

## Von der Kunststoffverarbeitung zu komplexen Materialien

*Prof. Dr. G. Heinrich*

*Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF)*

*und*

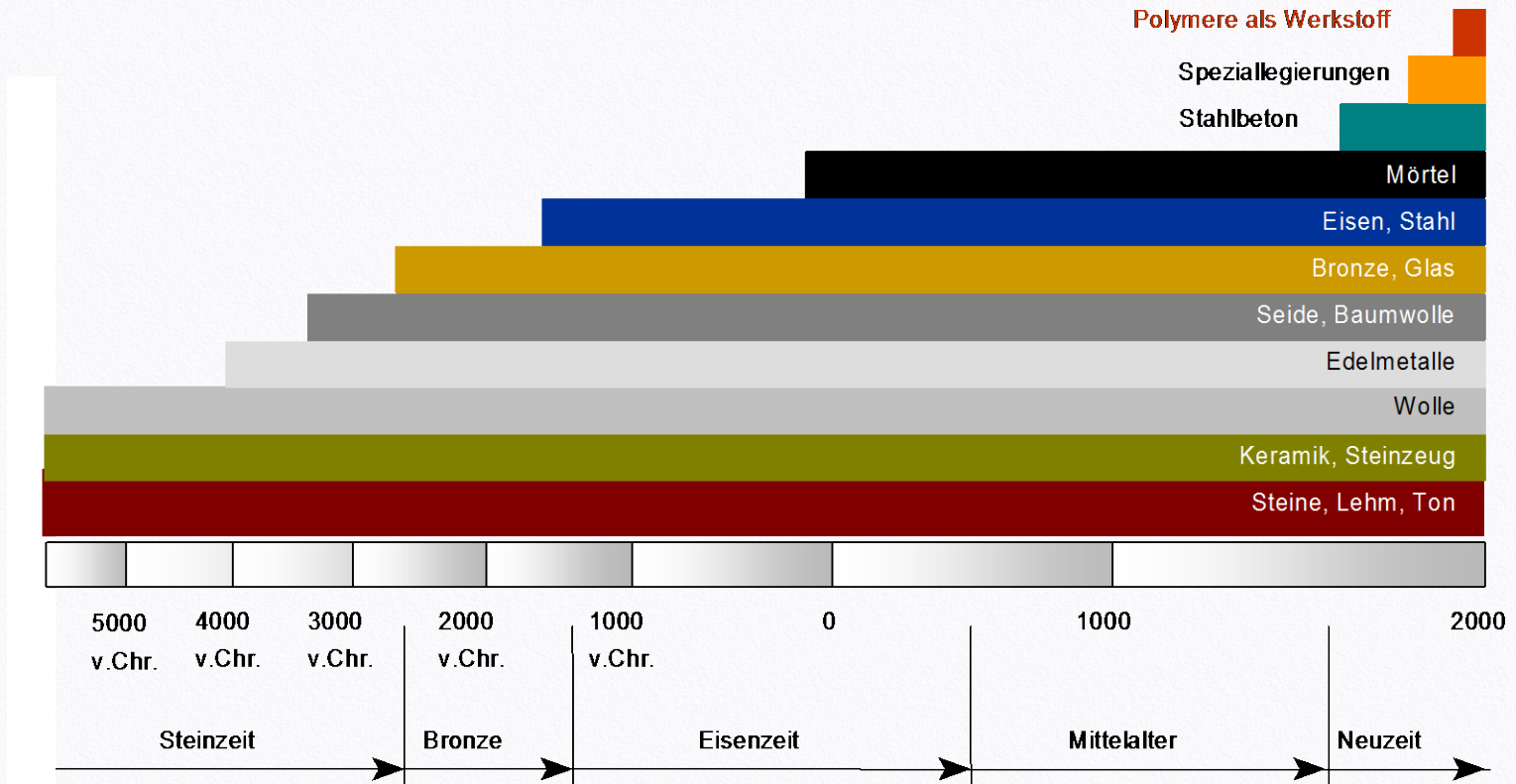
*Technische Universität Dresden, Institut für Werkstoffwissenschaft (IfWW)*

Impulsvortrag

**Rundgespräch „Zukunft der Polymerforschung in der DFG-Perspektive“**

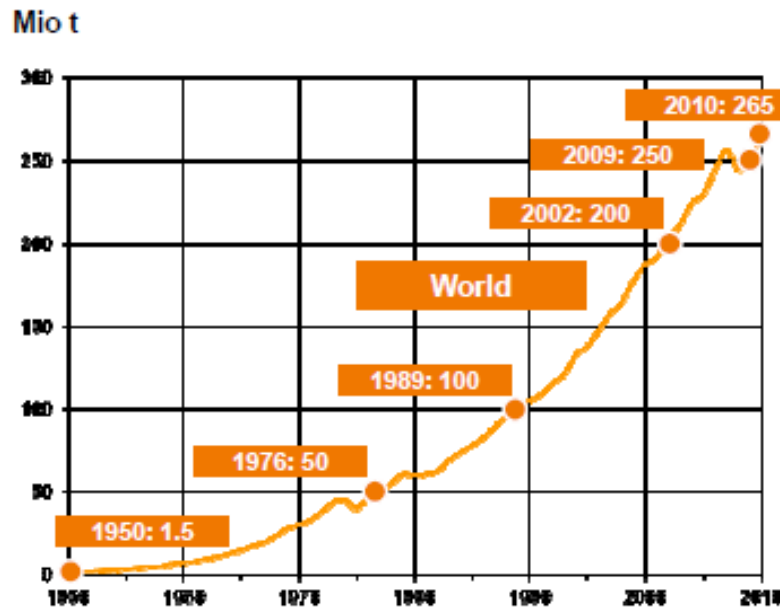
15.02.2013, Frankfurt/M.





## World Plastics Production 1950 – 2010

PlasticsEurope  
ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS



Includes Thermoplastics, Polyurethanes, Thermosets, Elastomers, Adhesives, Coatings and Sealants and PP-Fibers. Not Included PET-, PA- and Polyacryl-Fibers

- Plastics are a global success story.
- Continuous growth for more than 50 years.
- Plastics production ramped up from 1.5 Mio t in 1950 to 265 Mio t in 2010.
- Plastics Production was gripped by the Economic Crises by end of 2008 and in beginning of 2009.

Compound  
Annual Growth Rate  
(CAGR) is about 9.0%.

Weltmärkte: Rohstofflieferanten und Verbraucher -  
Heute und in Zukunft

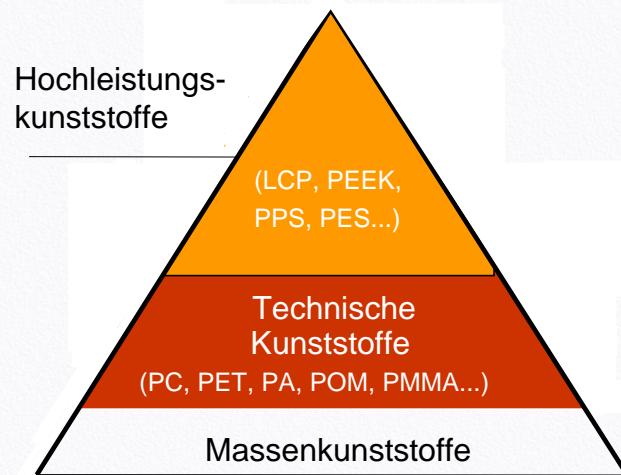
Niedersächsisches Forum Kunststofftechnik

Frank Schnieders, 17. November 2011

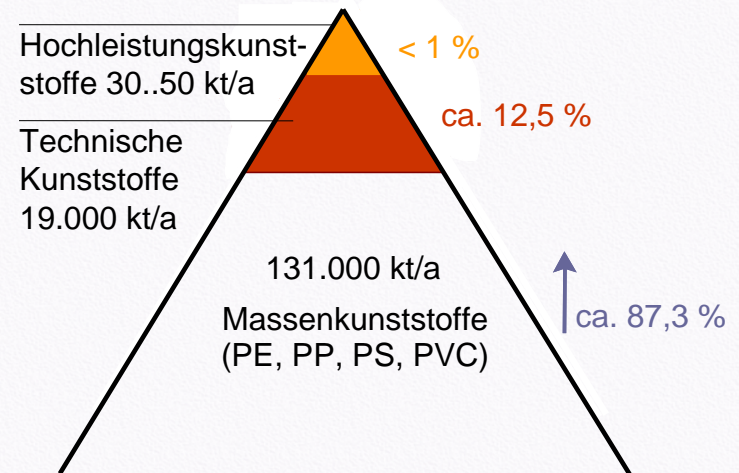
PlasticsEurope  
ASSOCIATION OF PLASTICS MANUFACTURERS



Vorhersage von 1975 für das Jahr 1996

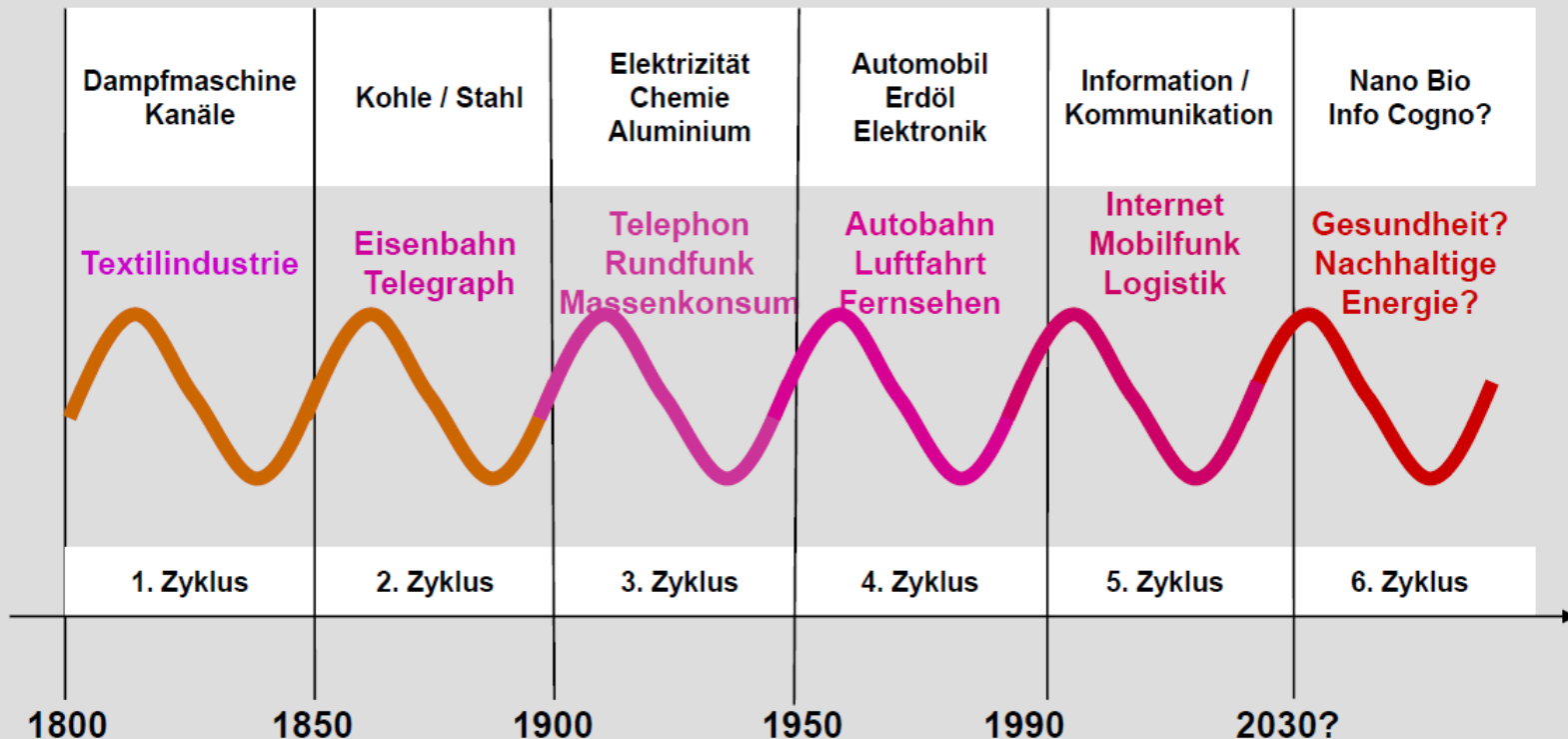


Realität im Jahr 1996 / 2013



Quelle: P. Barghoorn, U. Stebani: Trends 1997: *Makromolekulare Chemie*, Nachr.Chem.Tech.Lab. 46 (1998) (2), 232

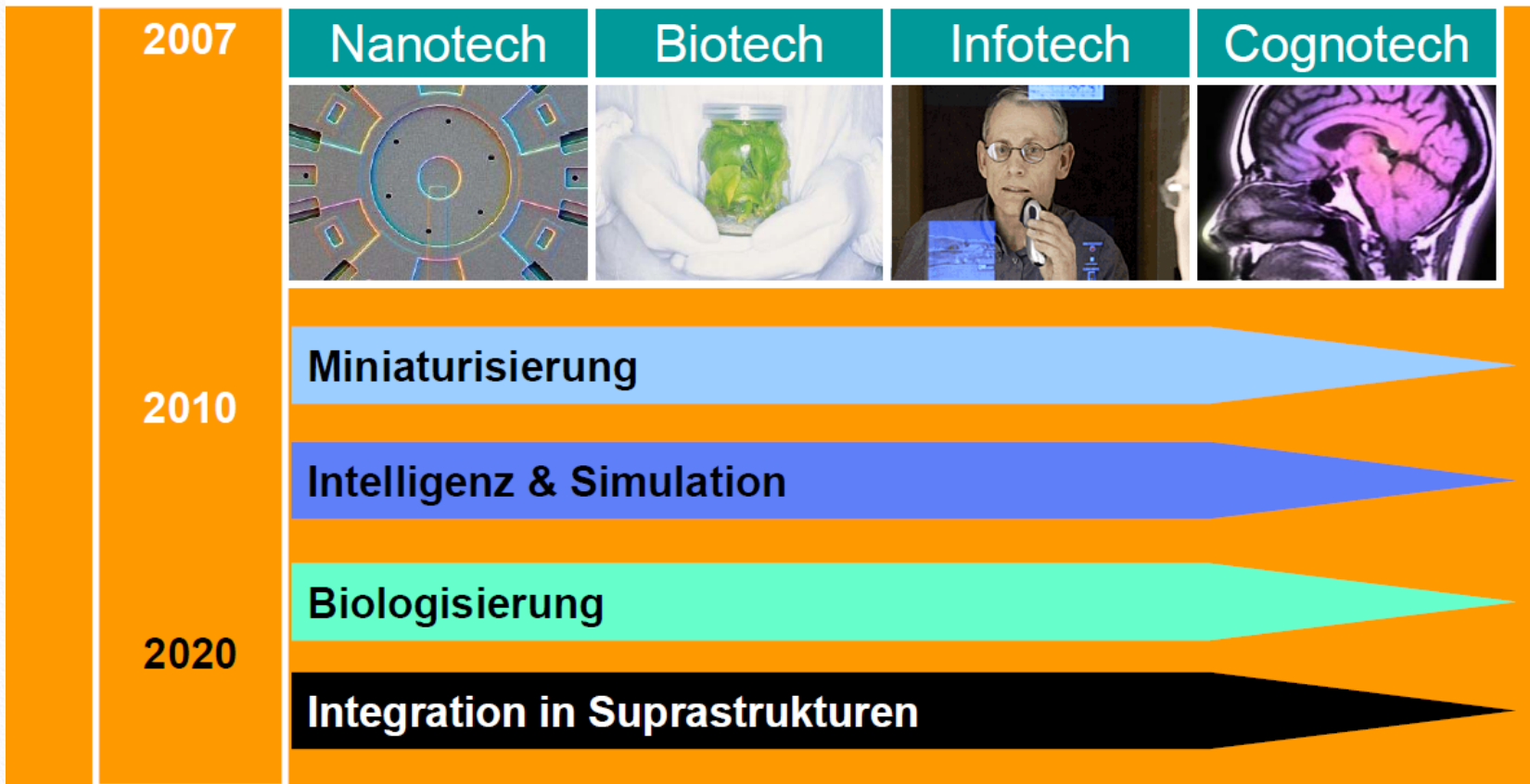
# Das große Bild: Kondratieff-Zyklen



**Jeder Zyklus hat auch die Gesellschaft verändert.**



## Der nächste Zyklus: NBIC





# „Gesundheit ist die nächste Boombranche“

Zukunftsforscher Leo A. Nefiodow sieht das Gesundheitswesen als Wachstumsmotor. Er sagt, wie uns die Branche zur Vollbeschäftigung führen kann.

Herr Nefiodow, Sie prognostizieren einen Boom des Gesundheitswesens, der zur Vollbeschäftigung führen soll. Wie das?

Ich beschäftige mich seit über 30 Jahren mit der Theorie der „langen Wellen“. Sie wurde vom russischen Wissenschaftler Nikolai Kondratjef angestoßen. Danach treten in marktwirtschaftlich organisierten Ländern nicht nur kurze und mittlere Konjunkturschwankungen auf, sondern auch lange Zyklen mit einer Dauer von bis zu 60 Jahren. Diese werden von bahnbrechenden Innovationen ausgelöst, die auf lange Sicht die gesamte Wirtschaft verändern – und Vollbeschäftigung herbeiführen können.

Zum Beispiel?

Kondratjef-Zyklen sind seit dem späten 18. Jahrhundert empirisch nachweisbar. Der erste Zyklus wurde durch die Erfindung der Dampfmaschine und Innovationen in der Textilindustrie ausgelöst. Eisenbahn und Stahl führten die Wirtschaft in den zweiten Kondratjef-Basisinnovationen des dritten Kondratjef-Zyklus waren Elektrotechnik und Chemie. Auto und Öl und Petrochemie die Grundlage des vierten Kondratjef-Zyklus. In den frühen fünfziger Jahren begann der fünfte Kondratjef-Zyklus – die Entwicklung der Informationstechnik, des Computers, führte von der Industriegesellschaft in die heutige Informationsgesellschaft. Heute stehen wir in der frühen Phase des sechsten Kondratjef-Zyklus.

Warum also jetzt das Gesundheitswesen?

Die Zeit ist dafür reif. Zum einen gibt es ein wachsendes Bedürfnis

nach Gesundheit. Die Leute sind bereit, immer größere Teile ihres Einkommens nicht nur für Medikamente, sondern auch für gesunde Ernährung und Gesundheitsdienstleistungen aller Art auszugeben, von autogenem Training über Psychotherapien bis hin zu Naturheilkunde und Spiritualität. Zum anderen wird der sozial und seelisch gesunde Mensch in der modernen Arbeitswelt zunehmend zum Dreh- und Angelpunkt der Wettbewerbsfähigkeit. Medizintechnik, Biowissenschaften und die alternative Medizin werden immer leistungsfähiger – und sind in der Lage, auf diesen neuen Bedarf einzugehen.

Derzeit macht das Gesundheitswesen mehr durch explodierende Kosten Schlagzeilen als durch bahnbrechende Innovationen.

Im Grunde ist auch die Bezeichnung Gesundheitswesen nicht korrekt – man müsste eher von einem Krankheitswesen sprechen. 97 Prozent der Mittel werden für die Erforschung, Diagnose, Therapie und Verwaltung von Krankheiten aus-

gegeben – und nur drei Prozent für deren Vermeidung. Das gesamte System – Kliniken, Pharmaindustrie, Ärzte – beruht auf Kranken, nicht auf Gesundheitsvorsorge. Dennoch werden wir immer kränker – und damit gerät es tiefer und tiefer in die Krise. Im Kondratjef-Zyklus geht es immer darum, durch neue Erfindungen und Innovationen einen Bereich der Gesellschaft, der nicht produktiv genug ist, effizient zu machen. Also Krankheiten nicht nur zu behandeln, sondern zu heilen oder besser noch zu vermeiden.

Was sind die Basisinnovationen?

Aus meiner Sicht ist die Biotechnologie eine der zwei Säulen, auf die es ankommt. Sie wird es möglich machen, Krankheiten früh zu erkennen, zu vermeiden und Krankheitsursachen, soweit sie von den Genen verursacht werden, zu beseitigen. Etwa mit Biomarkern, die schon im Vorfeld Informationen geben, ob ein Medikament wirkt oder nicht. 90 Prozent der heutigen Medikamente wirken nur bei 30

Prozent der Patienten. In Zukunft wird es individuelle, für den Patienten maßgeschneiderte Medikamente mit geringeren Nebenwirkungen geben. Damit lassen sich mindestens 50 Prozent der heutigen Medikamentenausgaben einsparen.

Was ist die zweite Säule?

Das ist die psychosoziale Gesundheit. Wie gebe ich mit mir und mit anderen um? So ist die unverzichtbare Voraussetzung für eine ganzheitlichere Medizin. Körper, Seele und Geist kann man nicht trennen. Der sechste Kondratjef-Zyklus muss und wird also zu einer Medizin führen, in der der ganze Mensch im Mittelpunkt steht, nicht die Maschine oder die Chemie.

Den Anspruch, der Mensch steht im Mittelpunkt, postuliert die Schulmedizin schon immer ...

In der Schulmedizin gibt es gute Ansätze, die aber noch nicht ausreichen. Damit die Behandlung tatsächlich auf den ganzen Menschen erweitert wird, müsste es zu einer Integration der alternativen Medizin und vor allem der Naturheilkunde kommen. Die dadurch freigesetzten Ressourcen können in die Vermeidung und Heilung von Krankheiten investiert werden.

Wann startet denn der Boom des Gesundheitswesens?

Der sechste Kondratjef-Zyklus ist bereits im Gange. Das erste Jahrzehnt liegt hinter uns. Aber die großen Überraschungen liegen noch vor uns.

• Das Gespräch führte LAYS RADAK



Leo A. Nefiodow, Jahrgang 1939, ist Wirtschaftstheoretiker und Zukunftsforscher. Seit 2004 ist Nefiodow Mitglied der Arbeitsgruppe „Our Future Economy“ des Club of Rome.  
Foto: Robert Michal

wird. 16 Prozent erwarten, dass es sich verbessern wird.

Die Studie, die auf einer Umfrage von TNS Infratest unter 2.000 Deutschen basiert, nimmt auch das Spar- und Konsumverhalten unter die Lupe. 17 Prozent der Befragten verfügen über ausreichend Geld, um sich Anschaffungswünsche zu erfüllen und gleichzeitig zu sparen. 36 Prozent schränken ein, dass das Geld reicht, um etwas zurückzugeben und sich hin und wieder etwas in geringem Maße zu gönnen. Bei einem weiteren Drittel der Befragten reicht das Geld nur zum Sparen oder nur für den Konsum. Dabei liegt offenbar die Priorität beim Sparen. 65 Prozent der Ostdeutschen halten dies für wichtig bis sehr wichtig. Jeder Fünfte ist auch damit zufrieden, was er derzeit zurücklegen kann. Stärker als bisher möchten die Sparer in Immobilien und kurzfristige Geldanlagen investieren. (SZ/um)

## Immobilienranking: Sachsen weiter im Mittelfeld

Frankfurt/Main/Dresden. Dresden und Leipzig rangieren in einer Studie zu den deutschen Immobilienstandorten weiter im Mittelfeld. Während Sachsens Landeshauptstadt einen Platz gutmachen konnte und auf Nummer 14 kam, rutschte Leipzig um drei Plätze auf Nummer 20 ab. Das geht aus dem gestern veröffentlichten Städteranking der DekaBank und des Fachmagazins „Immobilienmanager“ hervor. München gilt nach wie vor als Deutschlands attraktivster Immobilienstandort. Untersucht wurde bei 32 Städten der Arbeitsmarkt, Wohlstand, Demografie, Bahn-, Straßen- und Flugnetz und die Lebensqualität. (dpa)



Neuer  
Werkstoff

- Thermoplastische Biopolymere (PLA, PCL, PHB)
- Degradation erwünscht
- z. T. natürlichen Ursprungs

Traditionelle  
Technik

- Schmelzspinnen → Faser
- Sticktechnik → textile resorbierbare Scaffolds

Innovative  
Therapien für  
den Menschen

- Regenerative Therapie
- Temporärer Gewebeersatz (topografische und biochemische Schlüsselreize)
- Lokale Wirkstofffreisetzung
- Breites Anwendungspotential





## Population growth & Changing societal demographics

- Combating shortages of food
- Combating shortages of drinking water



## Globalization – Urbanization

- Creating jobs
- Facilitating mobility and communications



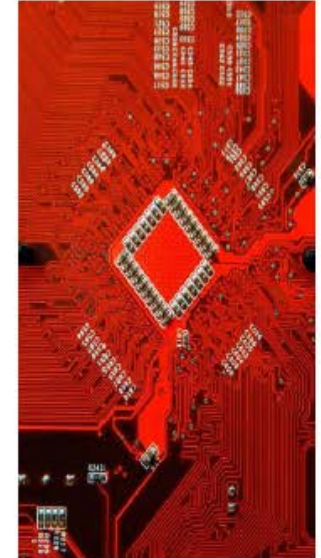
## Climate Change: global warming Energy shortage

- Improving the energy efficiency of homes and workplaces
- Facilitating the search for more fossil fuel Resources
- Supporting thesearch for a new energy mix



## The Healthcare Revolution & Consumer Protection

- Facilitating diagnosis and treatment
- Making more effective and life-like prostheses



## Accelerating technological change

- Opening up new possibilities with nanotechnology
- Developing faster, cheaper chips using conductive plastics

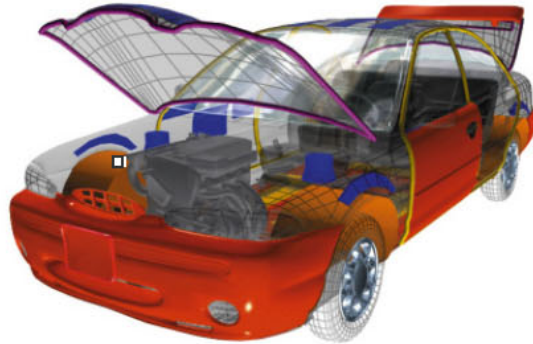
## Übersicht

- Wo stellen Kunststoffe Schlüsselemente dar?
  - Wo bringen Kunststoffe zusätzliche Vorteile?
  - Welche Anforderungen kommen auf Hersteller / Verarbeiter zu?
- Beispiele:
  - Brennstoffzelle
  - Lithium-Ionen-Batterien
  - Redox-Flow-Batterien



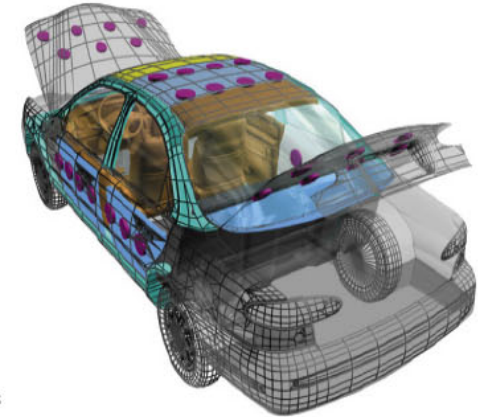
## Exteriors

- Body Panels  
Front & Rear Systems  
Grilles, Moldings,  
Claddings, Spoilers
- Wheel Covers
- Underbody/Wheel Wells
- Reinforcing Composites
- Structural Adhesives
- Sealing Systems



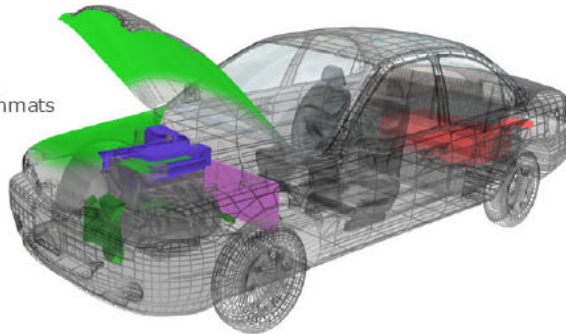
## Interiors

- Instrument Panel Substrates  
& Sub-assemblies
- Seating Systems
- Interior Door Panels
- Molding, Interior Trim  
(pillars, panels, packaging  
shelves)
- Overhead Systems
- Acoustical Foams
- Sound Absorbing Materials
- Sealing Systems
- Energy Management Systems



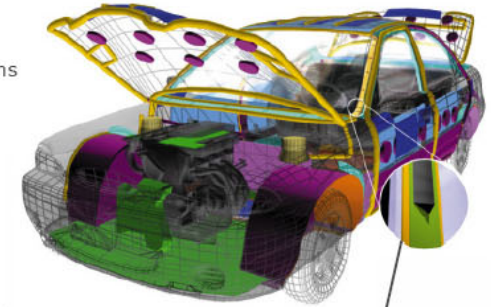
## Powertrain

- Engine and Valve Covers
- Fuel Tanks
- Air Intake Manifolds
- Noise Shields
- Injection-molded Dashmats



## Body Engineered Systems

- Structural Adhesives
- Structural and Acoustical Foams
- Reinforcing Composites
- Sound Absorbing Materials
- Sealing Systems
- Injection-molded Dashmats
- Acoustical Damping Systems
- Under-the-hood Engine Covers  
and Noise Shields



- Glass
- Glass Cleaner
- Glass Primer
- Urethane Adhesive



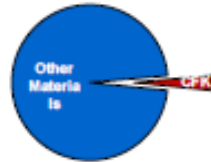
# CFK im Automobil – Ein weiter Weg?

**Kunststofftrends im Automobil**  
**28. September 2011**

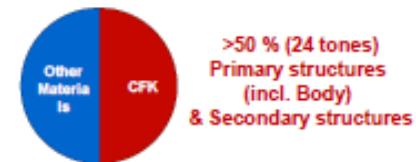
Prof. Dr.-Ing. Martin Wiedemann  
Institut für Faserverbundeleichtbau und Adaptronik,  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V



## Gewichtsreduzierung im Transportsektor Reduktion des Rumpfgewichtes um 20%



**History:**  
Conventional planes (A300, A310, B747, MD80):  
3-5 % CFK (<2 tones), Secondary structures only



Quelle: JOMA, Japan / öffentliche Quellen

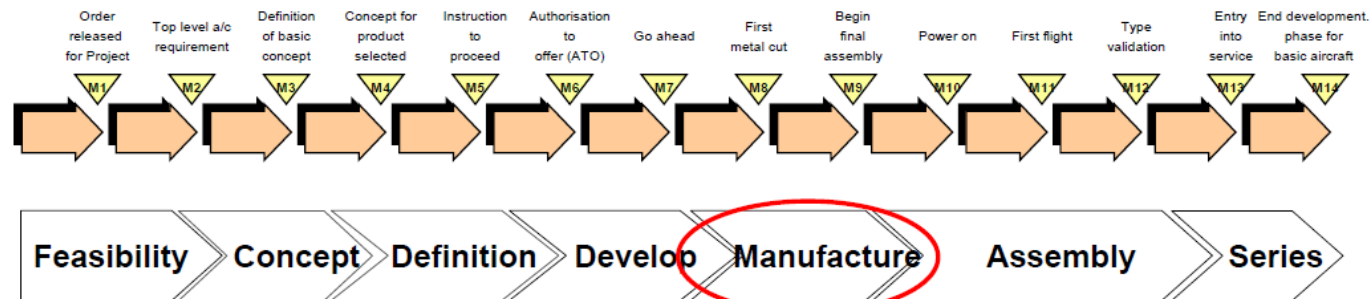
Weltmärkte: Rohstofflieferanten und Verbraucher -  
Heute und in Zukunft

Niedersächsisches Forum Kunststofftechnik

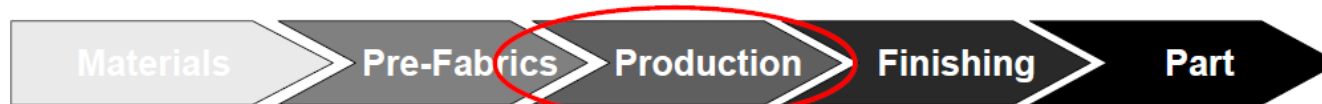
Frank Schnieders, 17. November 2011



## Der CFK Entwicklungs-Prozess am Beispiel Flugzeugbau



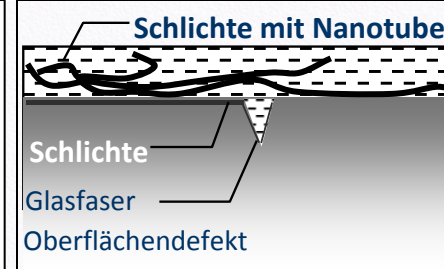
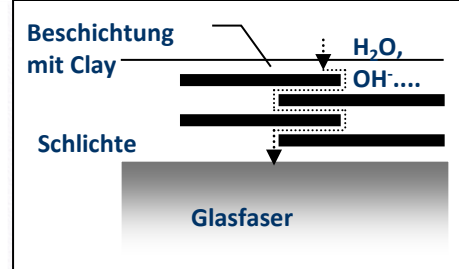
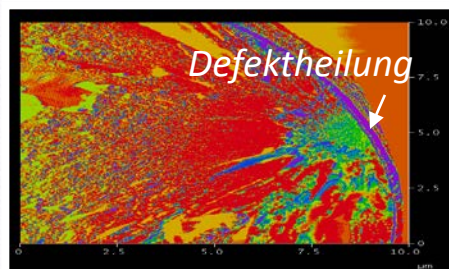
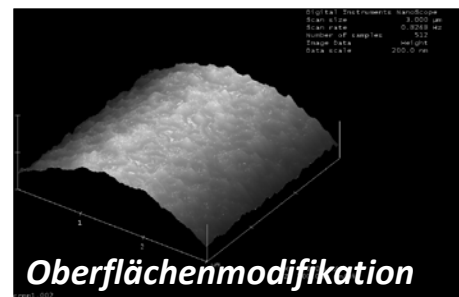
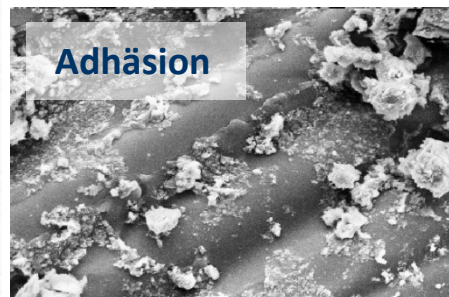
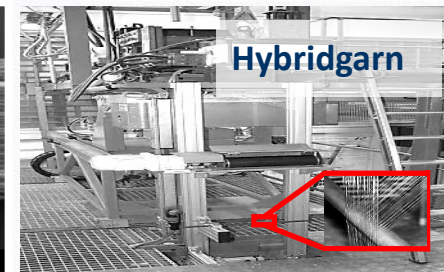
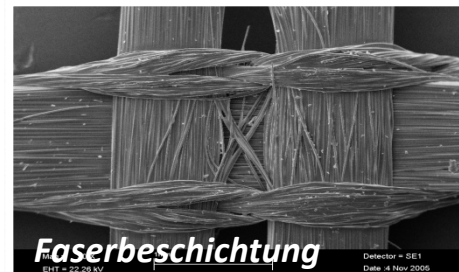
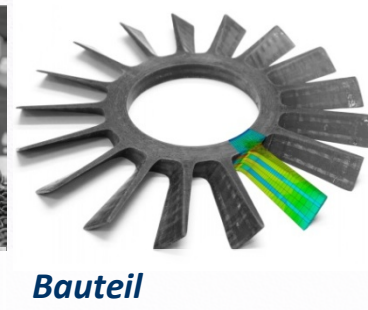
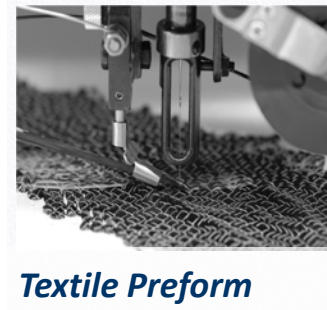
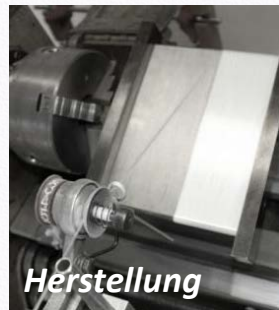
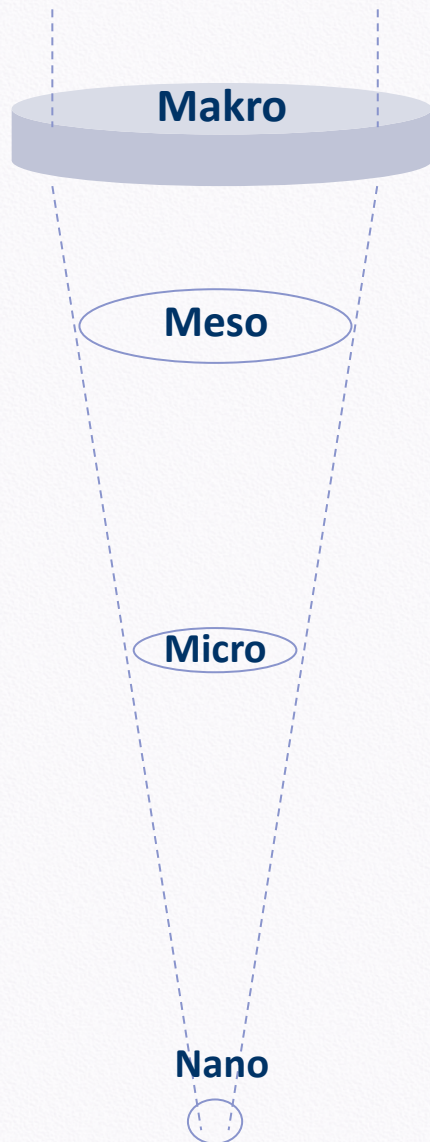
## CFK-Prozessschritte in der Fertigung



## CFK-Prozessschritte in der Bauteilherstellung

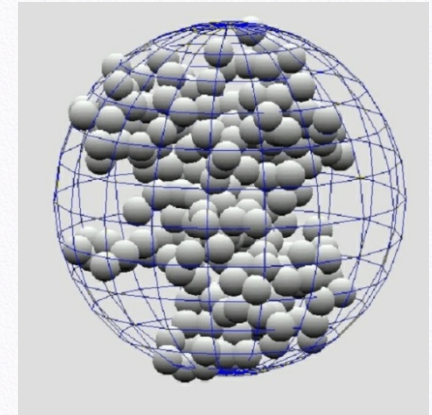
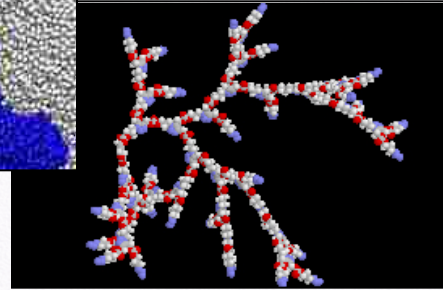




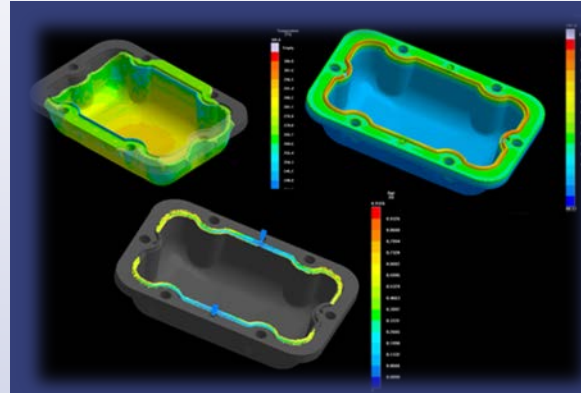
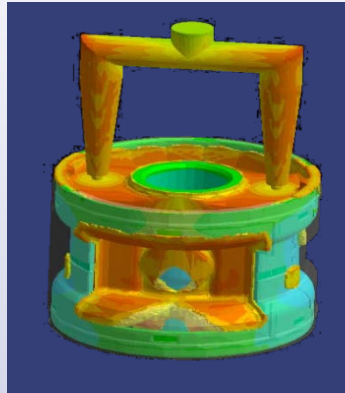




## Struktursimulation

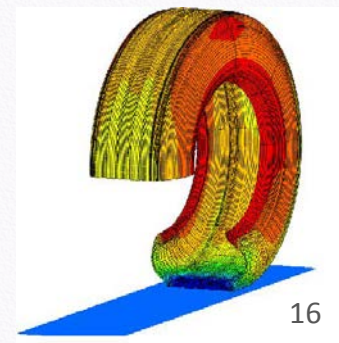
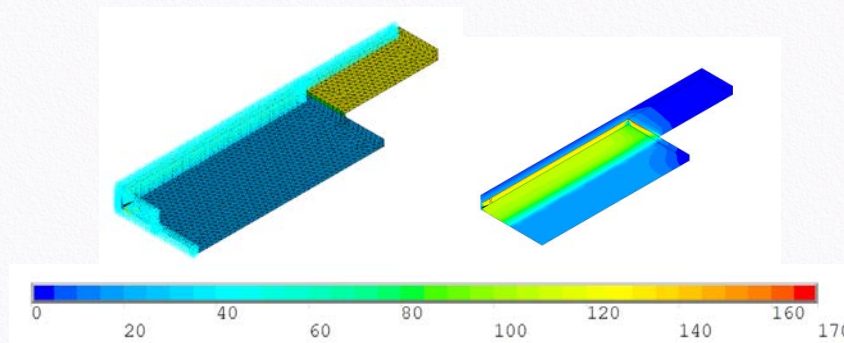


**SIGMASOFT**



## Prozesssimulation

## Bauteilsimulation





VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.



# Ideen, eine nachhaltige Rohstoffbasis für Kunststoffe zu schaffen

Niedersächsisches Forum Kunststofftechnik 2011

**Knappe Ressourcen – steigender Bedarf**

**Kunststoffbranche im Umbruch?**

am 17. November 2011

Dr. Jörg Rothermel

Verband der Chemischen Industrie (VCI)

### III. Fazit und Ausblick



- Erdöl und Erdgas werden zumindest in Europa auch mittelfristig der wichtigste Rohstoff für die Chemie bleiben
- Nachwachsende Rohstoffe werden eine größere Rolle spielen
- Entscheidend dafür sind technologische Innovationen
- Eine Renaissance der Kohlechemie hängt zusätzlich von den Rahmenbedingungen ab (Emissionshandel, CCS)
- CO<sub>2</sub> Nutzung bislang noch weitgehend im theoretischen Bereich
- Forschung und Entwicklung sind der Schlüssel für die Verbreiterung der Rohstoffbasis der chemischen Industrie

Nachhaltige Rohstoffbasis für  
Kunststoffe

Dr. J. Rothemel

17.11.2011

Seite 43





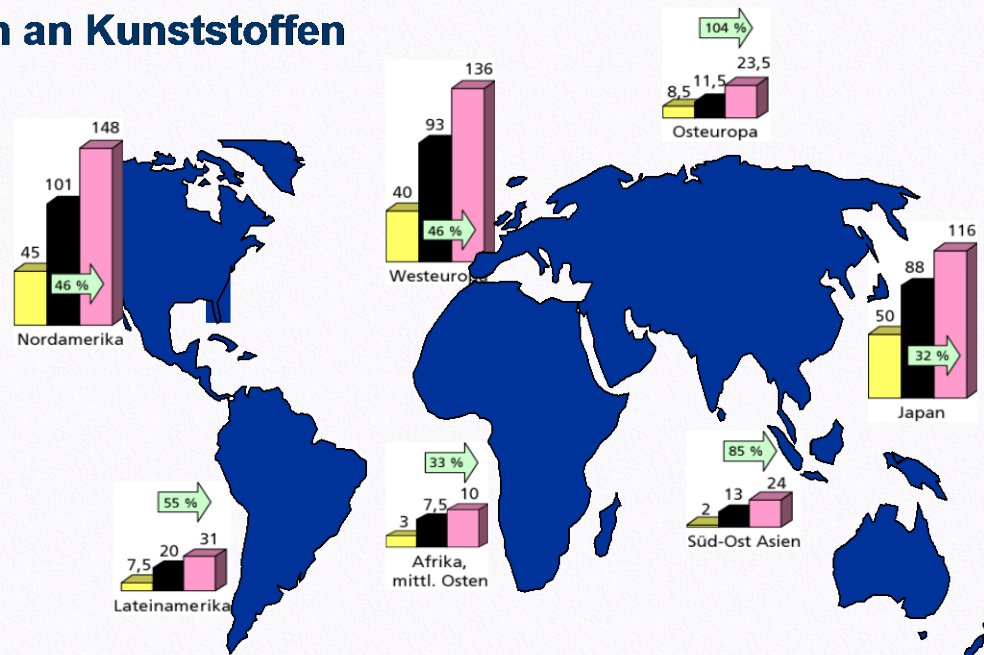
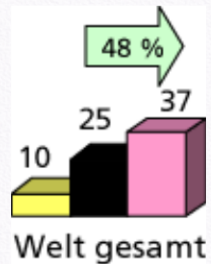


## Produktion und Verbrauch an Kunststoffen

### Verbrauch in kg pro Kopf

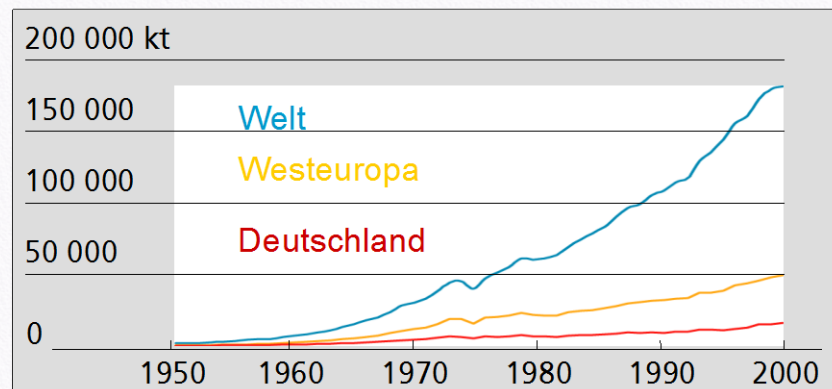
ohne Leime, Dispersionen, Fasern...

1980 2001 2010



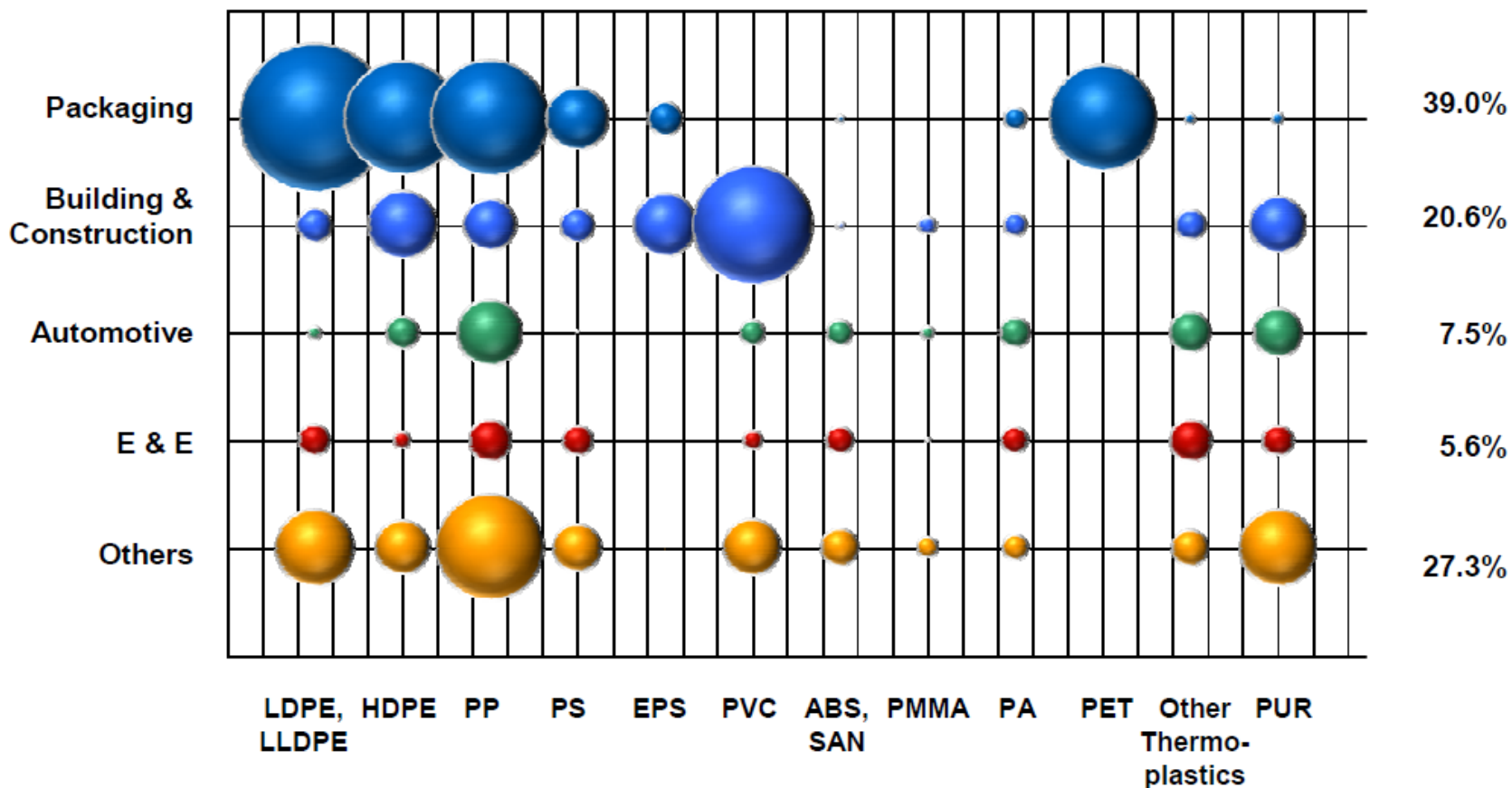
### Produktion in kt

Inkl. Leime, Dispersionen, Fasern...





**Total: 46.4 Mio t**



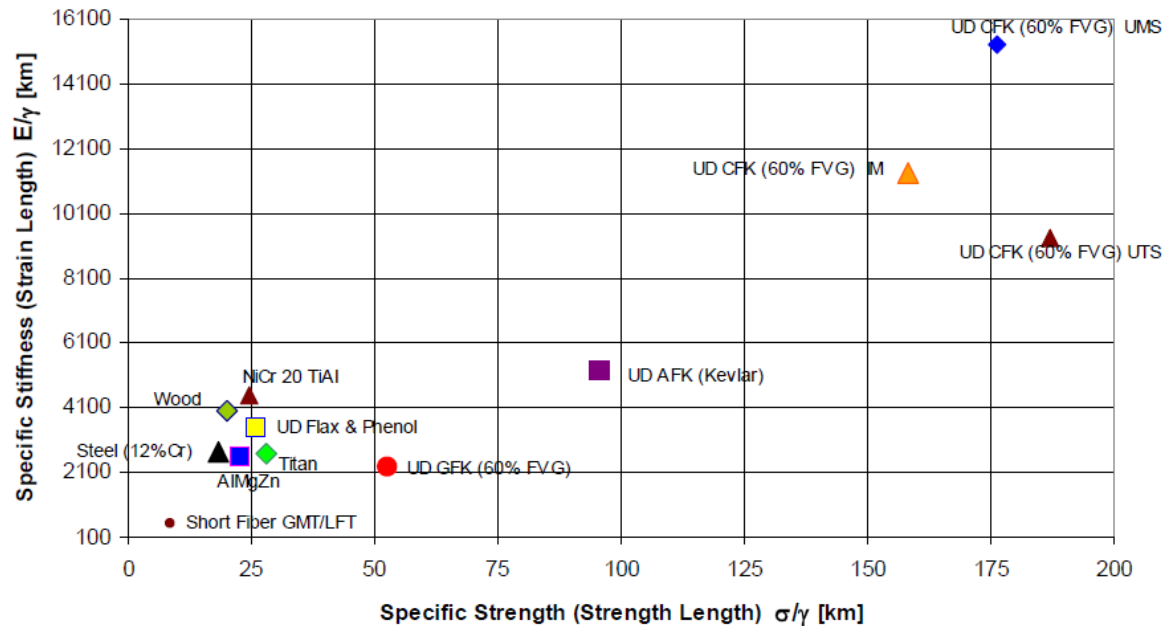
\* EU27+N, CH incl. Other Plastics (~5.6 Mio t)

# Was macht **CarbonFaser** verstärkten **Kunststoff (CFK)** für Fahrzeugstrukturen so attraktiv?



## Vergleich der für das Strukturgewicht entscheidenden Werkstoffeigenschaften Festigkeit und Steifigkeit:

Specific Strength and Strain of Lightweight Metals and UD Composite Laminates



☞ **Endlosfaserverstärktes CFK im  
Automobil spart am meisten  
Strukturgewicht**

**Was macht den Weg so weit?**



## Herausforderungen der CFK-Anwendung

**Die Halbzeug-Kosten**  
**Der Entwicklungs-Prozess**  
**Die Herstellungs-Kosten**  
**Die Reparatur**  
**Das Recycling**

## Die Halbzeug-Kosten

	Dichte $r$	Preisindex <sup>a</sup>	E-Modul $E$	$E/r$ ( $E/\$ * r$ )	Dehngrenze $R_{p0,2}$	$R_{p0,2}/r$ ( $R_{p0,2}/\$$ )
	[g/cm <sup>3</sup> ]	[\$]	[GPa] ( $E/\$$ )	[GPa/g/cm <sup>3</sup> ]	[MPa] ( $R_{p0,2}/\$$ )	[MPa/g/cm <sup>3</sup> ]
Epoxy	1,5	2	3,5 (1,8)	2,3 (1,2)	75 (38)	50 (25)
Al-Legierung AA6082-T6	2,7	6	70 (12)	26 (4,3)	270 (45)	100 (17)
C-Stahl S355	7,9	1	205 (205)	26 (26)	355 (355)	45 (45)
HTC-Faser (längs)	1,9	50	230 (4,5)	120 (2,5)	4200 (84)	2210 (45)
unidirektionaler CFK-Verbund (längs)	1,7	40	140 (3,5)	80 (2)	2000 (50)	1170 (29)



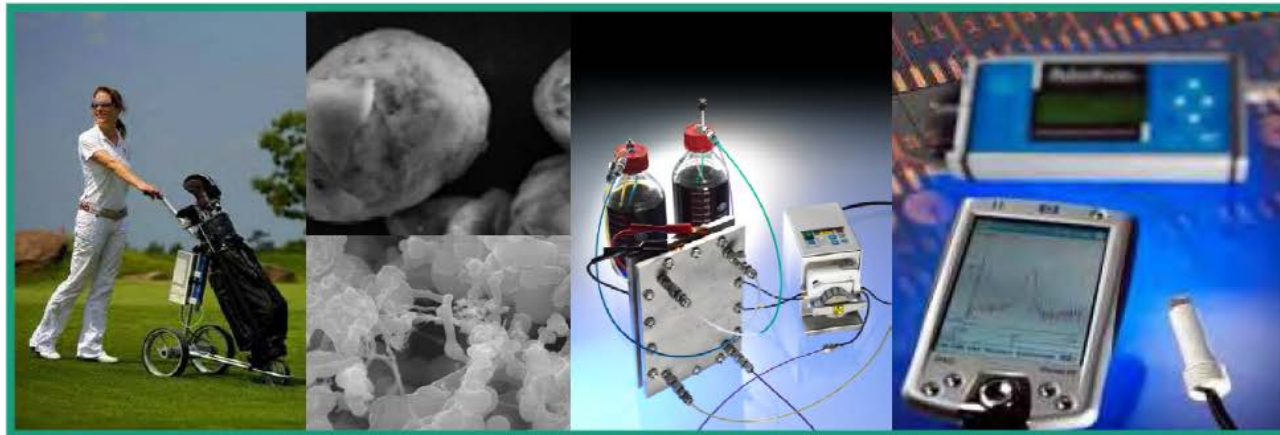
# Kunststoffe in elektrochemischen Speichern und Wandlern



Kunststofftrends im Automobil

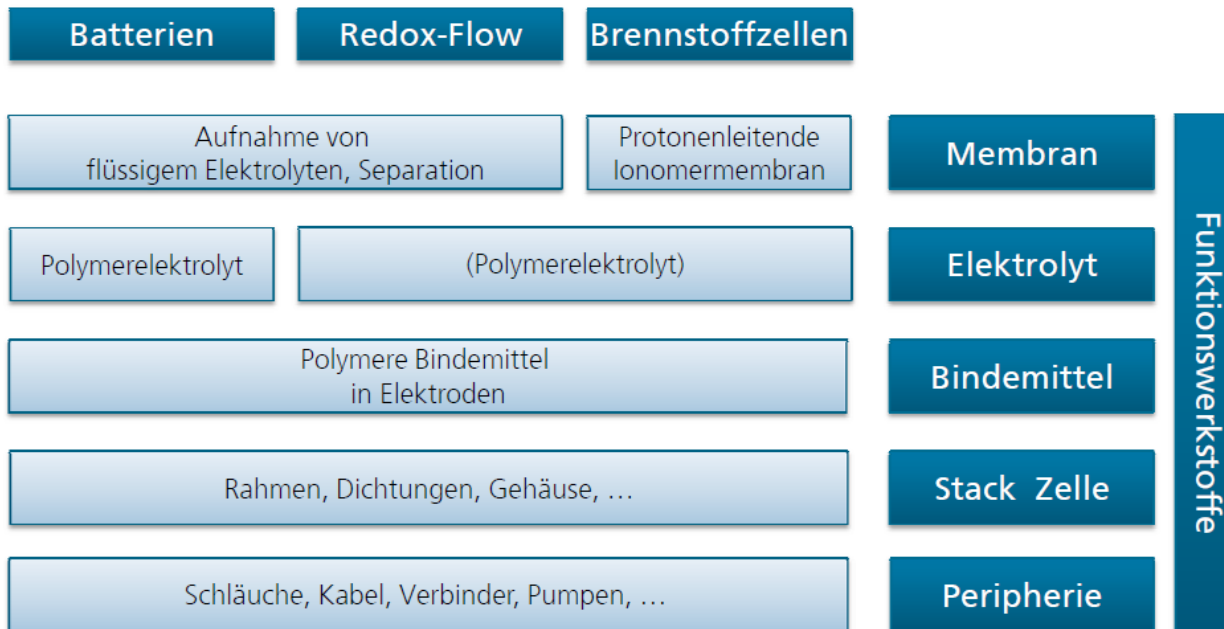
28. – 29. September 2011, Wolfsburg

Dr. Jens Tübke, Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, Pfinztal (Berghausen)



## Übersicht

### Materialien in elektrochemischen Speichern und Wandlern





## Allgemeines

### Vorteile / Nachteile von Kunststoffen vs. Metallen in elektrochemischen Speichern u. Wandlern

- Vorteile
  - hohe Korrosionsbeständigkeit
  - große Stückzahlen herstellbar
  - gute Abformbarkeit verschiedener Geometrien
  - zumeist Kostenvorteil
  - geringere Wärmeleitfähigkeit
  - Geringere Wärmekapazität
  - Geringere Dichte
- Nachteile
  - höhere Gaspermeation
  - niedrigere thermische Beständigkeit
  - Schlechtere mechanische Belastbarkeit
  - Freisetzung von Bestandteilen (Weichmacher, ..)

...die Übertragung *funktionaler Merkmale* und Besonderheiten lebender Materie auf *künstlich geschaffene Materialien* für neue überlegene medizinische Technologien...

## Herausforderung:

→ Regeneration in voll funktionsfähiges Gewebe – wie bei der Knochenheilung möglich...

### Motivation:

- Ersatz limitierter autologer Transplantate & Minimierung der damit verbundenen Risiken
- Erkennung und Unterstützung des Regenerationspotentials des Organismus
- gezielte lokale Therapie + Wirkstofffreisetzung



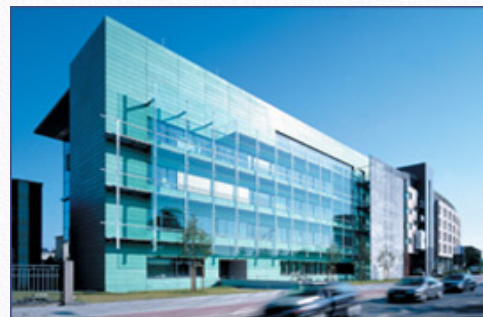
## Tissue Tissue Engineering Konzepte auf Basis resorbierbarer Biopolymerfasern

3. Dresdner Werkstoffsymposium

Werkstoffe für Mensch und Technik

*Dresden, 06.12.2012*

*C. Hinüber, A. Breier, G. Heinrich*





*Incorporation of the various disciplines that intersect the study of random and regular heterogeneous polymer materials.*

