



# Energiemanagement in der Verfahrenstechnik am Beispiel der chemischen Industrie - Das Verbundprojekt INTEK -

**Dr.Hanns-Ingolf Paul, Dr.U.Wiesner,  
Lanxess Global BTR Technology**

**Dr. J. Kirchhoff et al.  
BTS-PT**

Frankfurt a. M., September 2011

Förderung durch BMBF



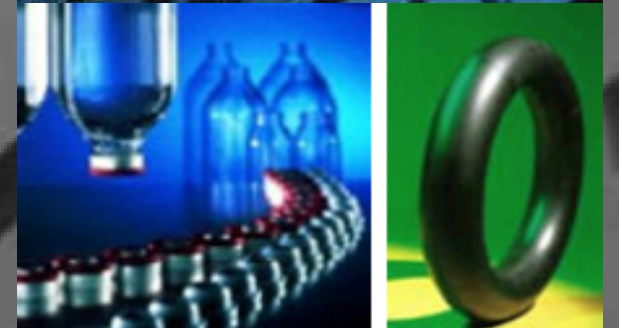
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Agenda

- **Einführung**
- **Energieintensive Prozesse: Synthekautschuk. Herausforderung**
- Ganzheitliche Verfahrensüberarbeitung
- Ansätze, Methoden und Werkzeuge
- Beispiele Innovation
- Bewertung der Ressourceneffizienz
- Zeitplan / Status
- Zusammenfassung

# Performance Polymers

- ▶ **LANXESS/ Performance Polymers:**  
Umsatz 3.800 Mio.€, Mitarbeiter 4.800  
=> LXS einer der weltweit führenden Hersteller
- ▶ **LANXESS produziert:**  
BIIR, CIIR, IIR, BR, SBR, EPDM,  
NBR, H-NBR, CR u.a.
- ▶ **Hauptanwendungsbereiche Kautschuk:**  
Reifenindustrie, Automotive, Plastics u.a.  
=> Volumenprodukte
- ▶ **Markt 500.000 t/a Kautschuk in Deutschland**
- ▶ **Marktwachstum weltweit Ø 3 % p.a, in China 11 %\***



# Beispiel Spezialelastomer

## Butylkautschuk

- **Typen**

Butyl- (IIR), Halobutylkautschuk (BIIR, CIIR)

- **Eigenschaften**

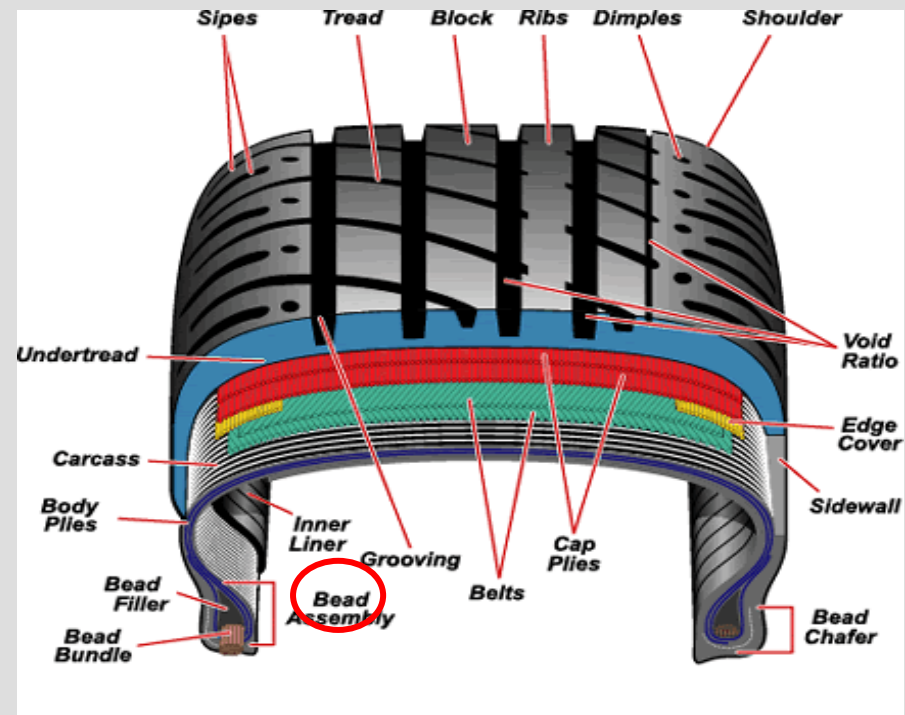
Elastomer mit extrem geringer Gas-/ Luftdurchlässigkeit

- **Anwendungen**

Reifen (Inner-Liner), Pharma, Kaugummi, industrielle Anwendungen u.a.

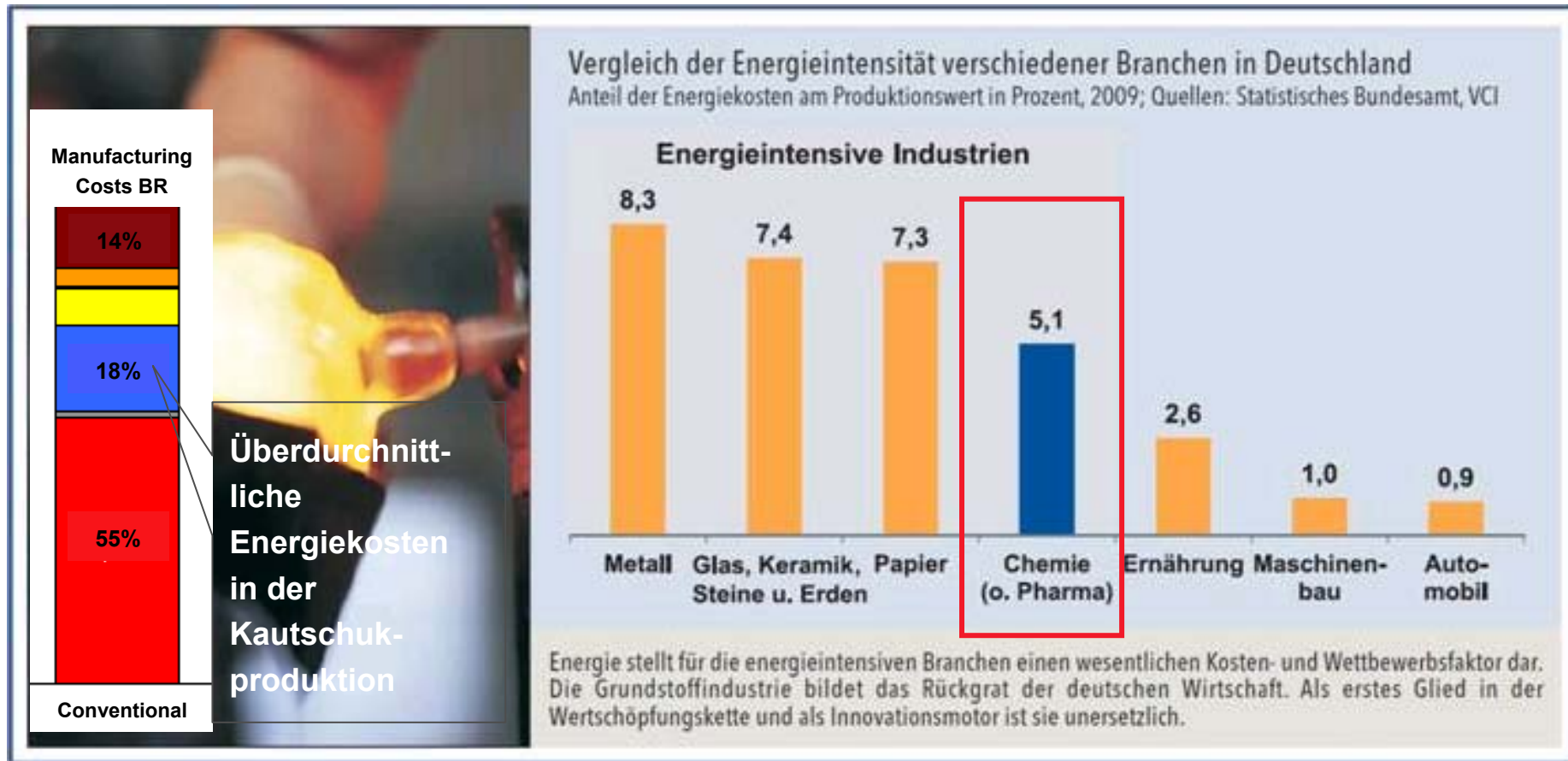


- **Weltmarkt ca. 1.900 Mio. €\***



\*) 2008

# Energie als Kostenfaktor in der Chemischen Produktion



Quelle : Manfred Ritz  
VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE e.V.  
Abt. Kommunikation; Leiter Presse/Politik-Themen-Service

# Herausforderung: Heutige Herstellverfahren sind lange unverändert

## Problem

Technisches Verfahren aus den 1940er Jahren ist sehr **energie- und ressourcenintensiv**:  
ca. 6 GJ elektrisch + 9 t Dampf  
= **2,6 t CO<sub>2</sub> pro t Butylkautschuk**

## Aufgabe

- **Verbesserung der Effizienz in der Kautschukherstellung**
- **Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Ressourcenschonung**



## Mission

- **Entwicklung eines komplett neuen Verfahrens mit deutlich reduzierten Herstell- und Investkosten**
- **Das Verfahren soll innerhalb von 5-7 Jahren zur technischen Reife gebracht werden.**

# Zielsetzung: Drastische Energie- und Ressourceneinsparung.

## Ansatz : Ganzheitliche Verfahrens- und Prozeßentwicklung

- Grundlegende Überarbeitung aller Prozess Schritte
- schlankes Produktionsverfahren, geringe Investkosten
- Energie- und Ressourceneffizienz
- Nachhaltigkeit: u.a. keine halogenhaltigen Lösungsmittel

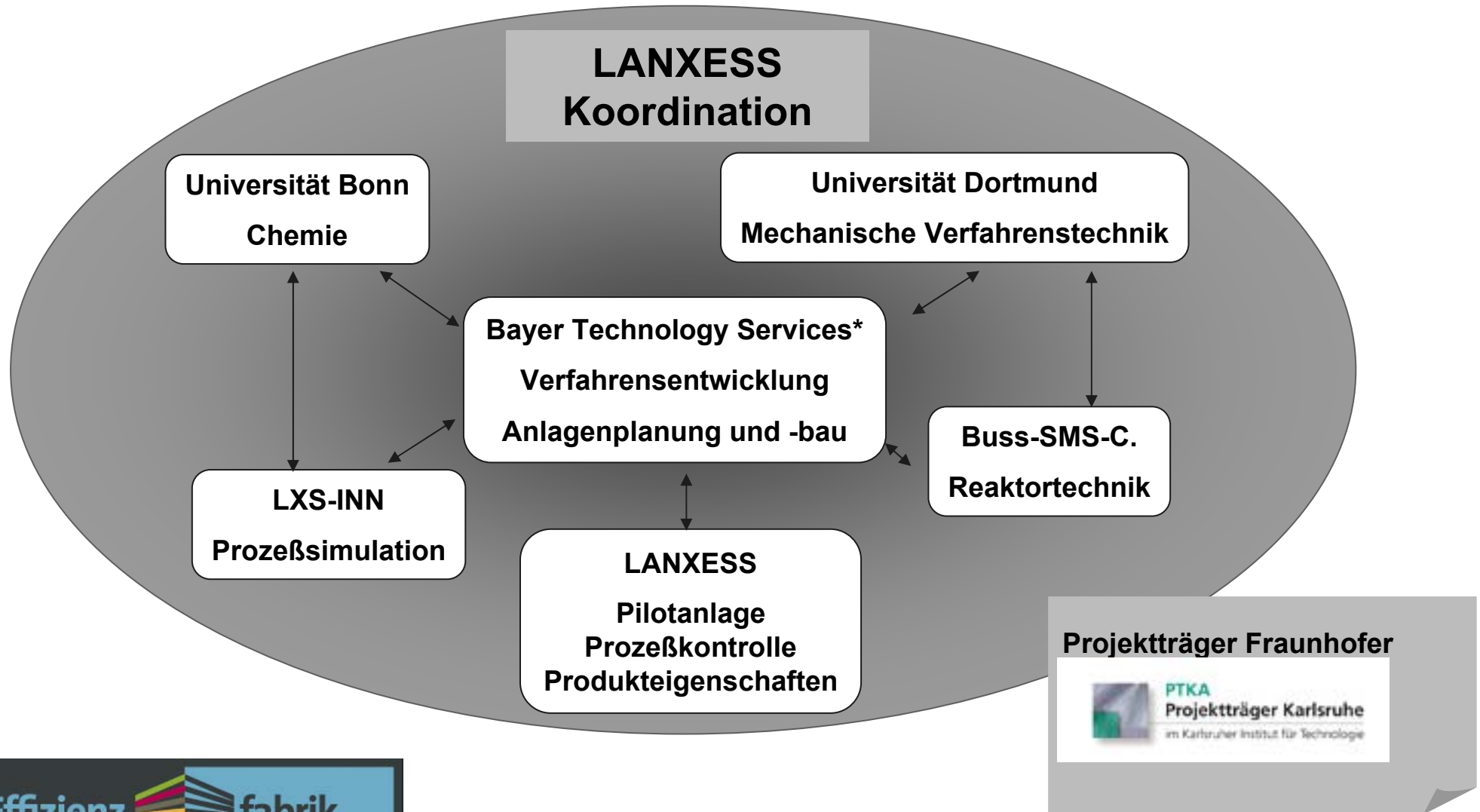
## Weg : Etablierung eines weltweit führenden Kompetenzzentrums für die Synthesekautschuk Herstellung

- Unterstützung durch Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)
  - ➔ „INTEK“
- Kooperation durch interdisziplinäre Vernetzung mit deutschen Partnern unter der Leitung von Lanxess

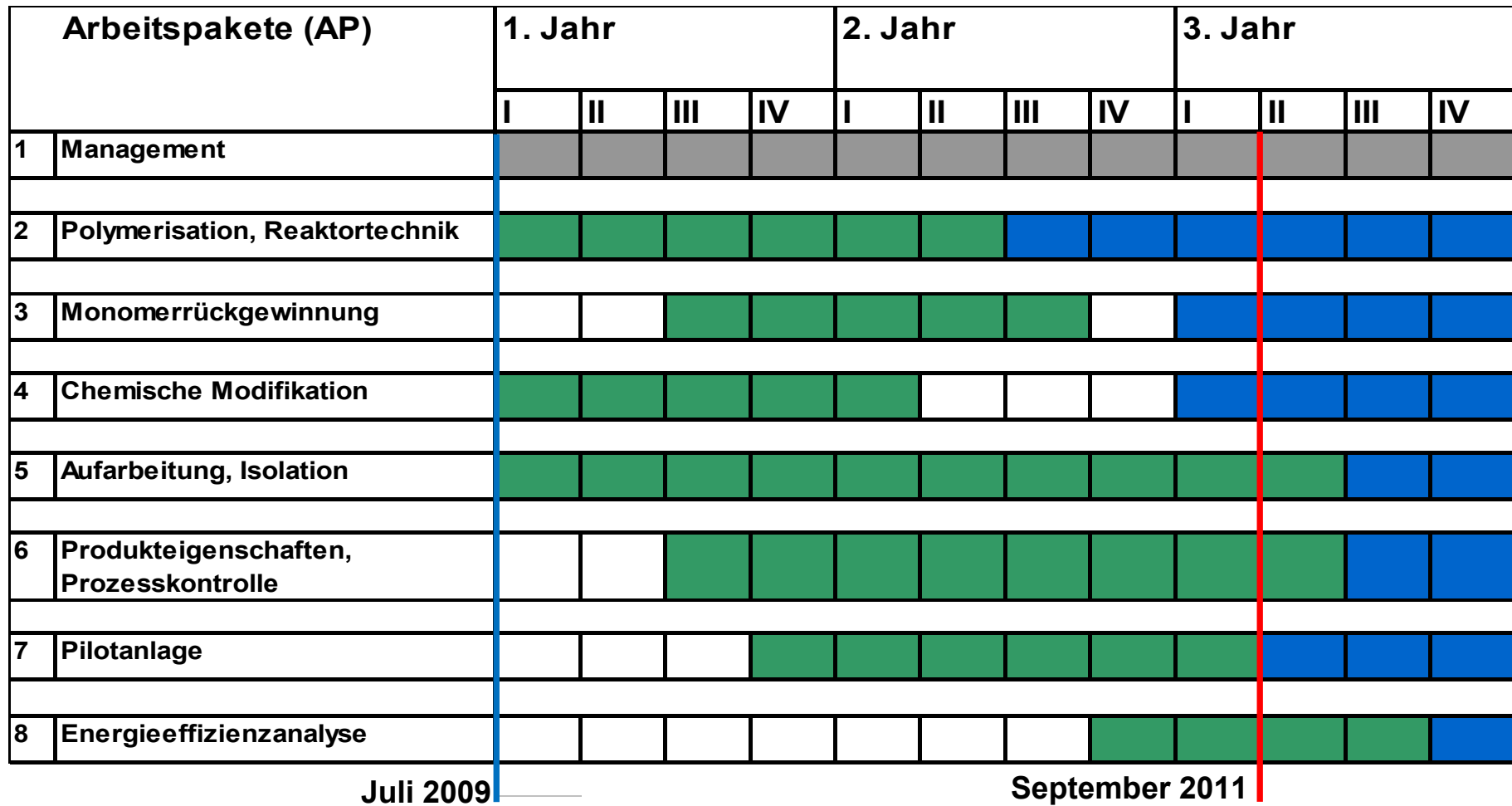


# Partnerstruktur der Forschungs Kooperation **INTEK**

Interdisziplinäre Vernetzung mit deutschen Kooperationspartnern

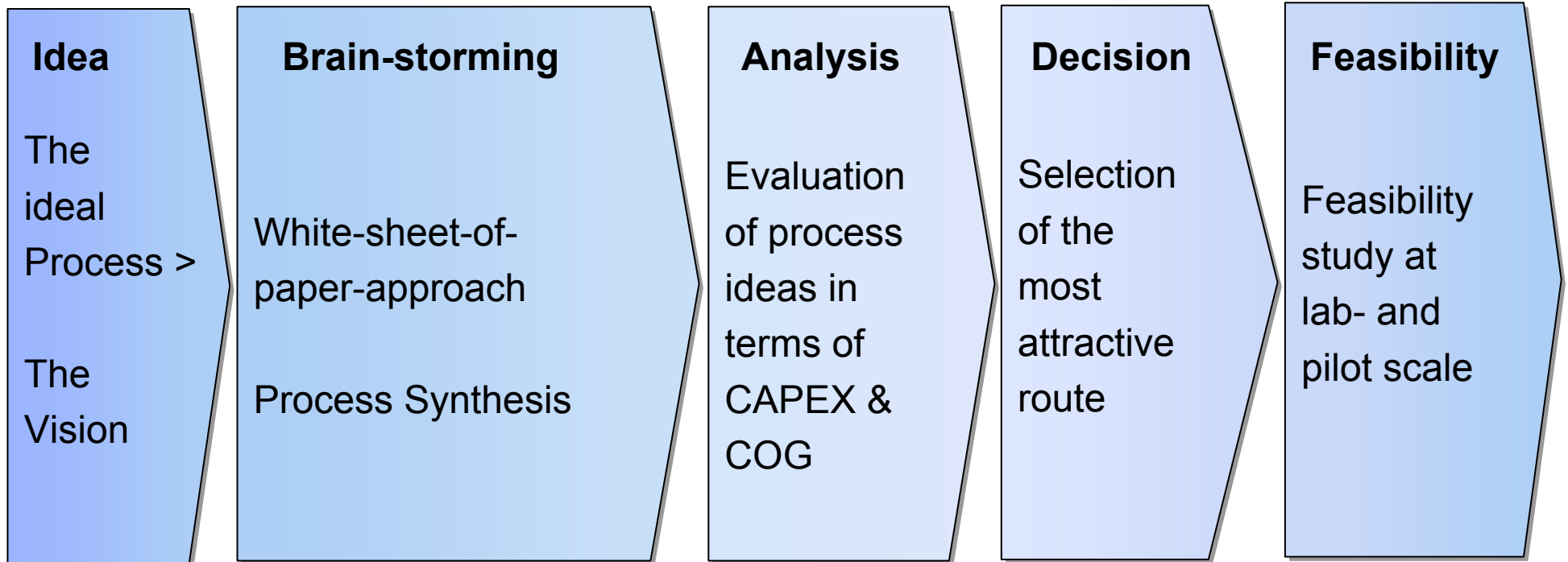


# BMBF-Projekt „INTEK“ – Arbeitspakete und Zeitrahmen



## Schritte der Prozess Entwicklung:

Von der Idee zum technischen Konzept mit erwiesener Machbarkeit



### Voraussetzung:

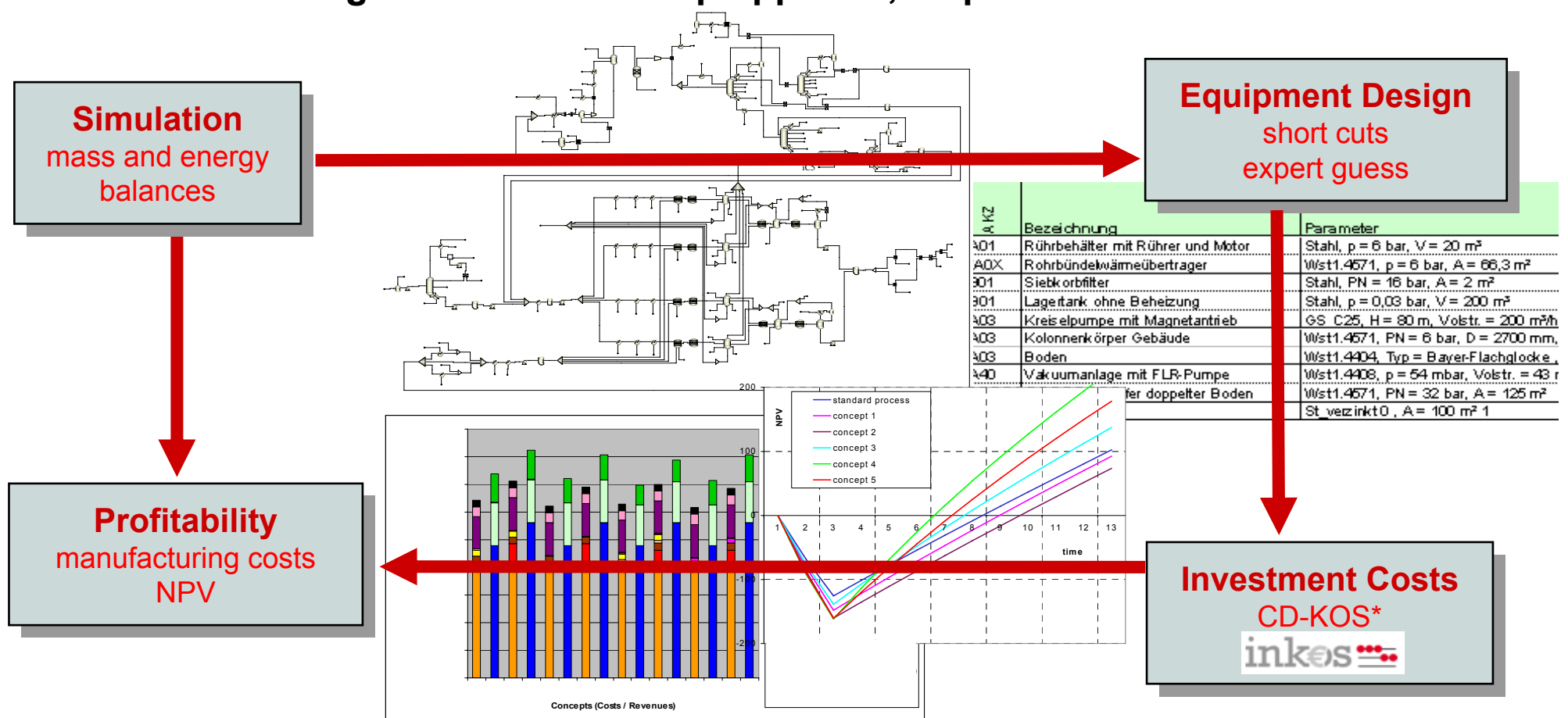
Überprüfen der ökonomischen und ökologischen Vorteile in jedem Stadium der Prozess-Entwicklung

→ Einsatz von speziell entwickelten effizienten Bewertungsmethoden

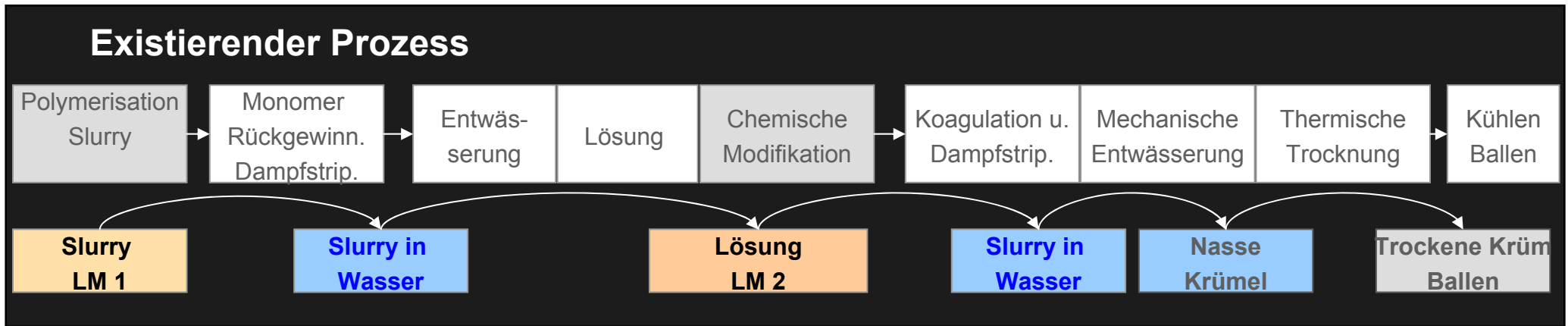
# Innovations-Offensive Butyl Kautschuk

## Effiziente Bewertung von Prozess Varianten mit speziellen Methoden

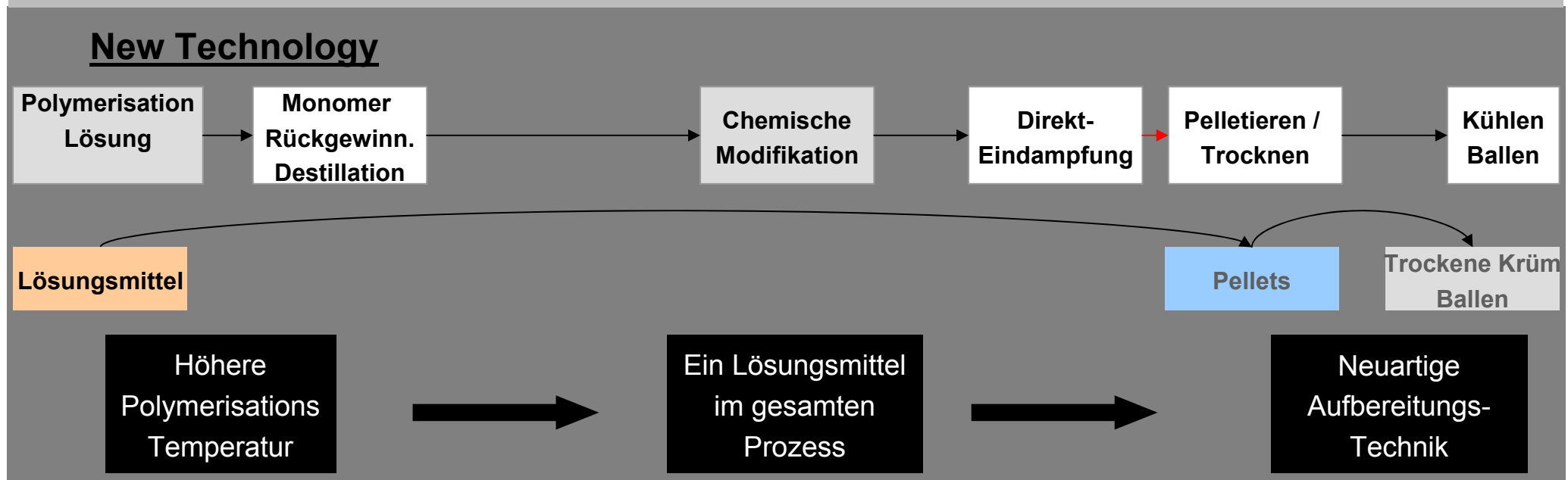
1. Massenbilanzen incl. Rücklaufströmen
2. Energie Bilanzen
3. CAPEX Schätzung auf Basis der Hauptapparate, empirisches Modell



# Innovationen in allen Grundoperationen: Der beste Prozess wurde ausgewählt



Über 100 Verbesserungsvorschläge → 14 Prozessvarianten bewertet → Neuer Prozeß



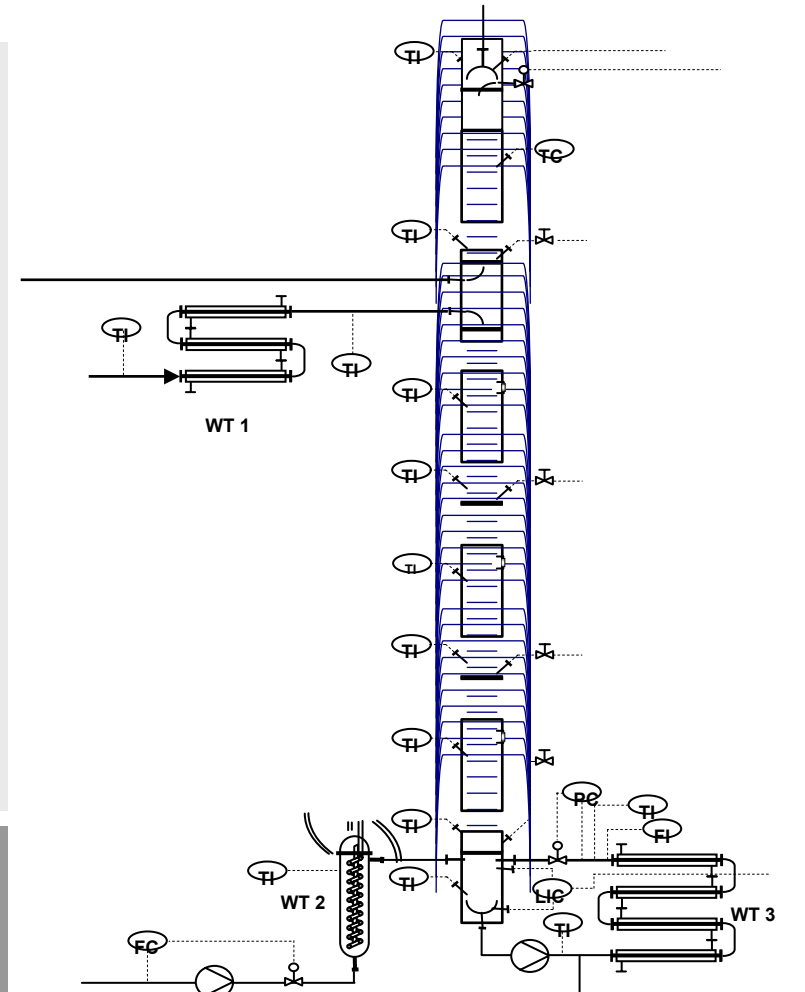
# Beispiele Prozess Innovation 1:

AP 2: Polymerisation, Reaktortechnik

AP 3: Monomer Rückgewinnung

- ▶ Alternatives Katalysator System  
→ Polymerisation bei höherer Temperatur
- ▶ On-Line Katalysator Charakterisierung  
→ erstmalig implementiert
- ▶ Ersatz eines chlorierten Lösemittels durch ein Alkan  
→ homogene Lösung
- ▶ Destillation einer hochviskosen Lösung zur Monomer Rückgewinnung  
→ Dampfstrippen ersetzt

→ Gute Polymerqualität wurde mit neuem alternativen Polymerisationssystem, d.h. Katalysator und Lösungsmittel erzielt

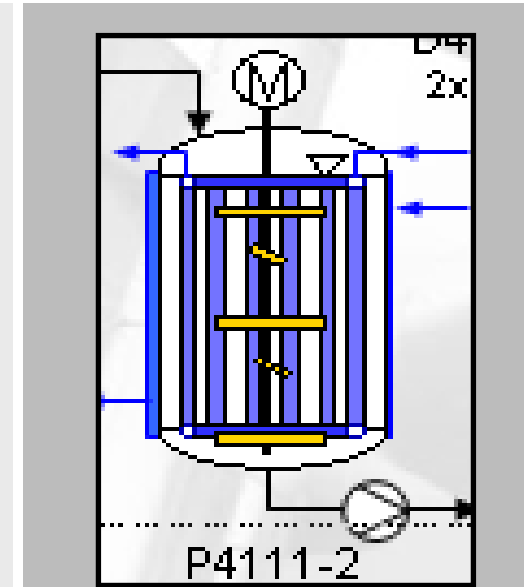


## Beispiele Prozess Innovation 2: AP 2: Polymerisation, Reaktortechnik

Anforderungen an den neuen Reaktor resultieren aus dem alternativen Polymerisationssystem:

- ▶ Hohe Viskosität der Polymer Lösung aufgrund der Polymerkonzentration und der tiefen Temperatur  
→ Sehr guter Wärmeübergang in laminarer Strömung
- ▶ Kryo Bedingungen  
→ Temperatur  $-80^{\circ}\text{C}$
- ▶ Reaktionswärme und mögliche Wärmeübertragungsrate bestimmen die Reaktorgeometrie  
→ Großes Oberfläche-zu-Volumen Verhältnis
- ▶ Kontinuierliche Erneuerung der Grenzschicht an der gekühlten Wand  
→ Vermeiden von Ablagerungen, guter Wärmeübertrag

→ Ein neuer Reaktortyp wurde entwickelt und im Labor getestet.  
Ein Pilotreaktor wurde bei BUSS/SMS gebaut.



## Beispiele Prozess Innovation 3:

### AP 5: Aufarbeitung, Innovation

- ▶ Ersatz des Dampf-Strip Prozesses durch ein Direkt-Eindampfverfahren:
  - Flash und Extruder Entgasung
- ▶ Die Extruder Technik muss an die speziellen Anforderungen der Kautschukverarbeitung angepasst werden:
  - Produkt ist stark visko-elastisch
    - diskrete Kautschukpartikel im Extruder
    - Oberflächenerneuerung schwierig
  - Neue Konfiguration des Extruderbesatzes entwickelt

- Entgasungstechnik wurde in einer Pilotanlage getestet.
- Scale-up Konzept ist erstellt.
- Full-scale Anlage wird gebaut.

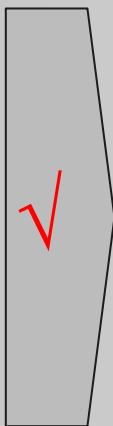


# Vom Labor zur Miniplant: AP 7: Pilotanlage



## Screening

Labor  
Batch  
0.5 L



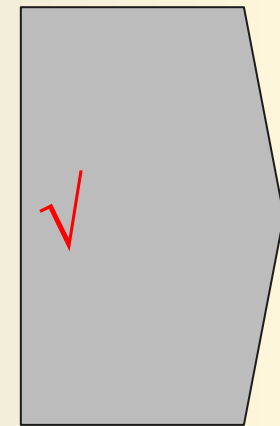
## Parameter- Optimierung

Technikum  
Batch  
2-5 L



## Prozeß-validierung

Technikum  
Miniplant, kontinuierlich  
2-35 L/h



# Neuer Prozeß - Status der Evaluierung:

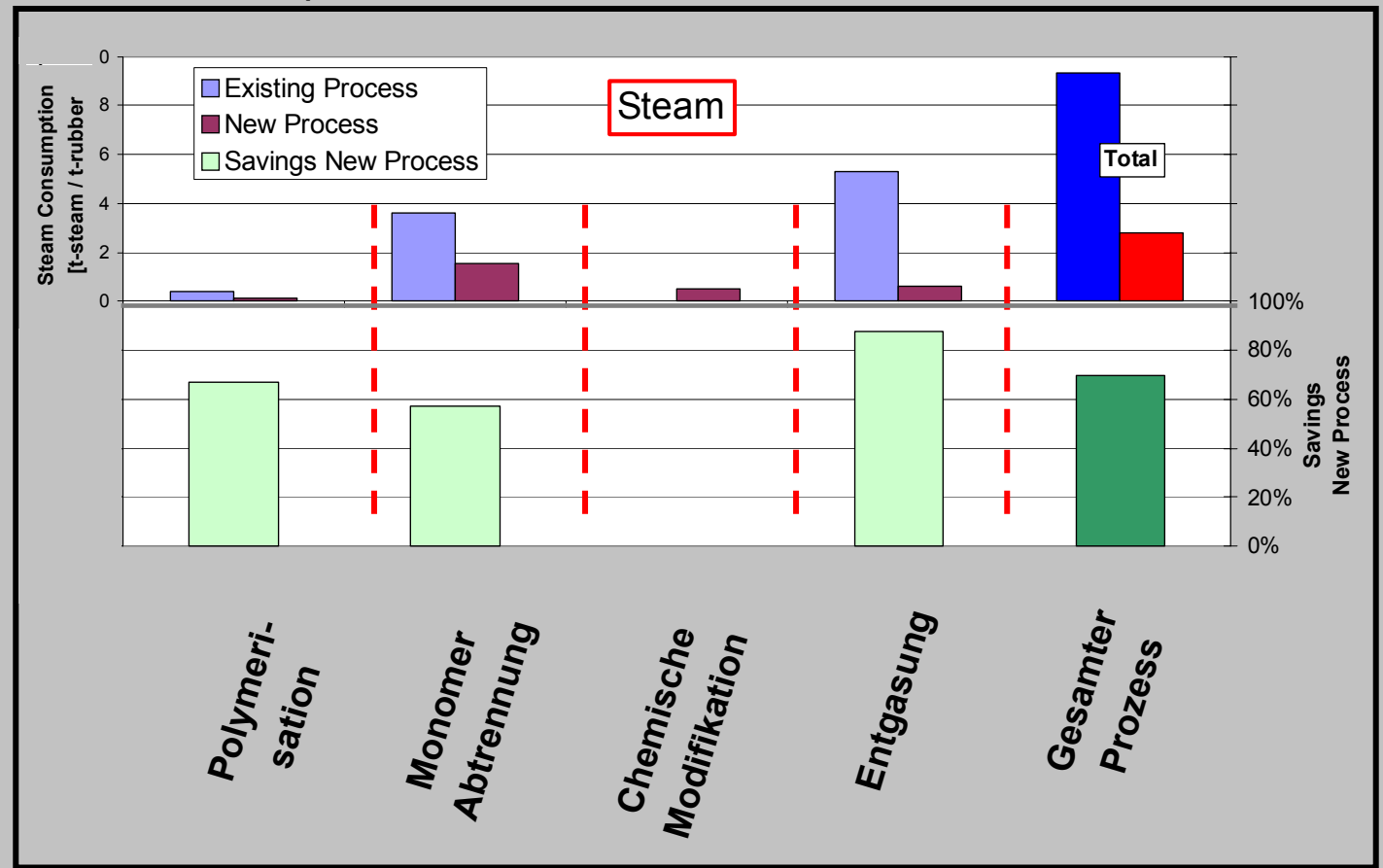
## AP 8: Energieeffizienzanalyse

Reduzierter  
Energieverbrauch:

- Dampf:
  - Δ -70%
- Elektrizität:
  - Δ -37%
- CAPEX reduziert:
  - Δ - 20%
  - (für 100kt/a Anlage)

### Beispiel für Prozess Bewertung:

Dampf Verbrauch in bestehendem und neuem Prozess



# Weitere Bewertung: Energy Efficiency Check

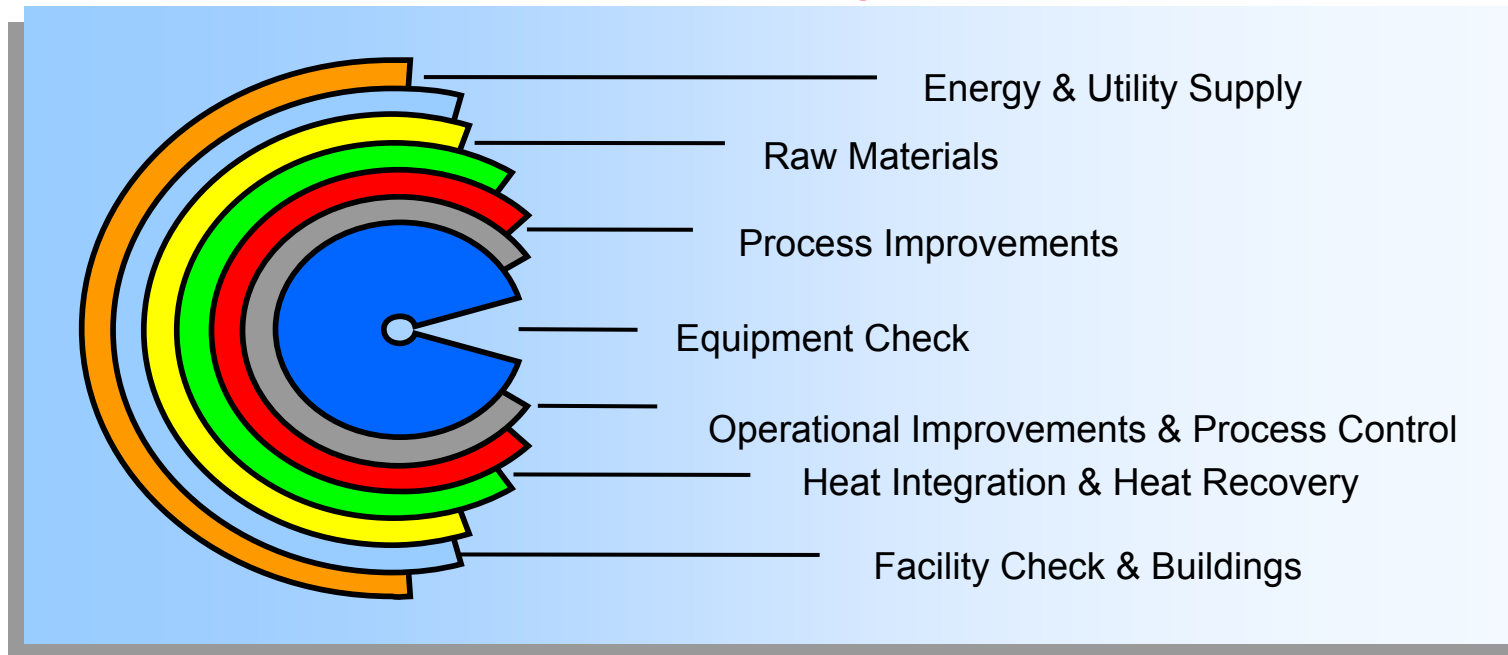
## AP 8: Energieeffizienzanalyse

Nächster Schritt

### Der Energy Efficiency Check ...

- besteht aus einer systematischen Betrachtung eines Produktionsprozesses
- beinhaltet eine große Spanne von Optimierungs Stufen
- resultiert in der Ausarbeitung von Verbesserungs Maßnahmen, von einfachen Anpassungen der Fahrweise bis zu komplexen Prozessmodifikationen

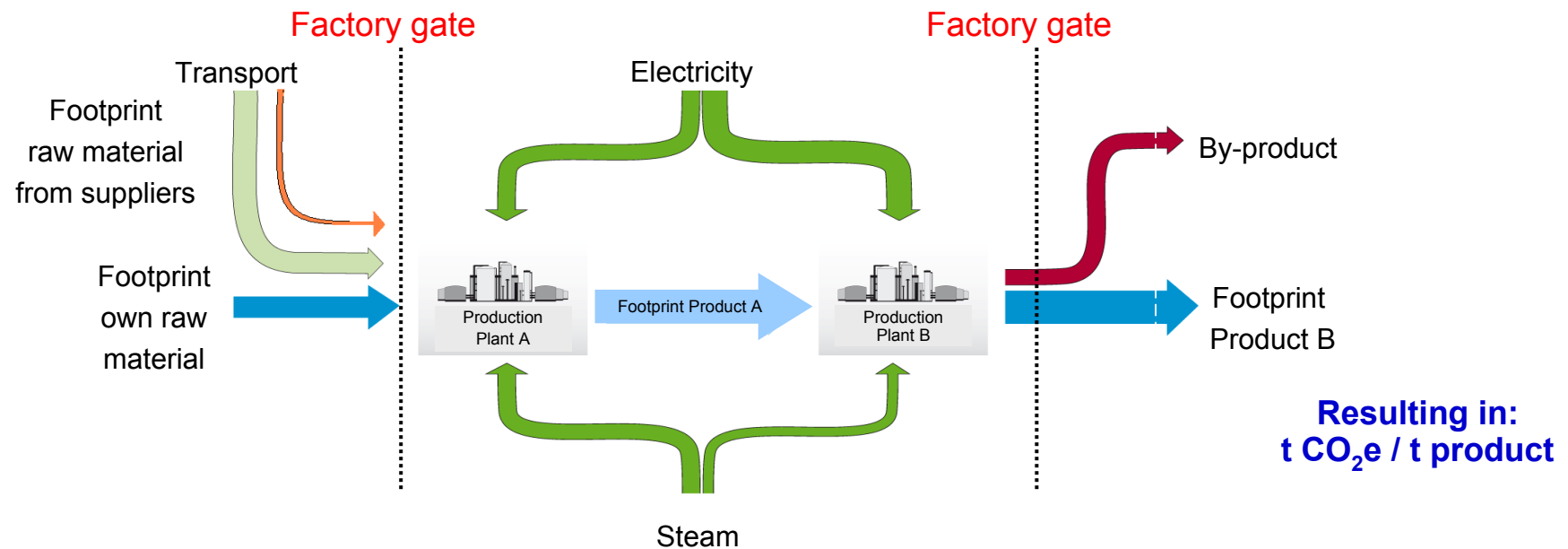
### Unterschiedliche Stufen der Optimierung



# Der Climate Footprint<sup>®</sup> ist ein Indikator, um den Klima Einfluss eines Produktionsprozesses zu bewerten

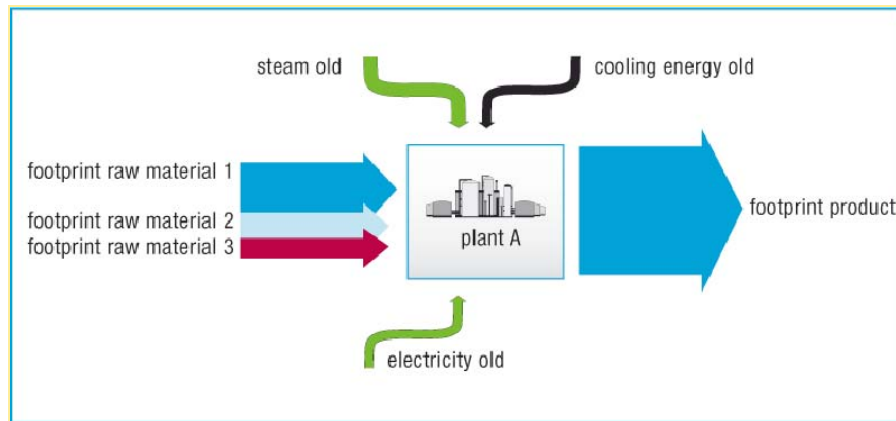
## Climate Footprint<sup>®</sup>

- basiert auf eine Lebenszyklus Analyse
- beinhaltet die Elemente, die ein Produzent beeinflussen kann
- enthält direkte Emissionen und Emissionen, die durch Energieverbrauch, Rohstoffe und Transport verursacht werden

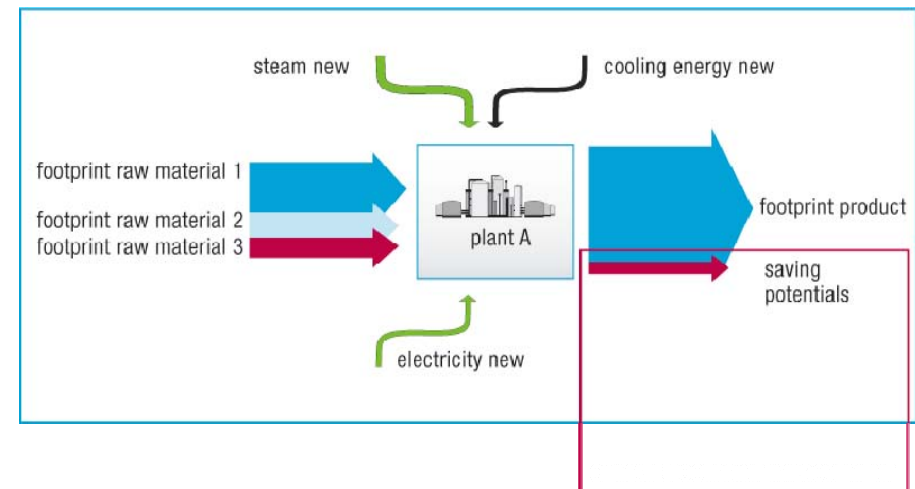


# Der Delta Footprint® visualisiert unterschiedliche Beiträge für einen effizienteren Prozess

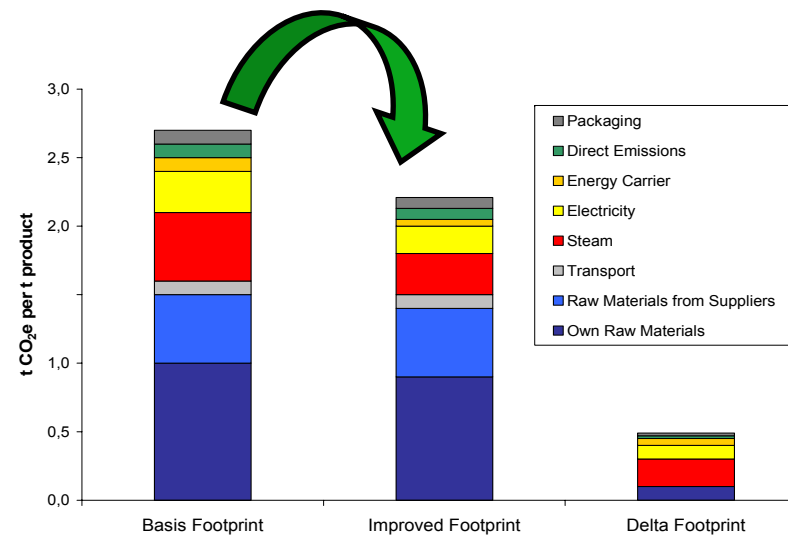
Existing process



New process



Die Energieeffizienzanalyse zeigt die unterschiedlichen Beiträge zum Energieverbrauch und erlaubt eine Quantifizierung des Verbesserungspotentials



# Zusammenfassung

- ▶ Kautschuke werden heute energie- und ressourcenintensiv hergestellt
  - hoher CO<sub>2</sub>-Ausstoß in der Produktion
- ▶ Volumenprodukte mit hohem Wachstum
  - Effizienzverbesserung zur Stärkung der Wettbewerbssituation
- ▶ Nur eine ganzheitliche Verfahrens- und Prozessentwicklung ermöglicht wesentlich verbesserte Verfahrenseffizienz
- ▶ Ergebnis ist ein grundlegend überarbeitetes Herstellungsverfahren eines Synthetikautschuks:
  - deutliche Verringerter Energieverbrauch
  - gleichzeitig geringere Investkosten
- ▶ Aufgrund der Komplexität der Verfahren sind mehrere Scale-up Schritte vom Labor zur Produktion erforderlich
  - „Fast-Track Approach“ für erfolgreiche Implementierung
- ▶ Etablierung eines weltweit führenden Kompetenzzentrums für Synthetikautschukherstellung
  - Stärkung des F&E-Standorts Deutschland
  - Übertragung der Erkenntnisse auf andere Synthetikautschuke

**LANXESS**

Energizing Chemistry