



Fig.1: 1986 the Countach Evoluzione : the dream of an all CFRP Lamborghini car



Fig.2: Hurican with a hybrid A1-CFRP chassis

## Kohlenstofffaser-verstärkte Duroplaste in Leichtbau-Anwendungen Herstellung, Nutzung und Wiederverwertung

Prof. Dr. Oliver Türk, Björn Helsper M.Sc., Franziska Beringer M.Sc.  
Transferstelle Bingen  
29.11.2016

# Kohlenstofffaser-verstärkte Duroplaste in Leichtbau-Anwendungen Herstellung, Nutzung und Wiederverwertung

Prof. Dr. Oliver Türk, Björn Helsper M.Sc., Franziska Beringer M.Sc.  
Transferstelle Bingen  
29.11.2016

# Die Transferstelle Bingen



- › Gründung 1989
- › Als Institut an der Technischen Hochschule Bingen (TH Bingen)
- › Integriert in die ITB gGmbH
- › Themen: Regenerative Energiesysteme, Rationelle Energienutzung und Biogene Werkstoffe

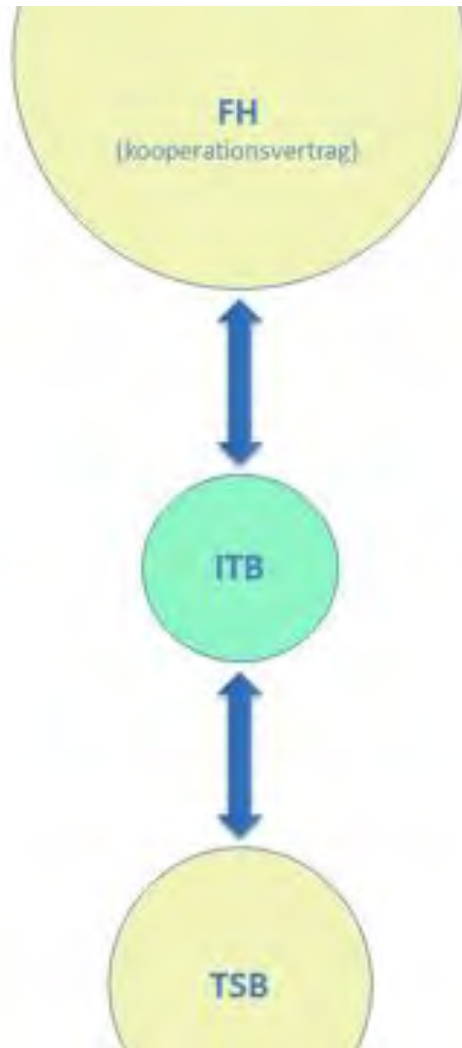
## Mitarbeiter


- › Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. Oliver Türk

## Die TSB heute:

- › 20 feste Mitarbeiter + 10 freie Mitarbeiter (Studierende)
- › Bundesweite Projekte mit Schwerpunkt RLP
- › Etwa 120 abgeschlossene Energieprojekte pro Jahr
- › Fachtagungen zu unterschiedlichen Energiethemen mit ca. 1.200 Besuchern pro Jahr

# Die Transferstelle Bingen



Institut für Innovation, Transfer und Beratung  
gemeinnützige GmbH (ITB gGmbH) 

- › vom Land Rheinland-Pfalz getragene Gesellschaft
- › Verschiedene Gesellschafter innerhalb der ITB gGmbH
  - › Ministerium der Finanzen-  
Beteiligungsverwaltung
  - › Industrie- und Handelskammer Rheinhessen
  - › Mainzer Volksbank, Sparkasse Rhein-Nahe
  - › Handwerkskammer Rheinhessen
- › Die ITB organisiert den Transfer von Wissen aus den rheinland-pfälzischen Fachhochschulen zur Wirtschaft und hält dabei Kooperationsverträge mit der
  - › TH Bingen, FH Mainz, FH Worms
- › Die TSB ist ein Geschäftsbereich der ITB gGmbH und nutzt diese auch als kaufmännische Organisation



Prof. Dr. Oliver Türk  
Wissenschaftlicher Leiter der  
TSB

- › Stoffliche Nutzung  
nachwachsender Rohstoffe
- › Energetische Nutzung  
nachwachsender Rohstoffe
- › Verbundwerkstoffe



Dipl.-Ing. Joachim Walter  
Geschäftsführer der TSB

- › Planung
- › Energiedesign
- › Forschung und Entwicklung
- › Lüftungs- und Klimatechnik
- › Energiemanagement
- › Mobilitätskonzepte
- › Biogene Werkstoffe



Dipl.-Ing. Michael Münch  
Stellvertretender  
Geschäftsführer der TSB

- › Geothermie
- › Regionale und kommunale  
Energienutzung
- › Energienutzung in der  
Abfallwirtschaft
- › Klimaschutzkonzepte
- › Gruben- und  
Thermalwasserwärme-  
nutzung

# Professoren an der TSB



Prof. Dr. Ralf Simon  
Mitglied des Energiebeirats  
Rheinland-Pfalz

- > Energiemanagement und -wirtschaft
- > Virtuelles Kraftwerk
- > Thermo- und Fluidodynamik



Prof. Dr. Elke Hietel  
Wissenschaftliche Projektleitung

- > Landschafts- und Bauleitplanung
- > Landschaftsbildanalysen
- > Artenschutz
- > GIS und Landschaftsinformationssysteme



Prof. Dipl.-Ing. Thomas Giel  
Wissenschaftliche Projektleitung

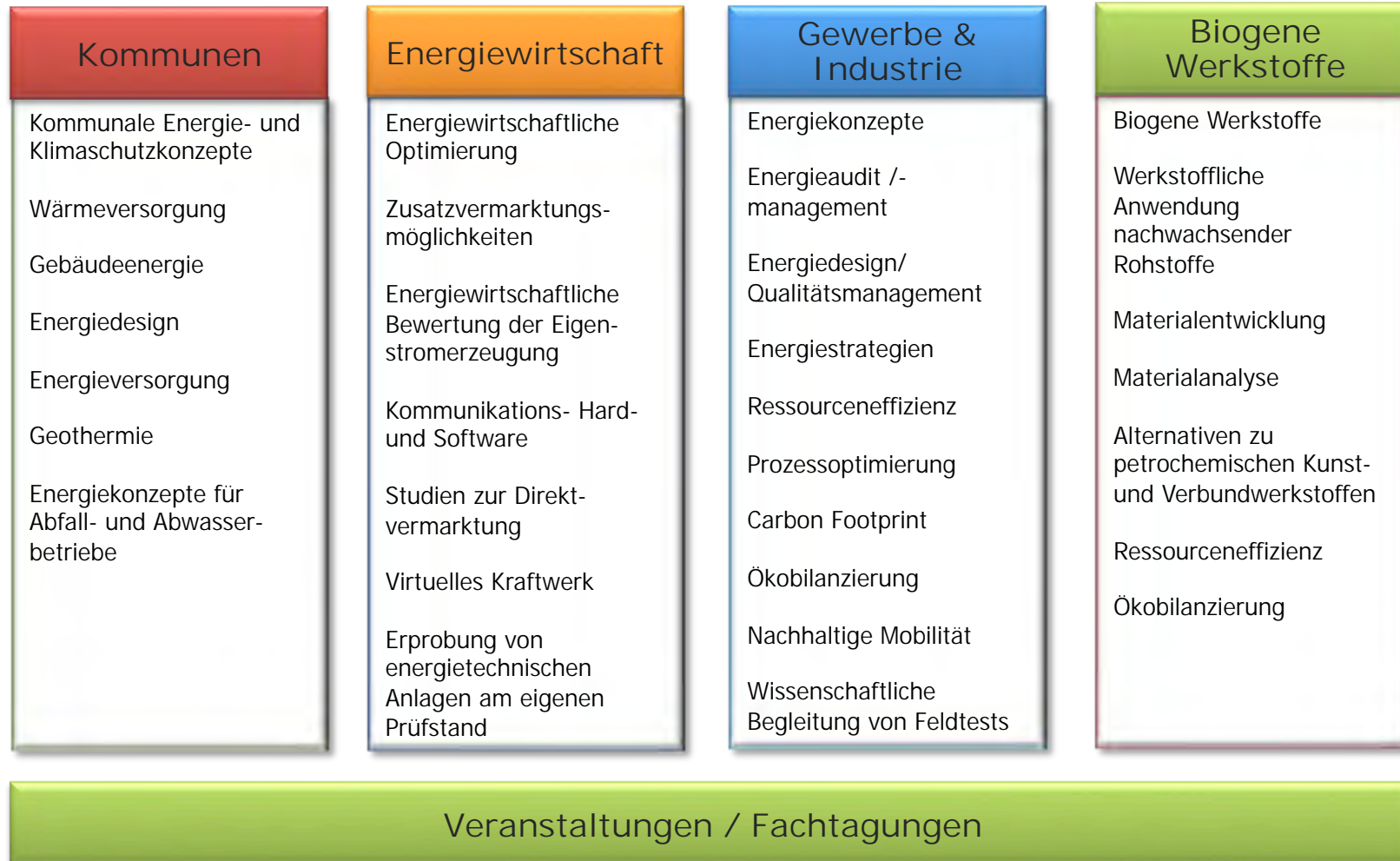
- > Gebäudetechnik (Heizung, Sanitär, Lüftung, Elektro)
- > Energieversorgung (KWK / Energieverteilnetze)
- > Technisches Gebäudemanagement



Prof. Dr. Markus Lauzi  
Wissenschaftliche Projektleitung

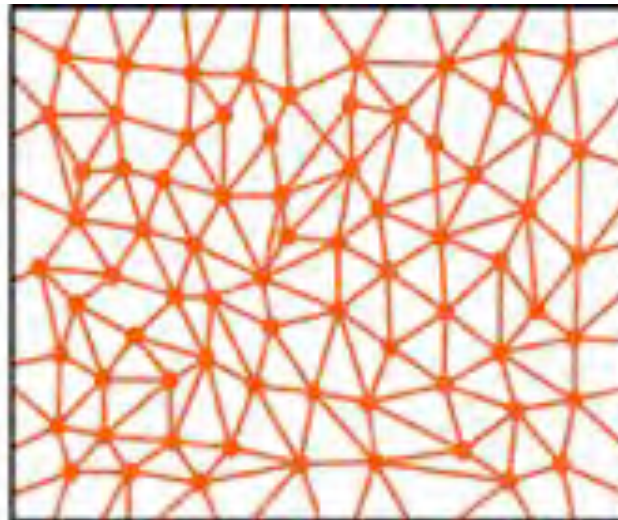
- > Mess- und Regelungstechnik
- > Beleuchtung
- > Elektrische Antriebe
- > Gebäude- und Industrieautomation

# Tätigkeitsfelder





Thermoplaste



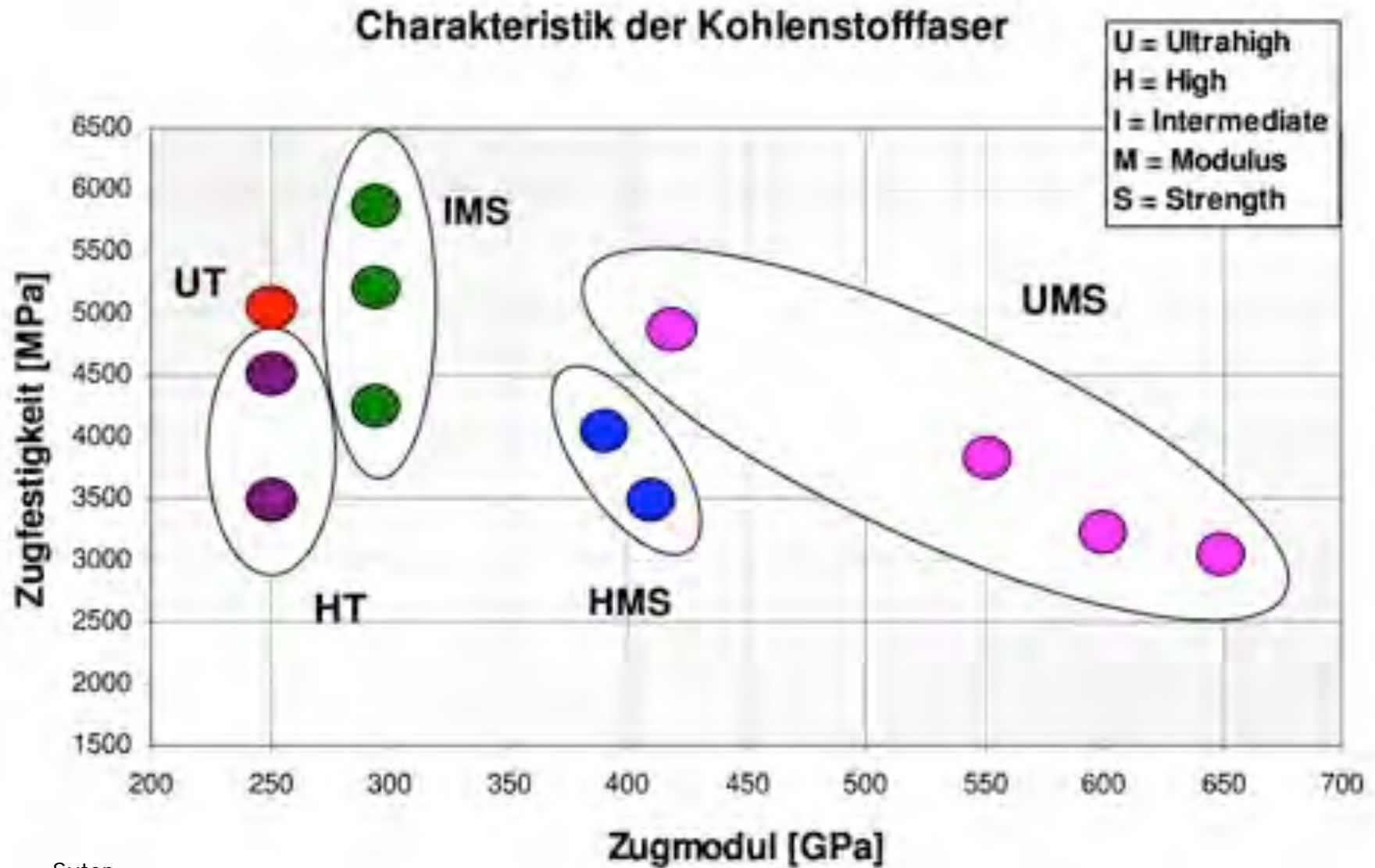
Duroplaste



Elastomere

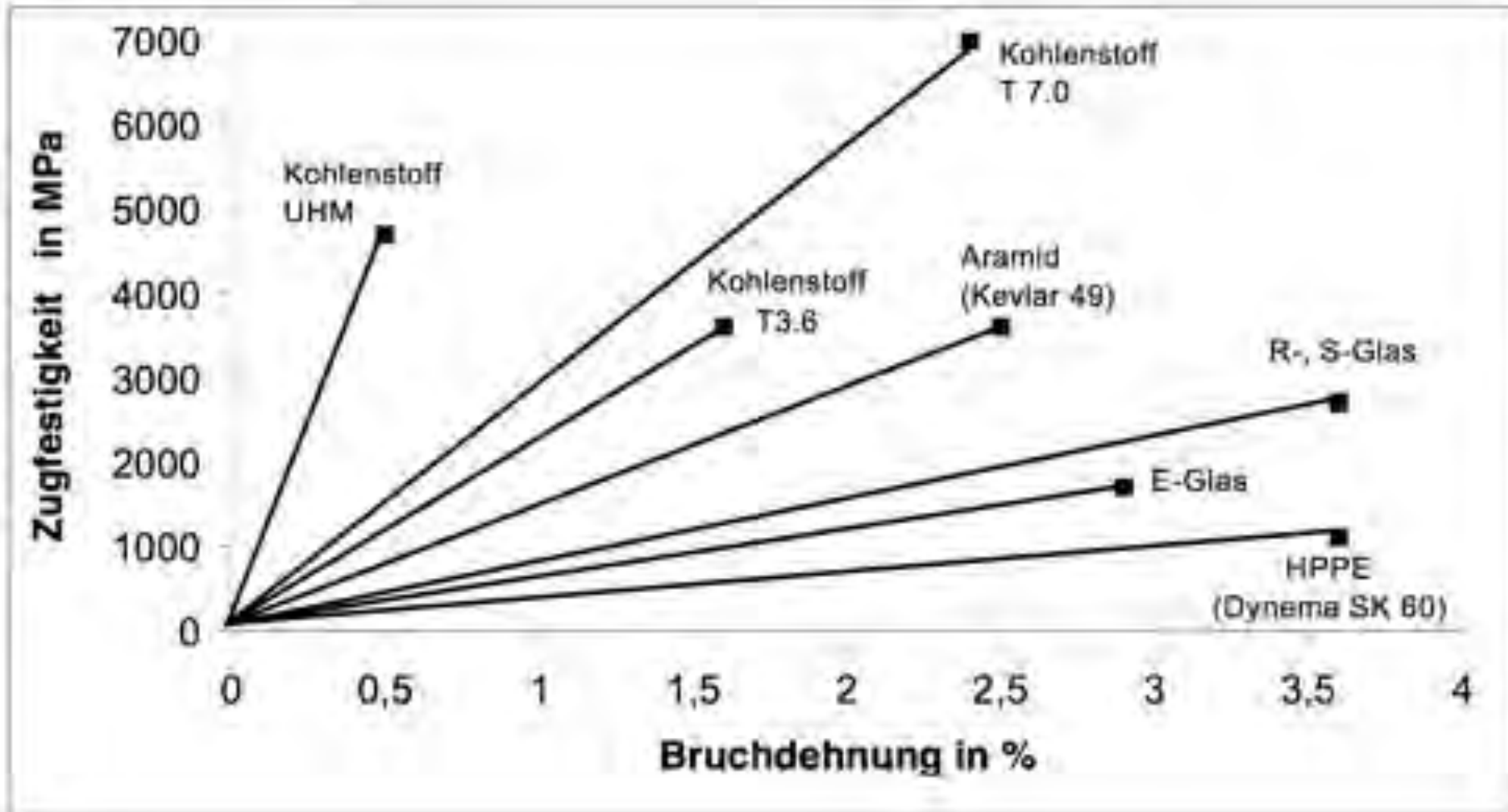


# Warum Kohlenstofffasern?



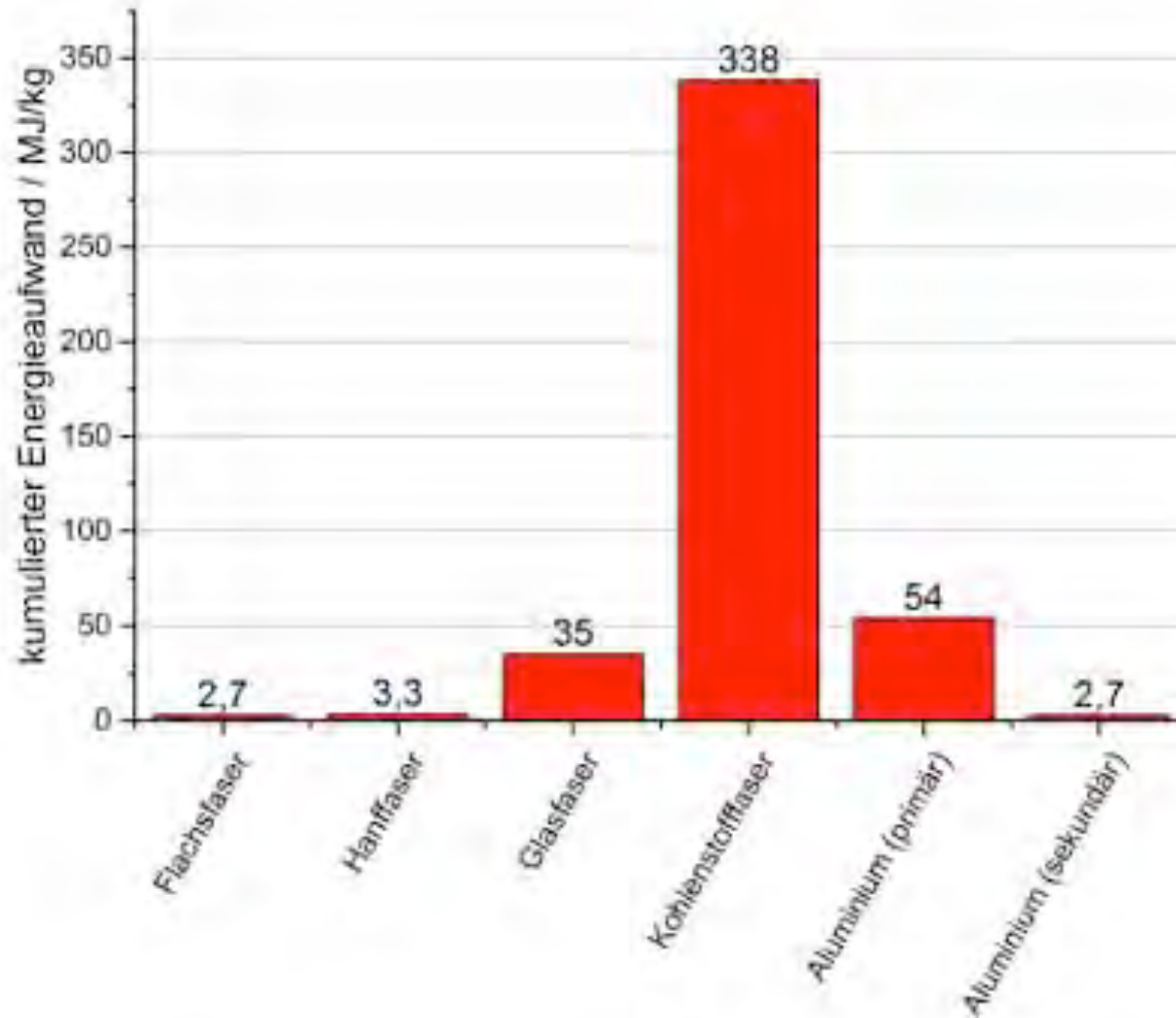
Suter

# Warum Kohlenstofffasern?



Fibretech

# Kumulierter Energieaufwand



# Textile Halbzeuge



Schnittfasern  
Rovings  
Vlies  
Gewebe  
Gelege  
Geflechte  
Gewirke  
Gestricke  
Endlosfasermatte  
Braiding (3D-Gewebe)  
Multiaxialgelege  
...

# Materialien / Verfahren



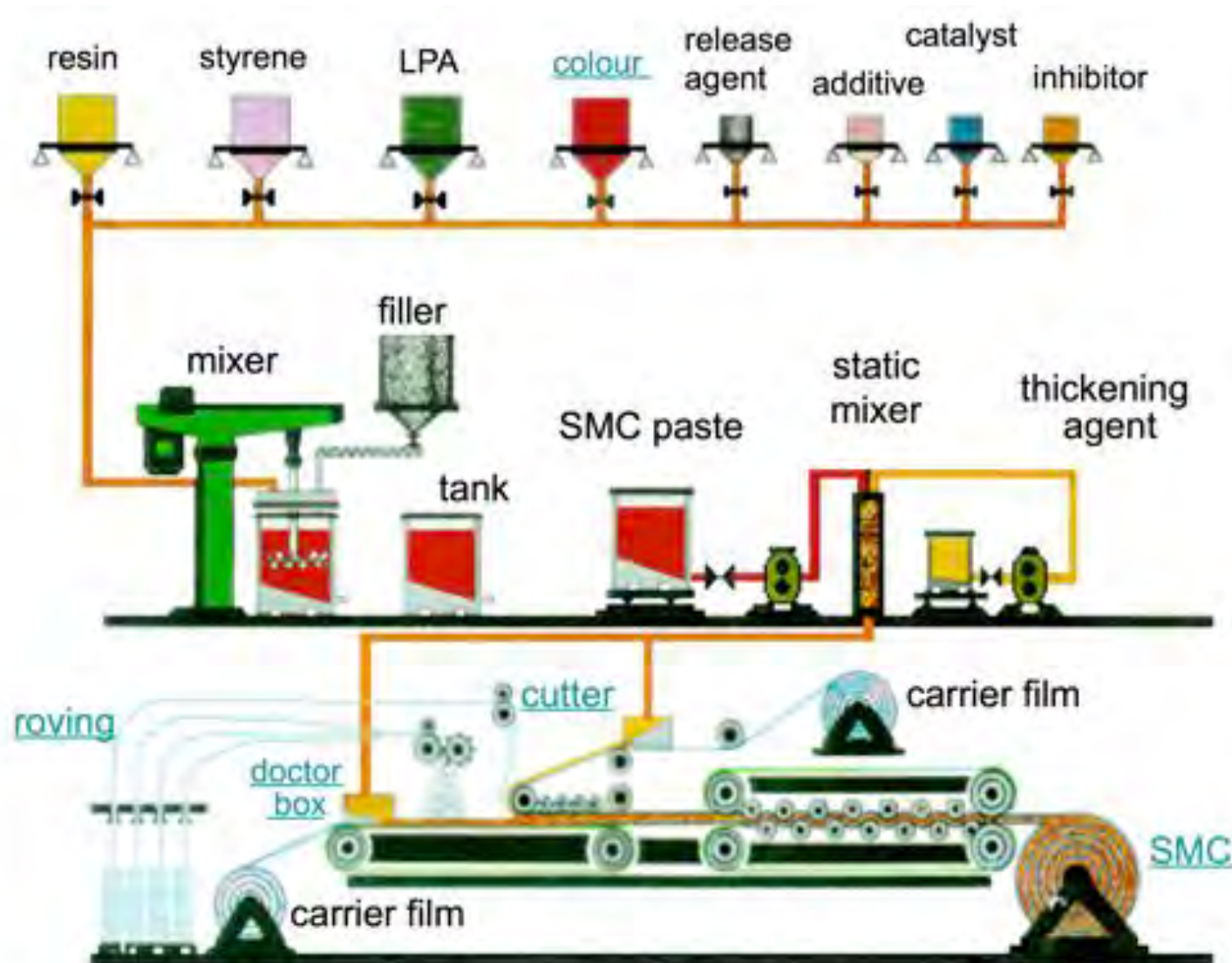
## Duroplastische Formmassen:

- Handlaminieren / Faserspritzen
- Nasspressen
- Wickelverfahren
- Pultrusion / Profilziehen
- Injektionsverfahren / RTM (VARTM)
- Spaltimprägnierverfahren
- Fließpressen von SMC / BMC
- Spritzgießen von BMC
- Prepreg (Autoklav)
- Duroplast-Tapelegen (Autoklav)
- Kontinuierliches Laminieren
- Schleuderverfahren

## Thermoplastische Formmassen:

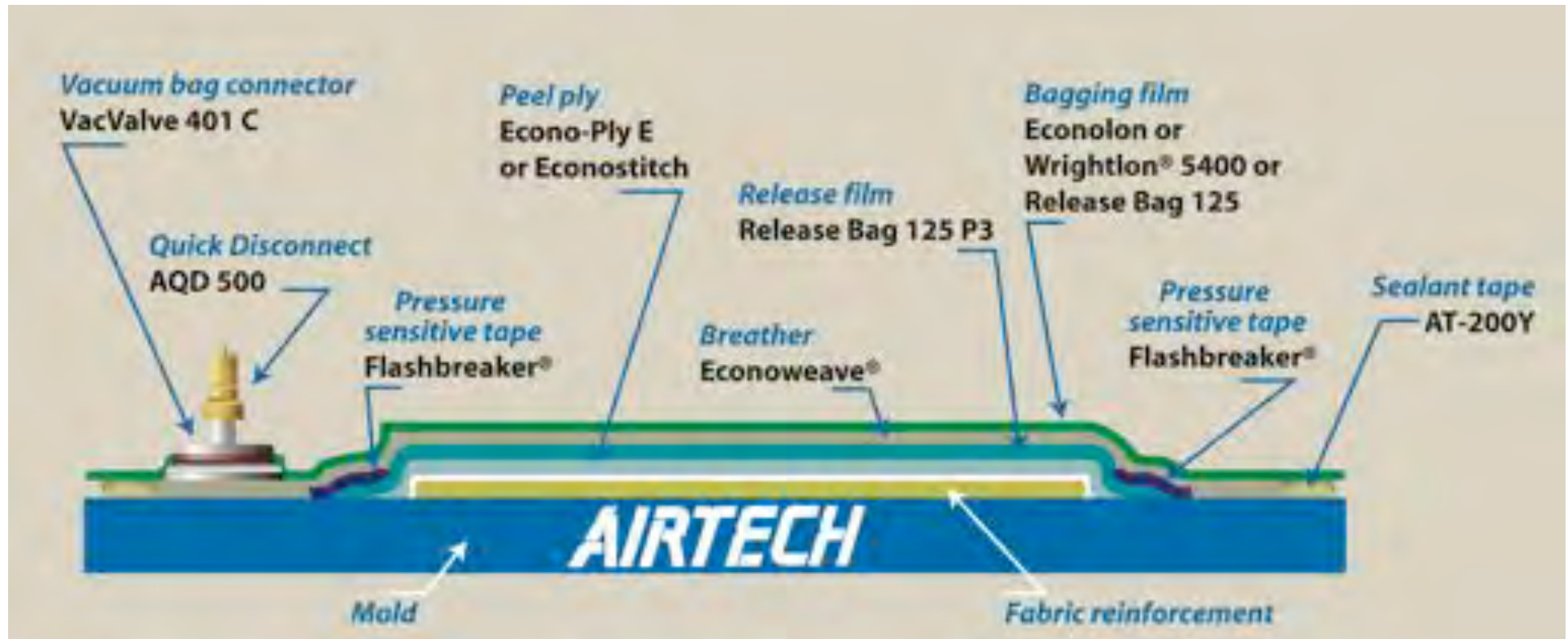
- Pressen von GMT / LFT
- Organobleche (Tiefziehen)
- Tapelegen
- Spritzgießen von LFT

# Materialien/Verfahren: SMC/BMC

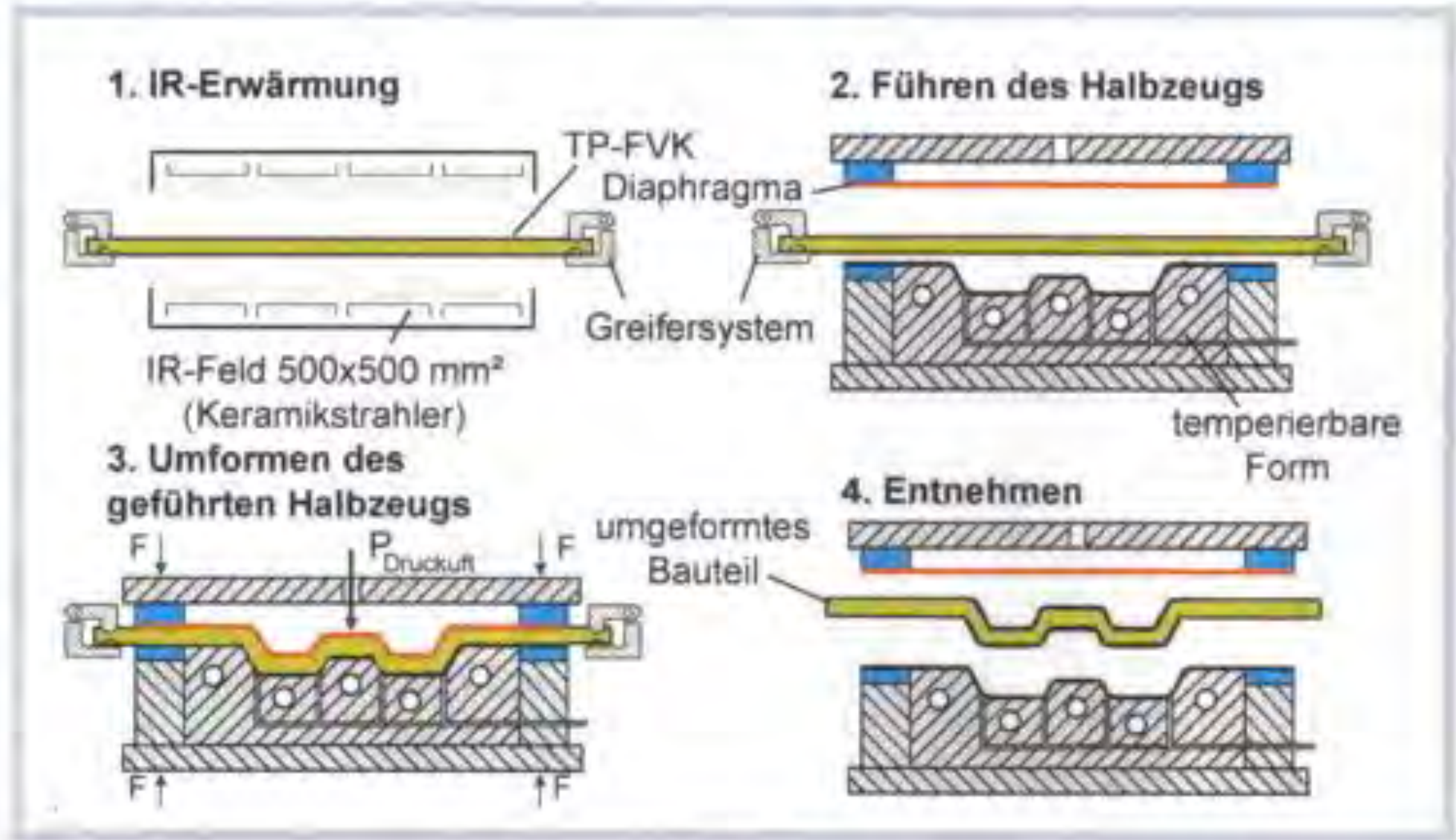


Polynt

# Materialien/Verfahren: Prepreg



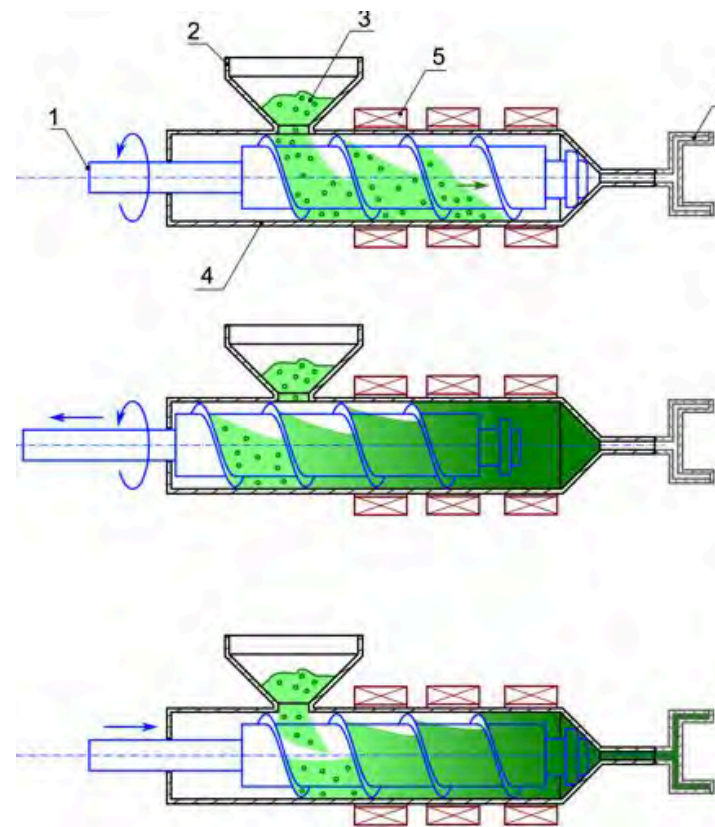
Airtech



Kunststoffe



# Materialien/Verfahren: Spritzgießen



Toray / Wikipedia

# Anwendungen: Sport



Romay



# AVK-Innovationspreis



AVK

# Anwendungen: Automobil



Polynt / lightweight magazine

# Anwendungen: Schiffsbau



Brødrene AA

# Anwendungen: Schiffsbau



Brødrene AA

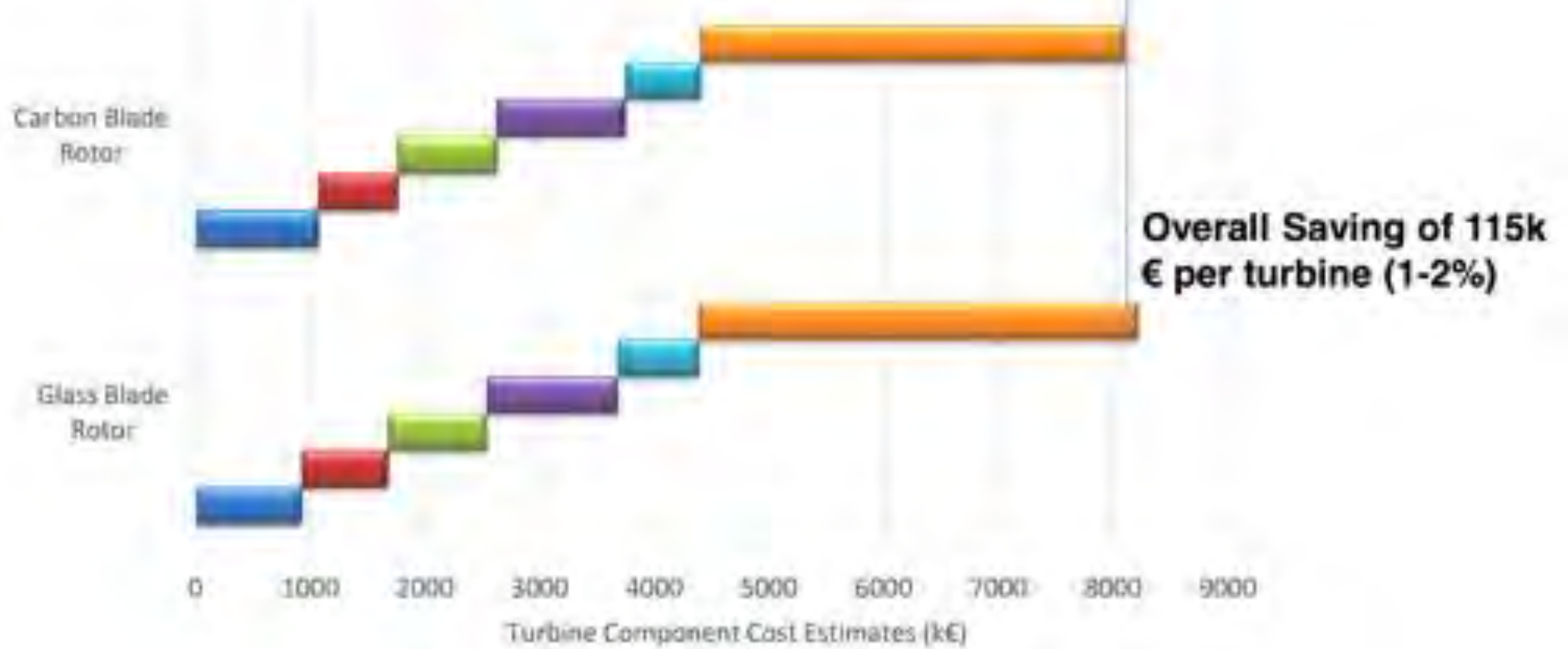
# Anwendungen: Bau/Konstruktion



# Anwendungen: Windenergie



### Comparison of Overall System Costs



|               |                     |                     |               |            |                |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------|------------|----------------|
| ■ Rotor Costs | ■ Nacelle Structure | ■ Balance of System | ■ Drive Train | ■ Tower    | ■ Substructure |
| <b>+16%</b>   | <b>-9%</b>          | <b>+1%</b>          | <b>-2%</b>    | <b>-7%</b> | <b>-3%</b>     |

Structeam Ltd.



# Anwendungen: Windenergie



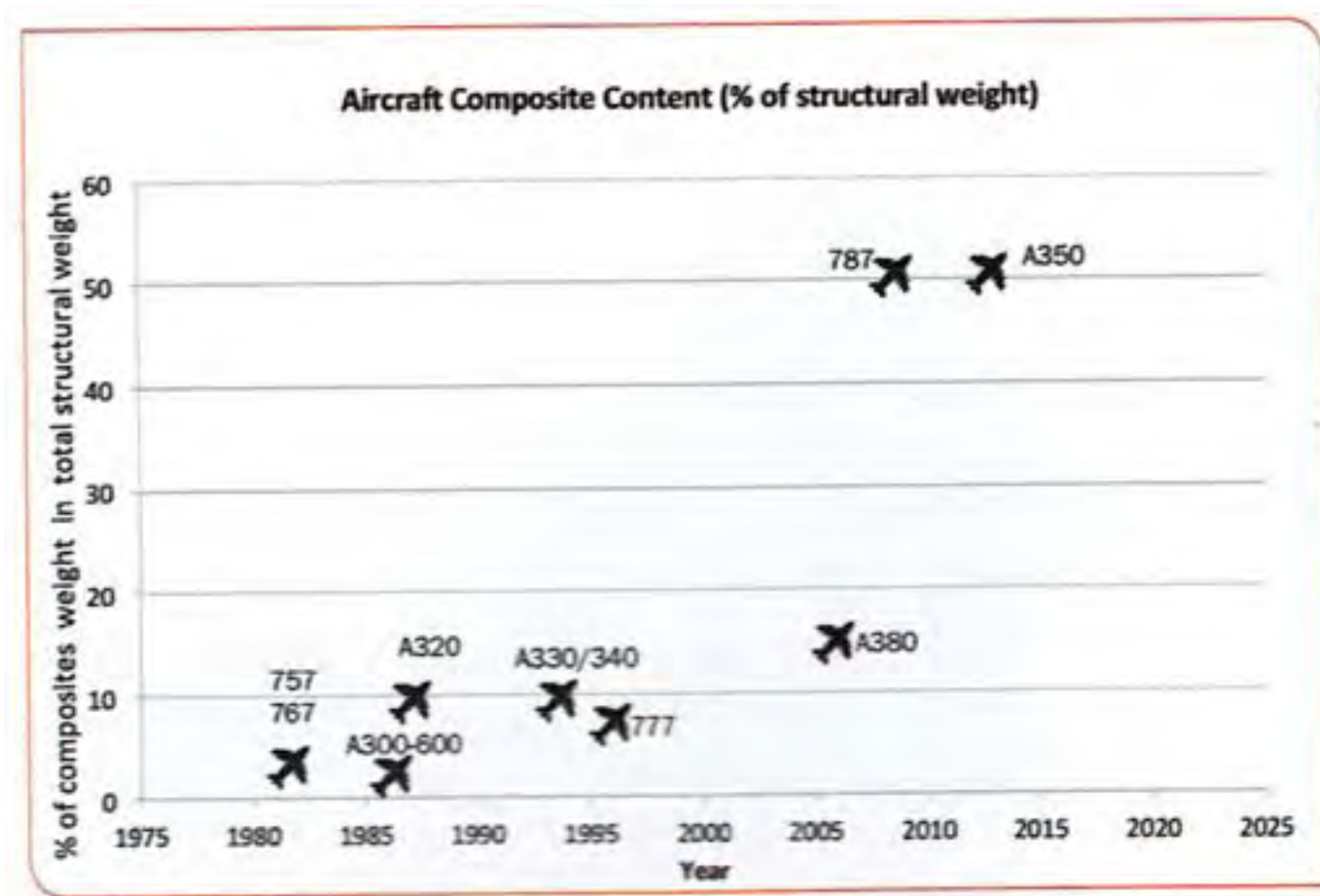
- **Reduced CAPEX + Higher Energy Yield = Lower Cost of Energy**
  - Apply Representative Cost Model to a 500MW Offshore Farm (83 Turbines)
  - **33.7M € over 25 year life or 1.3M €/year saving for typical farm**



Structeam Ltd.

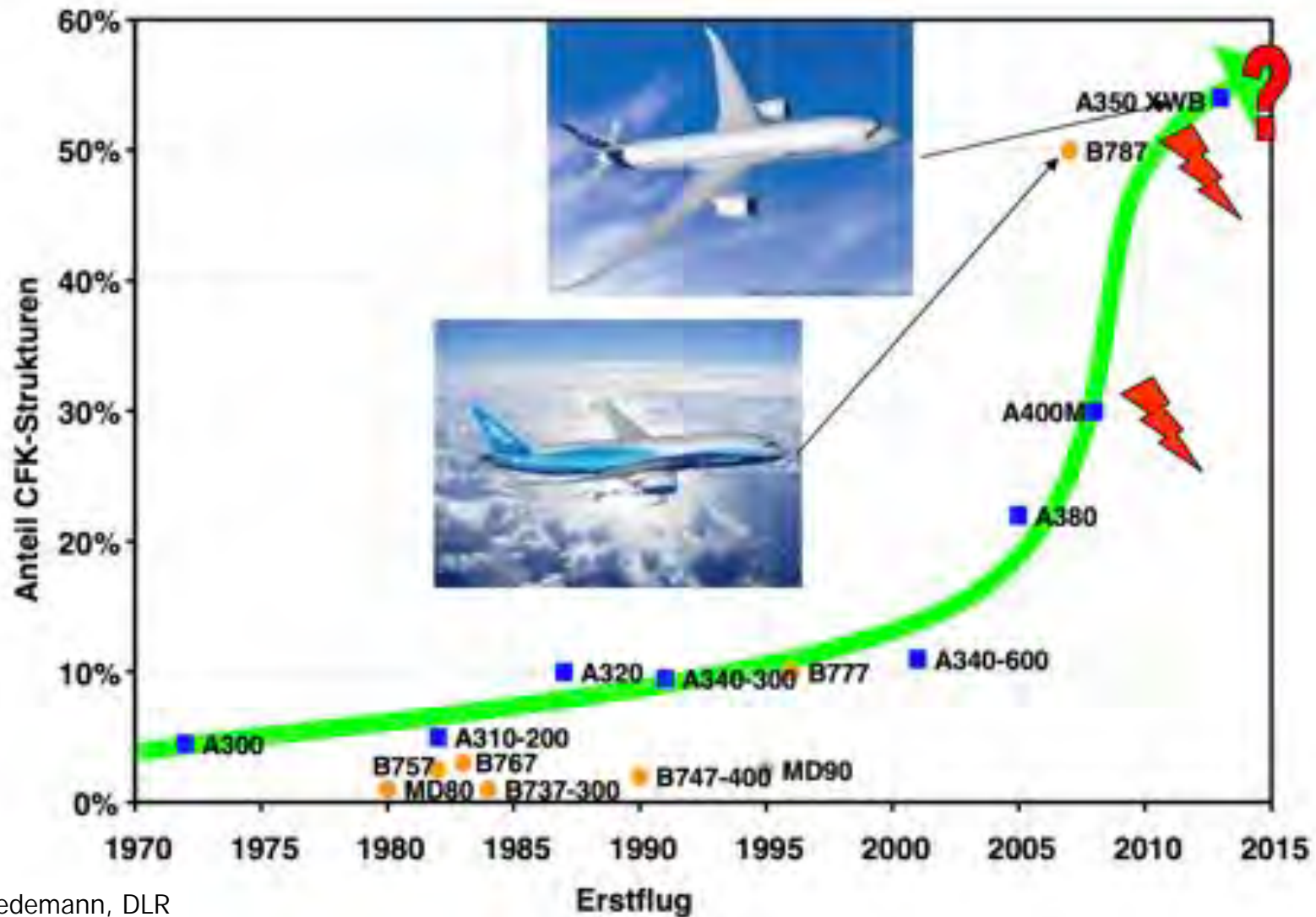
**Overall benefit is 43.2M €**

# Anwendungen: Luftfahrt



JEC

# Anwendungen: Luftfahrt



Wiedemann, DLR

# Anwendungen: Automobil: BMW



# Anwendungen: Automobil: BMW



BMW

# Anwendungen: Automobil: BMW



SGL Carbon

# Anwendungen: Automobil

2015

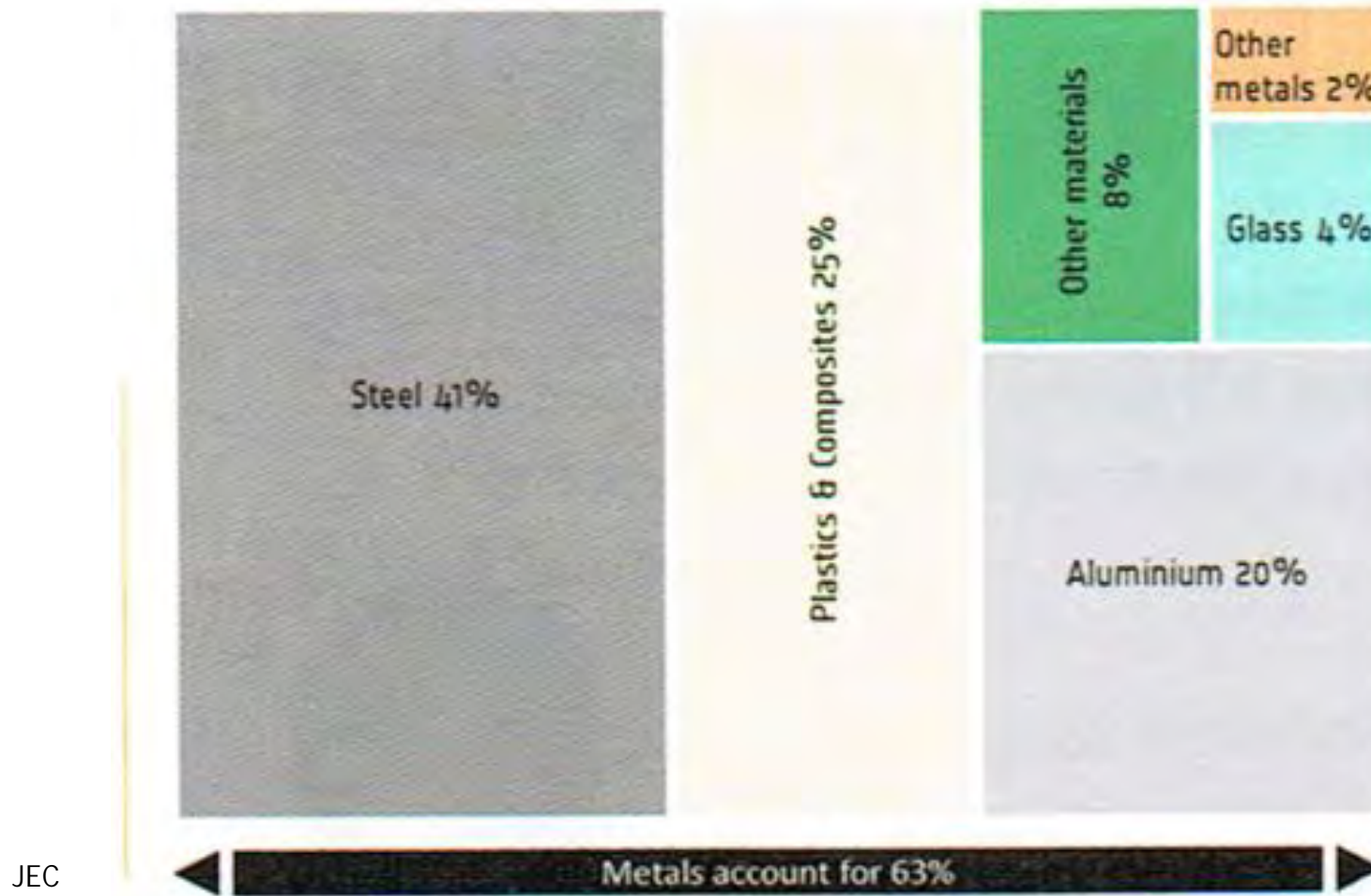


JEC

# Anwendungen: Automobil



2020???



JEC

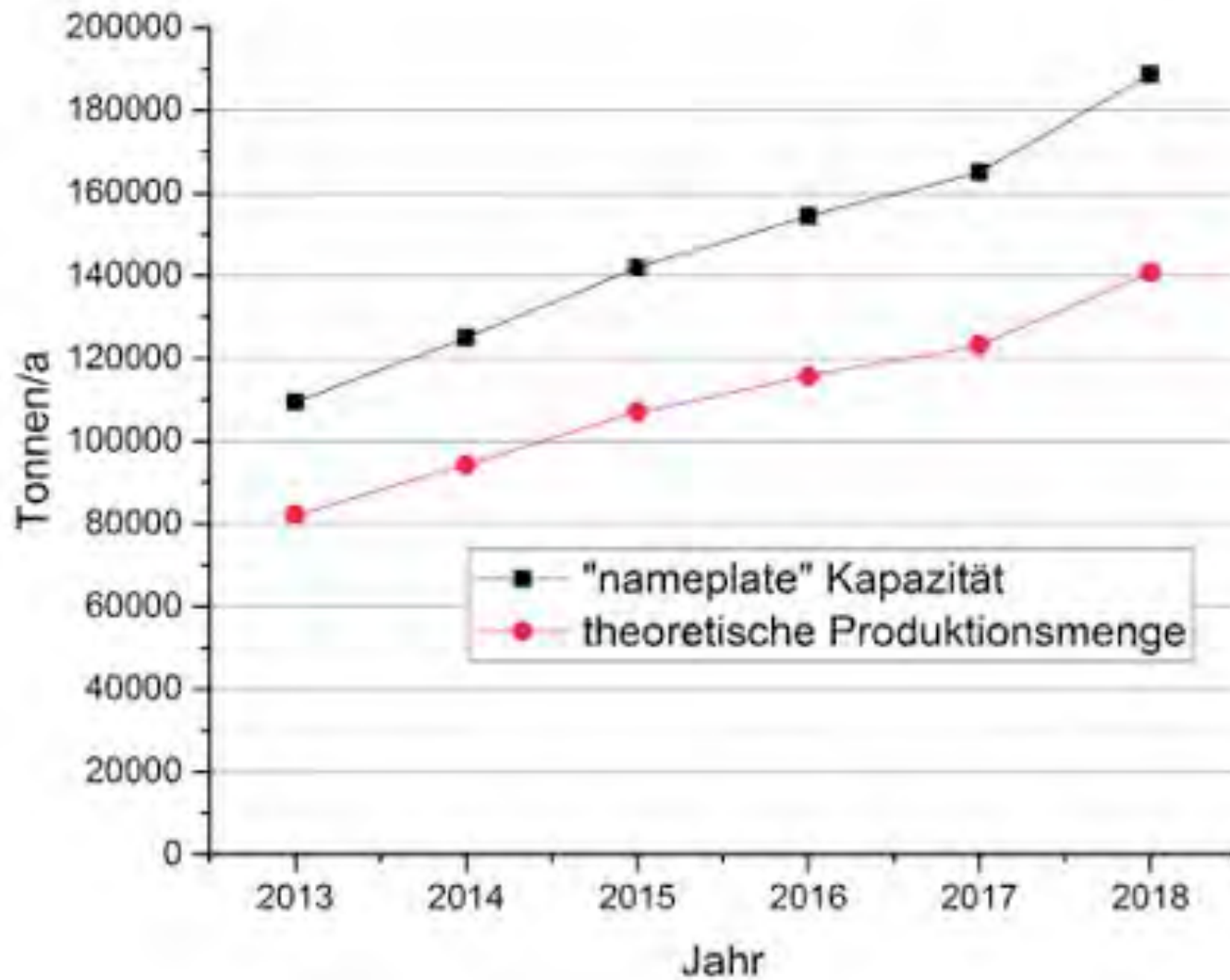


# Markt – Wachstum



JEC

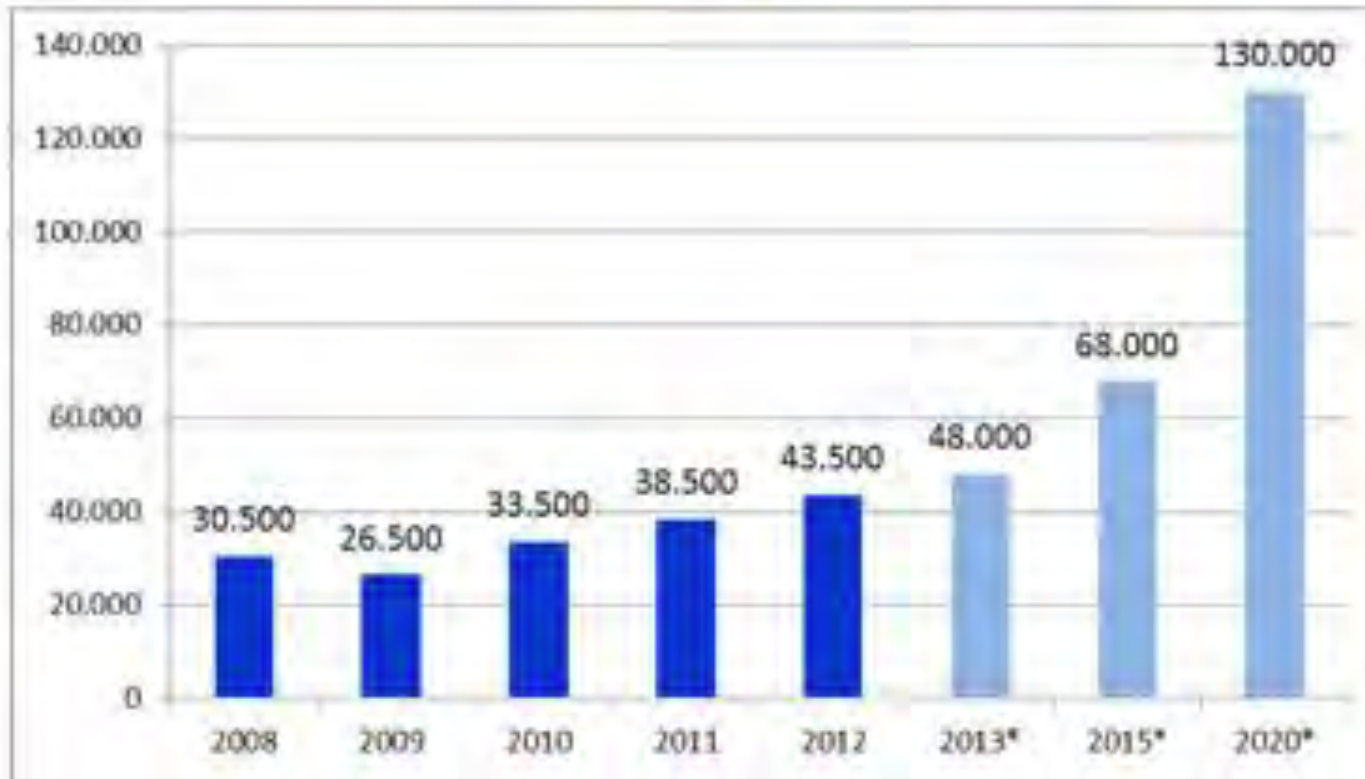
# Markt – Produktionsmenge CF



# Markt - Kohlenstofffasern



## Bedarf für Carbonfasern [t] Kenntnisstand und Prognose - Stand 2013



**Bis 2020 erwartete  
Wachstumsrate:  
über 13%**

\* Schätzwerte

Quelle: CCeV - CFK Marktbericht 2013

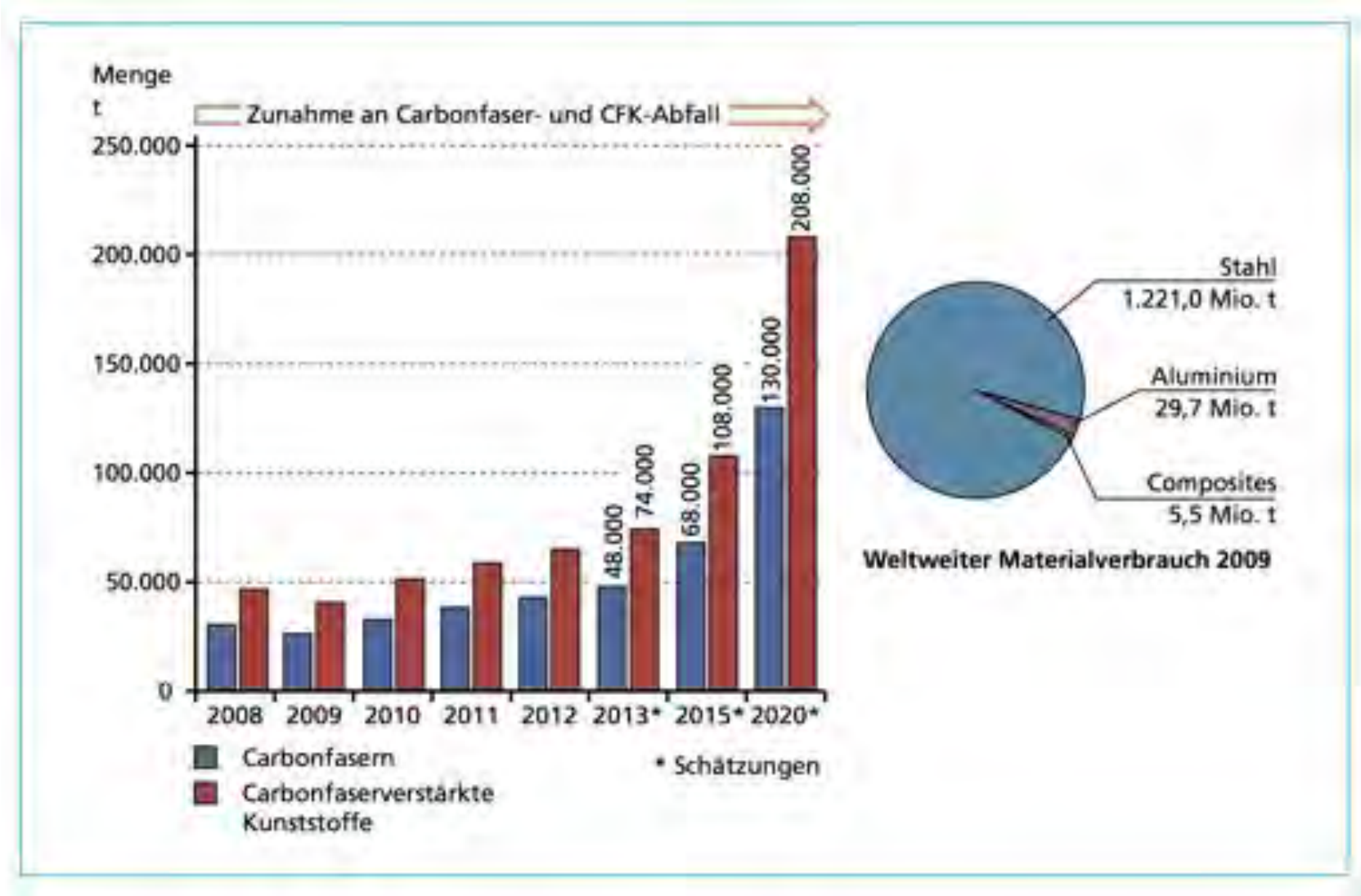
CCeV

# Markt - Recycling

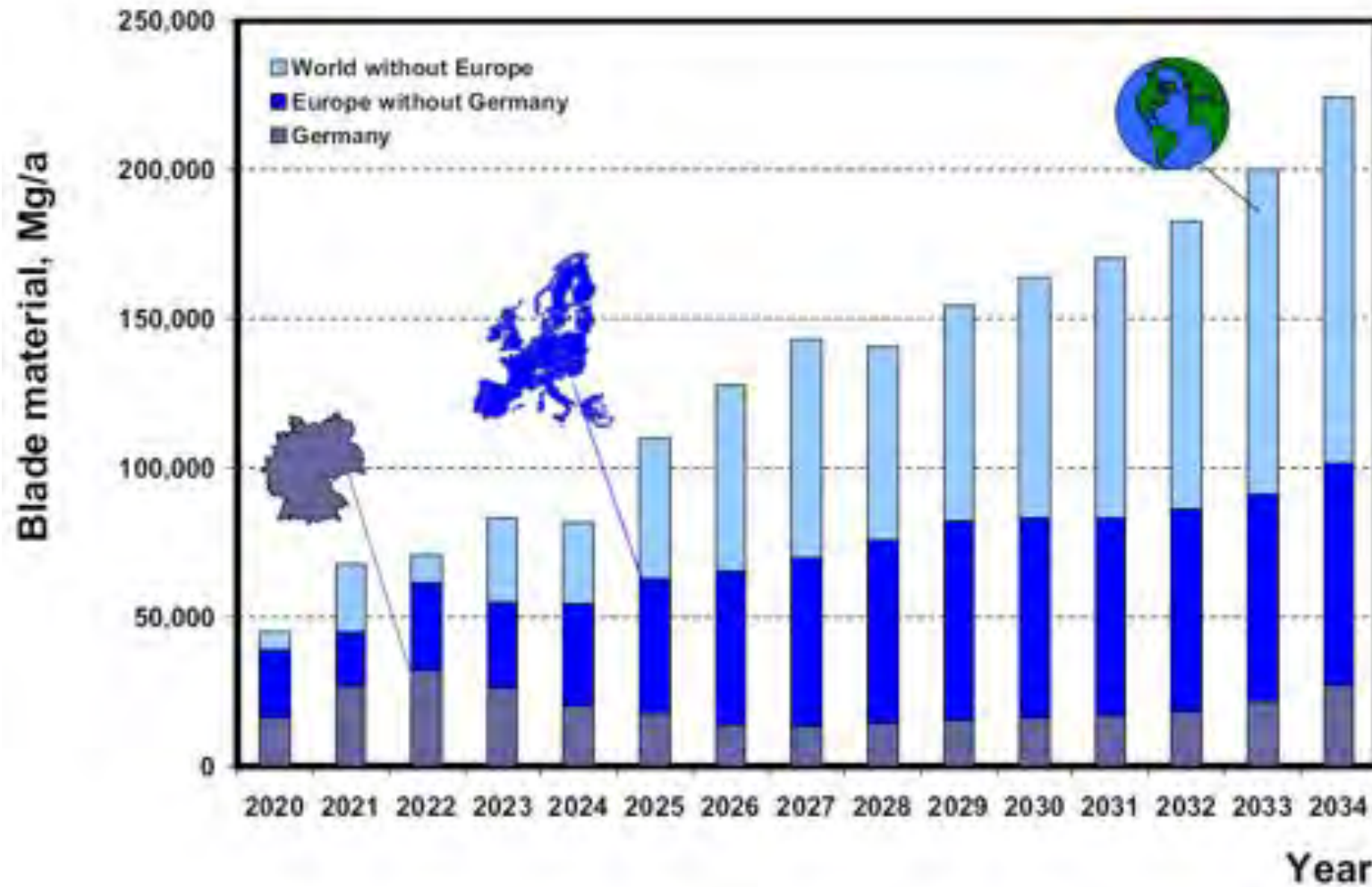


| <b>Bewertungs-<br/>kriterium</b><br><br><b>Anwendungsfeld</b> | <b>zukünftiges<br/>Aufkommen</b> | <b>Logistik-<br/>Fit</b> | <b>stoffliche<br/>Verwertung</b>   | <b>Nachfrage n.<br/>Sekundärmaterial<br/>perspektivisch</b> |
|---|----------------------------------|--------------------------|--|---|
| <b>Rotorblätter Wind-<br/>kraftanlagen</b>                    | <b>steigend</b>                  | <b>gut</b>               | <b>kein<br/>Standard,</b>  | <b>mittel</b>   |
| <b>Automobilindustrie</b>                                     | <b>steigend</b>                  | <b>gut</b>               | <b>bislang nur<br/>Deponierung<br/>und teilweise<br/>thermische<br/>Verwertung</b> | <b>hoch</b>   |
| <b>Luftfahrt</b>  | <b>steigend</b>                  | <b>gut</b>               |  | <b>gering</b>   |

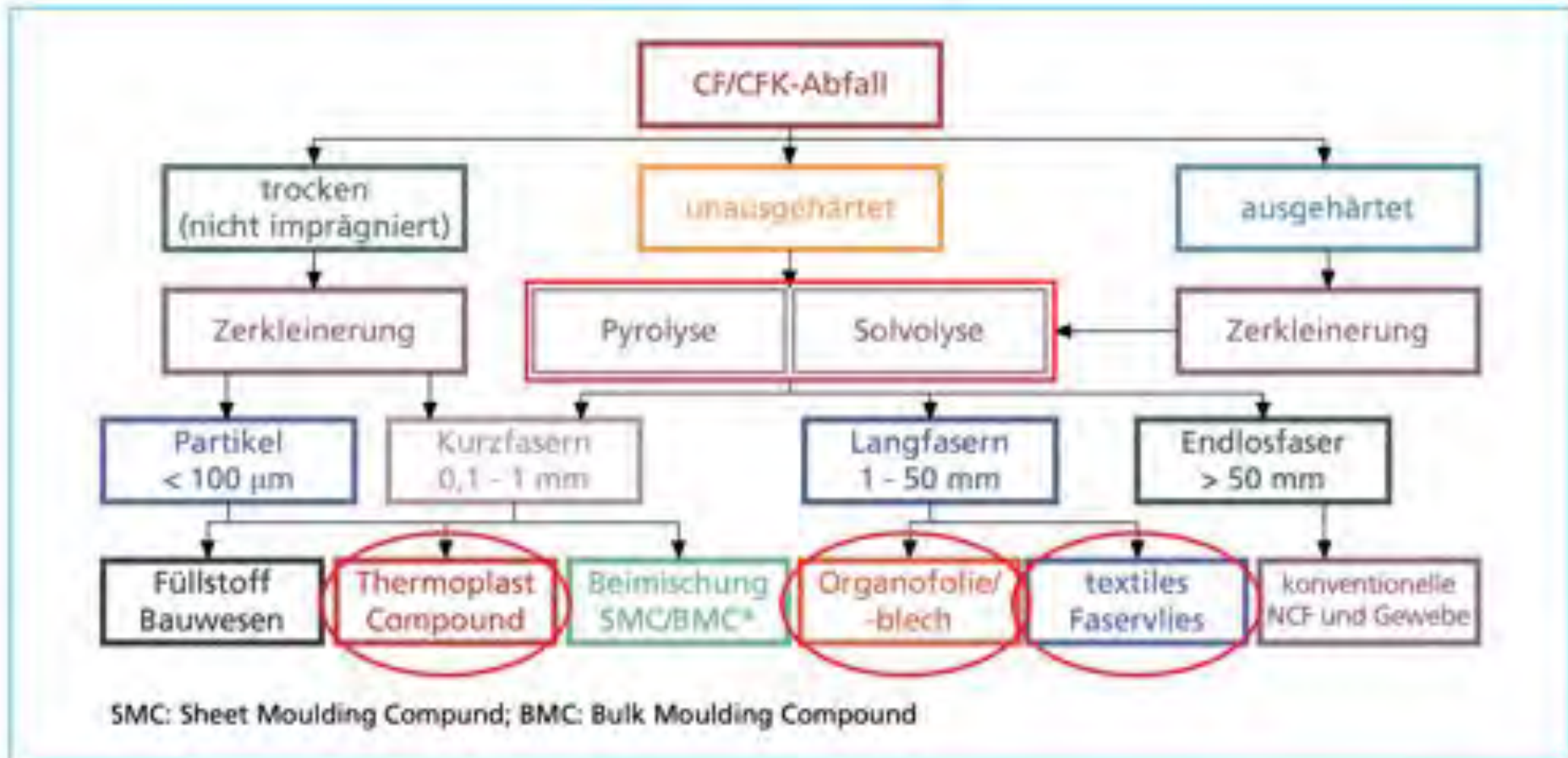
# Markt - Recycling



# Markt – Recycling - WEA



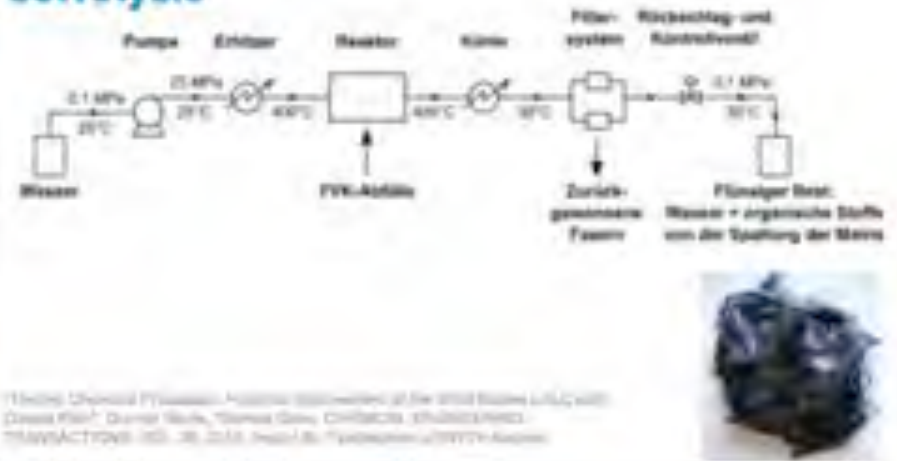
bifa



## Pyrolysis



## Solvolytic



## Fluidised bed recycling



"Carbon fibre retransmission of carbon fibre recycled using Fluidised Bed"  
G. Zeng<sup>1</sup>, S.J. Pinnering, G.B. Walker, A.M. Wong, C.D. Rudd  
Applied Surface Science 204 (2006) 2585-2593

CarboNxt

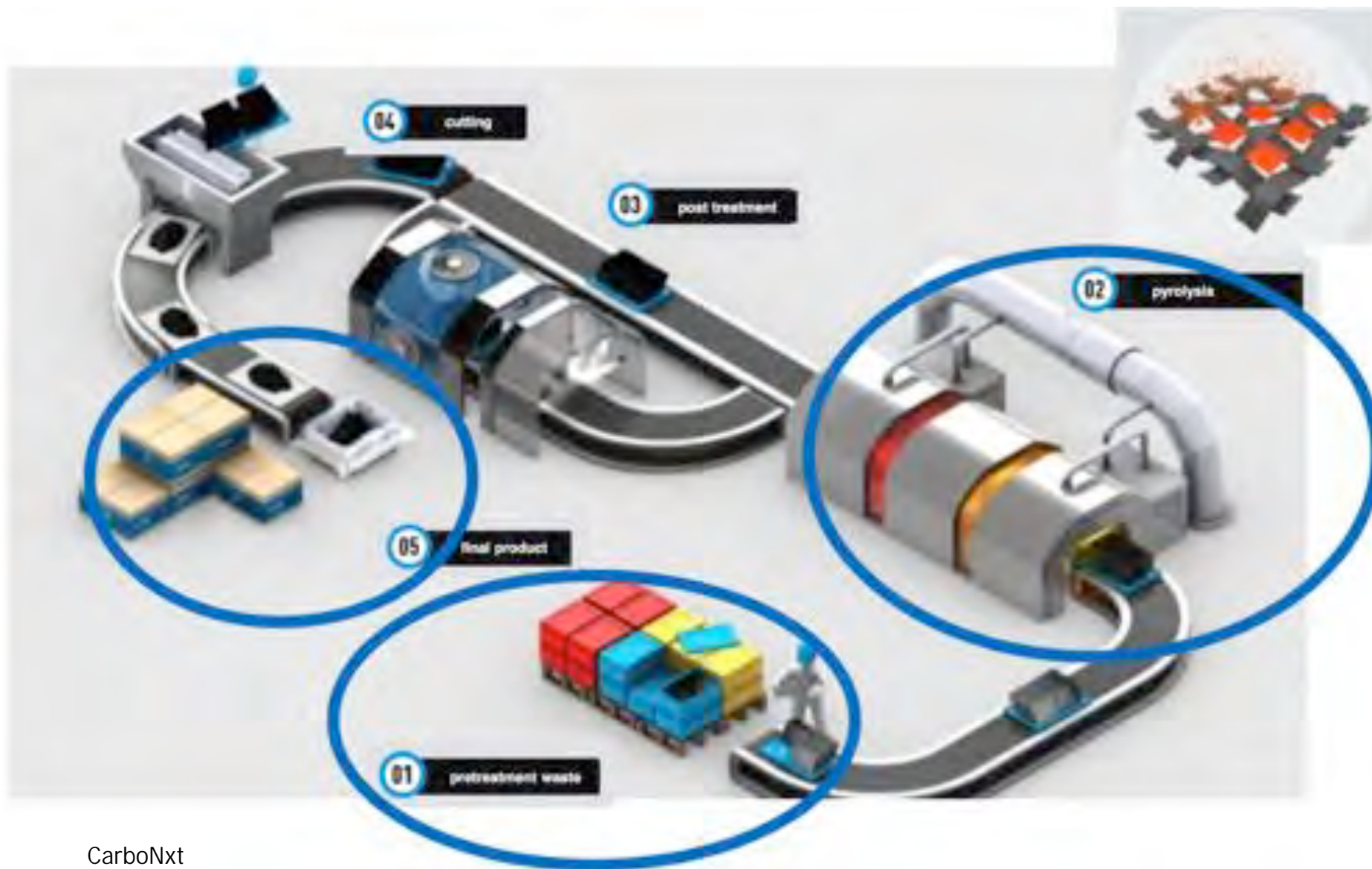
## Electrodynamic fragmentation



Fiber Quality product (FVK-0201-1-02041-04) Characteristic of Electrodynamic fragmentation by electrodynamic fragmentation process

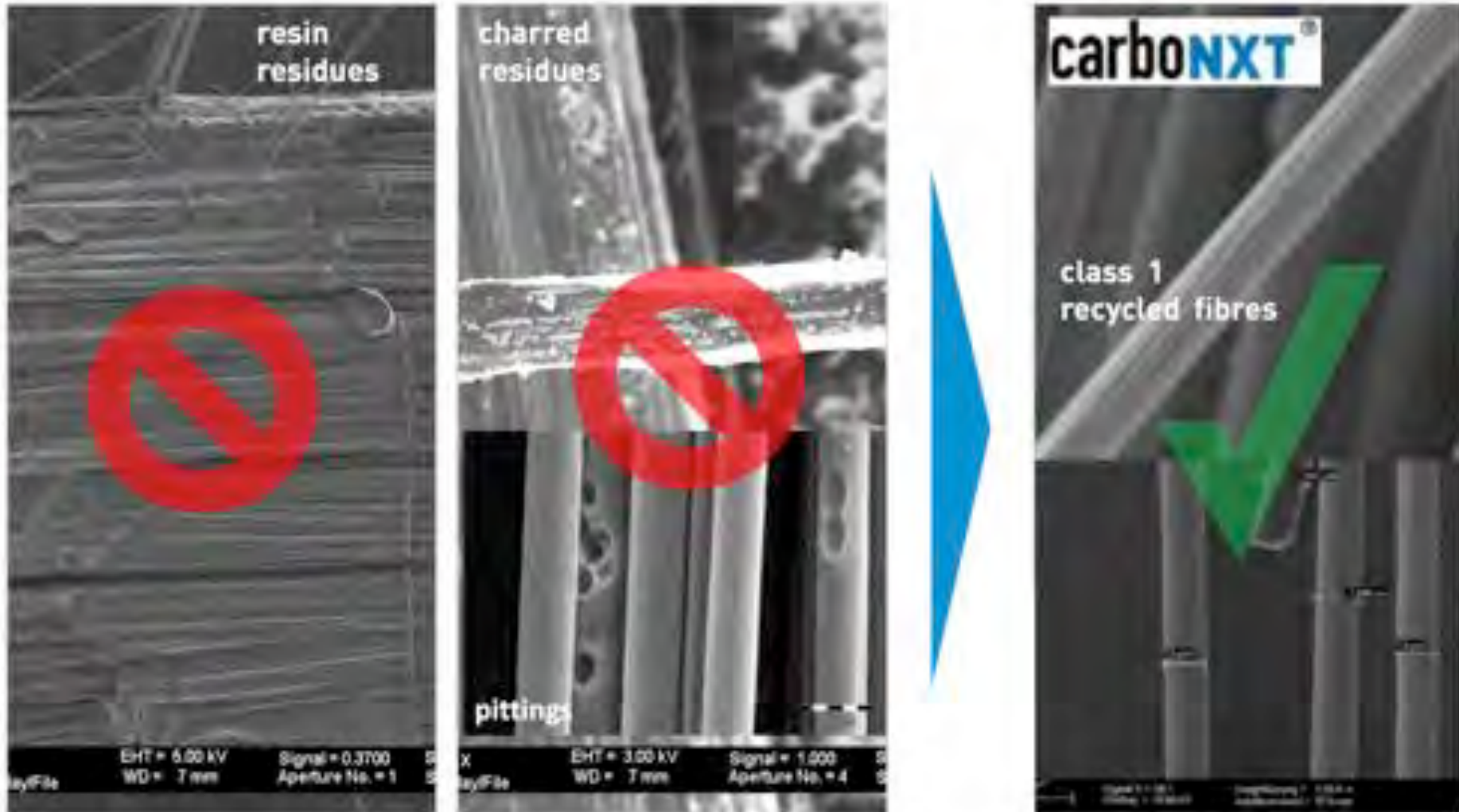


# Pyrolyse - Carbonxt



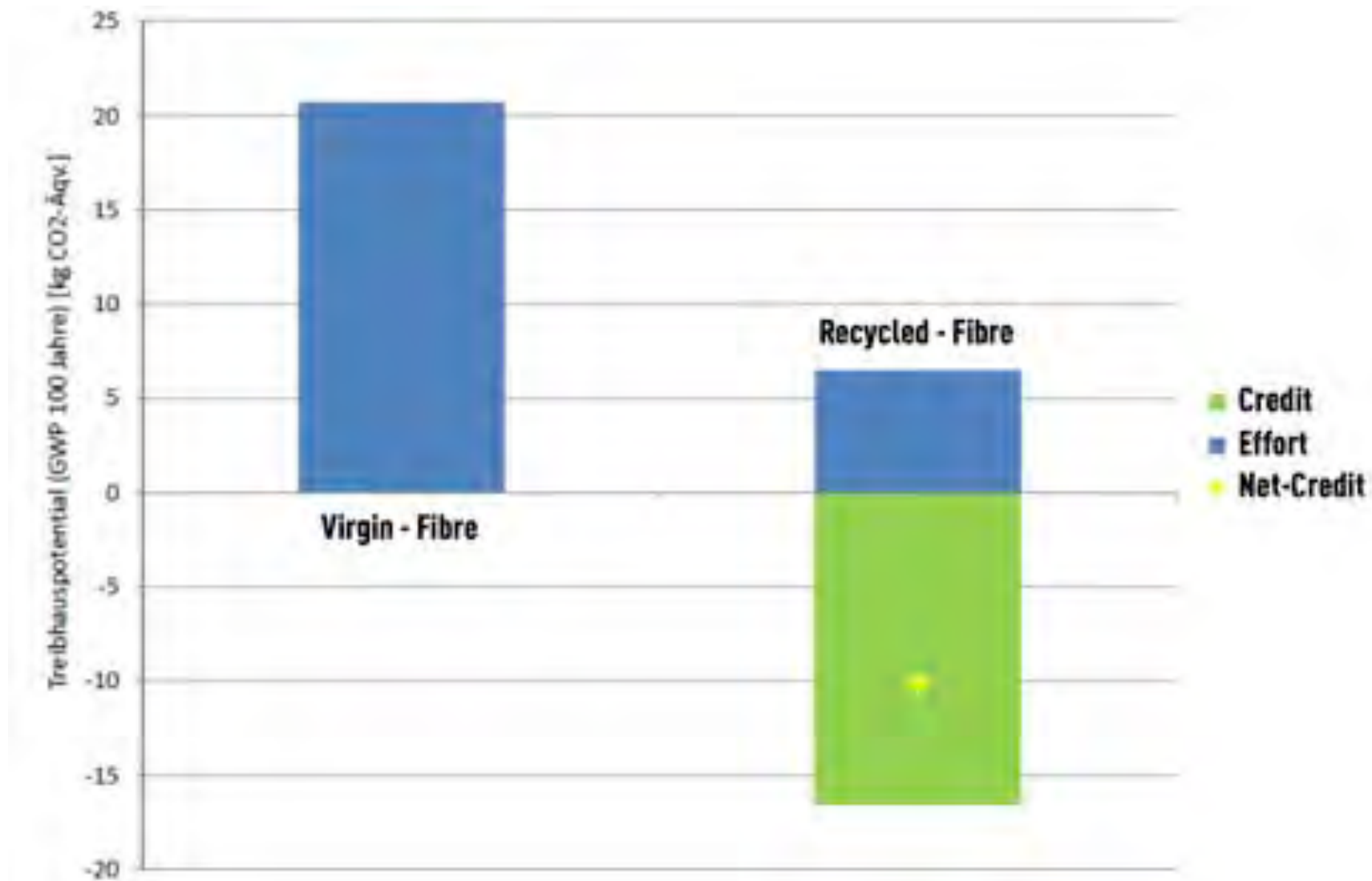
CarboNxt

# Pyrolyse - Carbonxt



CarboNxt

# Pyrolyse - Carbonxt

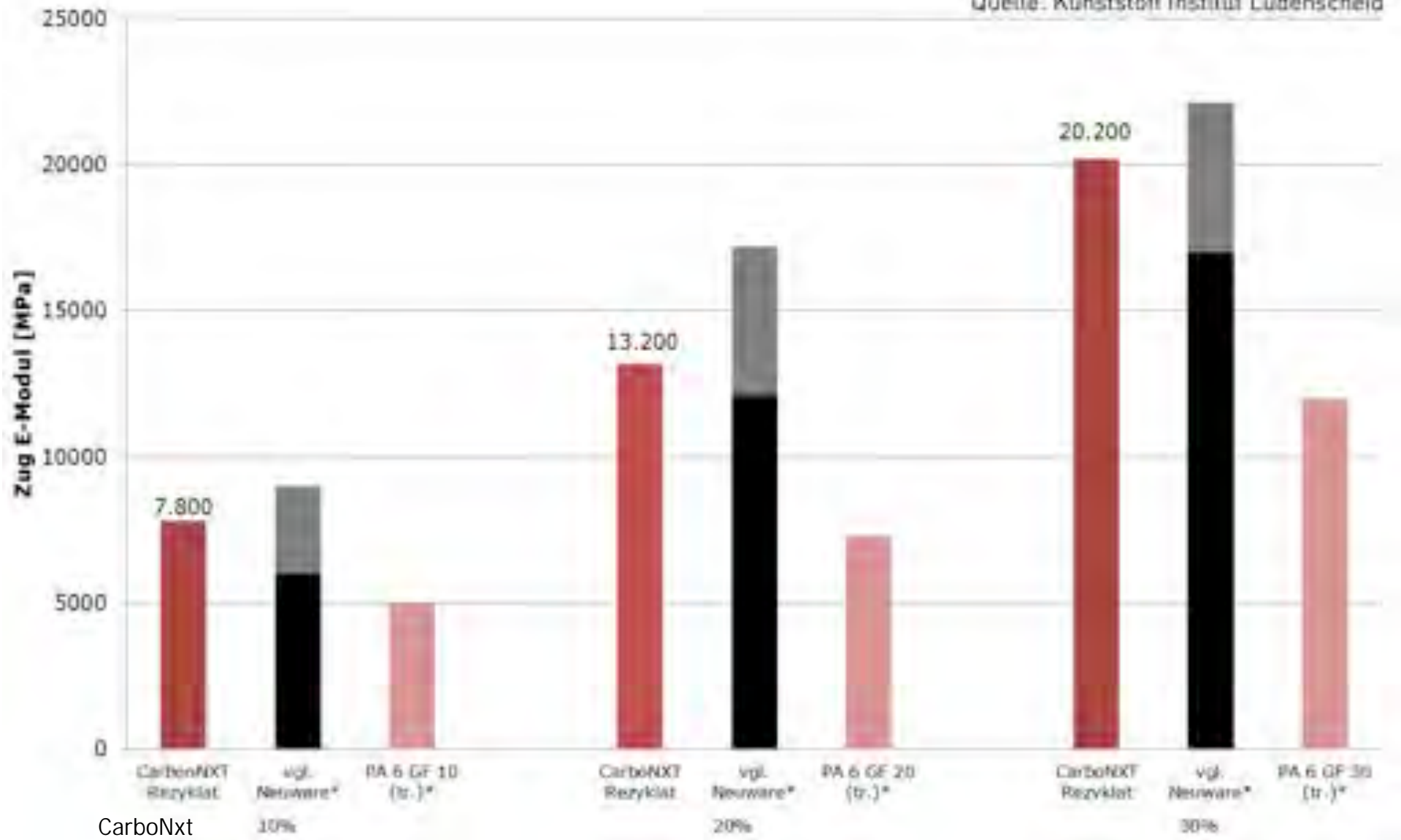


CarboNxt

# Pyrolyse - Carbonxt



Quelle: Kunststoff Institut Lüdenscheid



CarboNxt

# Pyrolyse - Carbonxt



**carboNXT**<sup>®</sup>

CarboNxt

# Automobilbauteile aus Rezyklat



Kunststoffe

- Zunahme der Nutzung von Verbundwerkstoffen
- Kohlenstofffaser-verstärkte Verbundwerkstoffe sind ein Teil der Lösung im Hinblick auf aktuelle Herausforderungen
  - CO<sub>2</sub>-Einsparung -> Leichtbau für Elektromobilität und Windenergie
- Produktionsmengen nehmen zu (Prognose +13 %/a)
- „end-of-life“-Bauteile nehmen zu
- Energieaufwand bei der Herstellung von C-Fasern enorm hoch
- Recyclingverfahren bislang nur wenige etabliert
- Verlust an Wertschöpfung bei der Wiederverwertung („Downcycling“) bislang kaum vermeidbar
- Intelligenter Einsatz der recycelten Materialien notwendig
- Weiterentwicklung der Recycling-Verfahren notwendig
- Ggf. Entwicklung neuer Verfahren



Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit!



Haben Sie noch Fragen?  
Sprechen Sie uns gerne an.



Transferstelle Bingen, Berlinstraße 107a, 55411 Bingen  
Telefon: 06721- 98 424 - 0, Mail: [tsb@tsb-energie.de](mailto:tsb@tsb-energie.de)