- Bioökonomie –
Innovative Ideen zu regenerativer Wirtschaft

Rainer Schweppe

Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT)

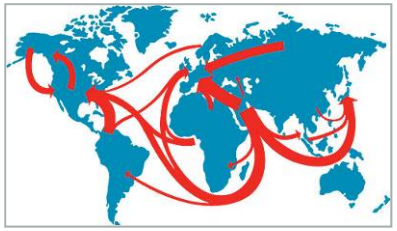
GLIEDERUNG

- **Zukünftige Herausforderungen der Gesellschaft**
- Innovationstreiber Nachhaltigkeit
- BioÖkonomie – was ist das ?
- Zusammenfassung und Ausblick

Relevante Megatrends bis zum Jahr 2050

Demographischer Wandel

Urbanisierung



Globalisierung

Energie und Ressourcen

Umwelt- und Klimaschutz

Gesundheit

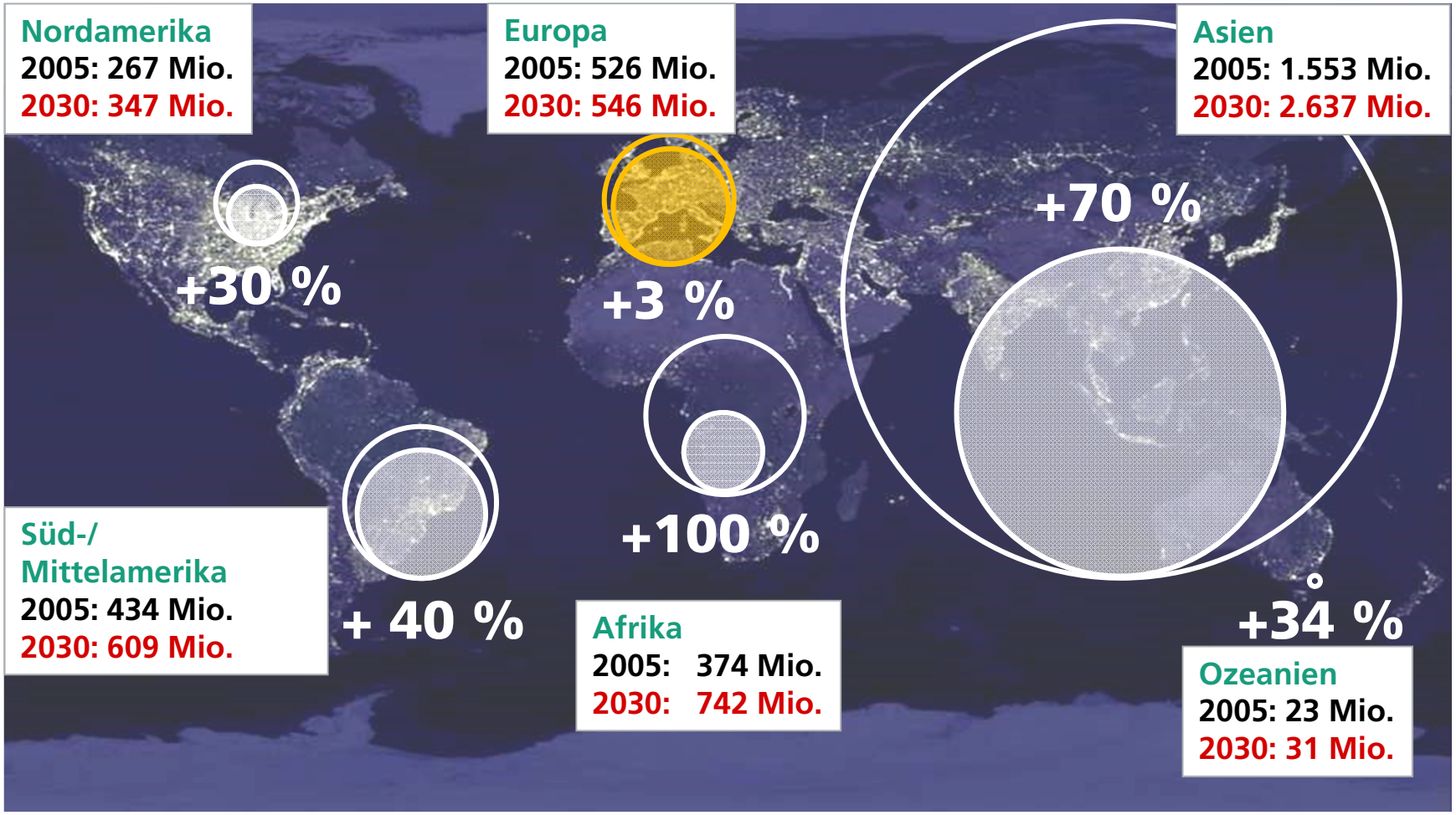
Mobilität

Wissensgesellschaft

Leben und Arbeiten

Bevölkerungsentwicklung in Städten

Europa hat die Urbanisierung bereits hinter sich

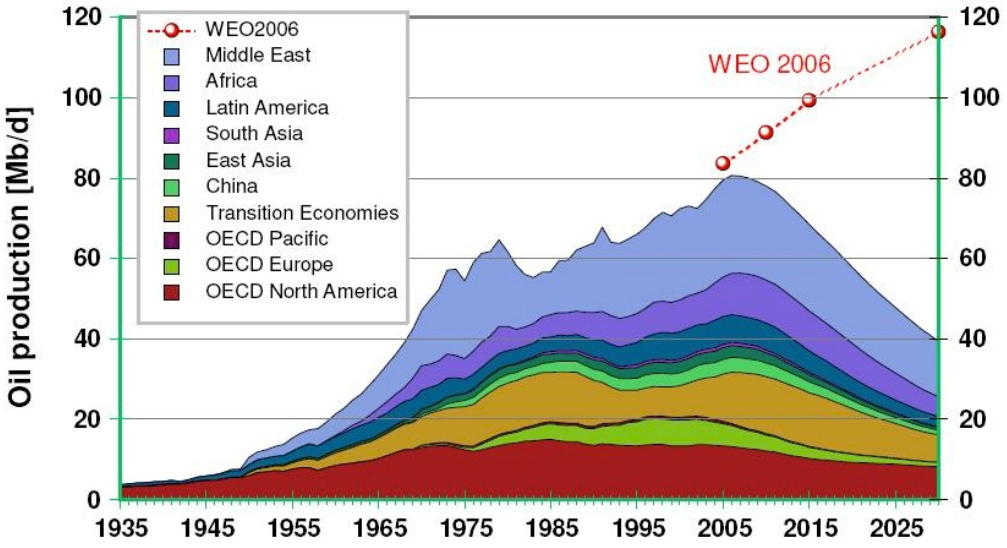


Angaben in Prozent

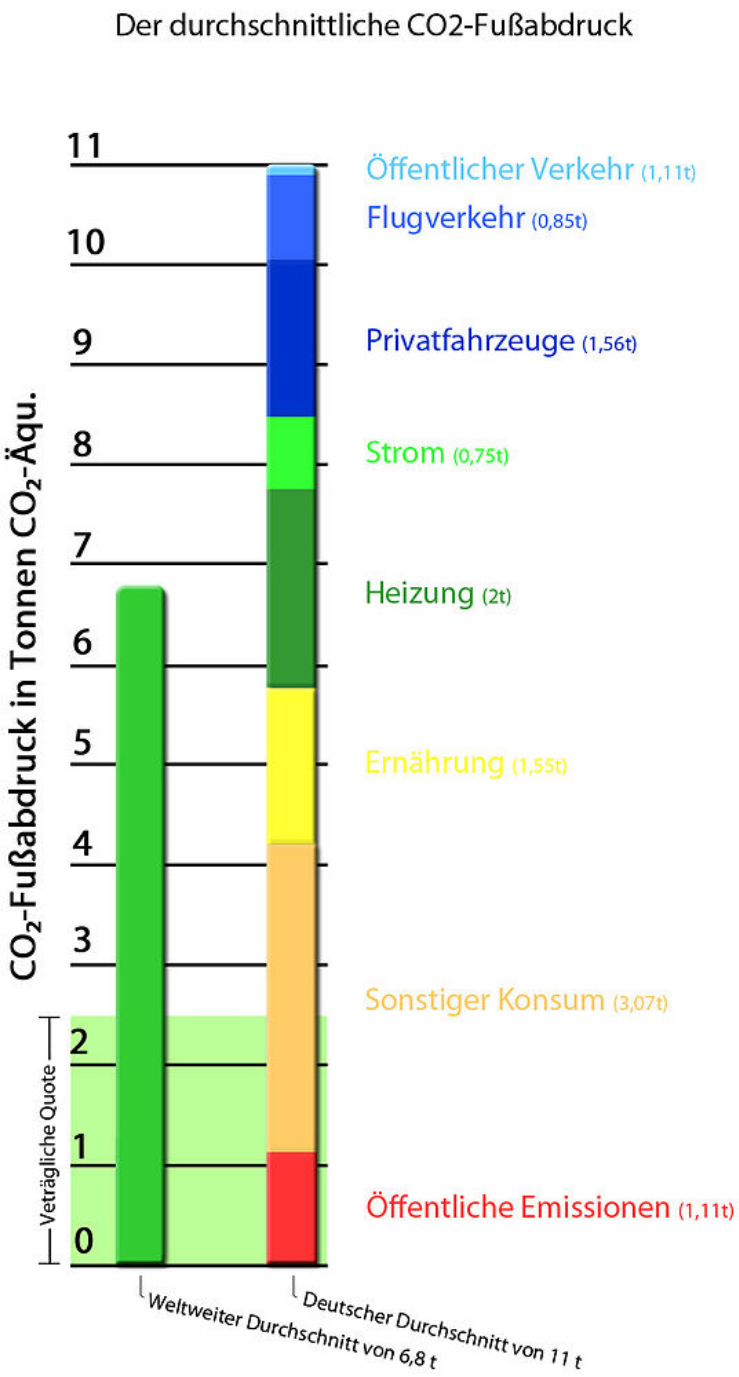
Quelle: UN population division, The 2009 Revision

Fraunhofer
ICT

Peak-Oil- Ölfördermaxiumum



Der weltweite Ölverbrauch steigt zunehmend, obwohl die max. mögliche Ölförderung seit 2006 zunehmend abnimmt



Quellen: Deutscher Durchschnitt und verträgliche Quote: UBA, (http://uba.klima-aktiv.de/umleitung_uba.html) März 2011, Weltweiter Durchschnitt: errechnet mit Daten von: WRI, (http://www.wri.org/chart/world-greenhouse-gas-emissions-2005) und PRB (http://www.prb.org/pdf05/05WorldDataSheet_Eng.pdf)

Welterschöpfungstag…wir leben auf Pump

Der **Earth Overshoot Day** („Welterschöpfungstag“, „Ökoschuldentag“ oder "Erdüberlastungstag") ist ein bestimmter Tag des Jahres, an dem die menschliche Nachfrage an natürlichen Ressourcen die Kapazität der Erde zur Reproduktion dieser Ressourcen übersteigt.

Jahr	Overshoot Day
1987	19. Dezember
1990	7. Dezember
1995	21. November
2000	1. November
2005	20. Oktober
2007	26. Oktober
2008	23. September
2009	25. September
2010	21. August
2011	27. September
2012	22. August
2013	20. August
2014	19. August
2015	12. August

Quelle: auf www.footprintnetwork.org

Ressourcenbegrenzung

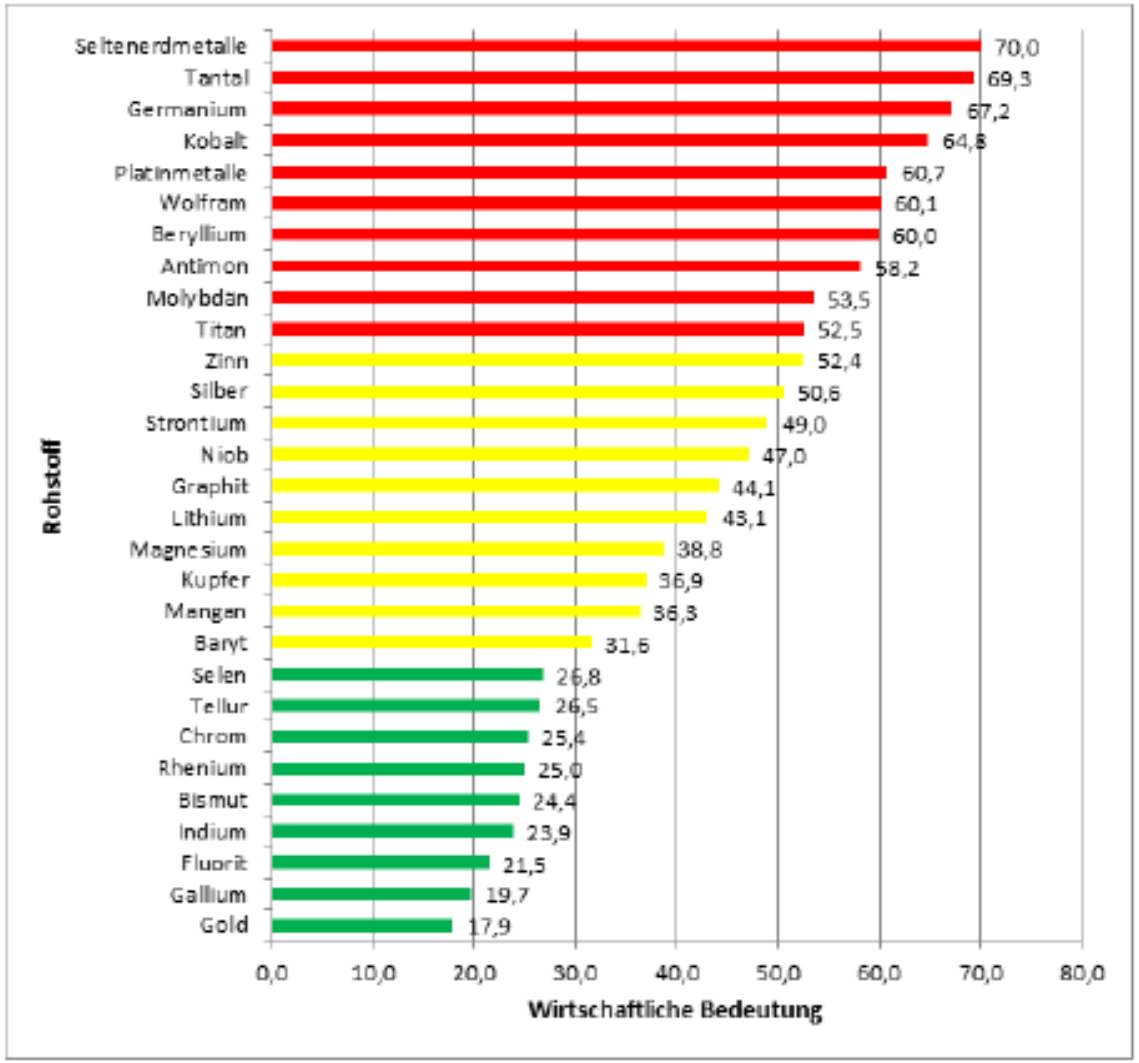
- Auf lange Sicht wird es eine **Verknappung** und Verteuerung von wichtigen Rohstoffen geben.
- Die Wertschöpfung der **chemischen Industrie** ist im Gegensatz zur Energiewirtschaft **auf Kohlenstoffverbindungen** angewiesen.
- Die **Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit** der Industrie ist ein primäres Ziel.

Ressourcenverknappung am Beispiel BaWü

Dilemma:

Das High-Tech Land BaWü braucht Rohstoffe, die es selbst nicht hat.

Recyclingverfahren „um jeden Preis“ sind nicht ökonomisch.



Quelle: Fraunhofer UMSICHT, 2013

Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Fraunhofer ICT

GLIEDERUNG

- Zukünftige Herausforderungen der Gesellschaft
- **Innovationstreiber Nachhaltigkeit**
- BioÖkonomie – was ist das ?
- Zusammenfassung und Ausblick

»Nachhaltige Entwicklung«

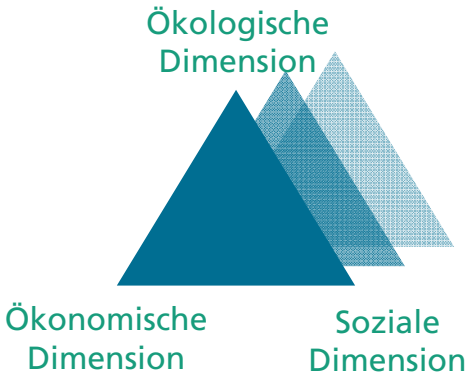
- » Sustainable Development ist eine Entwicklung,
  die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt,
  ohne zu riskieren, dass künftige Generationen
  ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.«
  (»Brundtland Kommission«; WCED 1987)
  - Verteilungsgerechtigkeit (intragenerativ)
  - Zukunftsverantwortung (intergenerativ)

Hans Carl von Carlowitz

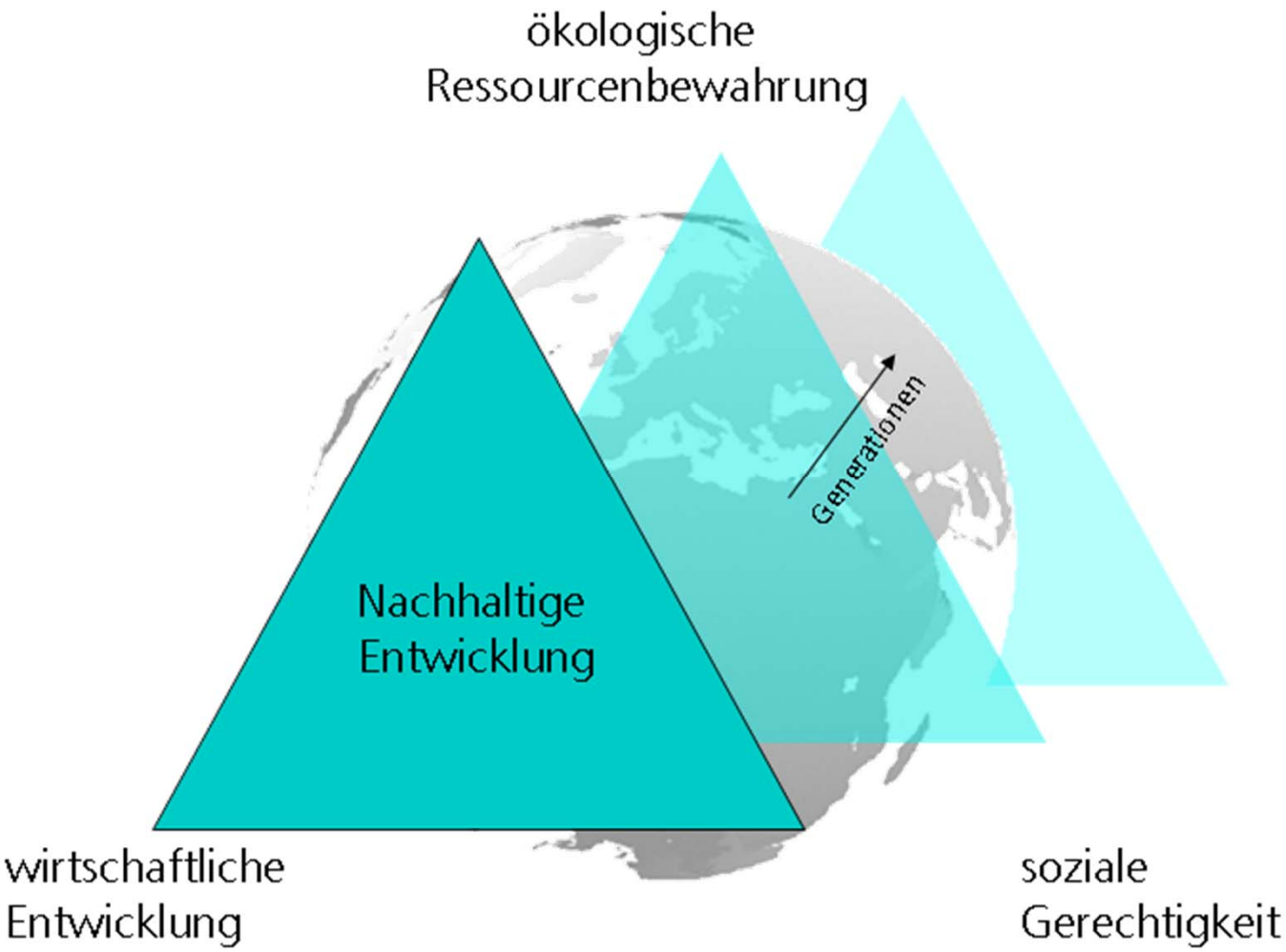
24.12.1645 – 3.3.1714

Bergbaudirektor in Sachsen und Entdecker der Nachhaltigkeit

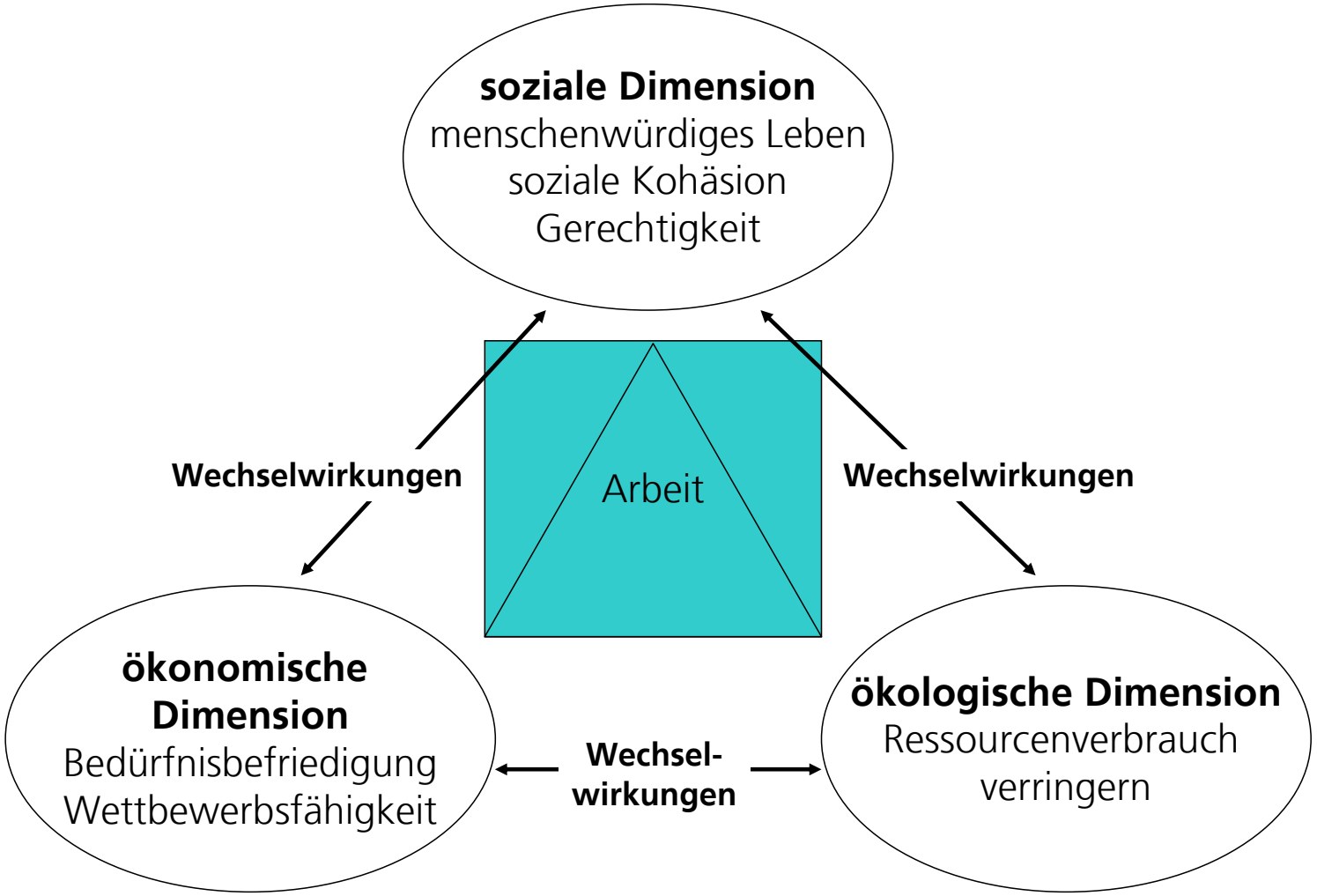
- Gestaltungsproblematik: Weltgesellschaft als Ganzes wird zum Objekt
  - Hochkomplexe Interdependenzen innerhalb und zwischen den drei (bzw. vier) Säulen
  - Ungewissheit und Unvollständigkeit des Wissens
  - Interessenkonflikte



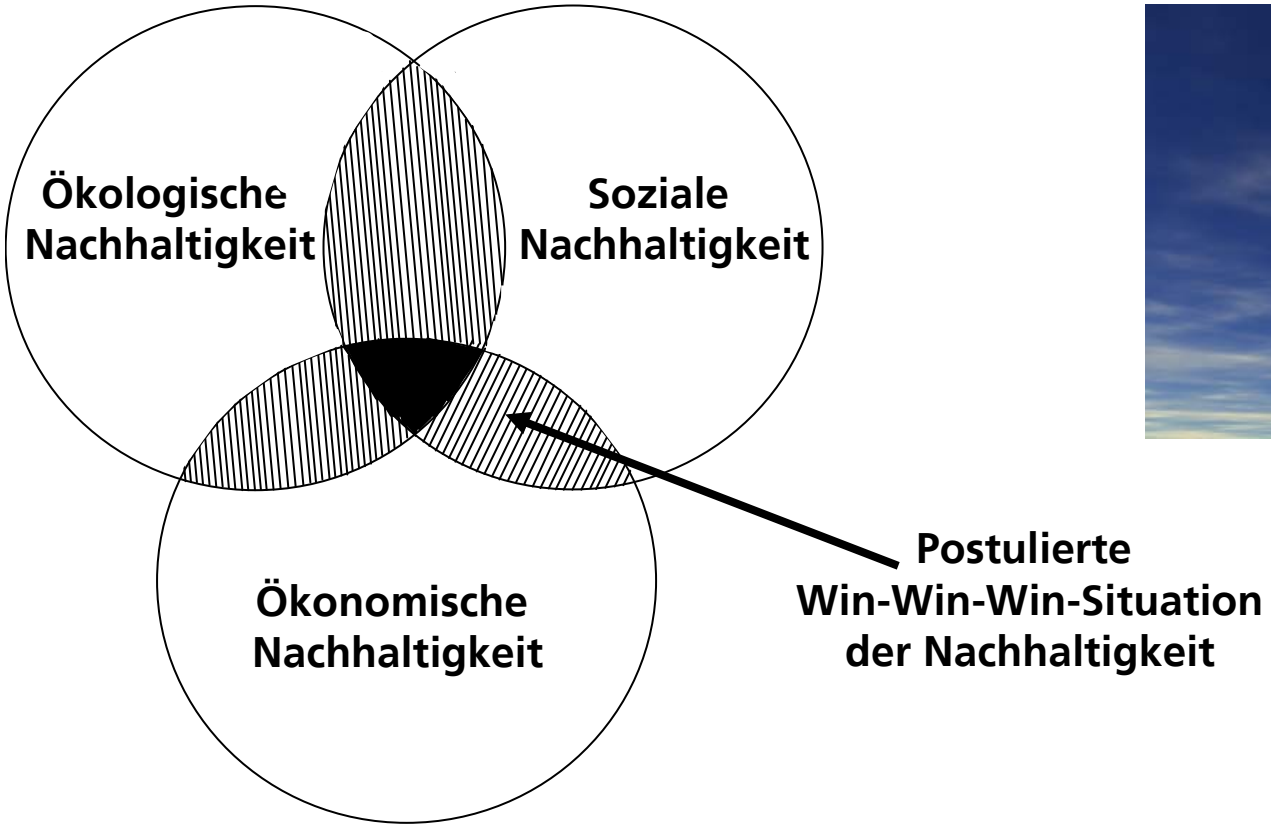
Das Nachhaltigkeitsdreieck



Arbeit im Drei-Säulen-Modell »nachhaltiger Entwicklung«



Win/Win-Situation



Nachhaltigkeit lebt von Innovation

Beispiel: Verknappung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe

<u>Lösungsansätze:</u> neue Recyclingtechnologien + Eco-Design (Design for recycling)

- mehr Einsatz von Sekundärmaterial in Primärmärkten
- Erfassungssysteme für Materialien mit wirtschaftsstrategischen Rohstoffen, Vermeidung dissipativer Verluste
- Deponien als Rohstoffquellen nutzen (Urban mining)
- Aufbereitungstechnologien verbessern, z.B. Rückgewinnung aus Rostaschen
- Lücken in der Aufbereitung von Stoffen identifizieren: welche werden bisher noch nicht erfasst?

Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Quelle: Fraunhofer UMSICHT, 2013

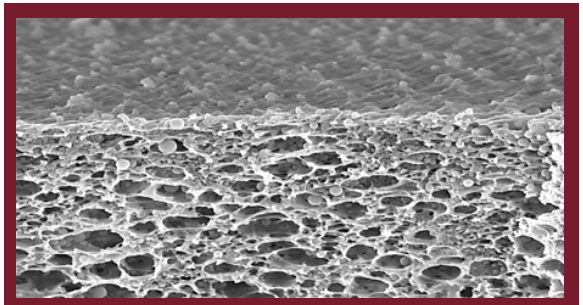
Molecular Sorting – Trennung in notwendige Bereiche

Hybridmaterialien
Design for recycling
Faser- u. Metallrecycling
Flammschutzmittelrec.

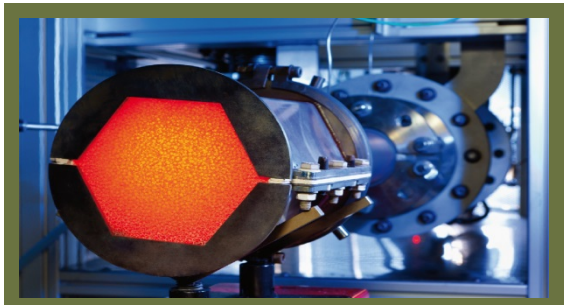
Altholz
Holzverwertung (stoffl.)
Kaskade
Metall-Rückgewinnung

Hochtransparentes Glas
Sortieren in der Schmelze
Pigment-Maskierung

MVA-Schlacke
Mineralien-Verwertung
Zement, Baustoff
Metall-Rückgewinnung



Niedrig konzentrierte Metall-Lösungen
Bioleaching, Adsorption
Elektrophorese



Heißgasprozesse
Sensoren, Filter
Metall-Rückgewinnung
Mineral-Rückgewinnung

Recyclingverfahren für Verbundwerkstoffe

- **Zielsetzung**: Zielgerichtete, „intelligente“ Aufbereitung bzw. Separation unter Beibehaltung bester mechanischen Eigenschaften und Faserlängen

- **Problemstellung**: Identifikation und Rückgewinnung der CF/GF-Lagen sowie Füllstoffen (PVC-Schaum, Balsaholz) mit kostengünstigen Aufbereitungsverfahren sowie weitere Absteuerungswege

- **Aktuell**: Erstellung eines innovativen Aufbereitungskonzeptes

SuperCleanQ

Prozessentwicklung und Qualitätssicherung zur Wertsteigerung von rezyklierten Kunststoffen mit Lebensmittelkontakt

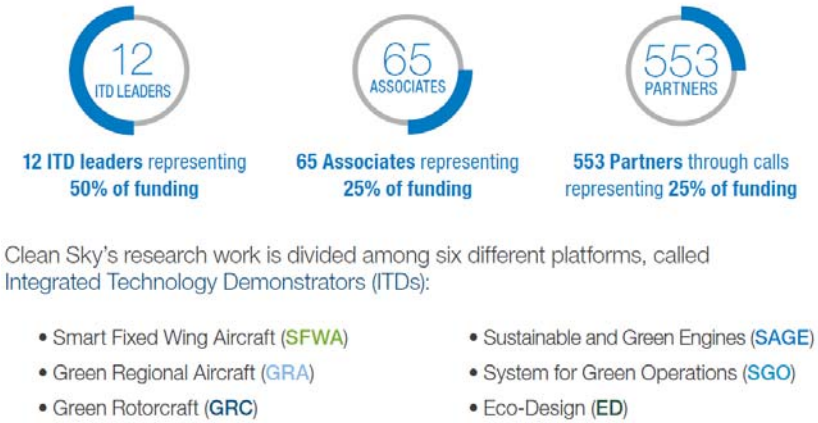
- Die Entwicklung eines Prozesses zum Recycling von momentan nicht-rezyklierbaren, farbigen und barriere-modifizierten PET-Materialien.

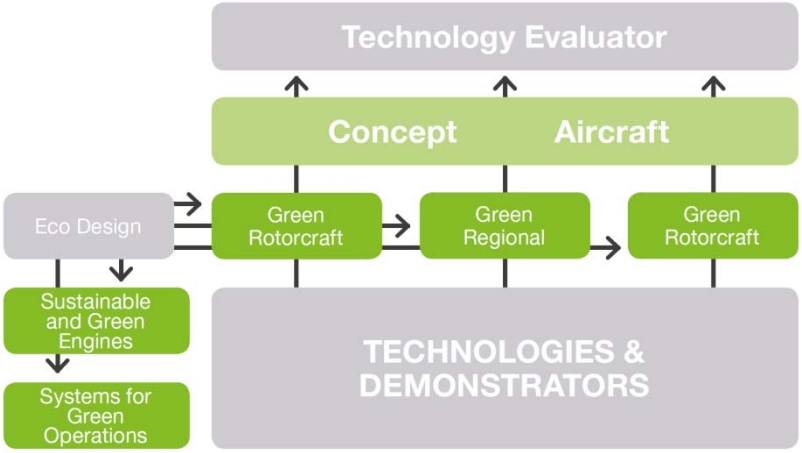
- Ein nachgelagertes Qualitätssicherungsprotokoll um die Vergleichbarkeit von Kunststoffrecyclingprozessen für Anwendungen mit Lebensmittelkontakt zuverlässig zu garantieren.

- Echtzeitüberwachung der Prozessqualität

…ein Projektbeispiel aus der Luftfahrt – CleanSky

- Clean Sky ist das größte Luftfahrtforschungsprogramm in Europa
- Aufgabe ist es bahnbrechende Technologien zu entwickeln, um die Umweltverträglichkeit von Flugzeugen und Luftverkehr zu erhöhen





- Eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und Kohlendioxid (CO_2) 50%.
- Eine Reduzierung der Stickoxide (NOx) -Emissionen 80%.
- Ein Lärmminderung von 50%.
- Verbesserte Umweltauswirkungen des Lebenszyklus von Flugzeugen.

http://www.cleansky.eu

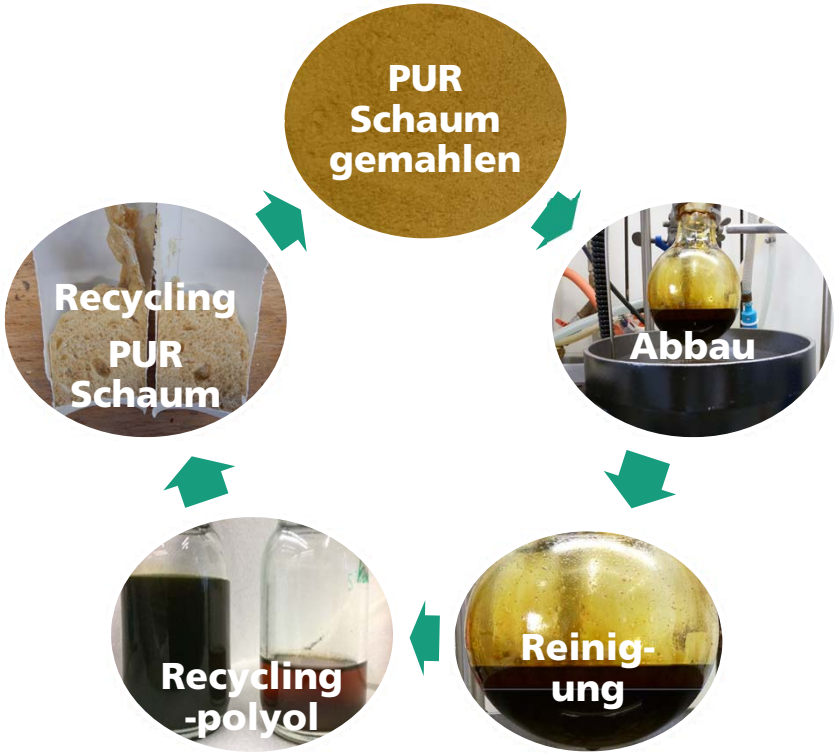
CleanSky

Fraunhofer ICT Aktivitäten in Eco-Design

Lebenszyklusanalyse (LCA)

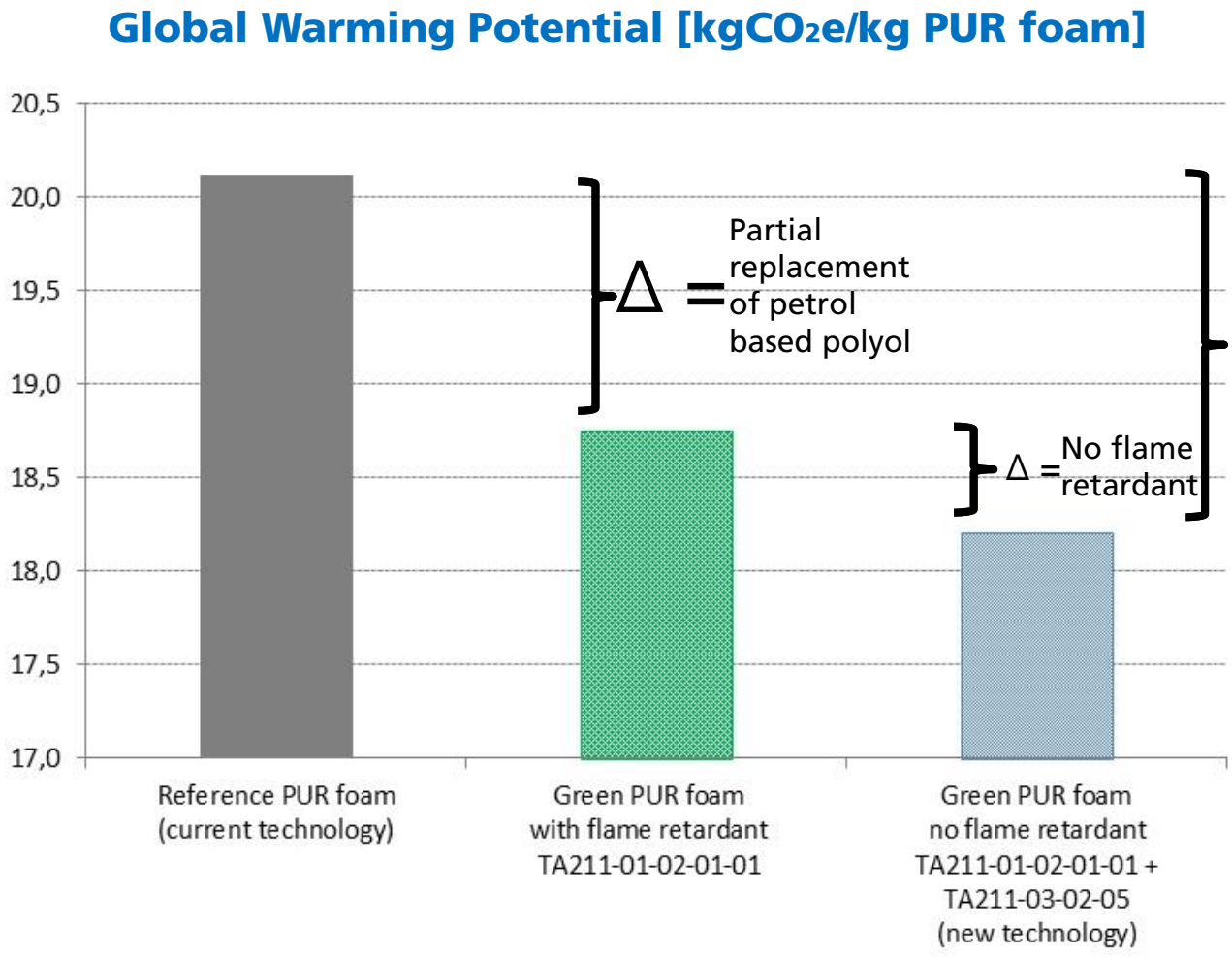
Entwicklung von biobasierten flammgeschützten PUR Sitzschäumen

Recycling von Sitzschäumen



PUR-Schaum (22% biogen) ohne FSM besteht Airbus Flammschutztest

Nachhaltige Flugzeugsitze

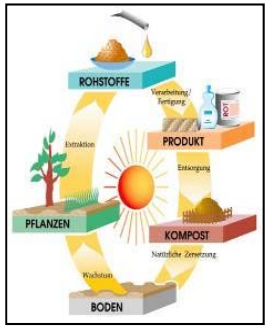


Polymeranteil je Flugzeugsitzreihe:

10-14kg

Δ = ↓ 7 % - 12%

Beispiel: Systemforschung Elektromobilität



Energie-erzeugung → **Energie-transport u. -verteilung** → **Schnittstelle Stromnetz/ Fahrzeug** → **Energie-speicher** → **Neue Fahrzeug-konzepte** → **Kreislauf-wirtschaft**

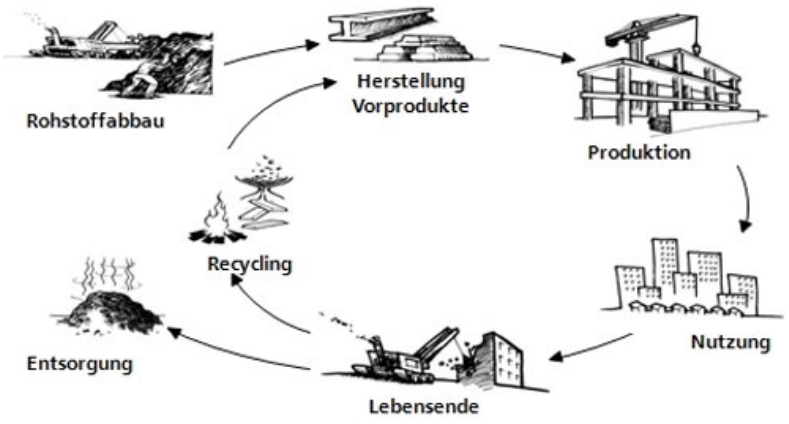
<u>Das Dilemma</u>: Die Schnittstellen fehlen noch weitestgehend

- Netze
- Stromspeicher
- Range Extender
- Recyclingkonzepte für neue Werkstoffe (Carbonfaser)

Life Cycle Assessment (LCA) - Ökobilanzierung

1. Festlegung des Untersuchungsrahmens

Definition der Systemgrenzen



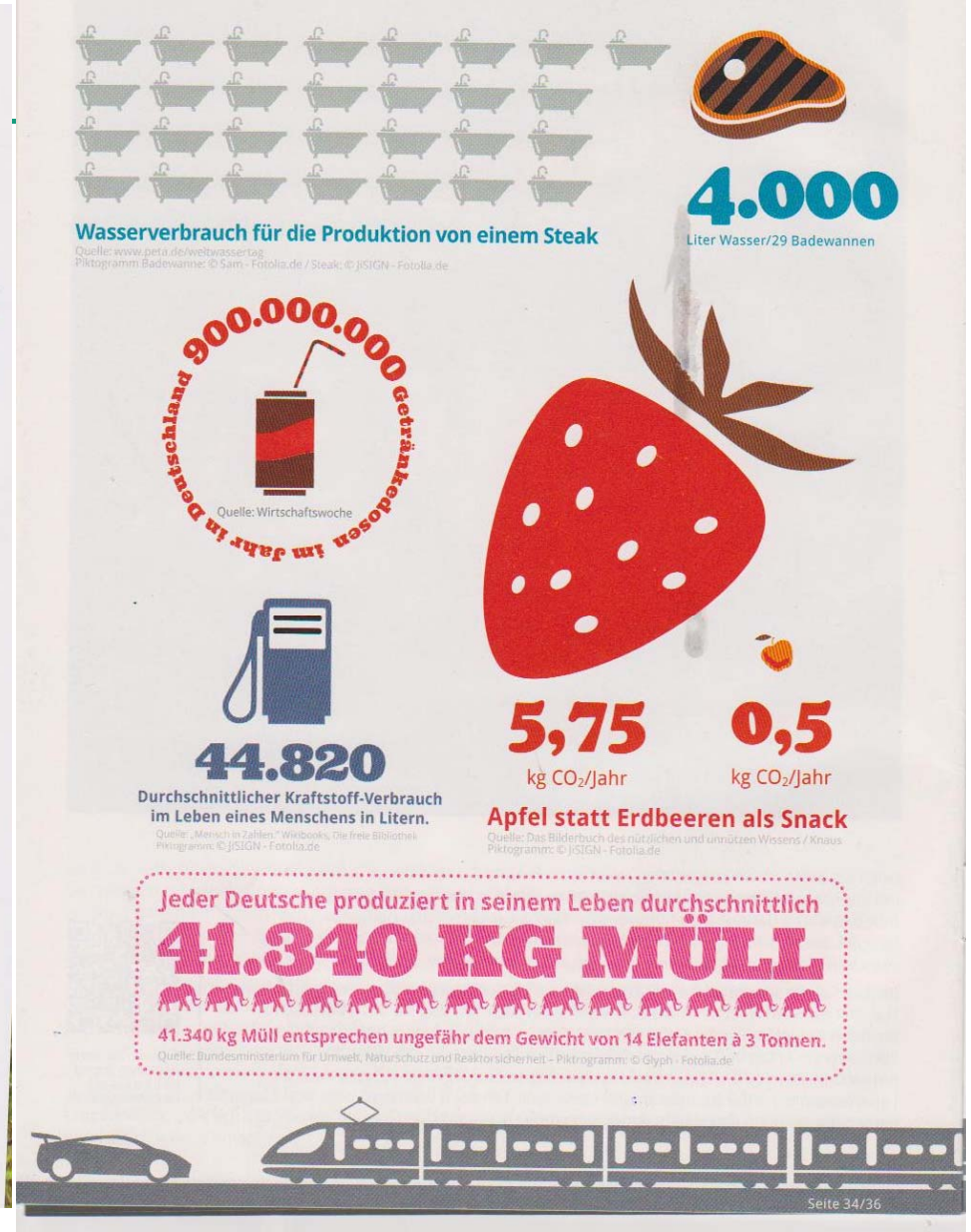
2. Sachbilanz

Datensammlung aller benötigten eingehenden (Ressourcen, Materialien) und ausgehenden (Emissionen, Abfälle) Stoff- und Energieströme, welche in einer Bilanz erfasst werden.

3. Wirkungsabschätzung

potenziellen Umweltwirkungen, Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und Ressourcenverfügbarkeit

4. Auswertung und Interpretation



Fraunhofer ICT

GLIEDERUNG

- Zukünftige Herausforderungen der Gesellschaft
- Innovationstreiber Nachhaltigkeit
- **BioÖkonomie – was ist das ?**
- Zusammenfassung und Ausblick

Die Bioökonomie

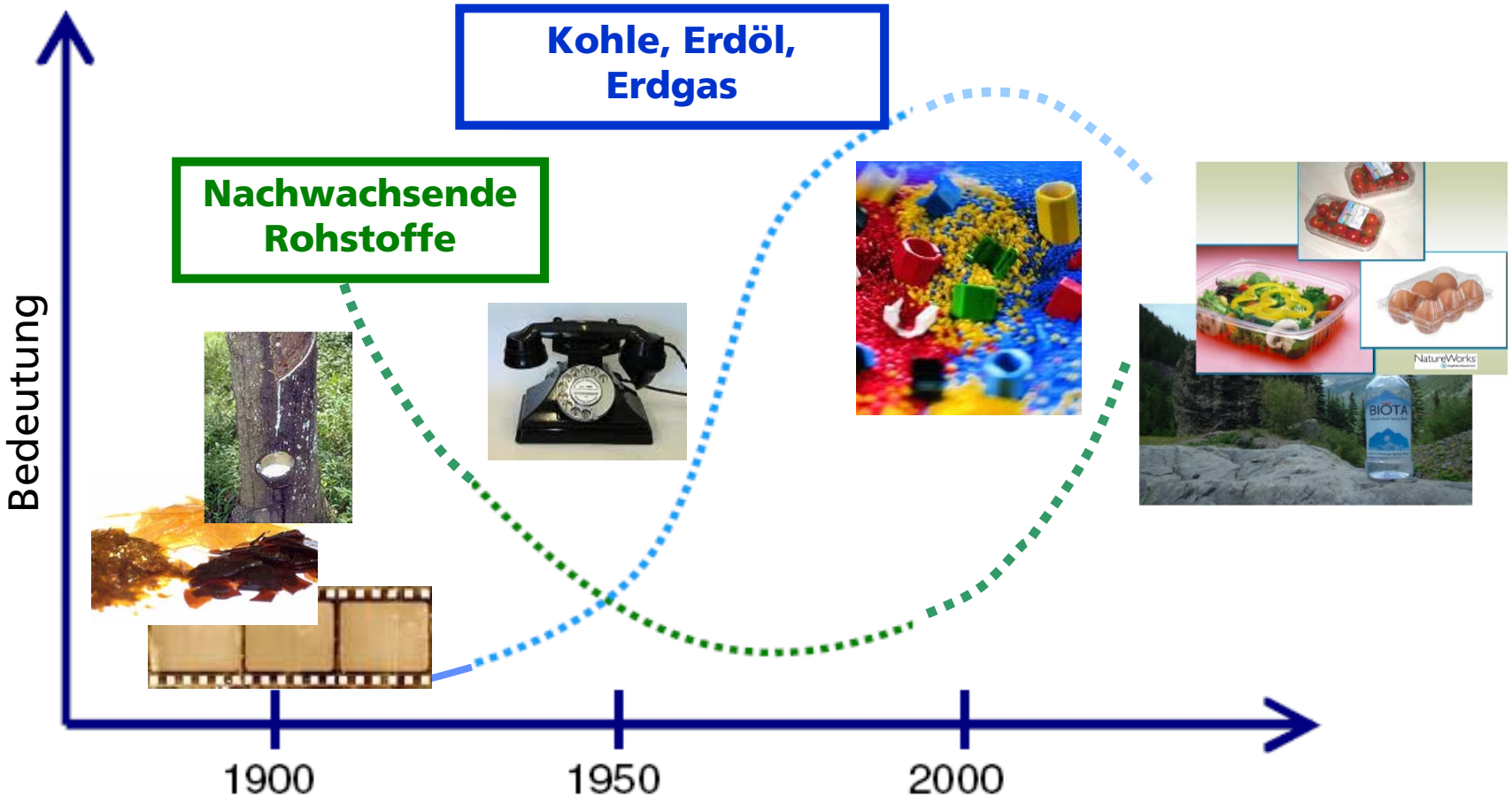
Definition laut Bioökonomierat (der Bundesregierung)

„Die Bioökonomie ist die wissensbasierte Erzeugung und Nutzung biologischer Ressourcen, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines zukunftsfähigen Wirtschaftssystems bereitzustellen“

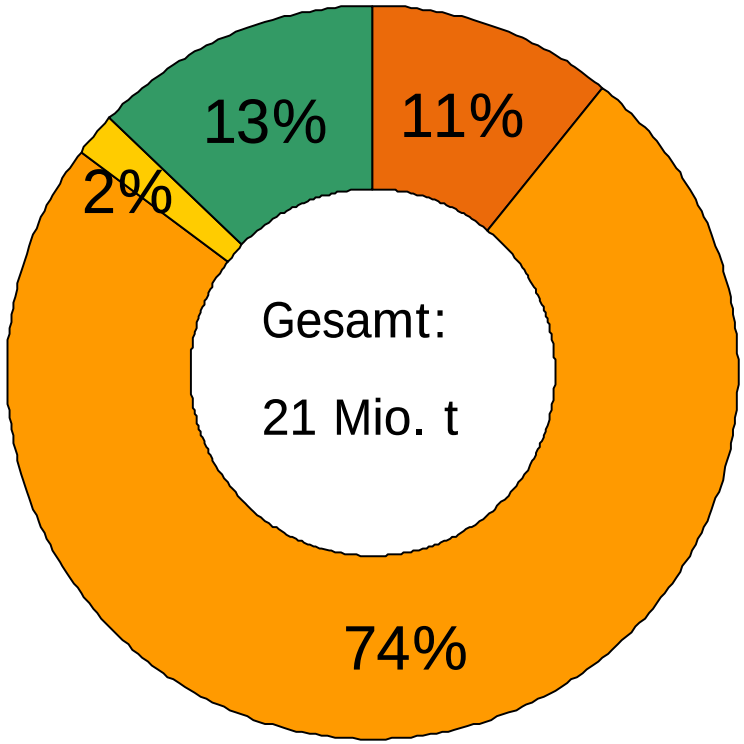
Nutzung nachwachsender Rohstoffe für die Herstellung von Produkten unter wirtschaftlich sinnvollen Gesichtspunkten

Nächstes Dilemma: Das Produkt soll Geld bringen, die gleiche oder bessere Performance bringen und nachhaltig hergestellt sein

Von petrochemischen Rohstoffen zu nachwachsenden Rohstoffen



Rohstoffverbrauch in der chemischen Industrie



- Erdgas
- Erdöl
- Kohle
- Biomasse

Biomasse	Menge [kt]
Öle und Fette	1.450
Chemiezucker und -stärke	408
Chemiezellstoff	300
Sonstige	549
Gesamt	**2.707**

Importanteil bei Biomasse: ca. 60 %

Anstieg von 8% in 1991 auf 13% in 2009.

Anstieg auf 20% in 2020-2030?

Quelle: FNR, meó consult, VCI

Ein paar Beispiele der Forschung zur Bioökonomie

Kleidung aus Milch

Polymilchsäure (PLA)

Autoteile aus Bioplastik

Biosprit aus Reststoffen

Ein paar Beispiele der Forschung zur Bioökonomie

Reifen aus Löwenzahn

Dübel aus Rizinusöl

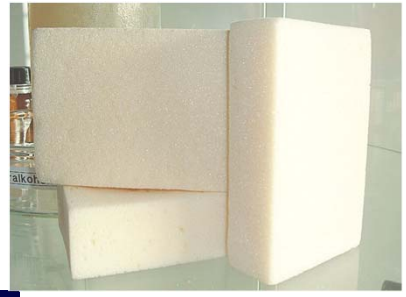
Bio-Pet aus Zucker

Lignin:

gespritztes Holz

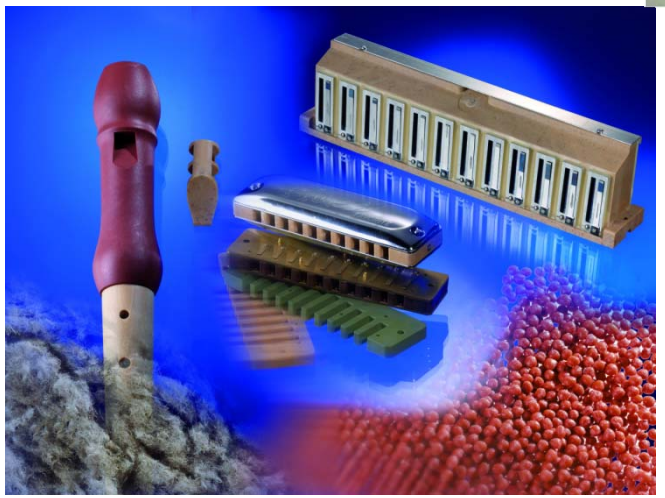
Polyurethane

aus Zuckern



Polyamide aus

biobasierten Diolen



Polyester aus Zucker

basierten Säuren

Moderne Biopolymere in der Automobilindustrie

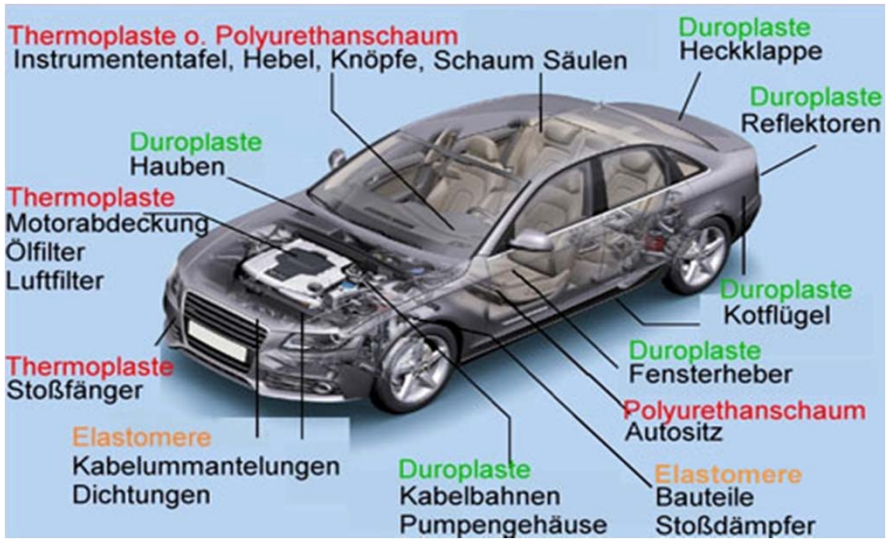


Abbildung: http://www.chemie-am-auto.de

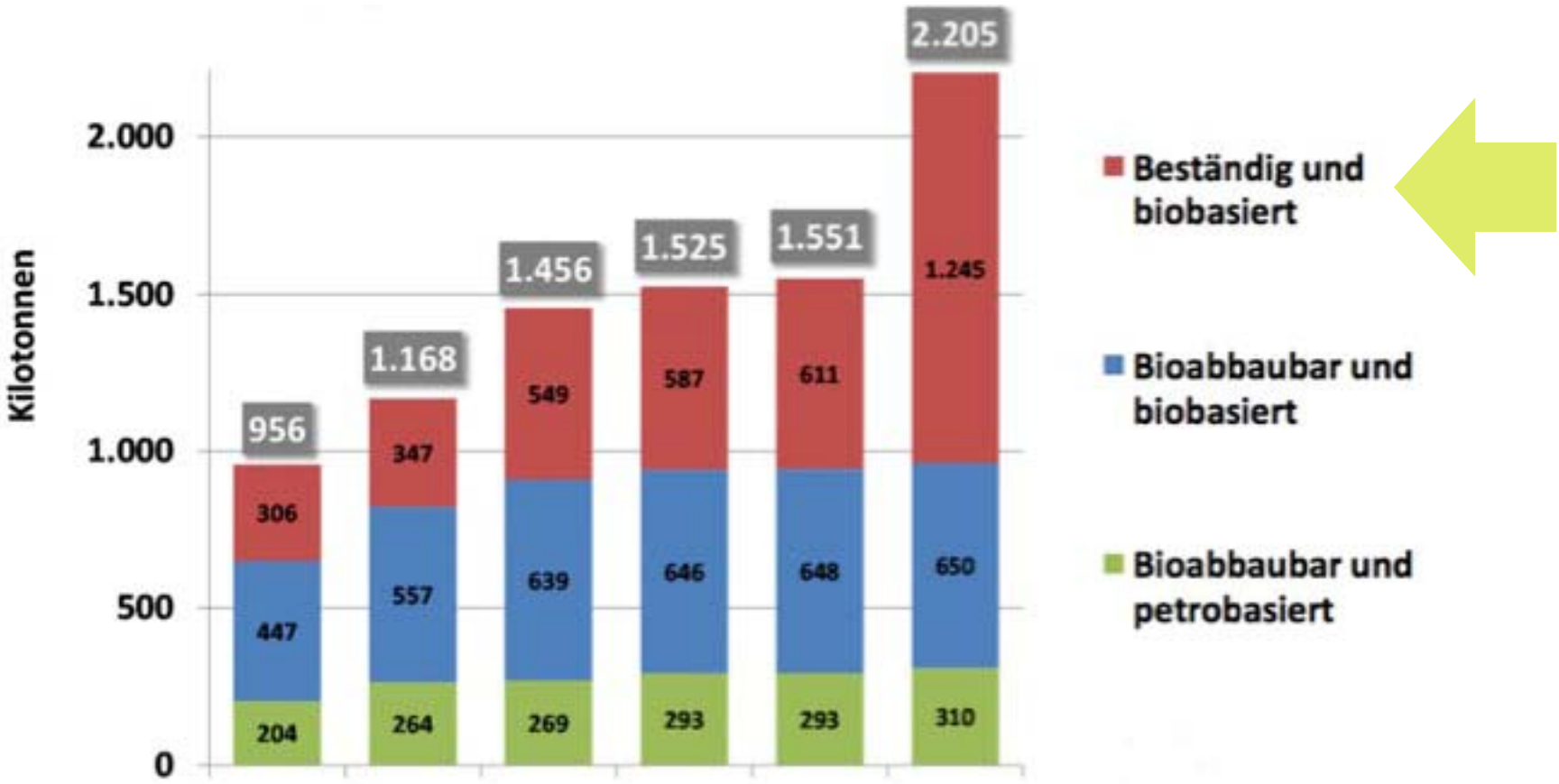
+

Verfügbarkeit ?

Preis ?

Eigenschaften ?

Wohin geht der Trend ?

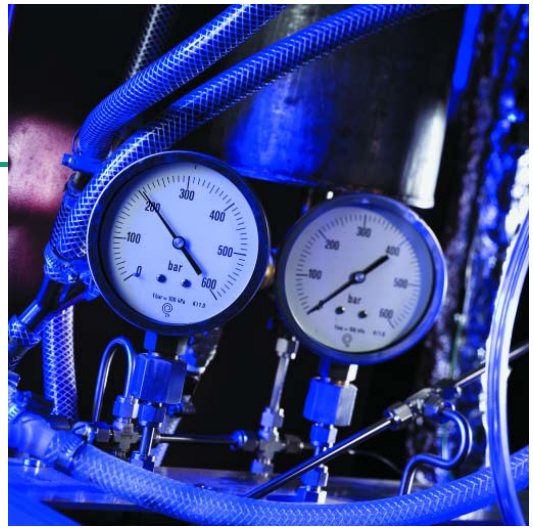


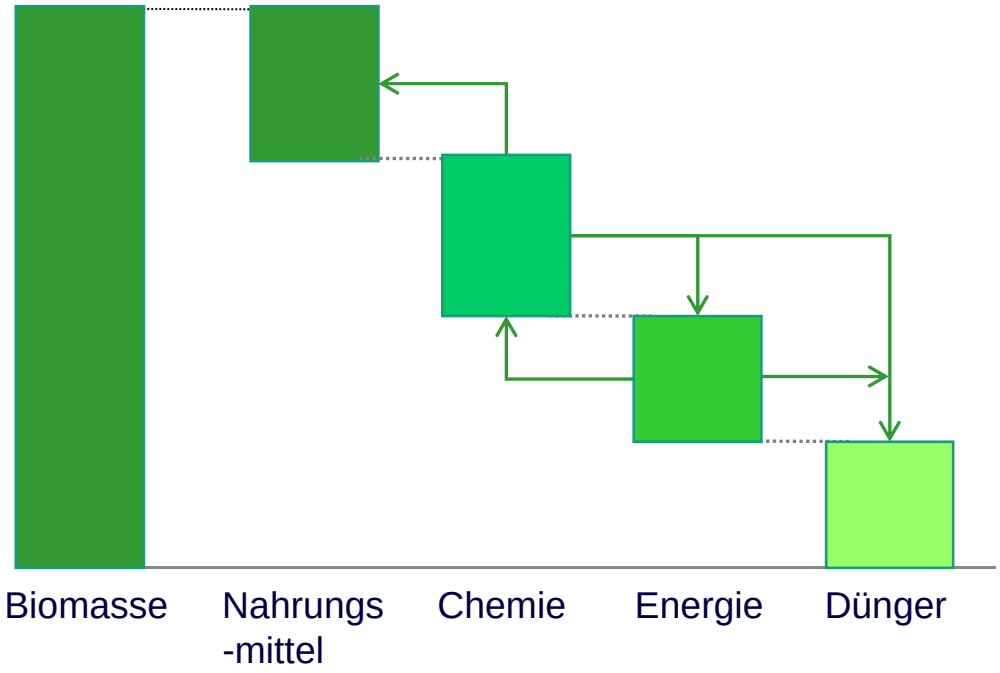
Rohstoffe der Chemie – Mengen und Preise

Erdöl basiert	Ethylen	110 Mio. t/a	890 €/t	1035 €/t Kohlenstoff
	Propylen	75 Mio. t/a	850 €/t	988 €/t Kohlenstoff
	Benzol	45 Mio. t/a	830 €/t	902 €/t Kohlenstoff
Biobasiert	Cellulose	320 Mio. t/a	500 €/t	1250 €/t Kohlenstoff
	Ethanol	36 Mio. t/a	365 €/t	700 €/t Kohlenstoff
	Zucker	143 Mio. t/a	300 €/t	750 €/t Kohlenstoff
	Stärke	55 Mio. t/a	250 €/t	625 €/t Kohlenstoff

Die Herausforderung

…die Mehrfachnutzung der Biomasse unter ethischen Gesichtspunkten



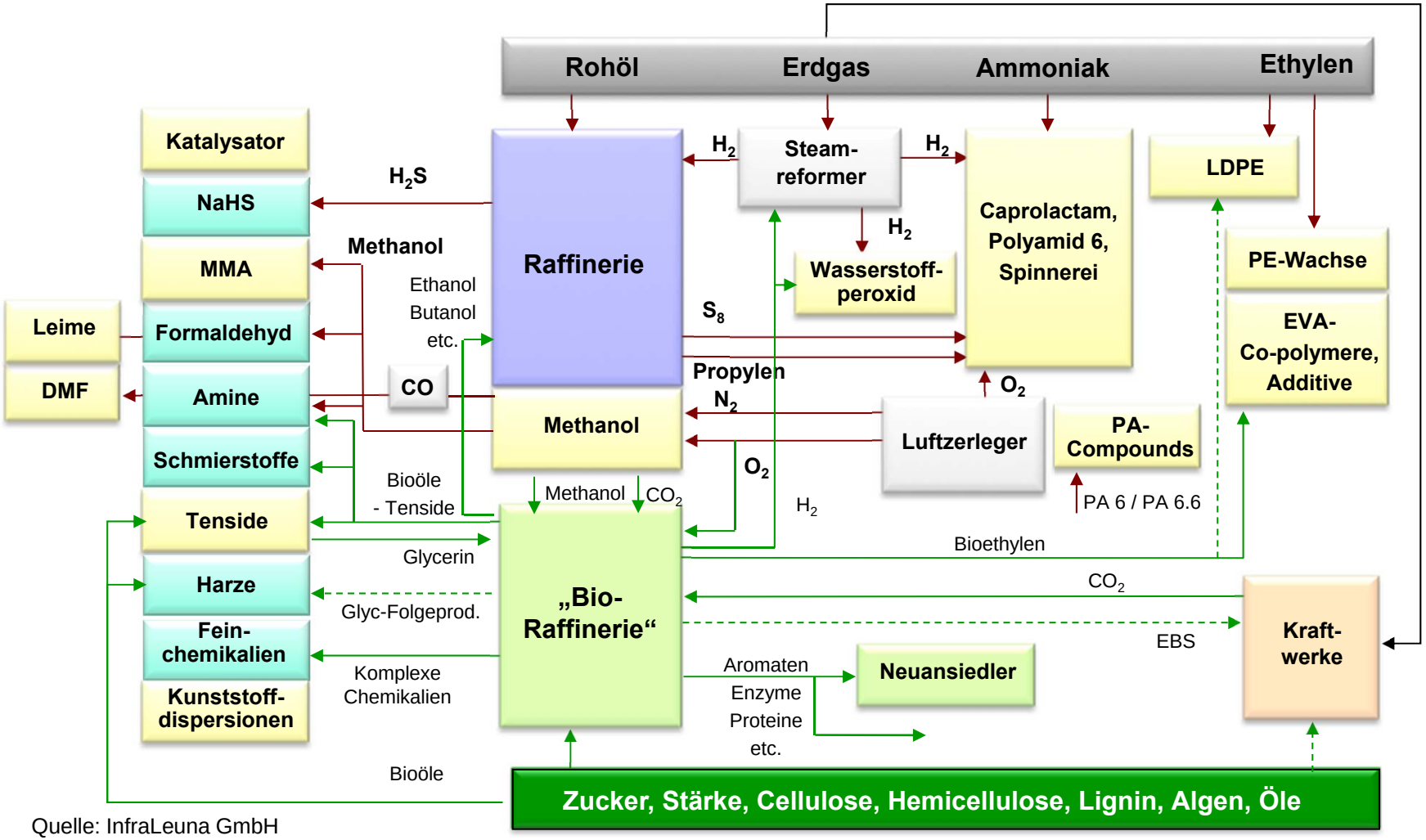


Biomasse - Nutzungskaskaden

Integration in existierende Verarbeitungsbetriebe, (Nahrungsmittel, Papier etc.), Nutzung von Seiten- und Abfallströmen (**Schritt 1**).

Verwendung der „non-food“ Biomasse in Bioraffinerien, integriert in Chemie-, Energie- und Treibstoffproduktionen (**Schritt 2**)

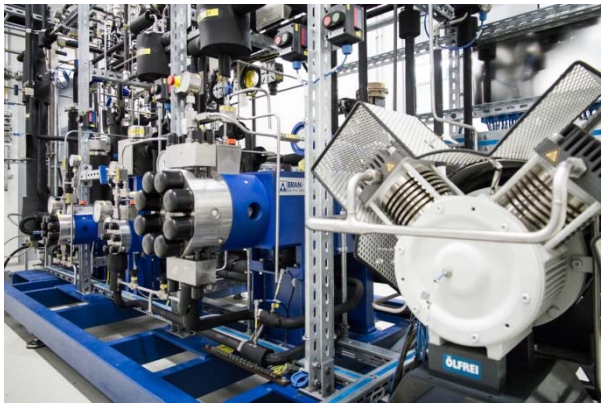
Die Raffinerie



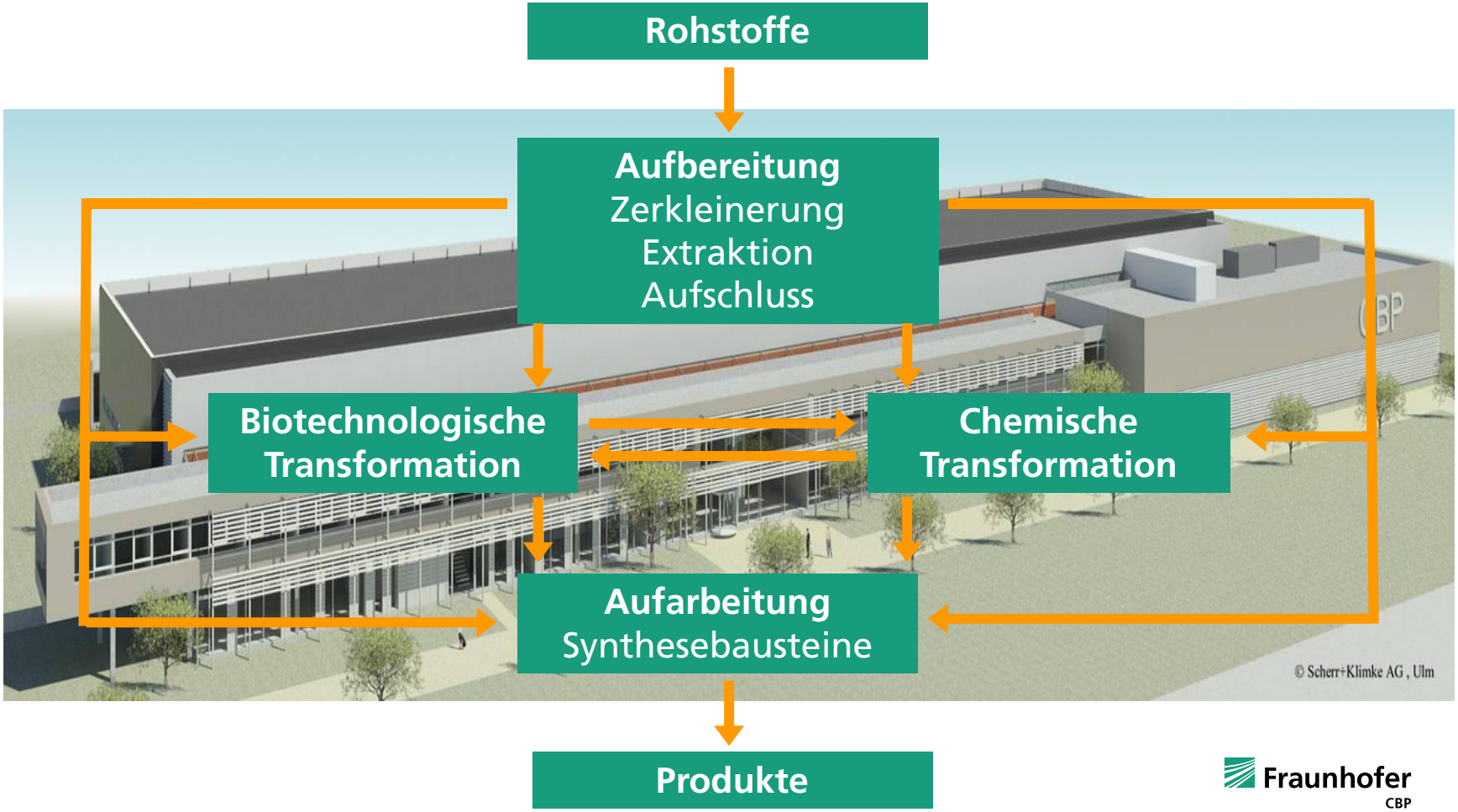
Quelle: InfraLeuna GmbH

Beispiel einer Bioraffinerie: Fraunhofer CBP (Leuna)

BioEconomy Cluster



Idee der Bioraffinerie



Fraunhofer CBP

Fraunhofer ICT

GLIEDERUNG

- Zukünftige Herausforderungen der Gesellschaft
- Innovationstreiber Nachhaltigkeit
- BioÖkonomie – was ist das ?
- **Zusammenfassung und Ausblick**

Zusammenfassung: Die Herausforderungen der Zukunft

- Menge und Verfügbarkeit
- Rohstoff-Komplexität
- Rohstoff-Vorbehandlung
- Prozessentwicklung und Prozessskalierung
- Kaskaden- und Mehrfachnutzung
- Integration der Stoffe in Wertschöpfungsketten
- Akzeptanz bei Kunden und Verbrauchern
- Kosten der Herstellung

Ausblick der Bioökonomie

- Nach Schätzungen des Bioökonomie-Rates (2010) erwirtschaftet der bio-basierte Wirtschaftsektor europaweit derzeit rund 1,7 Bil. Euro Jahresumsatz mit 22 Mio. Beschäftigten.

- Der World Wide Fund For Nature (WWF) schätzt, dass durch biotechnologische Produktionsverfahren weltweit bis zu 2,5 Mrd. Tonnen CO_2 pro Jahr eingespart werden können.

- Trotz Finanz- und Wirtschaftskrise wachsen Umsatz und Beschäftigungszahlen der Biotechnologie-Unternehmen kontinuierlich. Derzeit erwirtschaftet die noch sehr junge Branche ca. 2,2 Mrd. Euro im Jahr.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !