



**DURO
BAST**



Techno-Ökonomische Betrachtung von Naturfaseranwendungen

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

DuroBast Stakeholder Workshop, 23-08-07, Olaf Porc



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages (FKZ: 2220NR090E)



Your partner in strategy, technology and sustainability

**SCIENCE-BASED CONSULTANCY
ON RENEWABLE CARBON
FOR CHEMICALS AND
MATERIALS**

We support your smart transition to renewable carbon

nova-Institute was founded in 1994 and has a multidisciplinary and international team of nearly 50 scientists

Get to know our experts at:
nova-institute.eu/nova-team



nova-Institut GmbH – SME

private and independent research institute;
multidisciplinary and international team of nearly 50 scientists

Technology & Markets

- Market Research
- Market & Trend Reports
- Innovation & Technology Scouting
- Trend & Competitive Analysis
- Supply & Demand Analysis
- Feasibility & Potential Studies
- Customised Expert Workshops

Sustainability

- Life Cycle Assessments
(ISO 14040/44, PEF Conform)
- Carbon Footprint Studies and Customised Tools
- Initial Sustainability Screenings and Strategy Consultation
- Holistic Sustainability Assessment (incl. Social and Economic Impacts)
- GHG Accounting Following Recognised Accounting Standards
- Critical Reviews for LCA or Carbon Footprint Reports



Communication

- Comprehensive Communication & Dissemination in Research Projects
- Communication & Marketing Support
- Network of 60,000 Contacts to Companies, Associations & Institutes
- Targeted Newsletters for 19 Specialty Areas of the Industry
- Conferences, Workshops & nova Sessions
- In-depth B2C Research

Economy & Policy

- Strategic Consulting for Industry, Policy & NGO's
- Political Framework, Measures & Instruments
- Standards, Certification & Labelling
- Micro- and Macroeconomics
- Techno-Economic Evaluation (TEE) for Low & High TRL
- Target Price Analysis for Feedstock & Products

Economy & Policy

nova-Institut GmbH – SME

- Strategic Consulting for Industry, Policy & NGO's
- Political Framework, Measures & Instruments
- Standards, Certification & Labelling
- Micro- and Macroeconomics
- Techno-Economic Evaluation (TEE) for Low & High TRL
- Target Price Analysis for Feedstock & Products



Sustainability

Technology & Markets

Communication

Science-based Consultancy on Renewable Carbon for Chemicals and Materials



THE VISION OF RCI

The Renewable Carbon Initiative (RCI) addresses the main cause of anthropogenic climate change by facilitating the transition from fossil carbon to renewable carbon for all organic chemicals and materials.

Members of the RCI are pioneers who support the urgently needed acceleration and increase of volume of this transformation.

MEMBERS OF THE INITIATIVE

LARGE SUPPLIERS

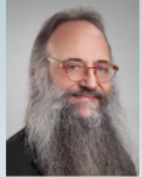


SME





Christopher vom Berg
Executive Manager
christopher.vomberg@nova-institut.de



Michael Carus
Executive Manager
michael.carus@nova-institut.de



Verena Roberts
Project Manager
verena.roberts@nova-institut.de



Shape the Future
of the Chemical and
Material Industry

MEMBERS OF THE INITIATIVE

BRANDS

Beiersdorf



START-UPS



Greenlyte Carbon Technologies



RESEARCH INSTITUTES



PARTNERS OF THE INITIATIVE



Techno-ökonomische Evaluation (TEE)

Die techno-ökonomische Evaluation (TEE) ist ein methodischer Rahmen für die Analyse der technischen und wirtschaftlichen Leistung eines Prozesses, Produkts oder einer Dienstleistung. Sie analysiert die wirtschaftlichen Auswirkungen von Forschung, Entwicklung, Demonstration und Einführung von Technologien, einschließlich der Herstellungskosten und Marktchancen. TEE konzentriert sich in der Regel auf die Produktionsphase und spiegelt die Perspektive eines Herstellers wider.

Techno-ökonomische Evaluation (TEE)

TEE-Ziele:

- Methodik für Kosten-Nutzen-Prognosen
- Unterstützung von Investitions- / Projektentscheidungen

Welche Daten werden benötigt?

- Energie- und Stoffbilanzen sowie deren Beschaffungskosten
- Aufschlüsselung der fixen und variablen Kosten

Was wir darstellen können

- Kostenanalyse
- Kostenoptimierung
- Produktionsentscheidung
- Investitionsrechnung
- Risikobewertung

Techno-ökonomische Evaluation (TEE) - Herausforderungen

- Datenerfassung / Verfügbarkeit
 - Simulation / Labordaten / Prozessdaten
 - Literatur / Datenbanken
 - Experten
 - (idealerweise) Pilot- / Demonstrationsanlagen
- Upscaling
- Preis-Daten
 - Verfügbarkeit
 - Entwicklung (Inflation)

Techno-ökonomische Evaluation (TEE) - Kostenarten

Investitionskosten (CAPEX)

- Fix: Anlagen und deren Installation, Gebäude, Grundstücke
- Variabel: Erstinbetriebnahme der Anlage, Rohstoffe für die erste Charge

Betriebliche Aufwendungen (OPEX)

- Fix: Miete, Versicherung, Anlagen-Overhead (z.B. Inspektionen)
- Variabel: Materialien (z.B. Naturfasern), Betriebsmittel (z.B. Wasser und Strom), Arbeitskosten

Techno-ökonomische Evaluation (TEE) - CAPEX

Der gesamte Investitionsbedarf für ein Projekt, auch Kapitalaufwand genannt kann unterteilt werden in die Summe der Investitionen in Anlagevermögen (Fixed Capital Investment Costs) und der Investitionen in Umlaufvermögen (Working Capital Investment Costs):

$$\text{CAPEX} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

FCI = Fixed Capital Investment

- Entwurf, Planung, Beratung
- Ausrüstung und Installation
- Infrastruktur
- Hilfseinrichtungen, Utilities

WCI = Working Capital Investment

- Anschaffungskosten
- Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe
- Fertigwarenlager
- Anzahlungen von Kunden

Techno-ökonomische Evaluation (TEE) - CAPEX

Ansatz 1: TEE basierend auf den Kosten der Anlagenkomponenten

- Peters & Timmerhaus (1991)
- Basierend auf historischen Werten werden Informationen über die Beziehungen zwischen verschiedenen Kostenkomponenten bereitgestellt.
- Da die Kosten aller Anlagenkomponenten bekannt sind, können Kostenschätzungen für andere Kostenfaktoren (Installation, Land, etc.) vorgenommen werden -> FCI kann bestimmt werden.

Ansatz 2: n(ova)TEE

- Lange (2001)
- Unterstellt eine Korrelation zwischen der Summe der Energietransferaufgaben aller Prozesssegmente (Nennleistung) und den Investitionskosten.
- Der FCI kann mit Hilfe einer Gleichung und der Nennleistung abgeschätzt/berechnet werden.

In Schätzmodellen wird der WCI meist als fester Prozentsatz des FCI angenommen.

Techno-ökonomische Evaluation (TEE) - OPEX

$$\text{OPEX} = \text{DMC} + \text{FMC} + \text{GE}$$

- DMC = direct or variable manufacturing costs
- FMC = fixed manufacturing costs
- GE = general expenses

Total OPEX can be determined when the following costs are estimated:

1. Cost of raw materials (C_{RM})
2. Cost of utilities (C_{UT})
3. Costs of operating labour (C_{OL})
4. Fixed Capital Investment (FCI)

DMC	FMC	GE
Raw materials	Depreciation	Administration costs
Utilities	Local taxes and insurance	Distribution and selling costs
Operating labour	Plant overhead costs	Research and development
Direct supervisory & clerical labour		
Maintenance and repairs		
Operating supplies		
Laboratory charges		
Patents and royalties		

Table 1: Cost items included in DMC, FMC and GE

Source: Turton et al. 2012

C_{RM} and C_{UT} > Quantities of utilities and raw materials needed for a process could be obtained directly from **mass and energy balances** and unit **prices** can be obtained from **market research**

TA 4 Garnherstellung

Hauptverantwortlicher Partner

ITA

Kurze Beschreibung

Information

Volumen

Einheit

L

Temperatur

°C

Druck

bar

Betriebsmodus (Batch, Fed-Batch, kontinuierlich)

Betriebszeit

h

andere wichtige Parameter?

Eingabe

Menge

Einheit

Wert

Kommentare

Materialeingabe

(kg, t, L, etc.)

(€/kg)

Hanf Stapelfasern

Weitere Materialeingabe

(Bitte weitere Zeilen für weitere Materialeingaben hinzufügen)

Energetische Eingänge

Menge

Einheit

Preis

Art der Energie

(kWh, MJ, m3 etc.)

(€/Einheit)

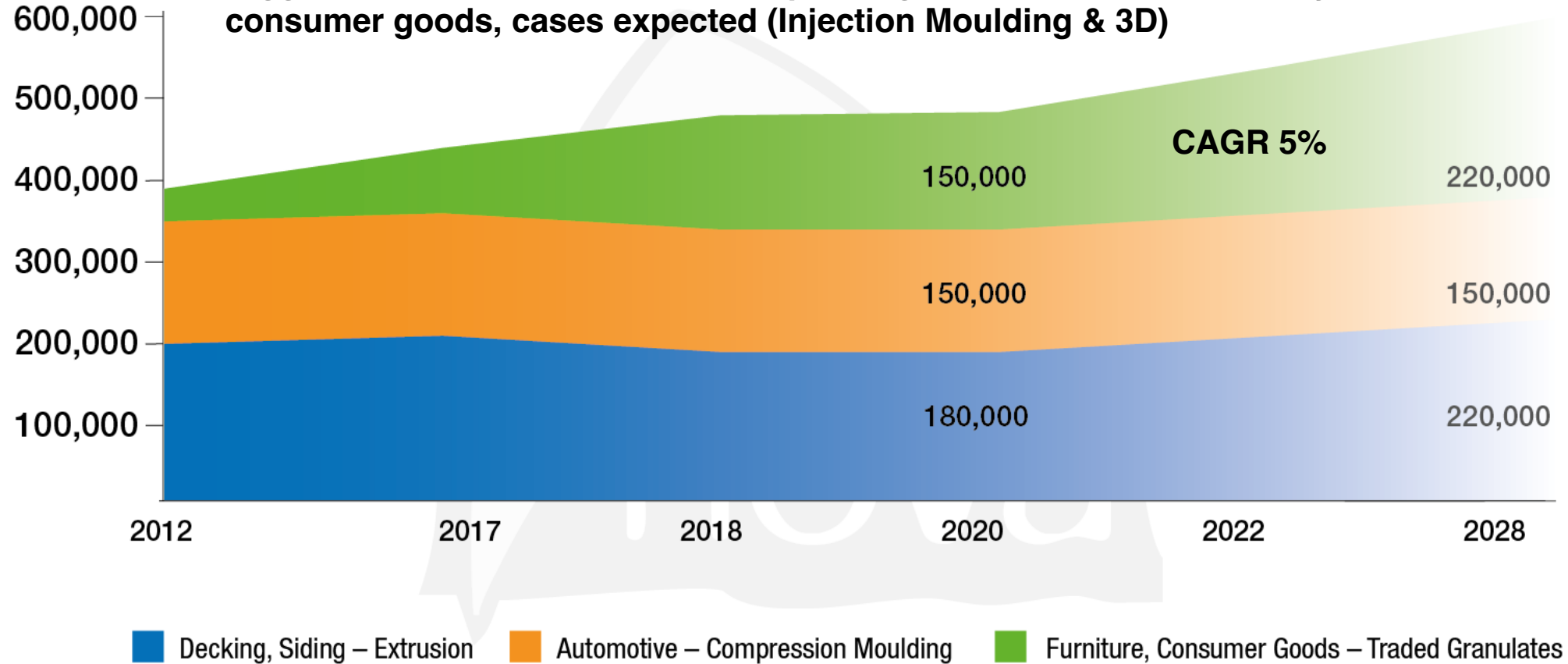
(Elektrisch/Wärme, Erdgas)

LBF, (Hübner)	TA 3 Faservorbehandlung		
	Menge	Einheit	Wert (€/Anzahl)
Arbeit			
Ausstattung: (z.B.; Glasgeräte, Filter, Spritzen, Monomere und Lösungsmittel, Schutzkleidung etc.)		Anzahl	
		Anzahl	
Weitere Ausstattung			
Arbeitskräfte:	Menge	Einheit	
Arbeitswochen pro Jahr		Anzahl	
Arbeitstage pro Jahr		Anzahl	
Arbeitsstunden pro Tag		Anzahl	
Gesamtarbeitsstunden pro Jahr		Stunden	
Stundenlohn		€/Stunde	
ITA	TA 4 Garnherstellung		
	Menge	Einheit	Wert (€/Anzahl)
Arbeit			
Ausstattung: (z.B. Umwindespinnmaschine, Gehäuseteile, Elektronik, Mechanikkomponenten, Mittel zur Prüfkörpervorbereitung (z. B. Harze, Krafteinleitungselemente), Schutzkleidung)		Anzahl	
		Anzahl	
Weitere Ausstattung			
Arbeitskräfte:	Menge	Einheit	
Arbeitswochen pro Jahr		Anzahl	
Arbeitstage pro Jahr		Anzahl	

European Production of Biocomposites

(Production Tonnes p.a.)

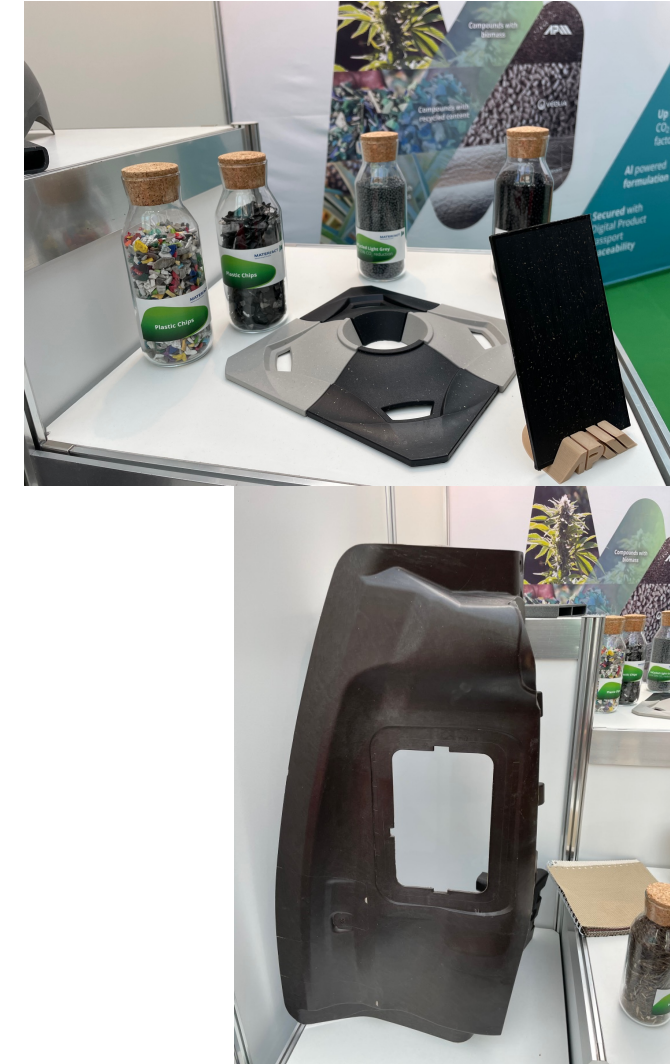
Biggest increase for traded Biocomposite granulates for furniture, toys, consumer goods, cases expected (Injection Moulding & 3D)



- Heute können verschiedene Bioverbundwerkstoffe problemlos in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt werden und haben als Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen den Massenmarkt erreicht.
- Biokomposit-Granulate haben sich in Nischenmärkten etabliert. Immer mehr Hersteller von Biokomposit-Granulaten bieten immer bessere Eigenschaften zu immer wettbewerbsfähigeren Preisen an.
- Für den Zeitraum von 2020 bis 2028 wird ein jährliches Wachstum von 5 % (CAGR) erwartet.

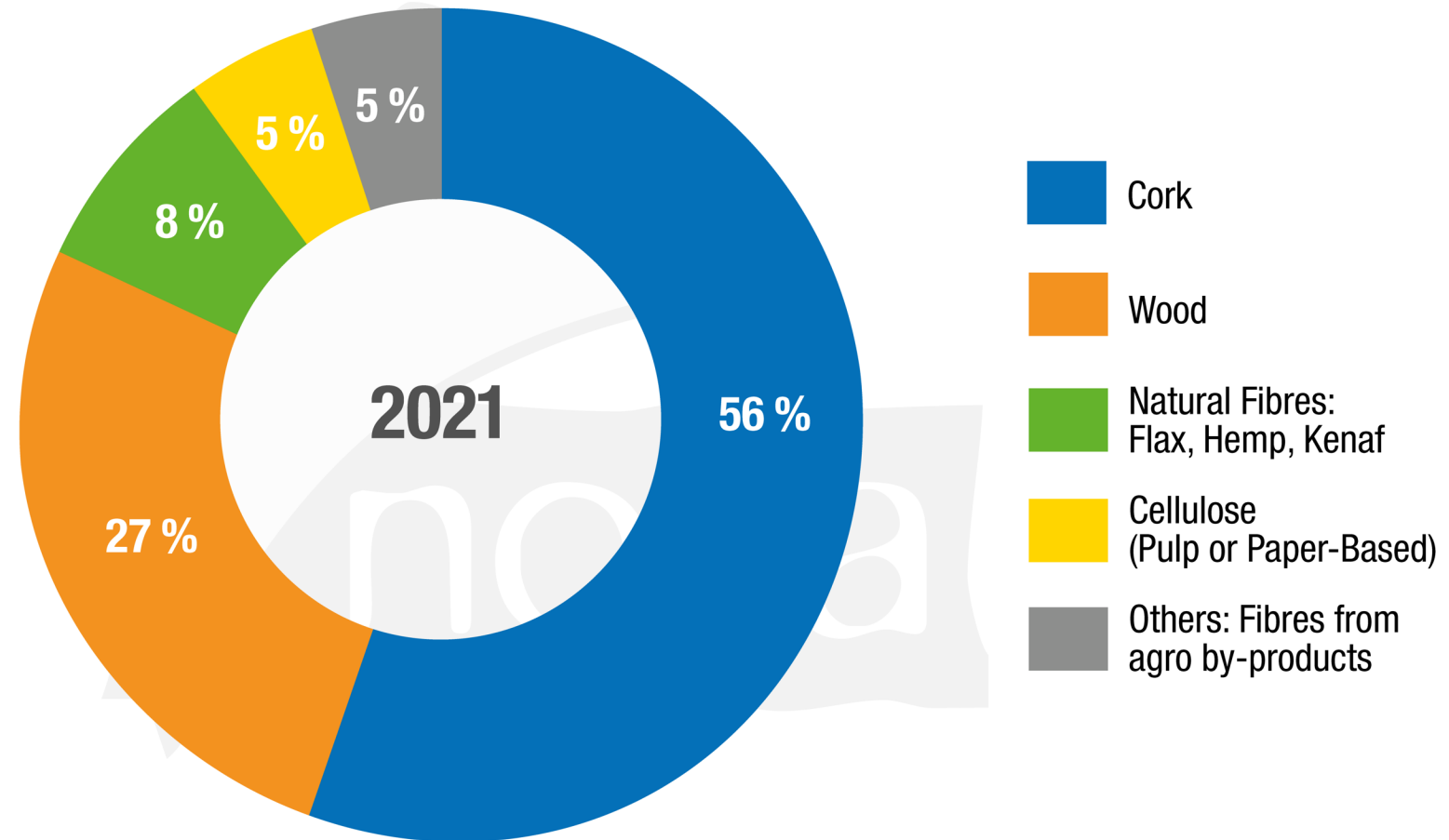
Vorteile von Biokompositen

- Grünes Image - Abgrenzung von Standard-Kunststoffprodukten
- Spezielle nicht-plastische Optik und Haptik, umweltfreundliche Anmutung
- Komplette bio-basierte und biologisch abbaubare Lösungen (in Kombination mit biologisch abbaubaren Kunststoffen möglich)



Distribution of Different Fibre Types Used in Biocomposite Production in Europe

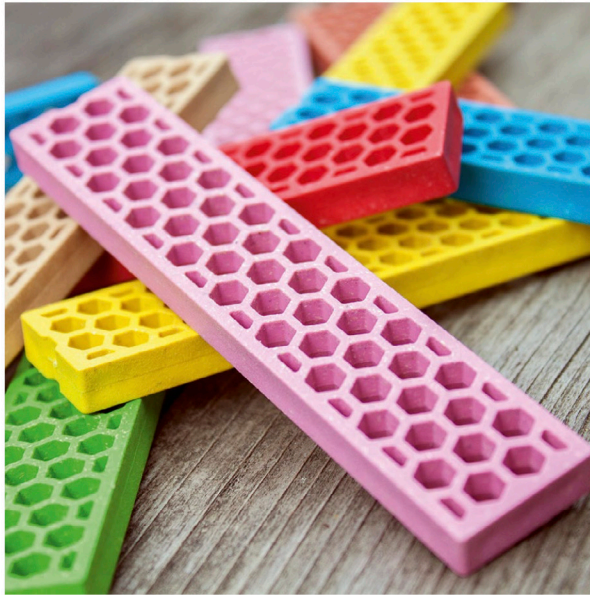
(Total 150,000 Tonnes p.a. of Granulates)



- Die meisten Hersteller verwenden immer noch fossil-basierte Polymere für die Herstellung von Bioverbundwerkstoffen.
- Die wichtigsten sind
 - PE (Beläge, Terrassendielen und Bau, Konsumgüter, Extrusion)
 - PP (Automobil, Bau, Konsumgüter, Spritzguss, 3D-Druck)
 - PVC (Beläge, Terrassendielen , Extrusion) und ABS, Epoxid, PA, PMMA, PS, PU, TPE, TPS, TPU.
- Es gibt viele bio-basierte Polymere auf dem Markt, um teilweise oder vollständig biobasierte Verbundwerkstoffe herzustellen, um erneuerbaren Kohlenstoff anstelle von fossilem Kohlenstoff zu verwenden. Einige sind biologisch abbaubar.
 - Beispiele: Bio-PE, PLA, Bio-PBS, Bio-TPE, PHA, PHB und Bio-PP.
- In jüngster Zeit hat die Verwendung von recycelten Polymeren (side streams oder post-consumer) zugenommen.



Picture: UPM-Formi EcoAce, 2022



pictures from left to right © Source: nova-Institut | nova-Institut | Flaxwood | Amorim | Bioblo Spielwaren | Trifilon | Stora Enso | nova-Institut

Major producers and suppliers of biocomposite granulates with their production quantities in Europe in 2021

Note: If your company is missing in the list or ranked incorrectly, please contact Dr. Asta Partanen (asta.partanen@nova-institut.de).

Granulate Producer	Country	Polymers	Fibres and Natural Fillers	Production range 2021 in tonnes
AMORIM	PT	PP, TPE, TPS, Rubber	Cork	50,000 – 100,000
Beologic	BE/AT	ABS, PBAT, PBS, PE, Bio-PE, rPE, PHAs, PLA, rPLA, PP, rPP, PS, PVC, rPVC, rTPE	Wood, natural and cellulose fibres, bamboo, cork, olive stone powder, rice husks	10,000 – 20,000
Advanced Compounding	DE	PA, PE rPE, PP, rPP, TPU, TPE, Biopolymers	Wood, cellulose and natural fibres, antibacterial and recycled fibres	5,000 – 10,000
Automotive Performance Materials	FR	ABS, PA, PBS, PE, PLA, PP, rPP, PVC, TPE	Hemp fibres	5,000 – 10,000
Tecnaro	DE	CA, Casein, EVA, Lignin, PA, PBAT, PBS(A), PE, Bio-PE, rPE, PHAs, PLA, rPLA, PMMA, PP, Bio-PP, TPE, TPS, TPU	Wood and cellulose fibres	5,000 – 10,000
AD majoris	FR	PP, Biopolymers	Wood and natural fibres and others	1,000 – 5,000
Golden Compound	DE	PBS, PBSA, PE, rPE, PP, rPP	Fibres from sun flower seed hulls	1,000 – 5,000
Jelu Werke	DE	Bio-PE, Bio-TPS, PE, PLA, PP, Biopolymers	Wood, cellulose and natural fibres and others	1,000 – 5,000
PlasticWOOD	IT	PP, Biopolymers	Wood	1,000 – 5,000
Stora Enso	SE/FI	PP, Bio-PP, rPP, Biopolymers	Wood and cellulose fibres	1,000 – 5,000
UPM	FI	PP, Bio-PP, rPP	Wood and cellulose fibres	1,000 – 5,000
Trifilon	SE	rPP, Biopolymers	Hemp and flax fibres	1,000 – 5,000
Rhenoflex	DE	EVA, PE, PLA, PP, TPU	Corn cob, wood, rice husks and straw	1,000 – 5,000
Actiplast	FR	PVC, rPVC	Wood	500 – 1,000



Picture: Stora Enso, NorDan, 2021



Picture: nova, 2020

Addiplast	FR	ABS, PLA, PP, rPP,	Wood, cellulose and natural fibres, miscanthus, vine tendies	500 – 1,000
Biofibre	DE	PBAT, PBS(A), PE, rPE, PHAs, PLA, rPLA, Starch blends	Wood, cellulose, paper and natural fibres, agro by-product fibres	500 – 1,000
FKuR	DE	Bio-PE, PHA, PLA, PP, rPP, Bio-TPE	Wood, bamboo and cork	500 – 1,000
Hexpol TPE	DE	TPE, Bio-TPE, rTPE	Cork	500 – 1,000
Naftex	DE	PE, rPE	Wood, cellulose and natural fibres, agro by-products	500 – 1,000
Norske Skog	NO	PE, rPE, PP, rPP, PLA	Wood fibres	500 – 1,000
PC Paper Compound	DE	Biopolymers	Paper fibre	500 – 1,000
Sappi	SA/NL	PE, rPE, rBio-PE, PLA, PP, Bio-PP, rPP	Cellulose fibres	500 – 1,000
Transmare	NL	PE, PLA, PP	Wood and natural fibres	500 – 1,000
Several small producers (see second table)				about 4,000
Total	EU			150,000

Further biocomposite granulate producers and suppliers in Europe in 2021

Note: If your company is missing in the list or ranked incorrectly, please contact Dr. Asta Partanen (asta.partanen@nova-institut.de).

Granulate Producer	Country	Polymers	Fibres and Natural Fillers	Production range 2021 in tonnes
Aqvacomp	FI	PP, rPP	Cellulose fibres	< 500
Arctic Biomaterials	FI	PLA	Degradable glassfibre under controlled conditions	< 500
Artplast	PL	PE, PP	Wood, natural fibres	< 500
Avient	USA/EU	ABS, PP	Wood, MDF and cellulose fibres	< 500
Biofibre Tech Sweden	SE	Bio-PE, rPE, PBS, PLA, PP	Wood fibres	< 500
Biowert	DE	PLA, rPP	Meadow grass fibres and recycled flax	< 500
Fasal	AT	PLA, PP, rPP	Wood	< 500
Fortum	FI	PE, rPE, PP, rPP	Cellulose and agro by-product fibres	< 500
GreenGran	NL	PP, Biopolymers	Natural fibres	< 500
HempFlax	NL	PLA, PP	Wood, cellulose and natural (esp. hemp) fibres and agro by-product fibres	< 500
KNN Cellulose	NL	PE, PHAs, PLA, PP	Recycled cellulose	< 500
Lactips	FR	Casein	Wood and natural fibres	< 500
Linotech	DE	PBAT, PBS, PE, PLA, PP	Wood, cellulose and natural fibres	< 500
MAIP	IT	PE, PHA, PP, TPE, TPO, TPU	Corc, agro by-product fibres	< 500
Total	EU			4,000



Source: Avient

reSound REC recycled-content grades of Avient’s reSound TPE portfolio, recycled-content and bio-based formulations.

SWOT-Analyse

STRENGTHS	WEAKNESSES
<ul style="list-style-type: none"> - Nachwachsende regionale Rohstoffe mit hoher Verfügbarkeit - 100% bio-basiert - Niedriger Rohstoffpreis - Naturfasern (Rohstoff) wirken als CO₂-Senke - Nutzung gesamter Hanfpflanze möglich - Hydrophobierung von Bastfasern löst das Feuchtigkeitsproblem (geringere Wasseraufnahme) -> erweitert die Einsatzmöglichkeiten in vielen Bereichen, in denen Naturfasern bisher nicht verwendet wurden - Gute Optik und Ästhetik 	<ul style="list-style-type: none"> - Schwankende Qualität (Naturprodukt) - Potenziell schlechtere mechanische Eigenschaften und Verarbeitbarkeit im Vergleich zu anderen Materialien (Kohlenstoff-, Glasfasern) - Möglicherweise eingeschränkte Matrixkompatibilität - Fehlende Recyclingfähigkeit in bestehenden Anlagen - Aufwändiger Prozess: Zusätzlicher Prozessschritt (Hydrophobierung) + Einsatz weiterer Komponenten (Polymere) → Höhere Kosten und Energieaufwand
OPPORTUNITIES	THREATS
<ul style="list-style-type: none"> - Steigende Nachfrage und Akzeptanz für nachhaltige und regionale Materialien und Rohstoffen - Wachsende Unabhängigkeit von Rohstoffimporten - Wachsende mediale Aufmerksamkeit - Fokus der Politik auf nachwachsende Rohstoffe → Etablierung politischer Rahmenbedingungen (z.B. Green Deal) zum Erreichen von Zielen der Bioökonomie - Förderung der nationalen Landwirtschaft - Markt für Dekormaterial 	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr der Minderung der technischen Leistung durch Hydrophobierung im Vergleich zu konventionellen Produkten (kein Produktvorteil/kein Alleinstellungsmerkmal) - Versagen in der Endanwendung - Höhere Produktionskosten - Geringe Nachfrage - Fehlende Akzeptanz (Geruch) - Schwankende Weltmarktpreise für Naturfasern - sich (schnell) verändernde politische Rahmenbedingungen - Gesetzliche Vorgaben zur Recyclingfähigkeit - Trend zu Monomaterialien

Marktchancen – Bioverbundwerkstoffe (mit hydrophobierten Naturfasern)

Gibt es einen Markt (Automobilsektor, Sportgeräte, etc.)? Wie sind die Chancen, neue Märkte zu erschließen? Gibt es Wettbewerber? Wie sind die Chancen, das Produkt überhaupt auf den Markt zu bringen? Welche weiteren Eigenschaften müsste das Produkt aufweisen, um sich von Konkurrenzprodukten abzuheben (Alleinstellungsmerkmal)?

Zu welchem Preis müsste das Produkt angeboten werden, um wettbewerbsfähig zu sein? Wie weit darf der Preis von den aktuellen Preisen möglicher Konkurrenzprodukte abweichen? Sind die Kunden bereit, ggf. mehr zu bezahlen (Naturfasergranulate mit fossiler Polypropylenmatrix (PP) werden heute zu Preisen von ca. 1,60 bis 4,00 €/kg angeboten (FNR 2019))?



**DURO
BAST** Thank you for your attention!



Olaf Porc

Staff Scientist

+49 172 45 84 836

olaf.porc@nova-institut.de

Techno-economic evaluation

Data Analysis

Renewable Feedstocks

Stay in touch: renewable-carbon.eu/newsletters