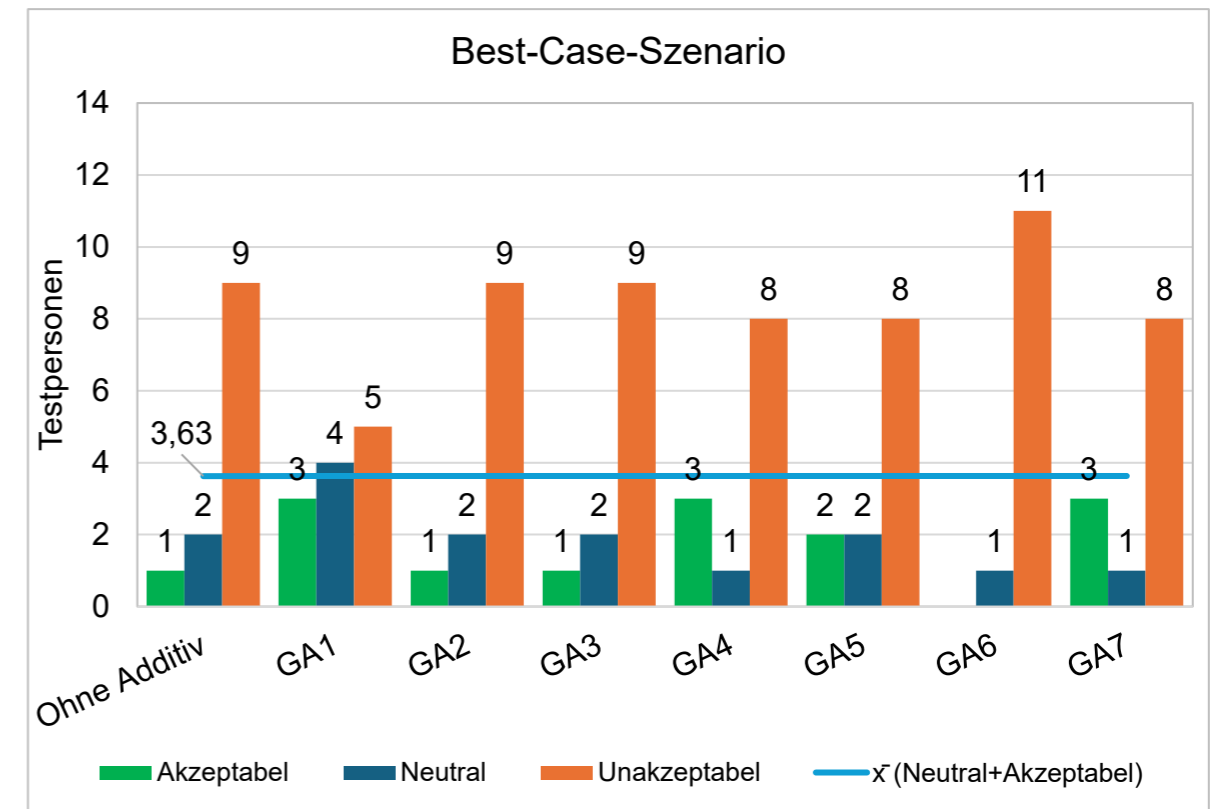
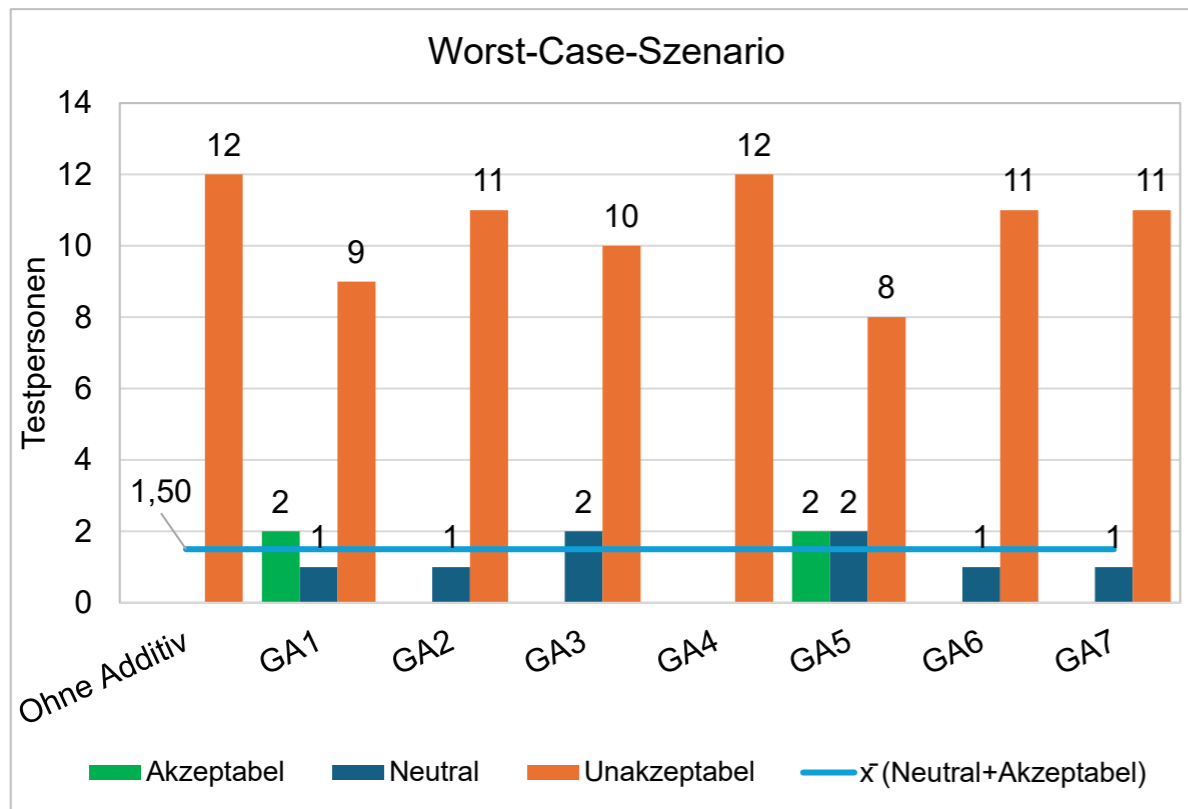
- Milchig, reisartig, harzig, plastikartig, gummiartig, staubig, „wie instant Nudeln“, rauchig, würzig, salzig, süßlich, wie Maggie, buttrig, erdig, nudelartig, nussig

Auswertung - Anzahl der negativen Wörter

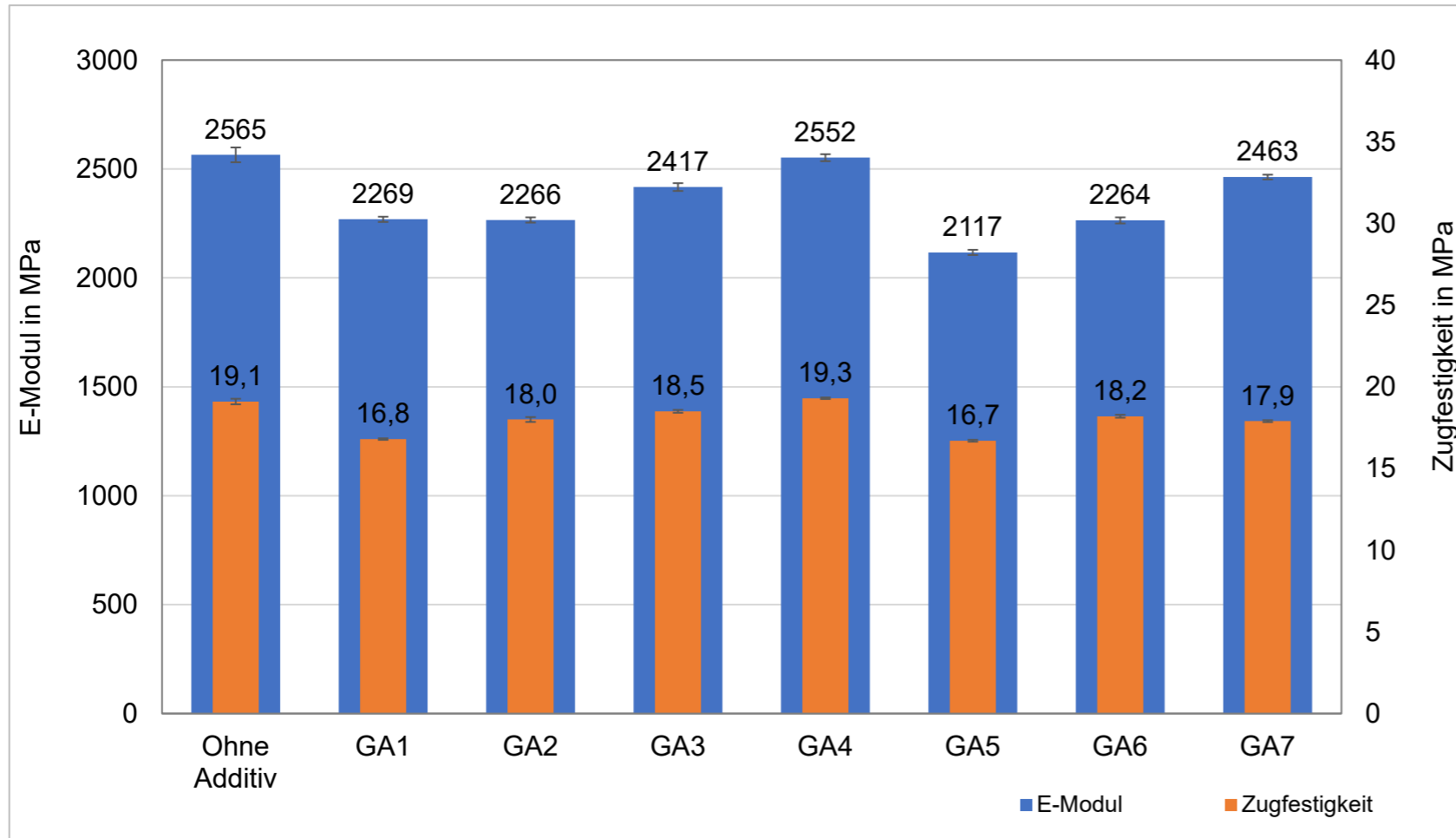


Häufigste Wörter: Faulig, modrig, ranzig, muffig

Olfaktorische Akzeptanz der Compounds



Einfluss der Geruchsabsorber auf die mechanischen Eigenschaften und Resümee



Resümee

- Bessere Bewertungen für das „Best-Case-Szenario“
- Der Geruchsabsorber GA1 weist die beste Gesamtpformance auf
- Bewertung und Akzeptanz insgesamt gering
- Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften
- Erhöhung der Kosten
- Verschlechterung des CO₂-Fußabdrucks

Ansatz wird nicht weiterverfolgt



Weitere Maßnahmen zur Geruchsneutralisierung und Ausblick

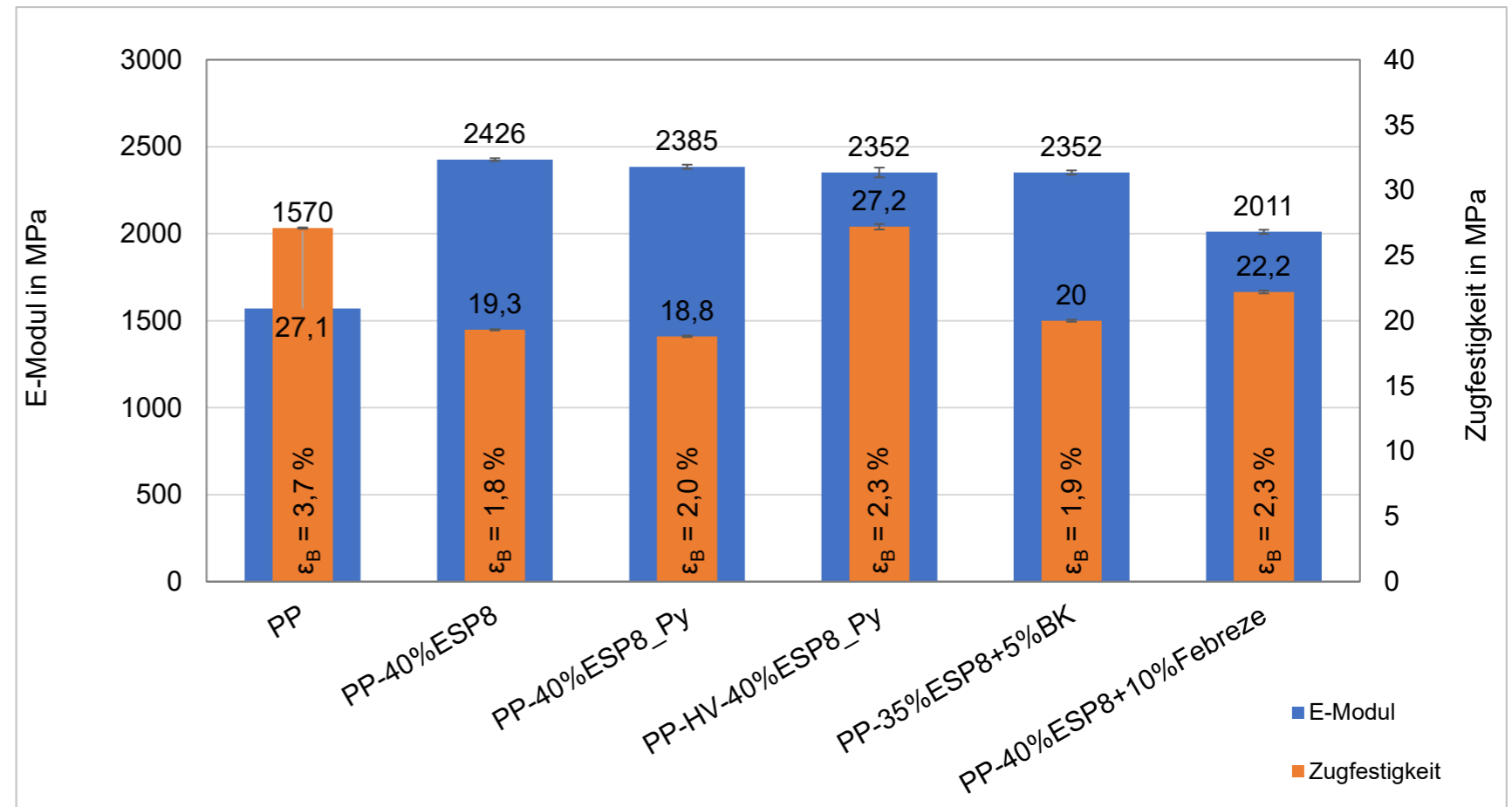
Weitere Maßnahmen und mechanische Analyse

Nachbearbeitung des ESP

- Pyrolyse
 - Stichversuch mit 10 kg ESP8_3xDK
 - 650 °C für 60 min
 - Keine Gerüche wahrnehmbar
- Chemische Behandlung

Compoundierung

- Versuche mit Pflanzenkohle
 - 35 Gew.-%. ESP8
 - 5 Gew.-%. Biokohle
- Versuche mit Schleppmitteln
 - Febreze, Wasser
- Extrusionstemperaturen



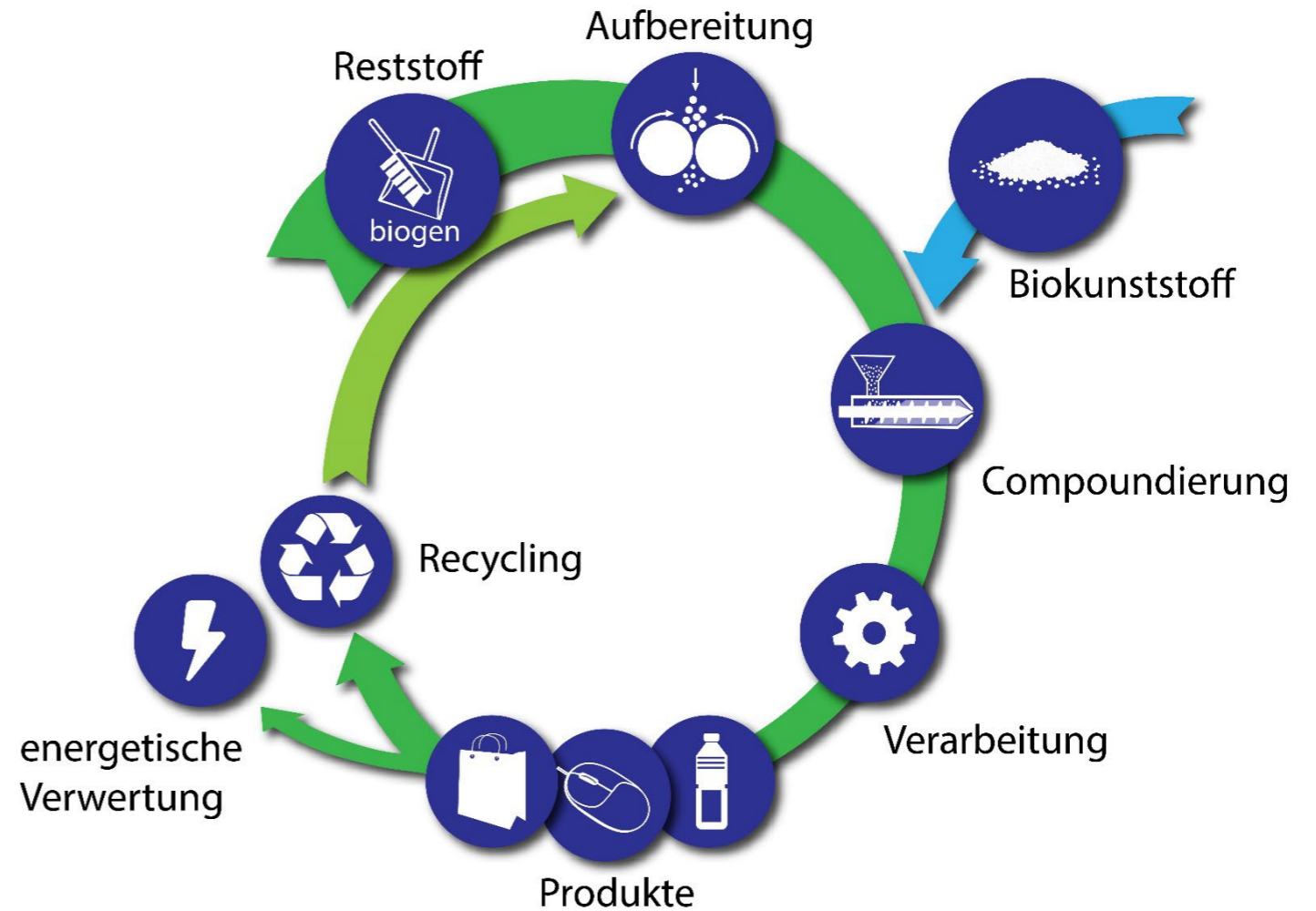
Gute geruchsabsorbierende Eigenschaften der Biokohle

Untersuchung auf Eignung als Additiv und die Recyclingfähigkeit



Additivcharakter

- UV-Bewitterung
- Untersuchungen zur Eignung als Nukleierungsmittel



Ausblick – Produkte, Nachhaltigkeit und Kosten

Produkte

- Mehr Aufbereitungsschritte nötig für Eierschalen-Konsumprodukte
- Andere Produktpaletten für Compounds mit geringer Geruchsbelastung

Nachhaltigkeitsbewertung/Ökobilanzierung

- Modellierung der Transportwege und Prozesskette zur Aufbereitung des Eierschalenpulvers
- Ökobilanzierung von herkömmlichem Calciumcarbonat

Kosten

- Ziel: Geringe Kosten für die wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit zu natürlichem Calciumcarbonat (GCC)
- Prozessschritte in der Aufbereitung möglichst gering halten
- Höhere Kosten können nur durch eine entsprechende Performance gerechtfertigt werden
 - Additivcharakter: Nukleierungsmittel und UV-Stabilisierung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Unser nächstes Webinar

Datum: 17.09.2026

Titel: Biokunststoffe – Synthese, Einsatz und Perspektiven

Kontakt:

Hochschule Hannover

IfBB – Institut für Biokunststoffe und Bioverbundwerkstoffe

Heisterbergallee 10A

30453 Hannover

Jan Kuckuck, M.Sc.

Tel.: +49 511 9296-7191

E-Mail: jan.kuckuck@hs-hannover.de

www.ifbb-hannover.de

