

## **Ganzheitliche Potenzialanalyse von Niedertemperaturprozessen in der Automobilserienlackierung**

**Dr. Matthias Harsch, Julian Maruschke, Judith Schnaiter**

**LCS Life Cycle Simulation GmbH, Backnang, Germany**

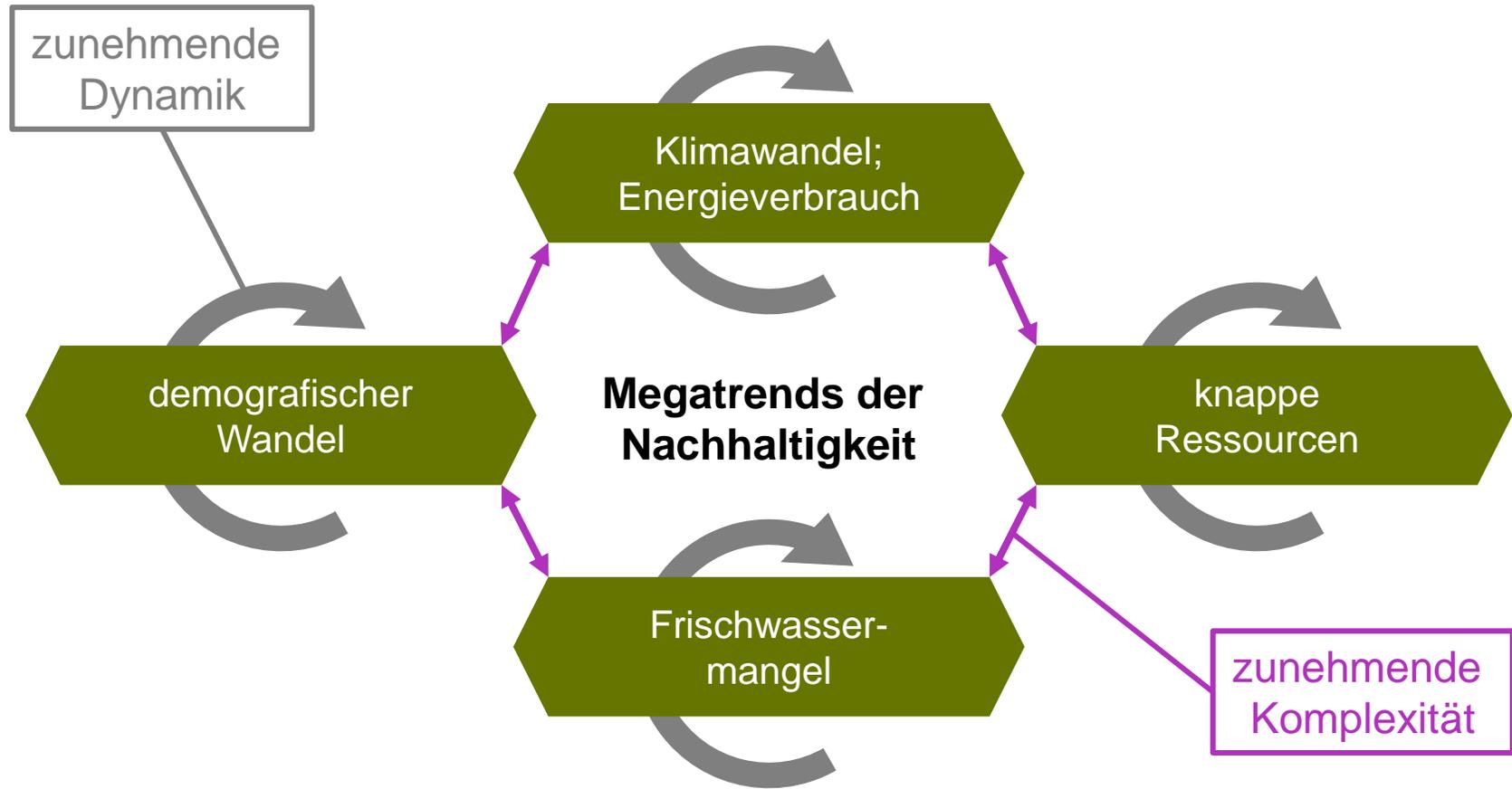
**[www.lcslcs.de](http://www.lcslcs.de)**

## Übersicht

- **Einführung Nachhaltigkeit**
- Ökologische Relevanz der  
Automobilserienlackierung
- Potenziale in der Automobilserienlackierung
- Potenzial Niedertemperaturprozess
- Fazit und Ausblick

# Einführung Nachhaltigkeit

## Herausforderungen für eine nachhaltige Zukunft

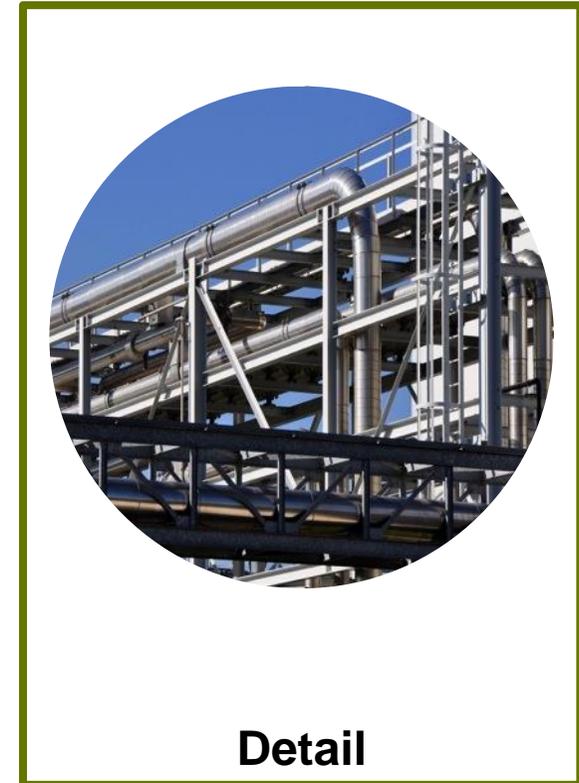
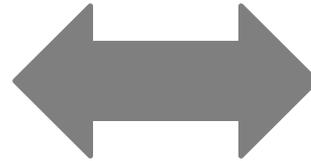


\*Dynaxity = Dynamics + Complexity; Quelle: Megatrends der Nachhaltigkeit, Bundesministerium für Umwelt, Berlin, 2008

Wissensmanagement bei zunehmender “Dynaxity\*”

# Einführung Nachhaltigkeit

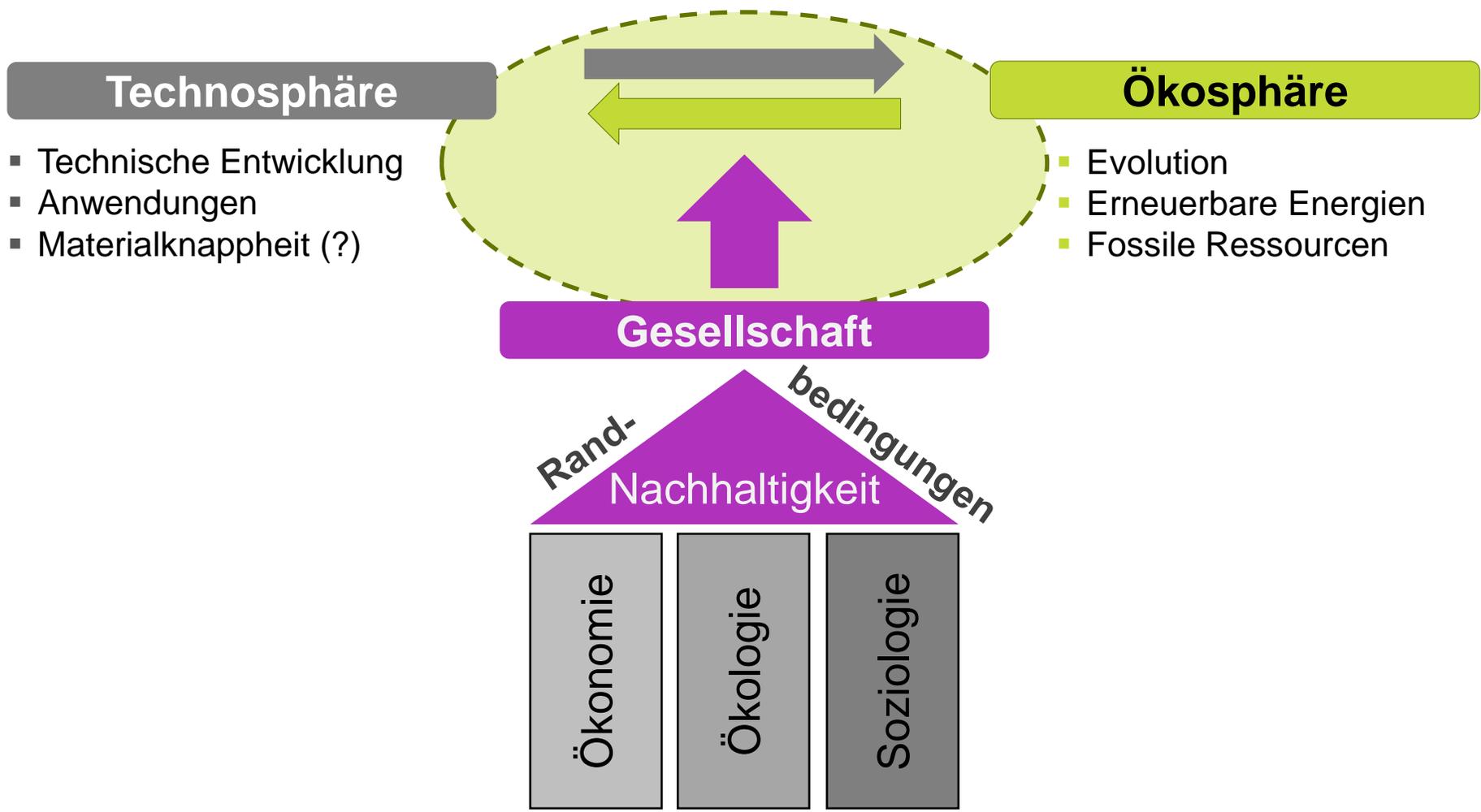
## Betrachtungswinkel



Beide Sichtweisen sind für nachhaltige Entscheidungen wichtig

# Einführung Nachhaltigkeit

Interaktion zwischen Technosphäre, Ökosphäre und Gesellschaft



Werkzeuge notwendig, um die permanent wechselnde Interaktion zu analysieren

## Werkzeuge zur Analyse und Umsetzung

### Analyse

Modul 6: Integration sozio-ökonomischer Aspekte

Modul 5: Prozess-, Lebenszyklus-Kosten

Modul 4: Ökobilanz (Ressourceneffizienz)

Modul 3: Materialströme (Materialeffizienz)

Modul 2: Energieströme (Energieeffizienz)

Modul 1: Technische Charakterisierung

Technologie 1

Technologie 2

Energie  
Stoffe  
Kosten

Energie  
Stoffe  
Kosten

Energie  
Stoffe  
Kosten

Abfall  
Abwasser  
Abluft

Abfall  
Abwasser  
Abluft

Abfall  
Abwasser  
Abluft

Ebene 5: Wissenstransfer

- Mitarbeiterschulungen, Workshops
- Vorträge
- Lehre an Hochschulen

Ebene 4: Managementsysteme (Betriebsanalyse)

- ISO 14001
- ISO 50001

Ebene 3: Simulationsmodelle (Prozesse, Life Cycle)

- Parametrisierung
- Modularisierung
- Szenarioanalyse

Ebene 2: Ganzheitlicher Technologievergleich

- ISO 14040 und 14044, VDI 4075
- Hot-Spots, Stärken, Schwächen
- Einsparpotentiale

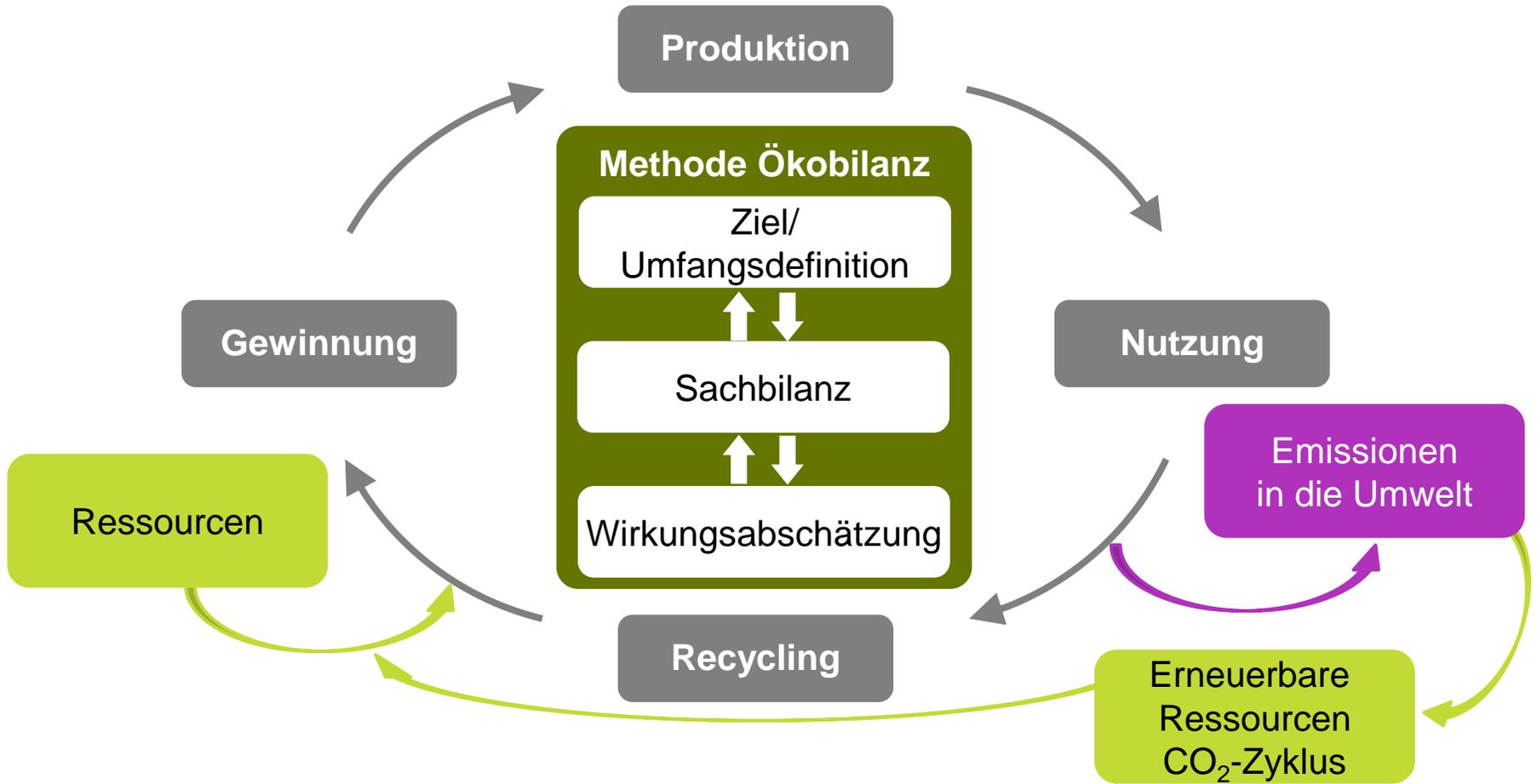
Ebene 1: Ökopprofile (Material, Energie)

- ISO 14040 und 14044

### Umsetzung

# Einführung Nachhaltigkeit

Standard zur Messung der ökologischen Nachhaltigkeit

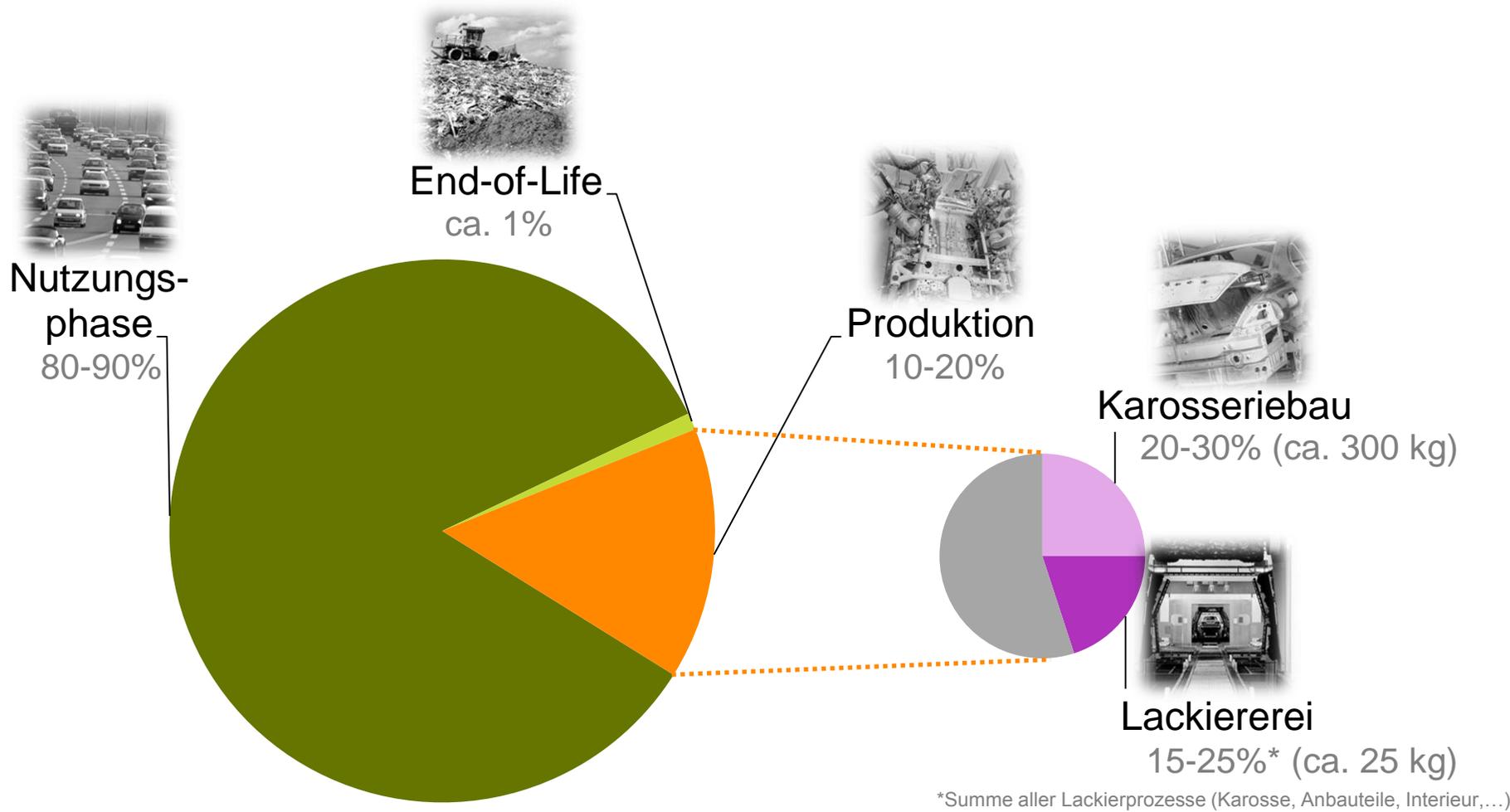


Ökobilanz/ Life Cycle Assessment (ISO Standard 14040/ 14044)

## Übersicht

- Einführung Nachhaltigkeit
- **Ökologische Relevanz der  
Automobilserienlackierung**
- Potenziale in der Automobilserienlackierung
- Potenzial Niedertemperaturprozess
- Fazit und Ausblick

## Ökologische Bilanz eines Mittelklasse-Pkws

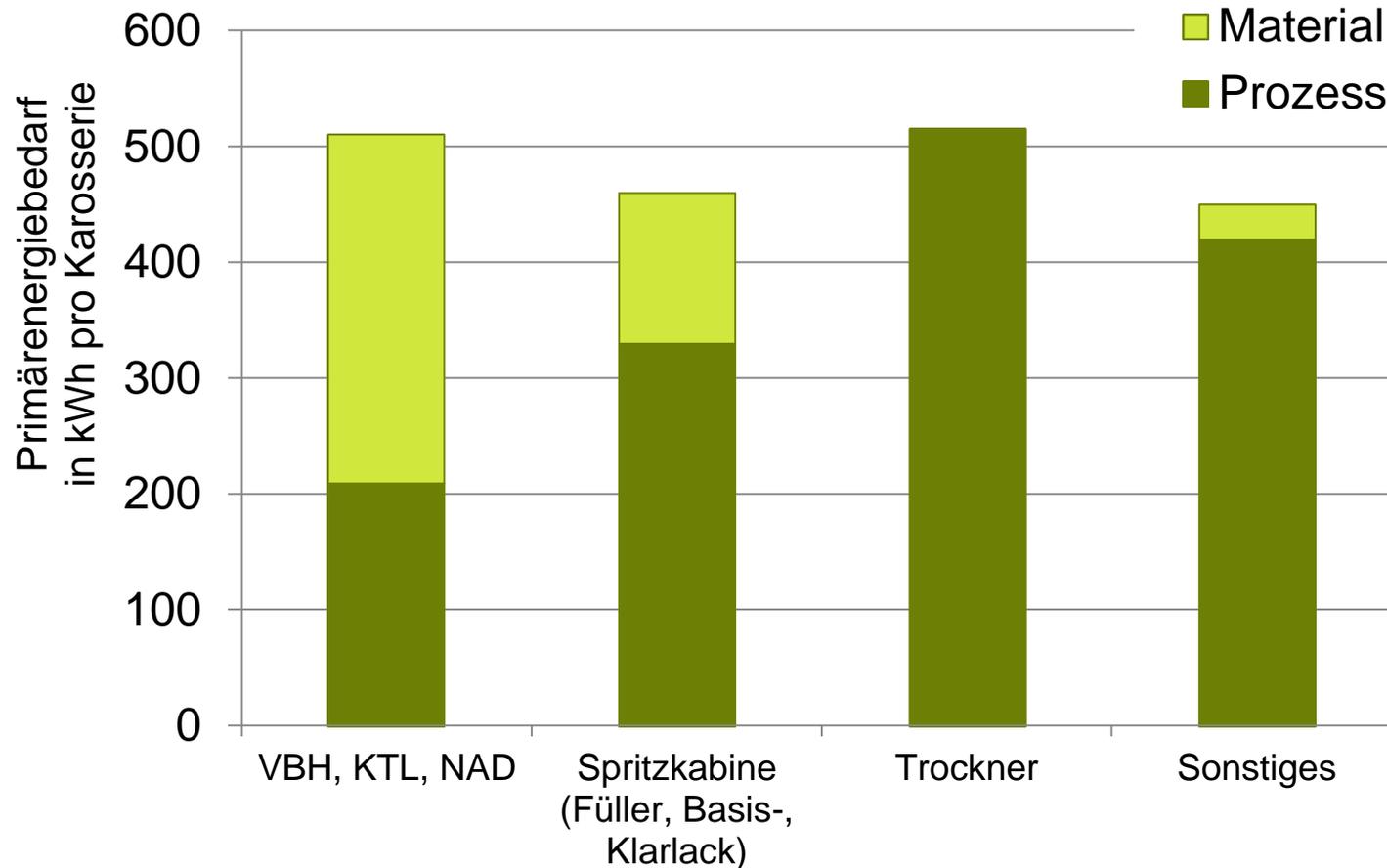


**Primärenergie Lebenszyklus:**  
bis zu 1.000 GJ  $\triangleq$  23 t RÖE\*

**Primärenergie Produktion:**  
bis zu 100 GJ  $\triangleq$  2,3 t RÖE\*

\* RÖE = Rohöläquivalente

## Primärenergiebedarf Lackiererei (Ressource bis Werkstor, cradle to gate)



Quelle: Veröffentlichung Green Car Body Projekt, 2013  
Fraunhofer IPA, LCS Life Cycle Simulation GmbH

Umweltprofil einer Standard-Serienlackiererei (Mittelklasse):

- Primärenergie: 6 GJ  $\pm$  140 kg Rohöläquivalente
- CO<sub>2</sub>-Emissionen: 290 kg

**Prozessenergie (Strom, Wärme) der Trockner (KTL, UBS, Fü, BL, KL) hat ca. 25% Anteil am gesamten Lackierprozess eines Pkws**

## Umwelteinfluss der weltweiten Pkw-Lackierung (CO<sub>2</sub>-Emissionen)



weltweite Pkw Lackierung (2012):  
84,1 Mio. Pkw

=



+



jährlicher Verbrauch von  
2,2 Mio. Personen



davon 5,6 Mio.  
(6,7%)  
in Deutschland



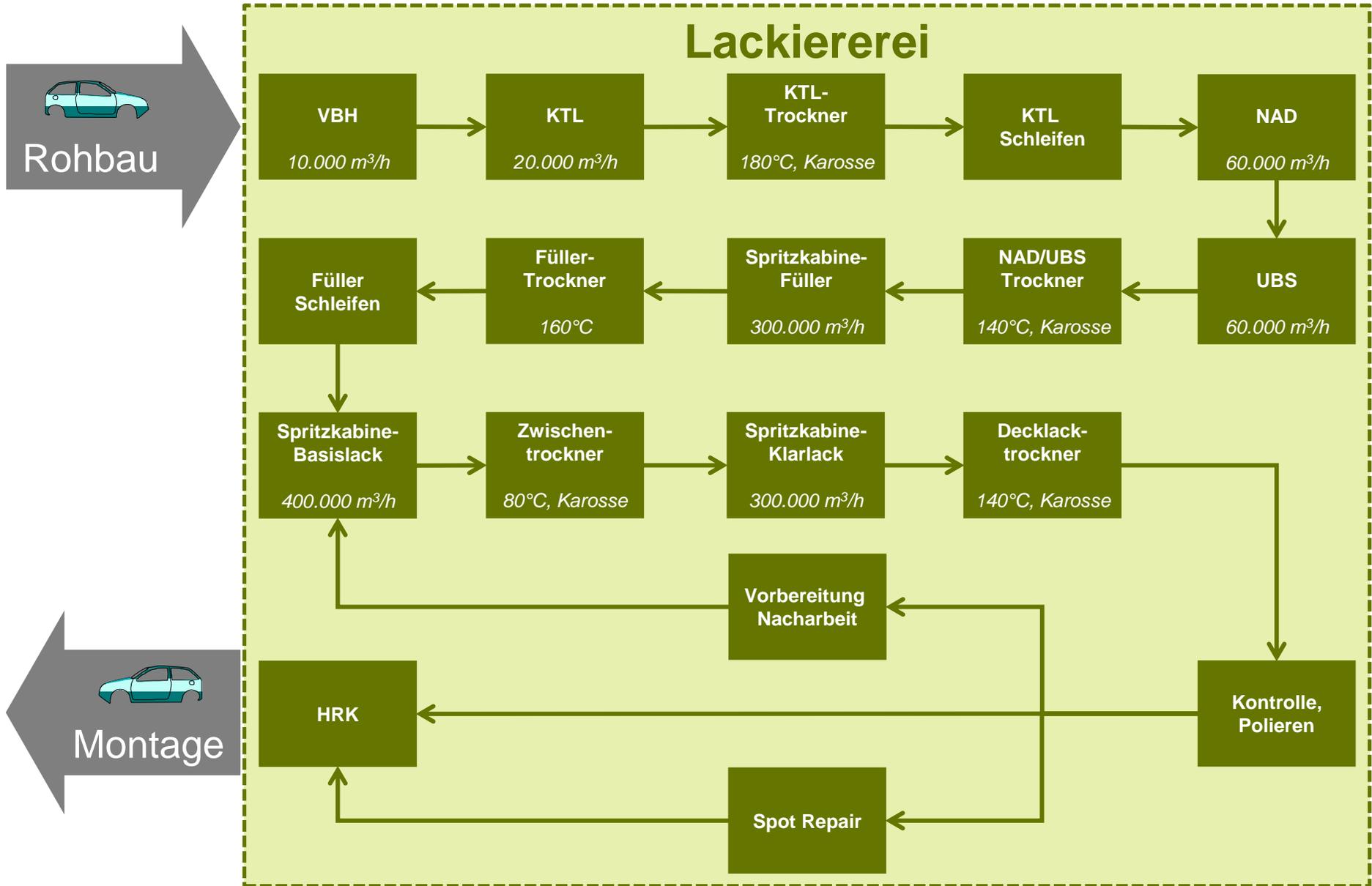
jährlicher Verbrauch von  
145 T Personen

## Übersicht

- Einführung Nachhaltigkeit
- Ökologische Relevanz der  
Automobilserienlackierung
- **Potenziale in der Automobilserienlackierung**
- Potenzial Niedertemperaturprozess
- Fazit und Ausblick

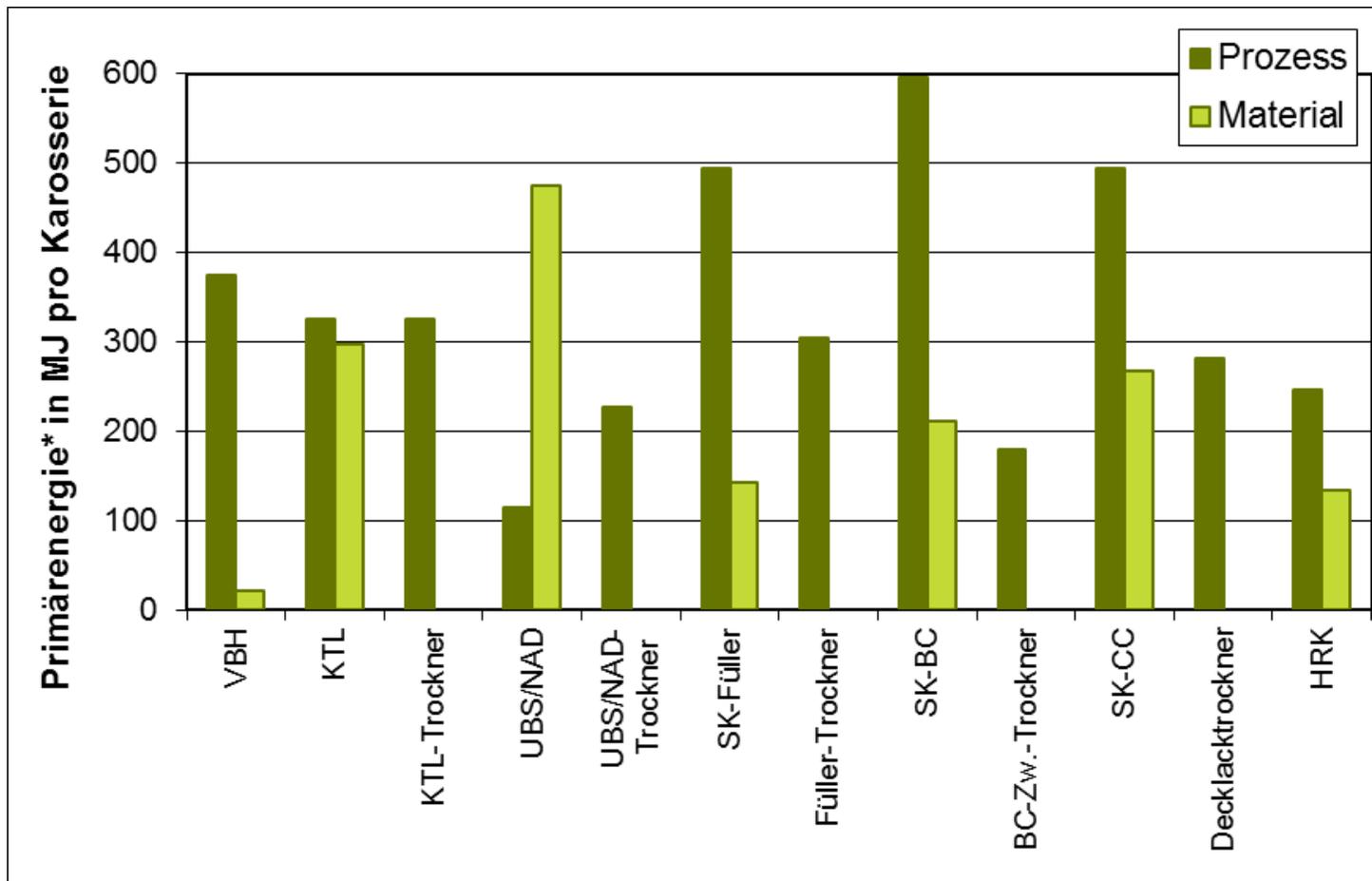
# Potenziale in der Automobilserienlackierung

Standard Pkw Lackierung – Mittelklasse, großes Produktionsvolumen



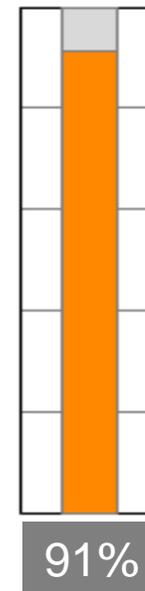
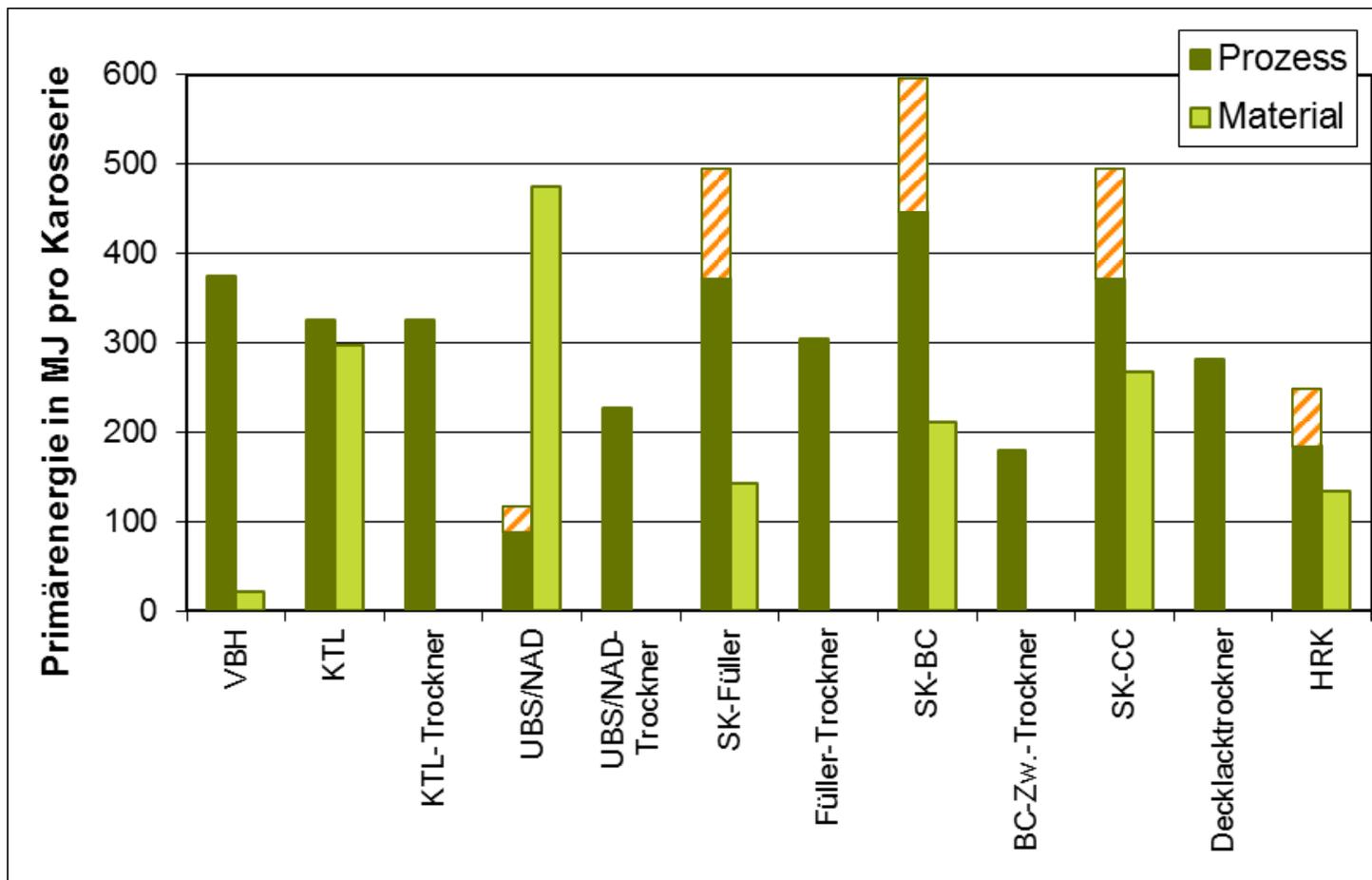
# Potenziale in der Automobilserienlackierung

## Standard Pkw Lackierung - Ausgangspunkt

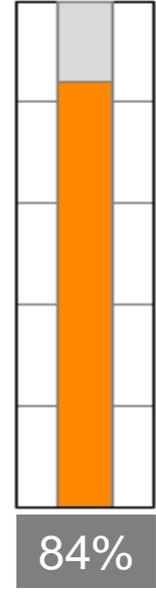
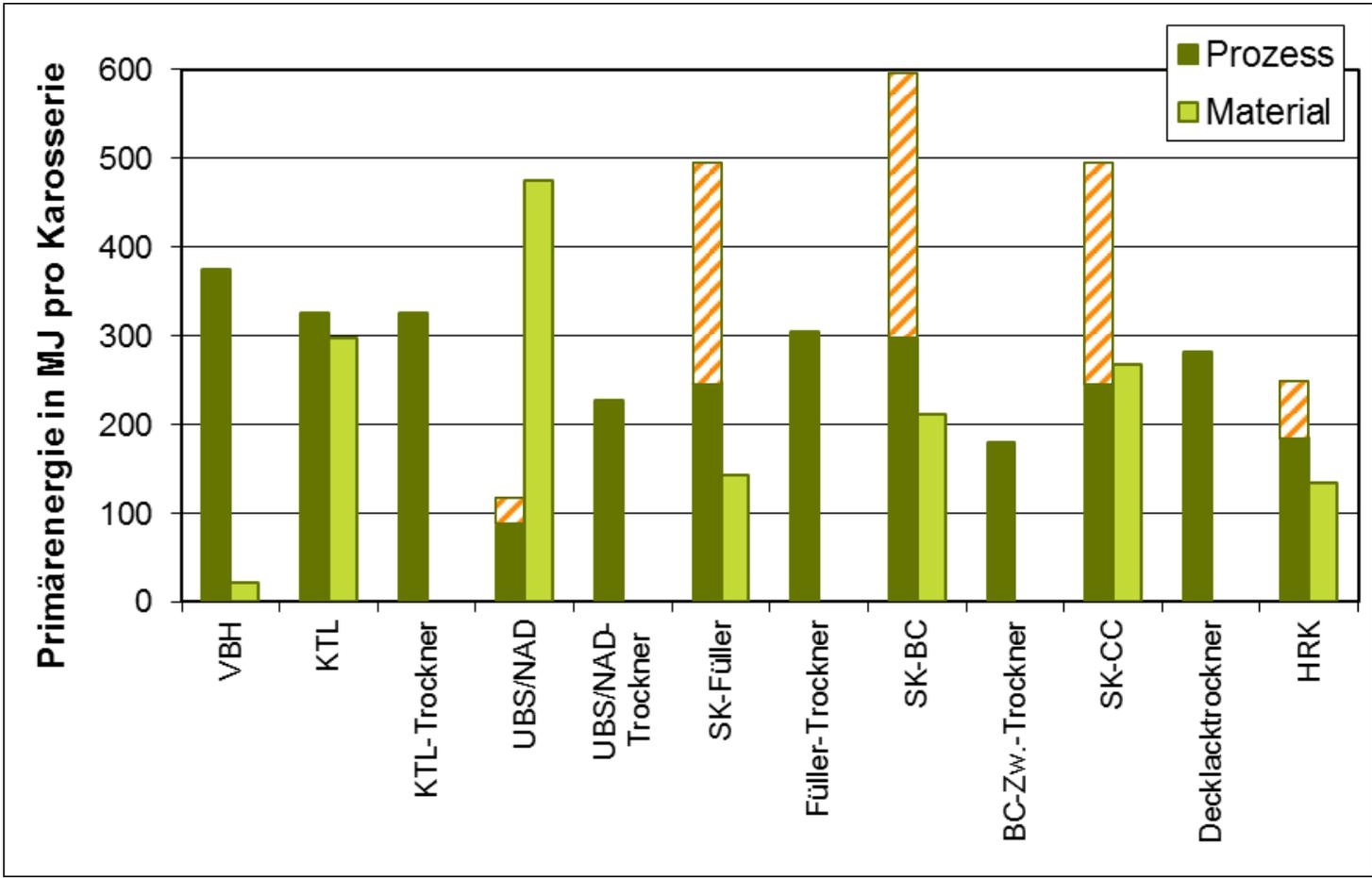


\*Primärenergie:  
Gesamte Heizwerte der verwendeten erneuerbaren und nicht erneuerbaren Ressourcen für die Energieversorgung der Produktion und für die Materialherstellung

## Standard Pkw Lackierung – Optimierungsschritt 1



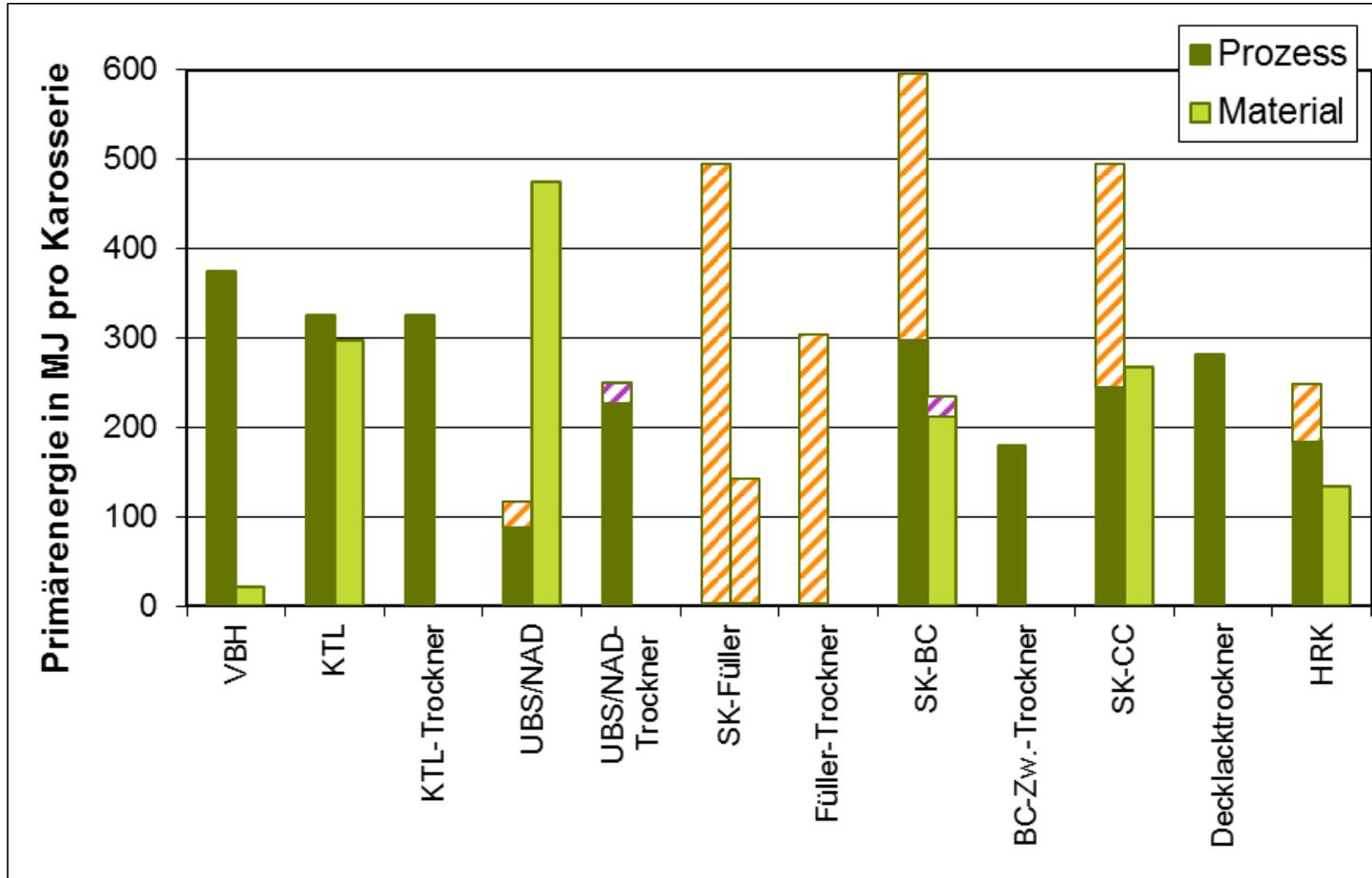
## Standard Pkw Lackierung – Optimierungsschritt 2



WRG + Trockenabscheidung

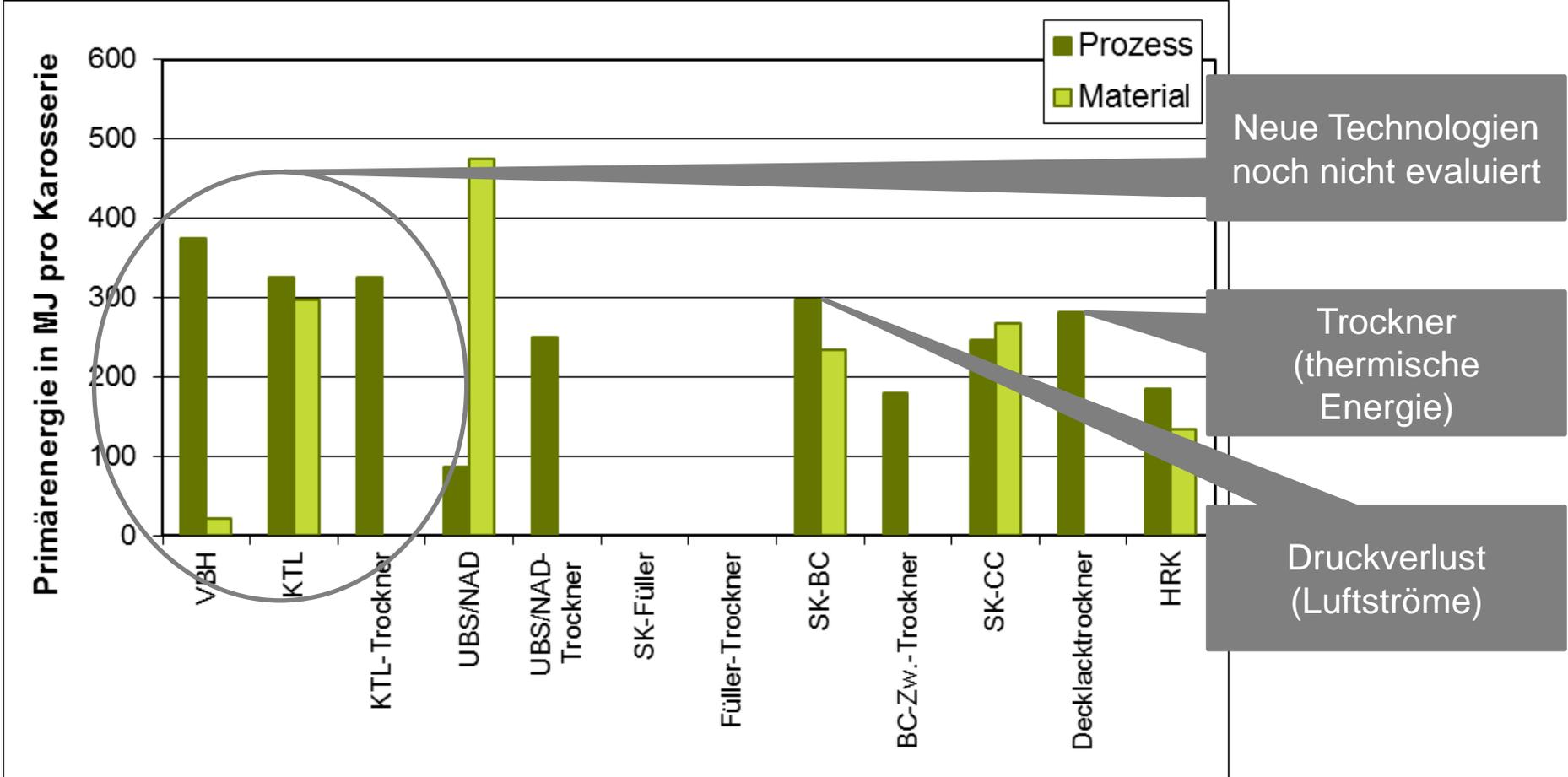
# Potenziale in der Automobilserienlackierung

## Standard Pkw Lackierung - Optimierungsschritt 3



WRG + Trockenabscheidung + Füllerlos

## Weitere Optimierungsmöglichkeiten

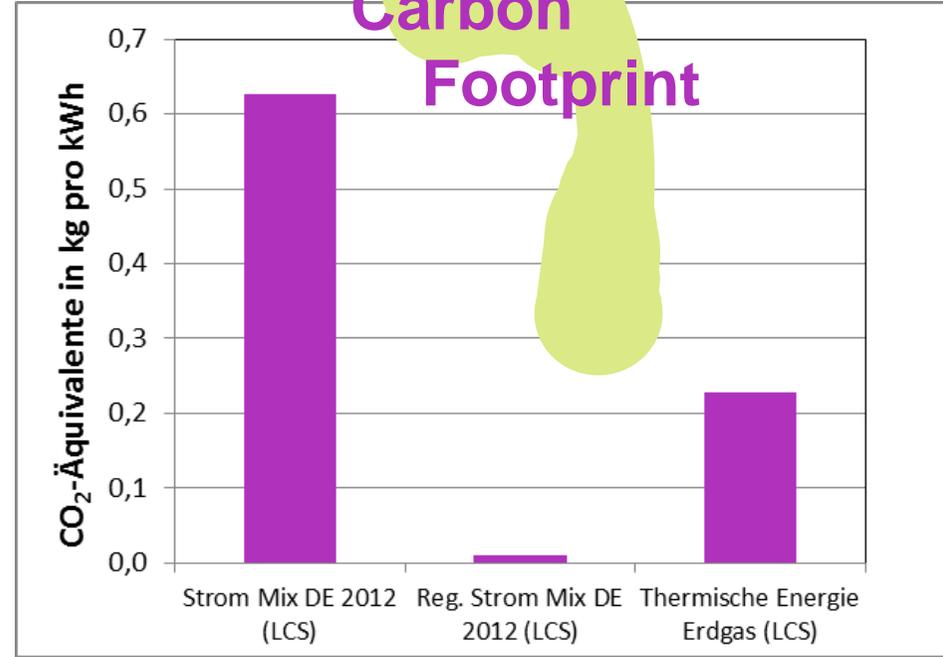
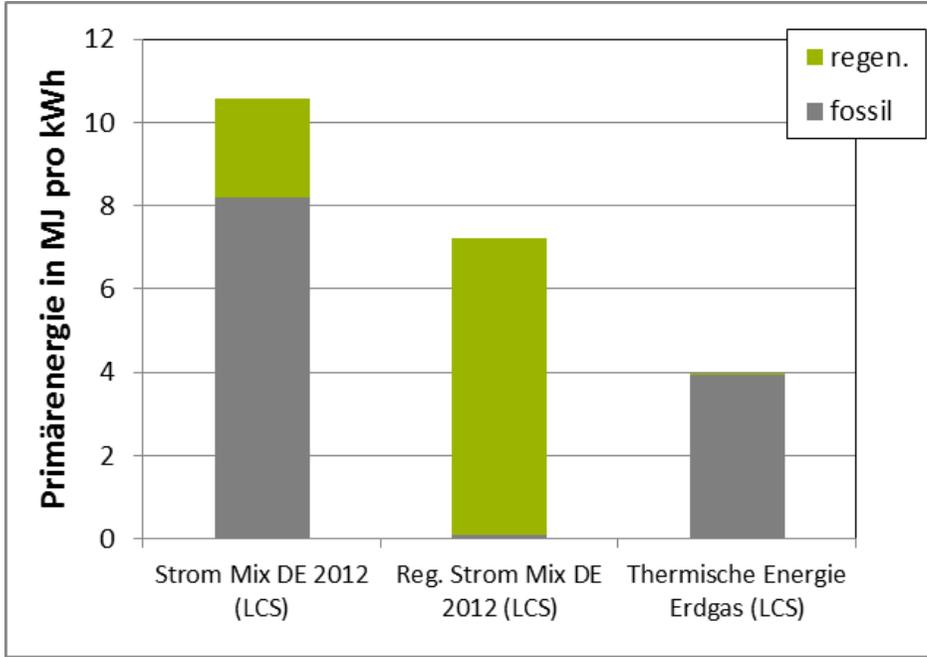
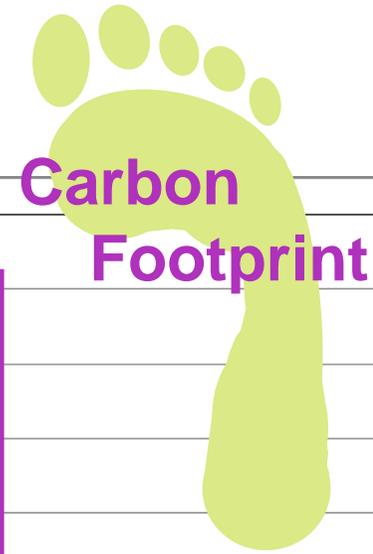


## Übersicht

- Einführung Nachhaltigkeit
- Ökologische Relevanz der  
Automobilserienlackierung
- Potenziale in der Automobilserienlackierung
- **Potenzial Niedertemperaturprozess**
- Fazit und Ausblick

# Potenzial Niedertemperaturprozess

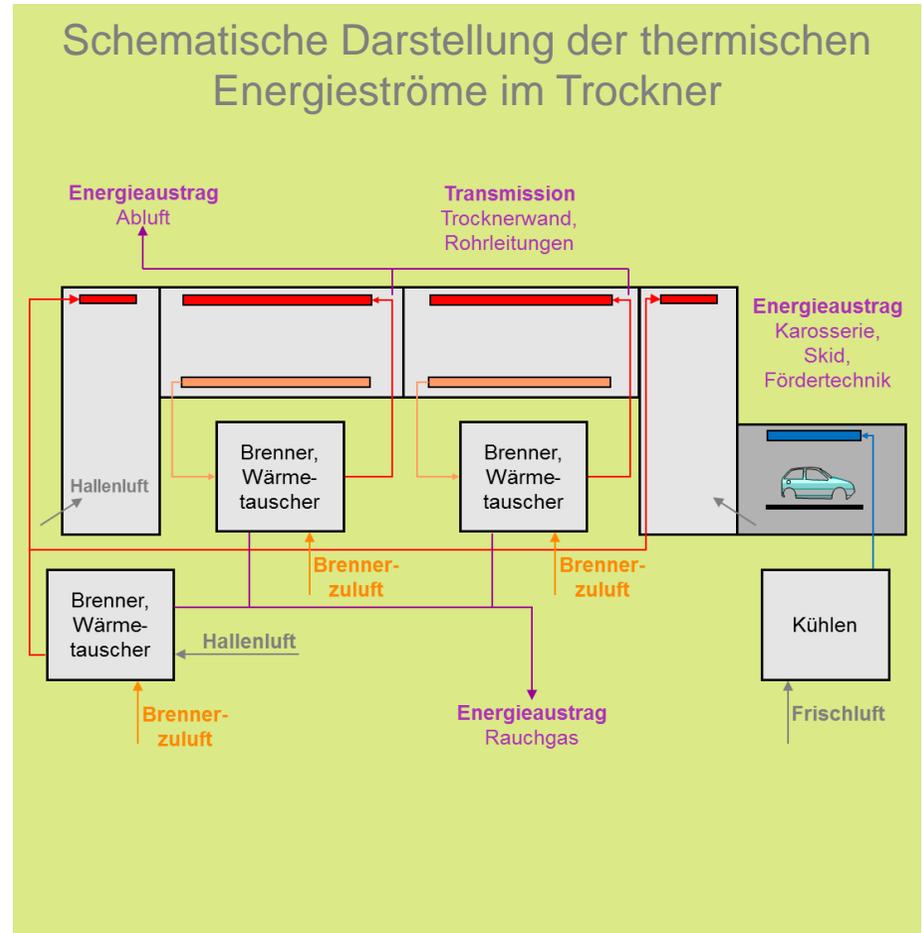
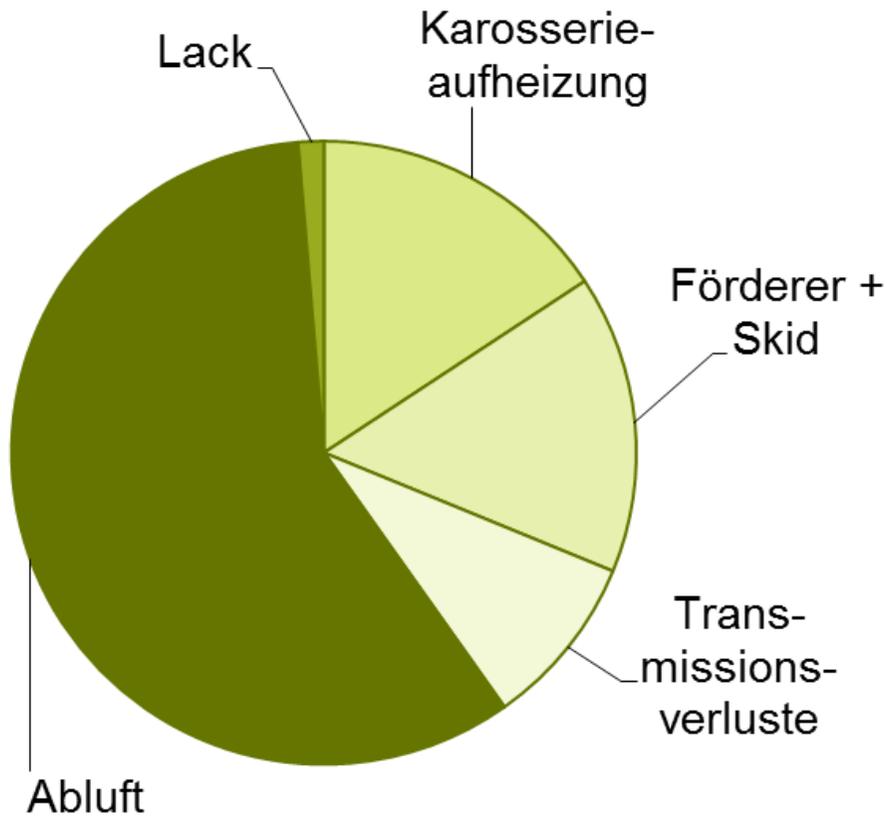
## Einfluss Energiebereitstellung



Strom und thermische Energie aus Erdgas haben sehr unterschiedliche Ökoprofile

# Potenzial Niedertemperaturprozess

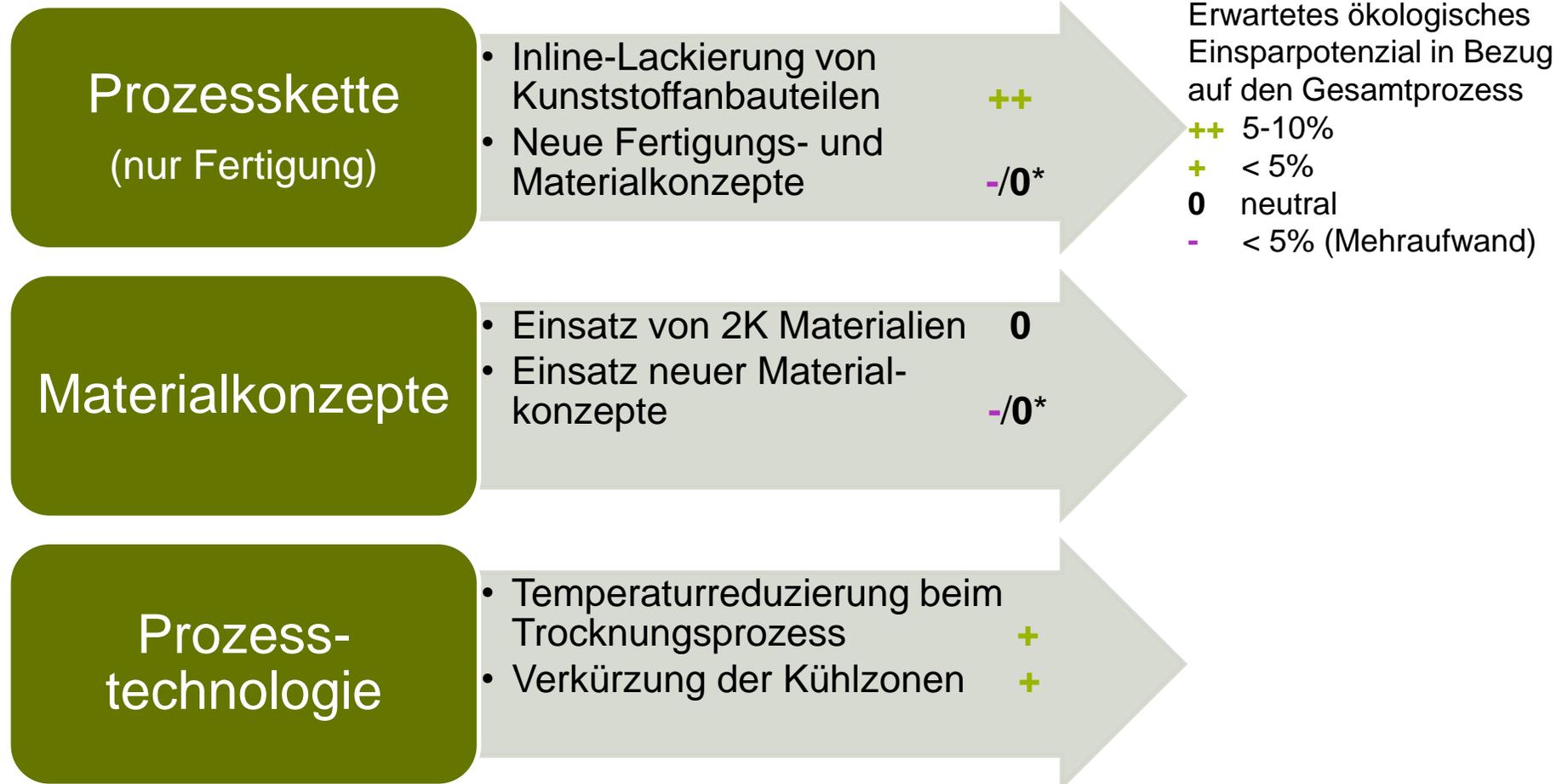
## Thermische Energieströme am Beispiel Decklacktrockner



Temperaturreduzierung hat signifikantes Potenzial

# Potenzial Niedertemperaturprozess

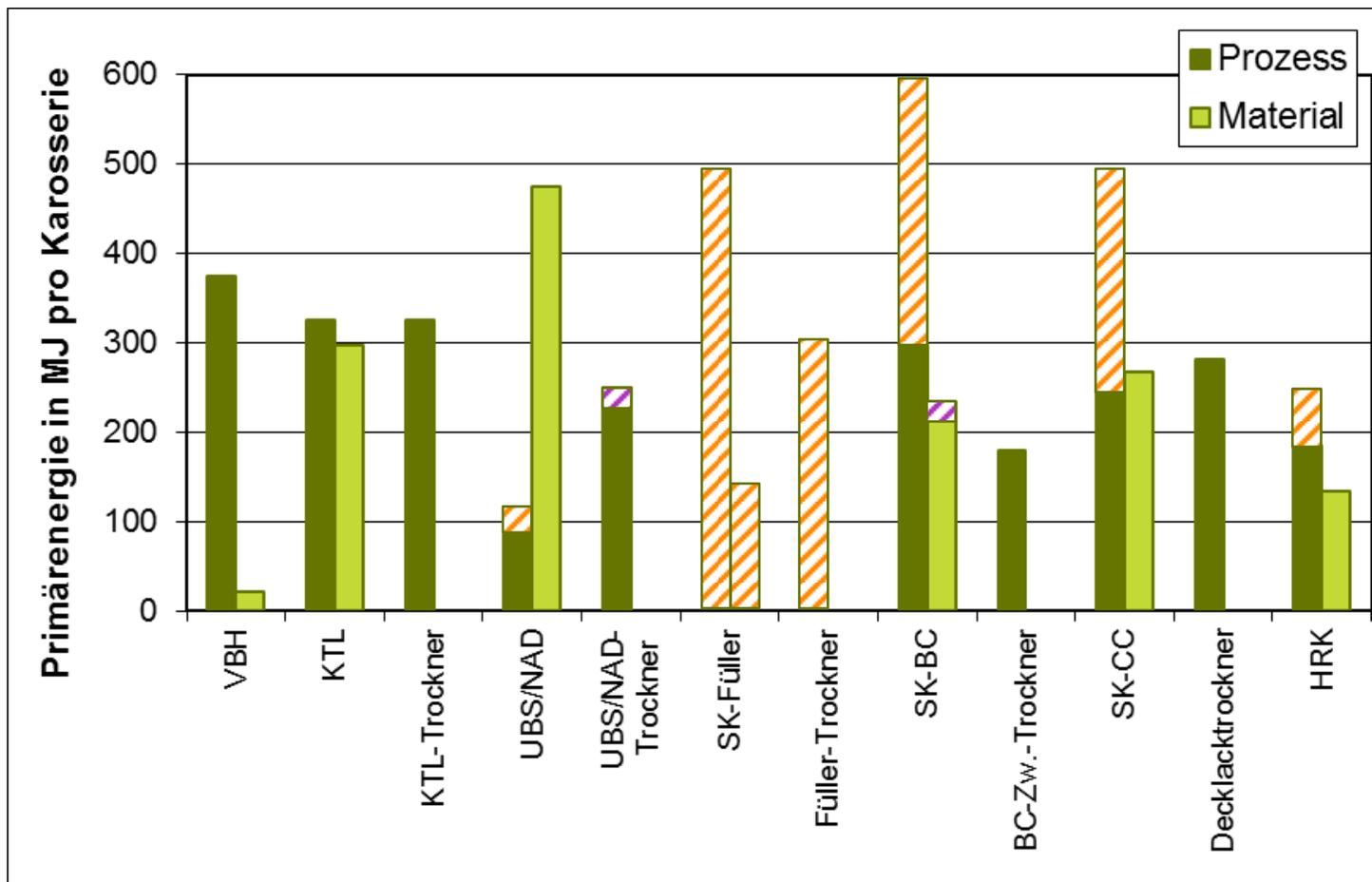
## Ökologische Betrachtung (erweiterte Systemgrenzen)



\* positive ökologische Effekte sind durch Einsparungen in der Nutzungsphase zu erwarten (Thema Leichtbaukonzepte)

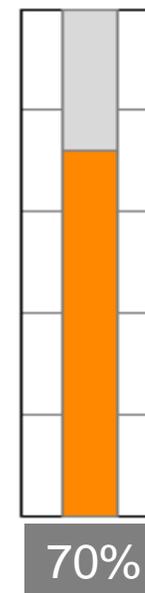
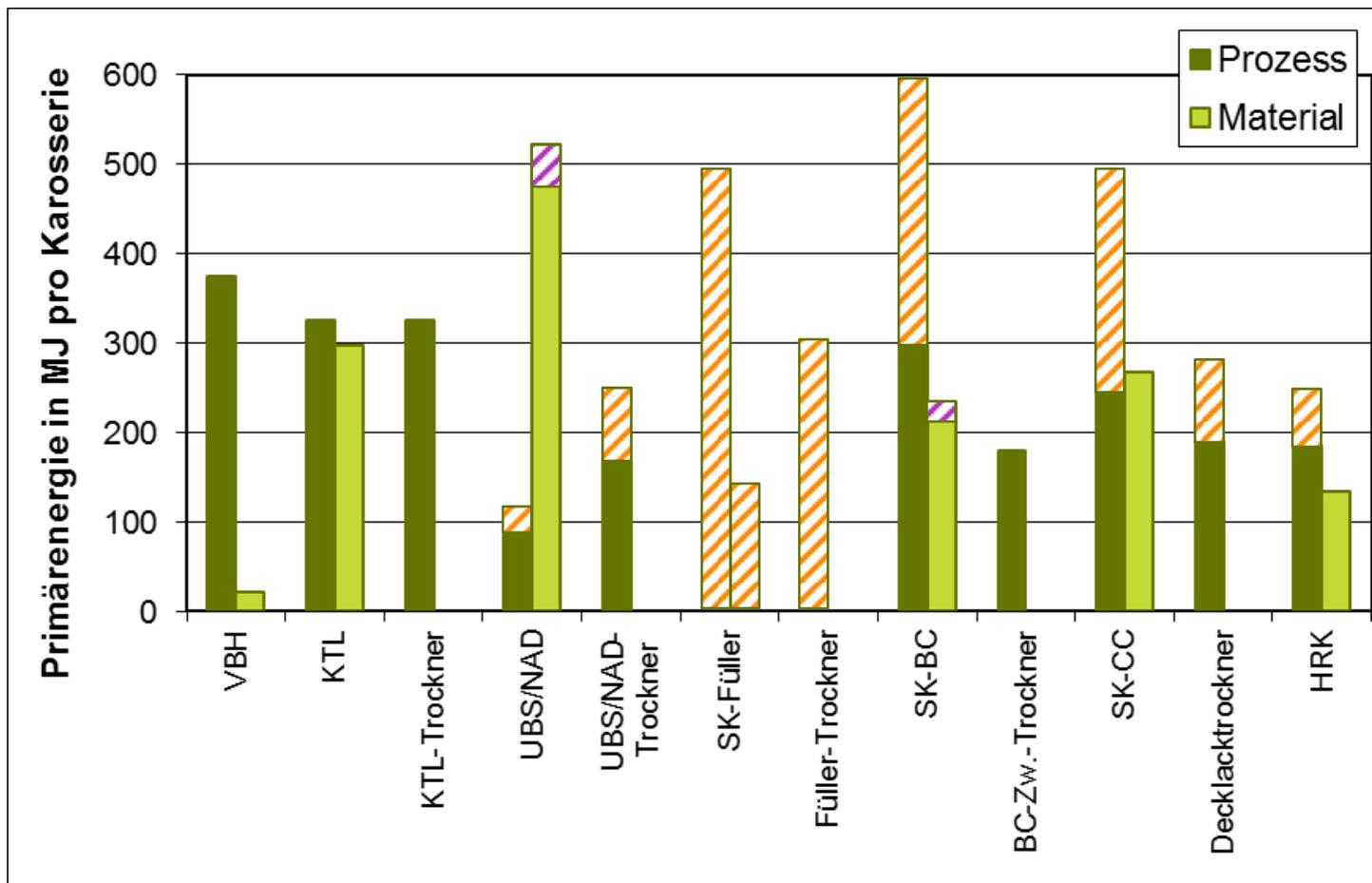
Materialkonzepte und Prozesstechnologien werden durch Ökobilanz quantitativ messbar und bewertbar

## Standard Pkw Lackierung - Optimierungsschritt 3



WRG + Trockenabscheidung + Füllerlos

## Standard Pkw Lackierung - Optimierungsschritt 4



WRG + Trockenabscheidung + Füllerlos + NT\*

\* NT = Niedertemperaturprozesse

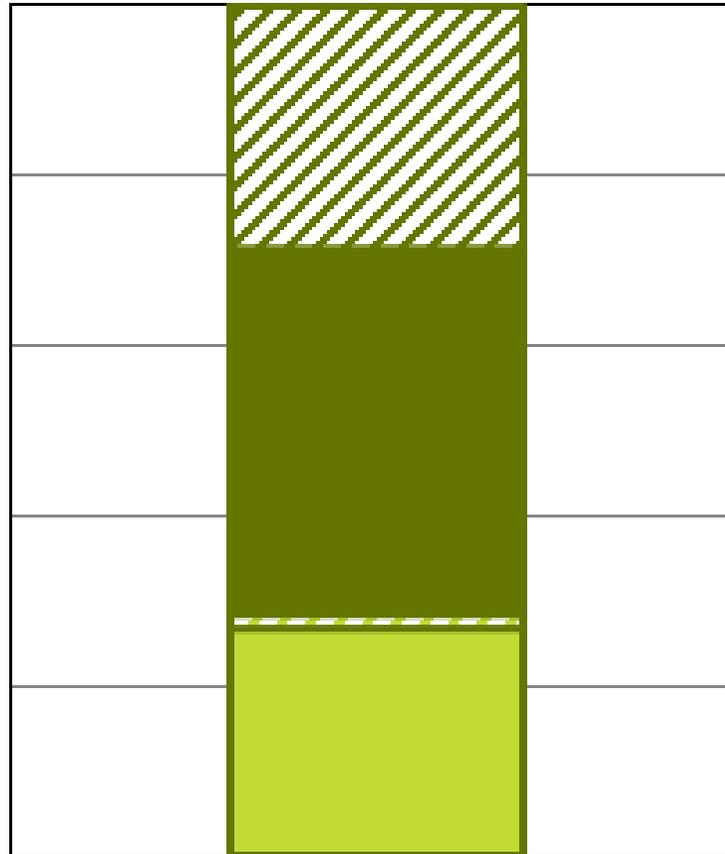
# Potenzial Niedertemperaturprozess

Standard Pkw Lackierung – Zusammenfassung aller Optimierungen

100% Primärenergie

72% Prozess

28% Material



-29% Prozess-Ressourceneffizienz

-1% Material-Ressourceneffizienz

Neue High-Tech-Materialien und –Prozesse verbessern die Ressourceneffizienz

## Übersicht

- Einführung Nachhaltigkeit
- Ökologische Relevanz der  
Automobilserienlackierung
- Potenziale in der Automobilserienlackierung
- Potenzial Niedertemperaturprozess
- **Fazit und Ausblick**

# Fazit und Ausblick

## Fazit: Zusammenfassung

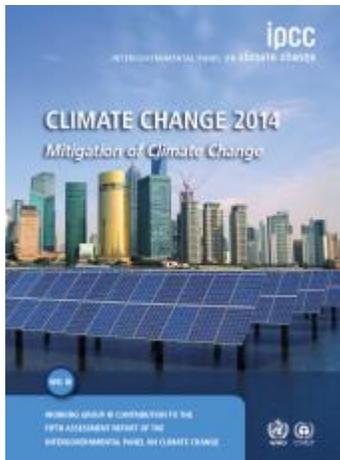
- Die Einführung von Niedertemperaturprozessen ist ein logischer Beitrag zur Senkung des Energiebedarfs in der Automobilserienlackierung.
- Das Potenzial der Niedertemperaturprozesse geht über die Trocknerenergieeinsparung im Lackierprozess hinaus, d.h. neue Material- und Fertigungskonzepte und damit der gesamte Lebenszyklus ist zu betrachten.
- Damit ist das Potenzial von Niedertemperaturprozessen am besten mit „green field“ Anwendungen zu erschließen.

# Fazit und Ausblick

## Ausblick: 5. Sachstandsbericht (April 2014) des Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC

### Weltweite Treibhausgas-Emission (THG) steigt mit zunehmender Geschwindigkeit

- THG-Emission weltweit: 49 Mrd. t CO<sub>2</sub>-eq pro Jahr
- Größte Emissionsquelle: Energiesektor (global 35%)
- 10 Länder sind für 70% der Emissionen verantwortlich



### Einhaltung der Zwei-Grad-Obergrenze ist möglich

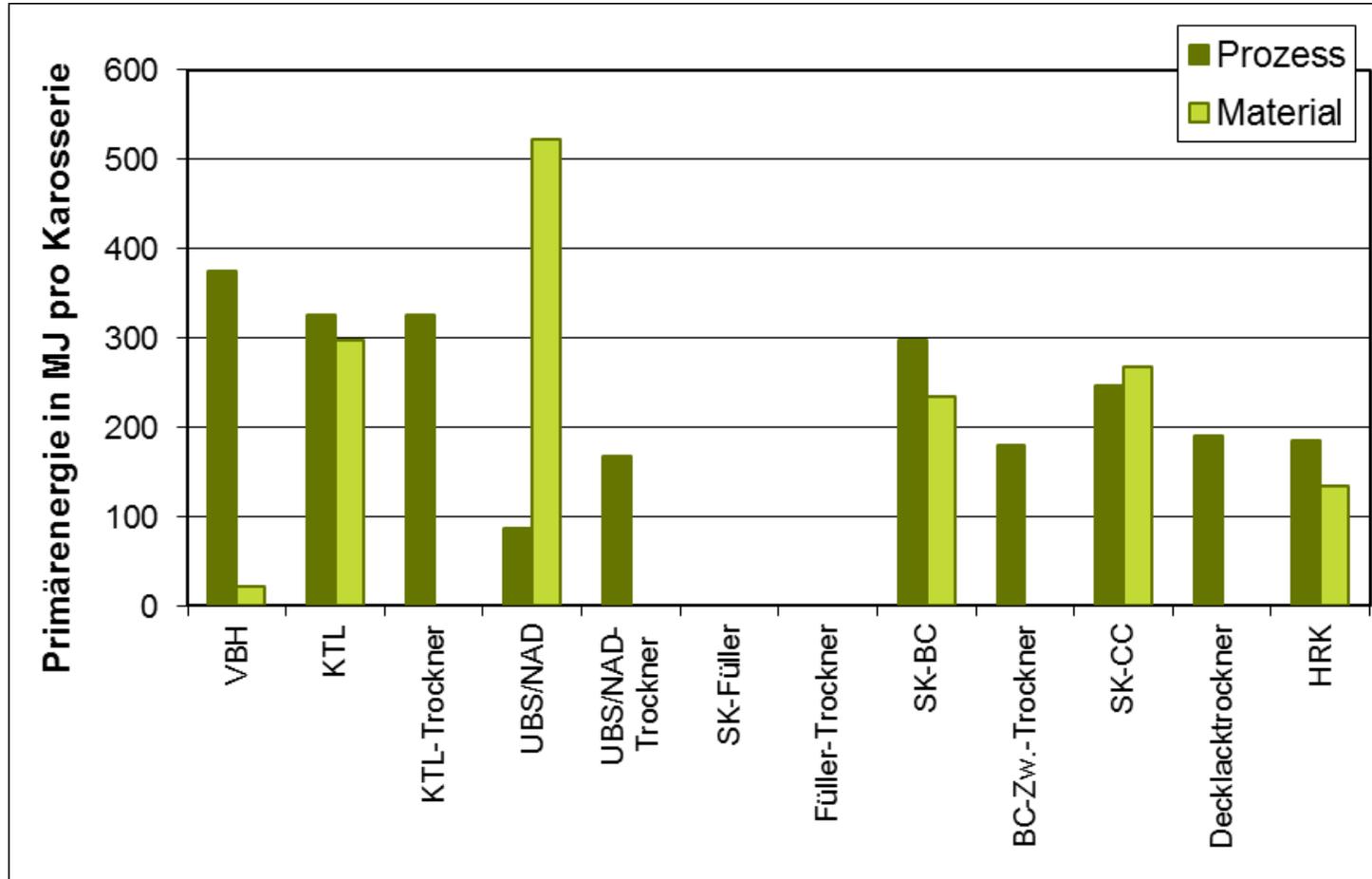
- Szenarien: 30-50 Mrd. t CO<sub>2</sub>-eq bis 2030, 20-35 Mrd. t CO<sub>2</sub>-eq bis 2050
- bei verringertem Konsumzuwachs von 0,04-0,14%

### Maßnahmen: Energieversorgung dekarbonisieren, Endenergieverbrauch reduzieren, kohlenstoffarmer Kraftstoff

- Reduzierung um 90% bis 2070 durch Erhöhung der Energieeffizienz und Verhaltensänderung
- Beispiele: Verkehrssektor: kohlenstoffarmer Treibstoff; Industriesektor: technologische Entwicklungen

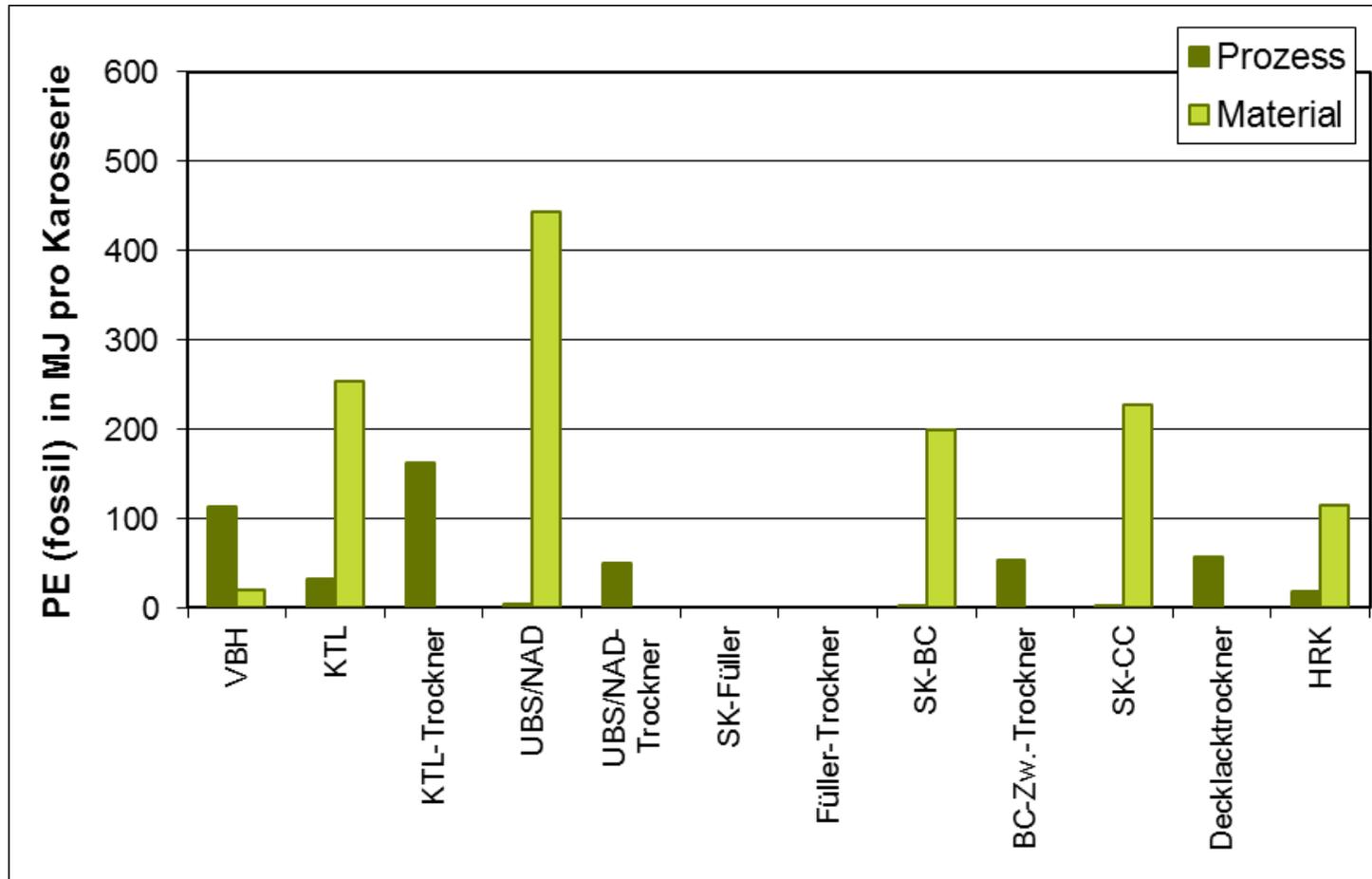
# Fazit und Ausblick

Ausblick: Potenzial Umstieg auf regenerative Strombereitstellung (I)  
Ausgangssituation



# Fazit und Ausblick

## Ausblick: Potenzial Umstieg auf regenerative Strombereitstellung (II)



Anmerkung: regenerativer Anteil der Primärenergie hier nicht mehr dargestellt.

Der Umstieg auf regenerative Energie ermöglicht eine deutliche Einsparung der Primärenergie

# Fazit und Ausblick

## Ausblick: Lebenszyklusoptimierungspotenziale in der Automobilserienlackierung



**Randbedingungen:** komplette weltweite Pkw-Produktion (2012: 84,1 Mio.)  
**Einsparungen:** Differenz zw. Standard Pkw-Lackierung zur optimierten Lackierung und Erneuerbare Energie



7,9 Mio. t Rohöläquivalente pro Jahr

153 Öltanker á 56,000 t Nettolast pro Jahr



16,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr

136 Mrd. gefahrene Kilometer bei 120 g CO<sub>2</sub> pro km

## LCS Life Cycle Simulation GmbH

Ihre Ansprechpartner:

**Dr.-Ing. Matthias Harsch**

Geschäftsführer

Email: [matthias.harsch@lcslcs.de](mailto:matthias.harsch@lcslcs.de)

**Dipl.-Ing. Julian Maruschke**

Projektleiter

Email: [julian.maruschke@lcslcs.de](mailto:julian.maruschke@lcslcs.de)

**Dipl.-Ing. Judith Schnaiter**

Projektleiterin

Email: [judith.schnaiter@lcslcs.de](mailto:judith.schnaiter@lcslcs.de)