

Roland Klein
EWB-Stunde 02. Februar 2023

OrganoPor_Fassade

Großtechnisch herstellbare Dämmsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen mit kugelförmig-poröser Struktur und brandhemmender Lignin-Matrix



Forschungsbereich Kunststoffe

Wofür steht der Forschungsbereich?

Wir machen Kunststoffe (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere, Komposite,...) noch besser, **noch umweltfreundlicher, noch nachhaltiger, noch sicherer, noch zuverlässiger als diese heute schon sind**

durch

- neue Kunststoffe und Kunststoff-Additive u.a. durch Synthese, Modifizierung, Formulierung
- Verarbeitungsprozesse
- chemische und physikalische Analytik
- Bauteilauslegung durch numerische Methoden

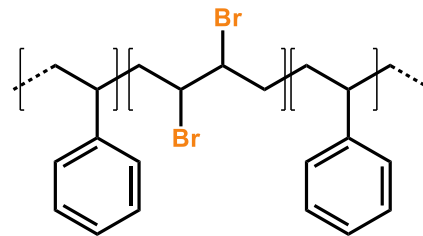
und schaffen Wissen zu Struktur/Eigenschaftsbeziehungen von Polymeren, Additiven, Bauteilen, Interaktionen zwischen Polymeren und Additiven etc.



OrganoPor - Motivation

Polystyrolschaum für Gebäudedämmung hat hervorragende Eigenschaften

- Geringe Wärmeleitfähigkeit
 - Geringe Dichte
 - Nicht brennbar durch Zusatz eines polymeren Flammschutzmittels
 - Gute Druckfestigkeit
 - Sehr niedriger Preis
 - Gute Verfügbarkeit
 - Verarbeitung auf der Baustelle und Integration in Wärmedämmverbundsysteme etabliert
- **Jedoch:**
- Rohstoffe erdölbasiert
 - polymeres Flammschutzmittel bromiert



OrganoPor – die Idee

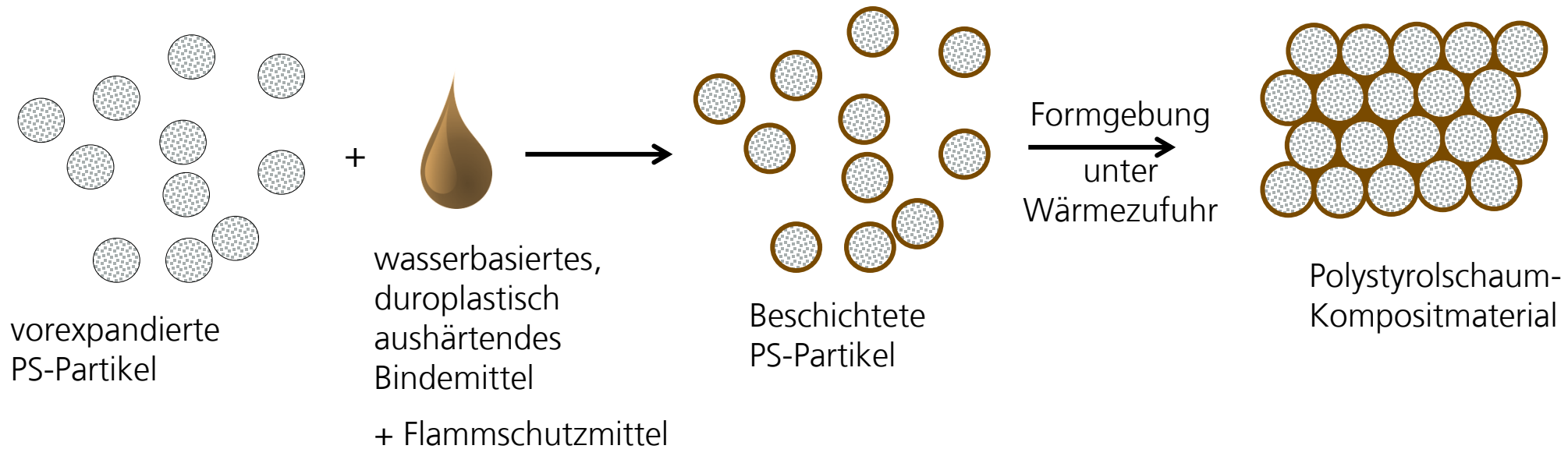
Neue biobasierte Materialien zur Gebäudedämmung

- Innovative Alternative zu Polystyrolschaumplatten
- Anforderungen
 - nachhaltig
 - Aus nachwachsenden Rohstoffen
 - Geringer CO₂-Fußabdruck
 - Keine Konkurrenz zur Nahrungsmittelgewinnung
 - Konkurrenzfähig
 - Akzeptabler Preis
 - Dichte, mechanische Eigenschaften, Wärmeleitfähigkeit möglichst nah an Polystyrolschaum
 - Verarbeitbar als Plattenware (keine Einblasdämmung)
 - Halogenfrei flammgeschützt



OrganoPor - Lösungsansatz

Neue Generation flammgeschützter Polystyrolschaum-Kompositmaterialien [1] als Vorbild für OrganoPor



[1] z.B.: WO 2014179842 A1, EP 3 333 216 A1, CN105482359

Hintergrund - Polystyrolschaum-Kompositmaterialien

Während Beflammung

Polystyrol verbrennt

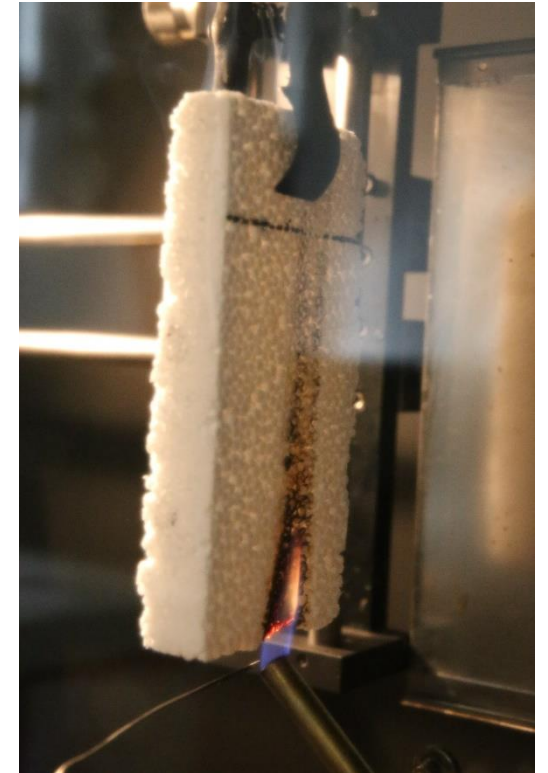
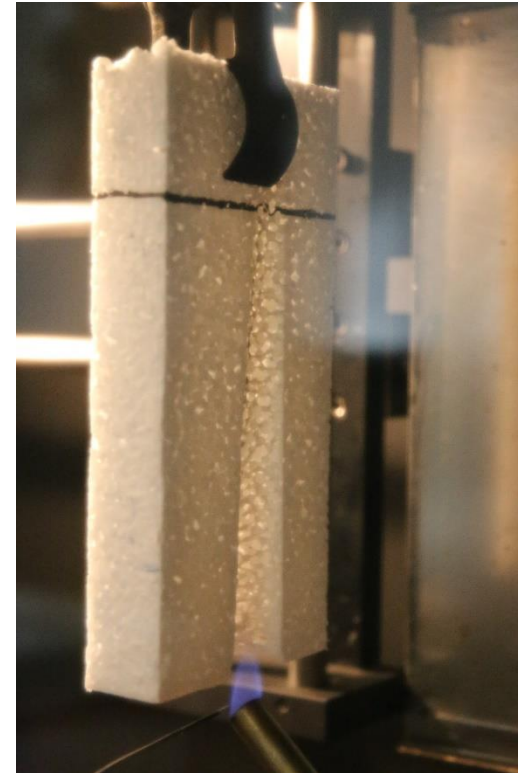
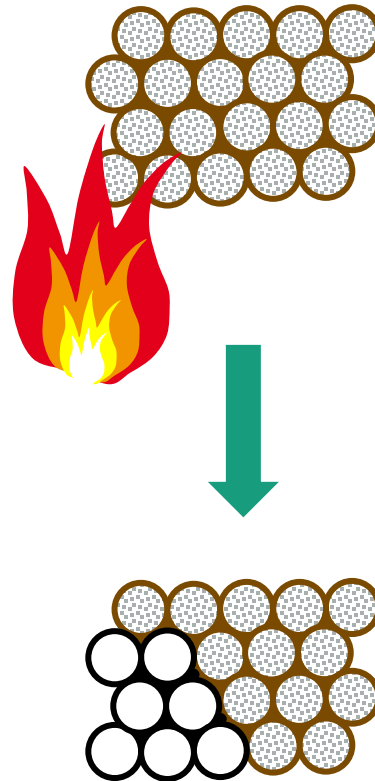
duroplastisches Harz verkohlt

kein Abtropfen

Vorteil gegenüber herkömmlichem Polystyrolschaum

kein Flammschutzmittel im Polystyrol nötig

formstabil während und nach Beflammung



Übertragung der Erkenntnisse auf OrganoPor
Substitution der vorexpandierten PS-Partikel durch (poröse) biogene Rohstoffe

Erstes Projekt OrganoPor

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

Demonstration der grundsätzlichen Machbarkeit

Verwendete biobasierte Materialien

- Cellulose (FLUPIS®, Thermofloc®)
- Maisstärkeschaumkörper (Flo Pak Bio®)
- Geblähter Korkschrot
- Expandierte Polymilchsäurekügelchen (EPLA)
- Maisspindelgranulat
- Popcorn, Puffreis
- Zuckerrübenschnitzel
- Getreidestroh
- Rapsstroh
- Flachsstroh
- Erdnussschalen (industriell)
- Obsttrester
- Rapsschalen
- Holzfasern
- Rinde

Ursprünglich recherchierte und verwendete Bindemittel

- nicht biobasiert oder bioabbaubar
 - Melamin-Formaldehyd-Harz (MF)
 - Polycarbonsäure-Polyol-Harze (AcroDur® von BASF)
- teil-Biobasiert erhältlich
 - Phenol-Formaldehyd-Harz (PF) (21% Cardanol)
 - Epoxidharze (~56% „Bio-Epoxidgruppen“, Sicomin)
 - Tannin-Urotropin-Harz
 - nicht großtechnisch kommerziell
 - Lignin-Epoxid-Harz
 - nicht kommerziell
- Ligninharz UPM

Grundsätzliche Machbarkeit demonstriert
Interesse der Industrie zur Umsetzung in die Praxis → Energieforschungsprogramm BMWK

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Konsortium entlang der Prozesskette



UPM Biochemicals GmbH

Entwicklung / Anpassung Lignin-basierte Bindemittel

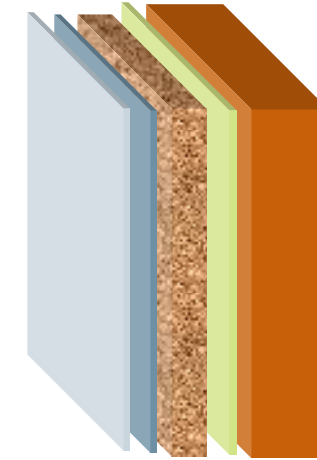
J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co KG

Biogene Reststoffe aus der Land- und Forstwirtschaft
Zerkleinerungsverfahren



JOMA Dämmstoffwerk GmbH

Fertigung Dämmstoffplatten
Auslegung Produktionsanlage



Baumit GmbH

Entwicklung angepasstes WDVS
Handhabbarkeit auf der Baustelle
Anwendungstests an Testfassade

Fraunhofer LBF

Auswahl / Bewertung biogener Reststoffe
Reduzierung Schüttdichte
Wechselwirkung
Rohstoffe ↔ Bindemittel ↔ Flammschutzmittel

Entwicklung Musterplatten im Labormaßstab
Kleinbrennertest

Bereitstellung
Labormuster

Verfügbarkeit Rohstoffe – Beispiel Maisspindelgranulat

Maisspindeln

Anwendung

- Tiereinstreu in Form von Granulat
 - Grillkohleersatz
- **Notwendige Erntetechnik verfügbar**

Verfügbarkeit

- Körnermais: 400.000 ha
 - Flächenertrag: 10 t/ha
 - Spindelanteil: 20 %
- **800.000 t/a**
- Ziel-Rohdichte: 120 kg/m³
 - Davon 90 kg/m³ Maisspindelanteil
- **9 Mio m³/a ≈ 78% des EPS-Marktes**

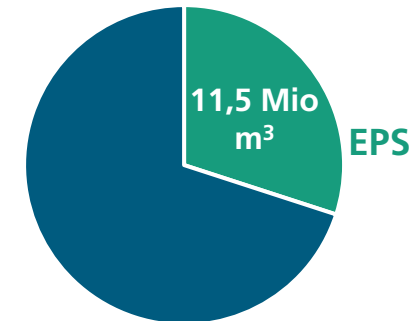


Dämmstoffmarkt in Deutschland

38,5 Mio m³ / Jahr (FNR 2020)

Marktanteil EPS: ca. 30% (BBSR 2011)

→ **ca. 11,5 Mio m³ EPS / Jahr**



Verfügbarkeit Rohstoffe – Beispiel Getreidestroh

Getreidestroh

Verfügbarkeit

- 30 Mio t / a:
- 66% press- und bergbar
- 4,8 Mio t für Tiereinstreu
- → technisches Potenzial von 15 Mio t (abzüglich lokal variabler Anteile für Humusreproduktion)
 - Je nach Bundesland 27 – 43 %
 - Je nach Modell **8 – 13 Mio t** potenziell für energetische Zwecke nutzbar

→ **Selbst bei Dichten um 200 kg/m³ mehr als ausreichend um den gesamten Dämmstoffmarkt zu bedienen**

Quelle

Schriftenreihe des BMU-Förderprogramms
„Energetische Biomassenutzung“
Band 2, Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung
landwirtschaftlicher Reststoffe zur Bioenergiebereitstellung 2011

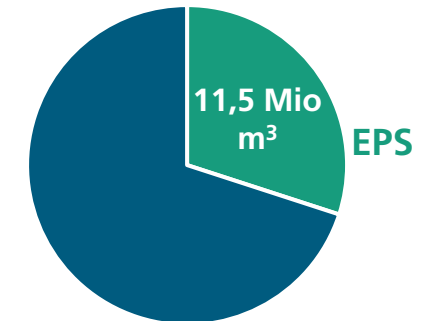


Dämmstoffmarkt in Deutschland

38,5 Mio m³ / Jahr (FNR 2020)

Marktanteil EPS: ca. 30% (BBSR 2011)

→ **ca. 11,5 Mio m³ EPS / Jahr**



Verfügbarkeit Rohstoffe – Beispiel Rapsstroh

Rapsstroh

Keine zum Getreidestroh vergleichbare Studie verfügbar

→ Übertragung einiger **Annahmen** auf Rapsstroh

- Verfügbar 7,5 Mio t / a (BMU 2011; FNR 2015)
- **66% bergbar**
- Verwendung als Tiereinstreu vernachlässigbar
- → technisches Potenzial von 5 Mio t
- **abzüglich 50% für Humusproduktion**
- 2,5 Mio t potenziell für OrganoPor verfügbar
- Bei einer aktuellen Dichte von 200 kg / m³ (davon 150 Rapsstroh, Rest Bindemittel + FSM)

→ **16 Mio m³ OrganoPor-Platten aus Rapsstroh**

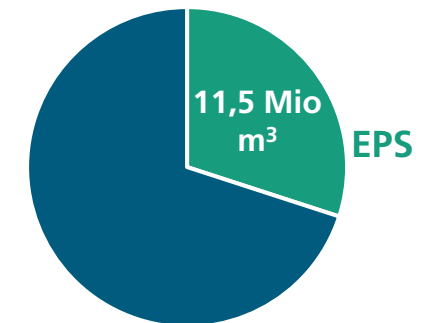


Dämmstoffmarkt in Deutschland

38,5 Mio m³ / Jahr (FNR 2020)

Marktanteil EPS: ca. 30% (BBSR 2011)

→ **ca. 11,5 Mio m³ EPS / Jahr**



Dichtereduzierung der Rohstoffe am Beispiel Maisspindelgranulat

Herausforderung

Schüttdichte Tiereinstreu: ca. 400 kg/m³

→ Zu hoch als Ausgangsmaterial für Dämmstoffplatten

Aufgabe im Projekt

Reduzierung der Schüttdichte

- Geeignetes Mahlverfahren
- Extraktion löslicher Bestandteile unter Erhalt des Volumens



Dichtereduzierung der Rohstoffe am Beispiel Maisspindelgranulat

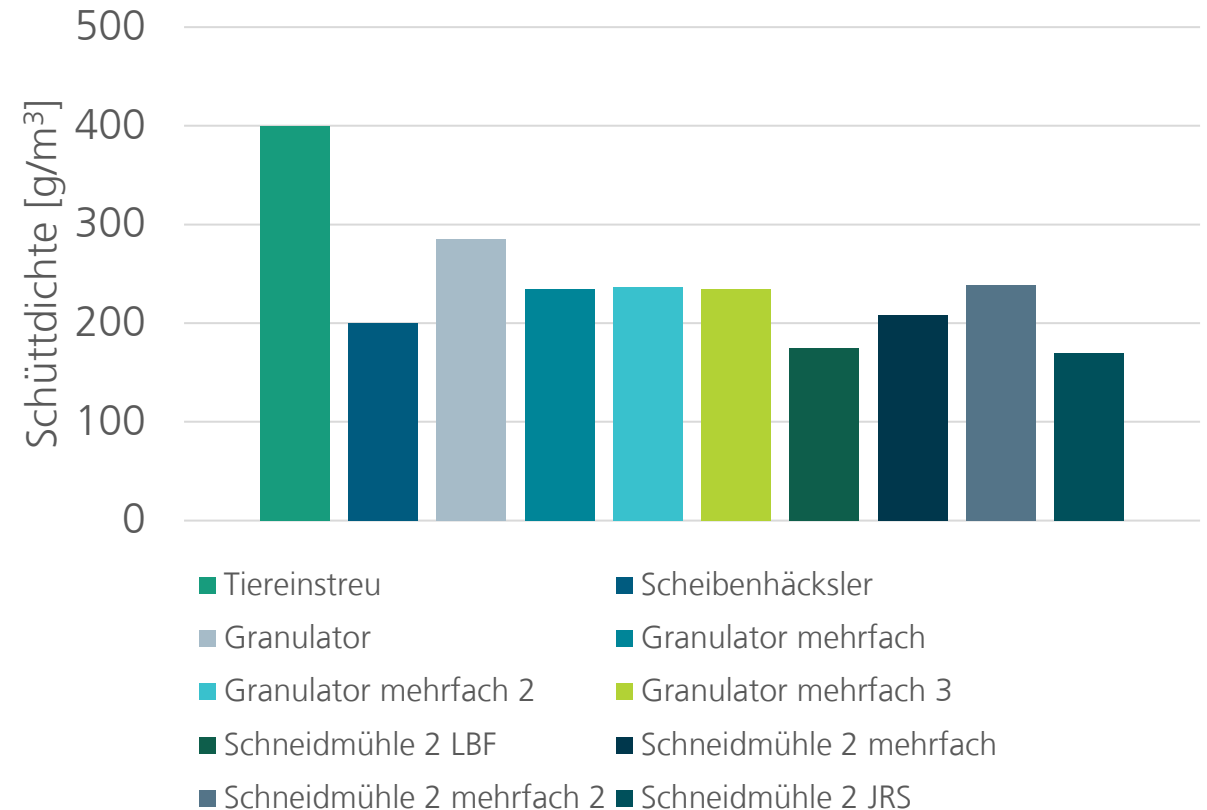
Herausforderung

Schüttdichte Tiereinstreu: ca. 400 kg/m³
→ Zu hoch als Ausgangsmaterial für Dämmstoffplatten

Aufgabe im Projekt

Reduzierung der Schüttdichte

- Geeignetes Mahlverfahren
- Extraktion löslicher Bestandteile unter Erhalt des Volumens



Dichtereduzierung der Rohstoffe am Beispiel Maisspindelgranulat

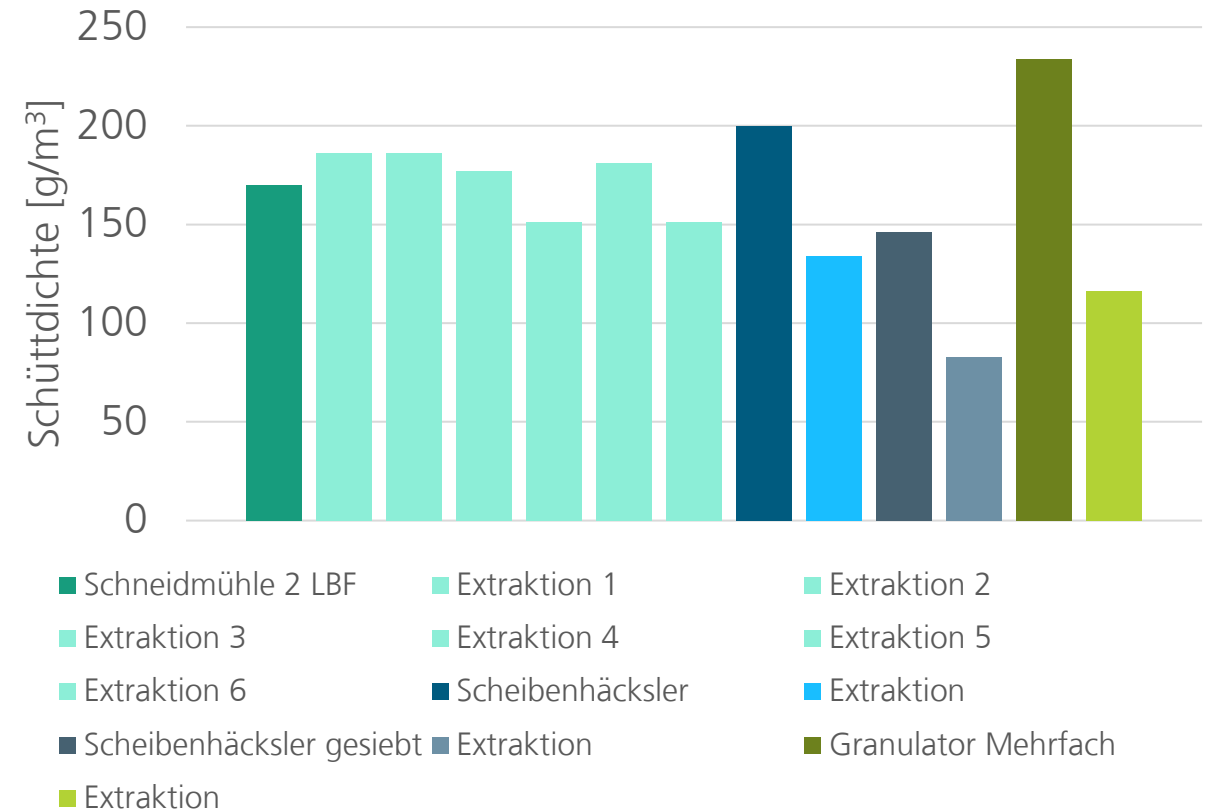
Herausforderung

Schüttdichte Tiereinstreu: ca. 400 kg/m³
→ Zu hoch als Ausgangsmaterial für Dämmstoffplatten

Aufgabe im Projekt

Reduzierung der Schüttdichte

- Geeignetes Mahlverfahren
- **Extraktion löslicher Bestandteile unter Erhalt des Volumens**



Herstellung der Platten im Labormaßstab

Beleimung

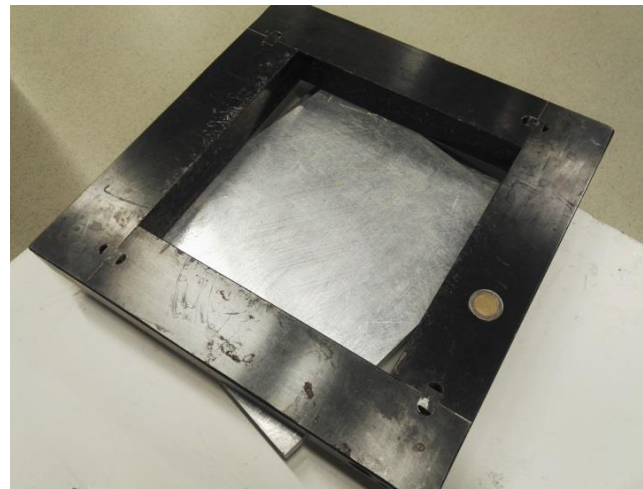
Horizontaler Mischer



Formgebung

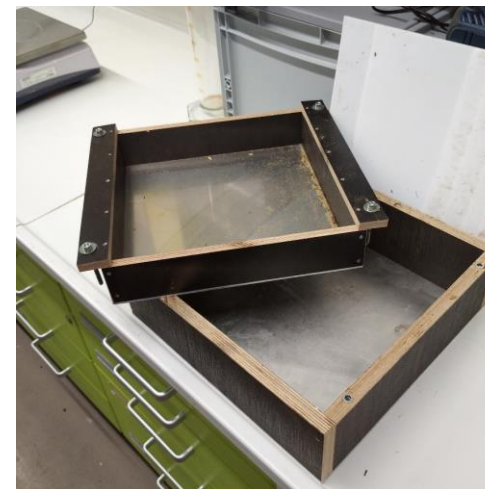
400 x 400 x 80 mm

Rahmenform für Heißpresse



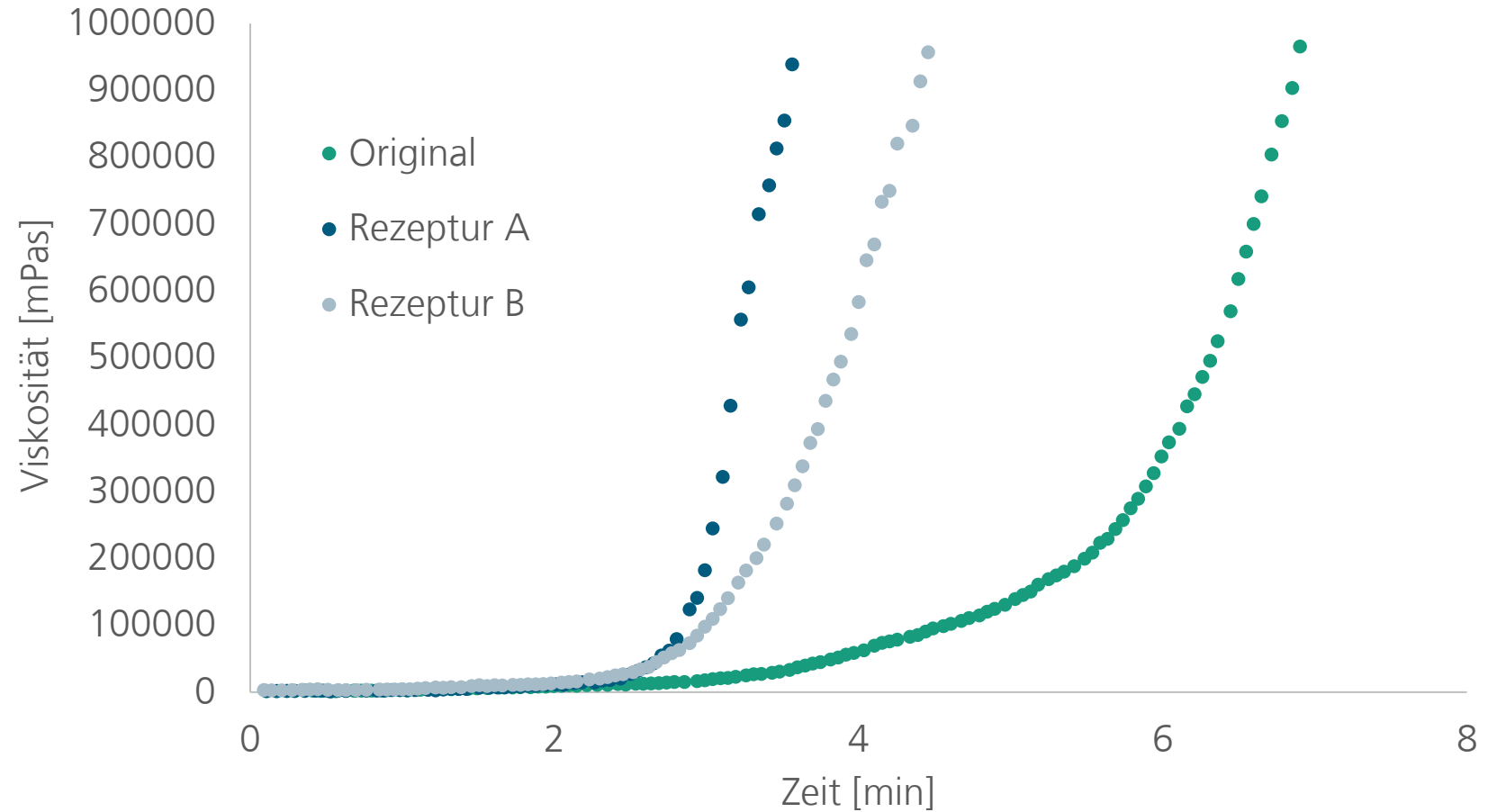
Aushärtung

Form für Ofenhärtung



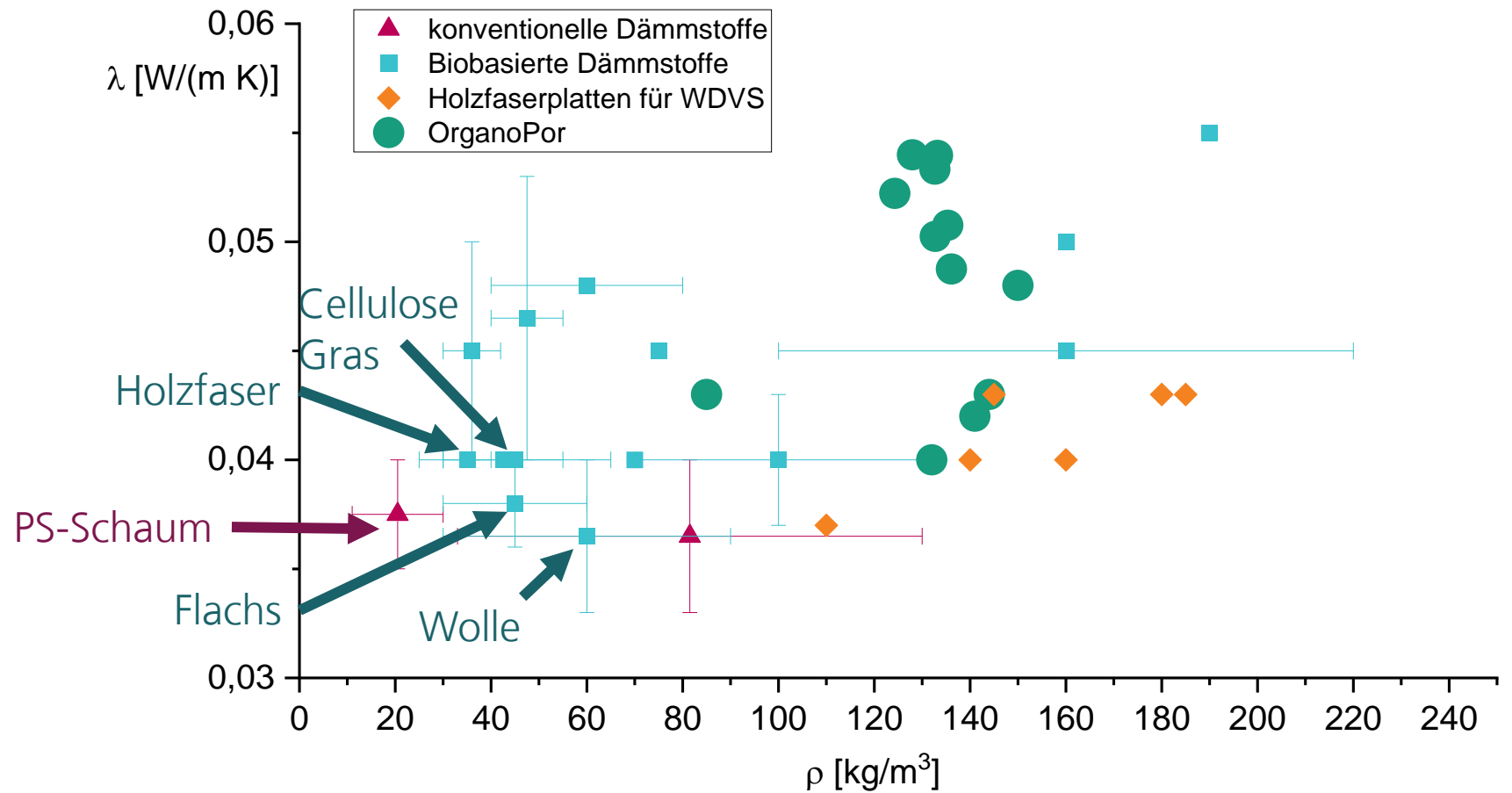
Optimierung der Aushärtekinetik des Harzes durch Rezepturvariation

Bestimmung der Aushärtekinetik in Platte-Platte-Rheometer



Charakterisierung der Platten

Wärmeleitfähigkeit als Funktion der Dichte an einigen ausgewählten Beispielen



Charakterisierung der Platten

Brennbarkeit

Während und nach der Beflammung in
Anlehnung an
DIN EN 13501 / EN ISO 11952-2:

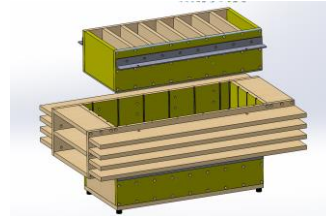
- Markierung bei 15 cm wird nicht erreicht
- Selbstverlöschend nach Entfernen der Flamme
- Nachglühen kann durch Kombination verschiedener Flammschutzmittel vermieden werden
- Mit diesem Test max. Baustoffklasse E (normal entflammbar) zu erreichen
- Für weitere Klassifizierung: SBI-Test (EN 13823)
- Handversuche mit Gebläsebrenner unauffällig



Aktuelle Arbeiten und Herausforderungen

Scale-up

- Zerkleinerung der Rohstoffe durch JRS
- Plattenfertigung bei JOMA
- Formenbau
- Realisierung der Beleimung



Zeichnung einer Form zur Herstellung von Platten 500 x 1000 mm

Harzrezeptur

- Charakterisierung und Optimierung Aushärteverhalten
- Anpassung Verarbeitbarkeit, Verträglichkeit mit anderen Komponenten

Rezeptur- und Prozessoptimierung der Platten

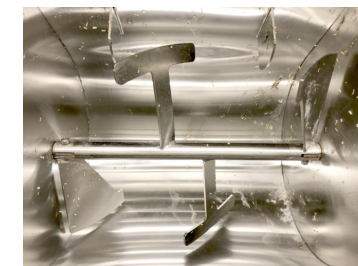
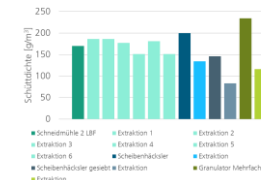
- Optimierung Flammschutzmittelkonzentration
- Optimierung Feuchteaufnahme
- Balance zwischen mechanischer Festigkeit, Dichte und Wärmeleitfähigkeit

Integration in WDVS

- Anpassung der Komponenten

Zusammenfassung

- Auswahl der Rohstoffe hinsichtlich Eignung und Verfügbarkeit erfolgt
- Dichtereduzierung der Rohstoffe durch Zerkleinerungsverfahren und ggf. zusätzlicher Extraktion erfolgreich
- Plattenfertigung im Labormaßstab erfolgreich → Scale-up
- Flammenschutz gewährleistet → SBI-Test nach Scale-up
- Weitere Arbeiten zur Rezeptur- und Prozessoptimierung aktuell laufend



Kontakt

Dr. Roland Klein
Grenzflächen und Polymerarchitekturen
Tel. +49 6151 705-8611
Roland.klein@lbf.fraunhofer.de

