



# Von Fabrikation bis zur Refabrikation – Lösungswege und Lösungsbeispiele zur ressourceneffizienten Produktion

Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper  
Universität Bayreuth



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

# Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper



Jahrgang 1953

- bis 1978 Studium des Maschinenbaus, Universität Stuttgart  
(Lebensunterhalt u.a. mit Kfz-Reparaturen)
- ab 1982 Leiter der Abteilungen “Produktionssysteme”  
Fraunhofer IPA “Unternehmensentwicklung”  
(Stuttgart) “Produkt- und Technologiemanagement”
- 5 Jahre Auslandserfahrung: China (2 Jahre), Japan (6 Monate),  
USA (1 Jahr), Kanada (3 Monate), Taiwan (1 Monat), u.v.a.
- 
- 1997 bis 2004 Leiter des Fraunhofer Kompetenznetzwerks „Produktkreisläufe“  
(5 Institute); Engagement für die Austauschteileproduktion
- 1998 bis 2000 Präsentation der Deutschen Wissenschaften auf der EXPO 2000
- seit 2001 Universitätsprofessor für Umweltgerechte Produktionstechnik
- seit 2006 Leiter der Fraunhofer-Projektgruppe Prozessinnovation

# Prof. Dr.-Ing. Rolf Steinhilper





# Universität Bayreuth

- Gegründet: 1975
- 9200 Studenten
- 6 Fakultäten
  - Mathematik und Physik
  - Biologie, Chemie und Geowissenschaften
  - Rechts- und Wirtschaftswissenschaften
  - Sprach- und Literaturwissenschaften
  - Kulturwissenschaften
  - **Angewandte Naturwissenschaften ( seit 1998)**



700 Ingenieurstudenten  
(Dipl.-Ing, Bachelor, Master)



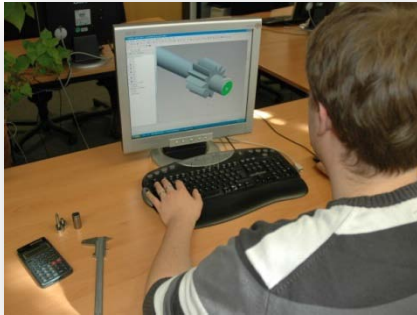
UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

# Ingenieurdisziplinen im Produktlebenszyklus



**Konstruktion**



**Fabrikation**



**Service**



**Recycling**

**Industrial  
Engineering**

**Refabrikation**

**Service Engineering**



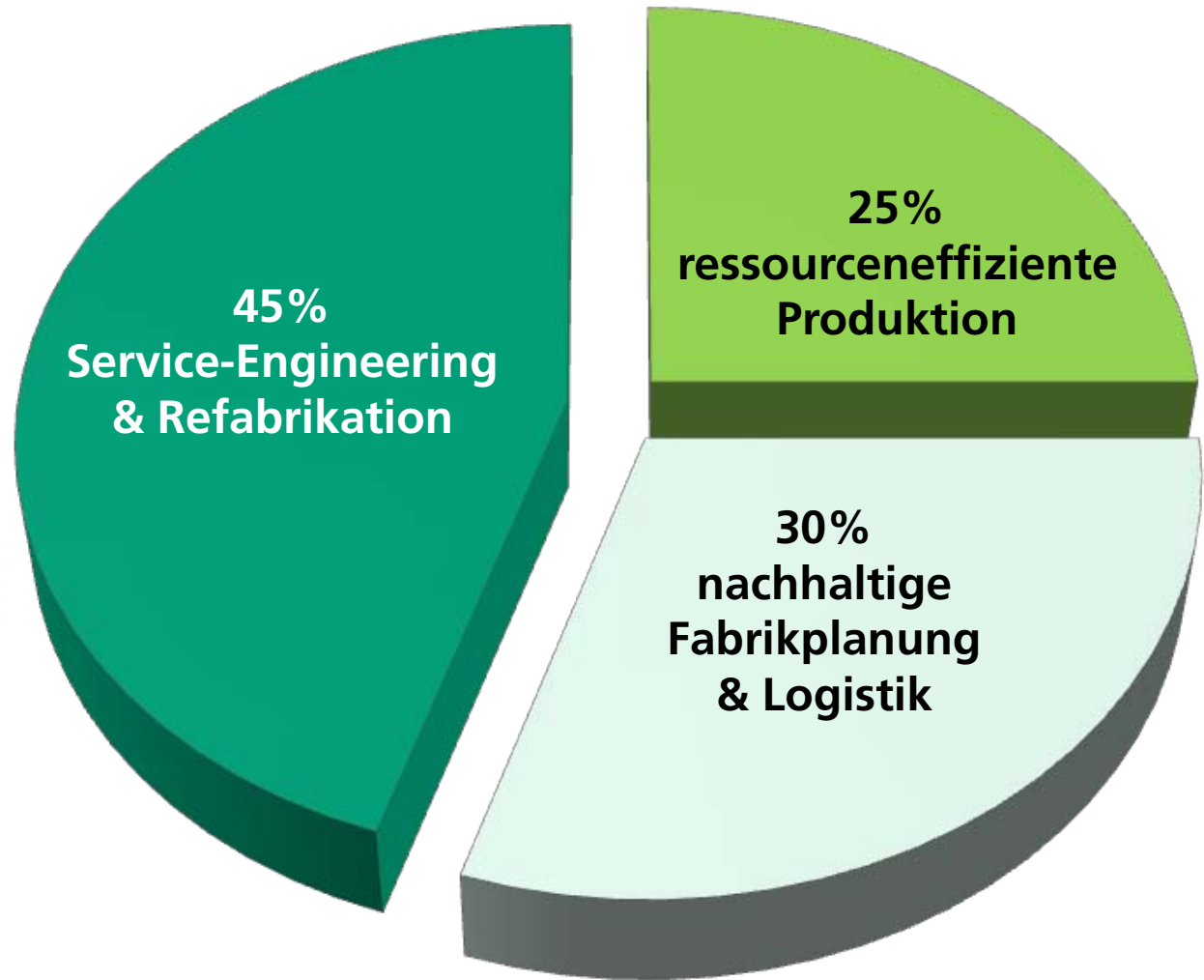
**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



**Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik**

## 3 Mio. €/Jahr Ingenieursdienstleistungen mit ...





# Unsere Industriekunden



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion

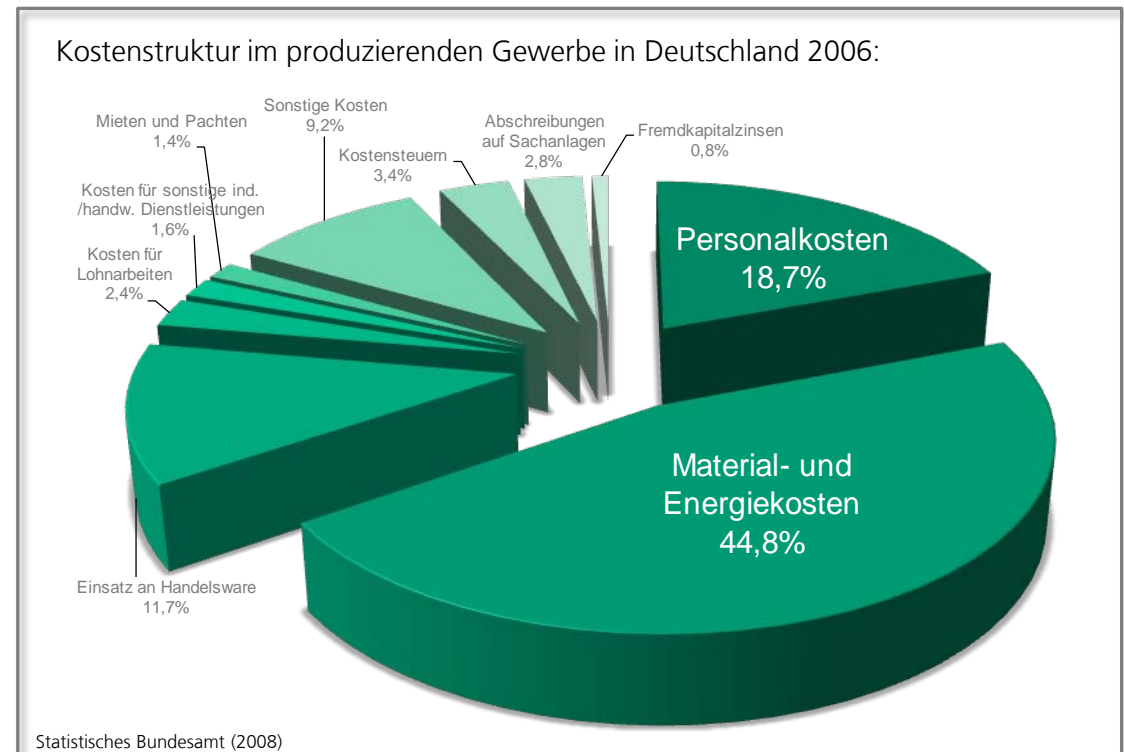
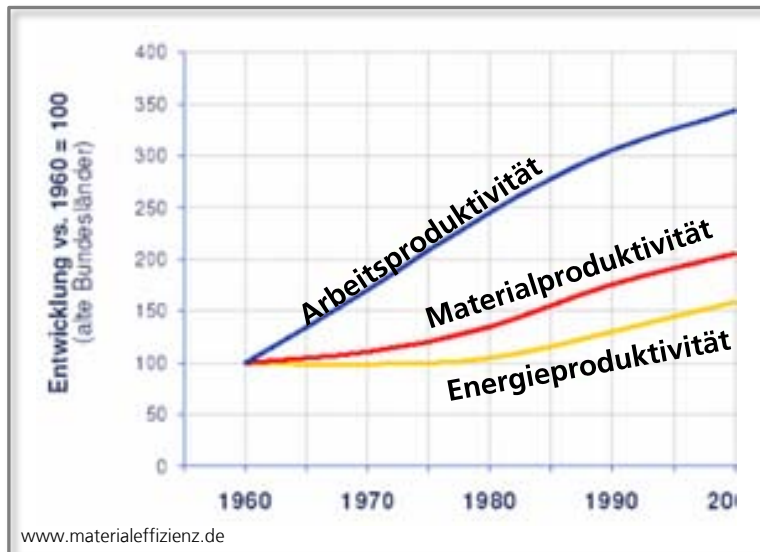


Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

# Optimierungsansätze in der Industrie

Bisher: Personalkosten

Zukunft: Material- und Energiekosten





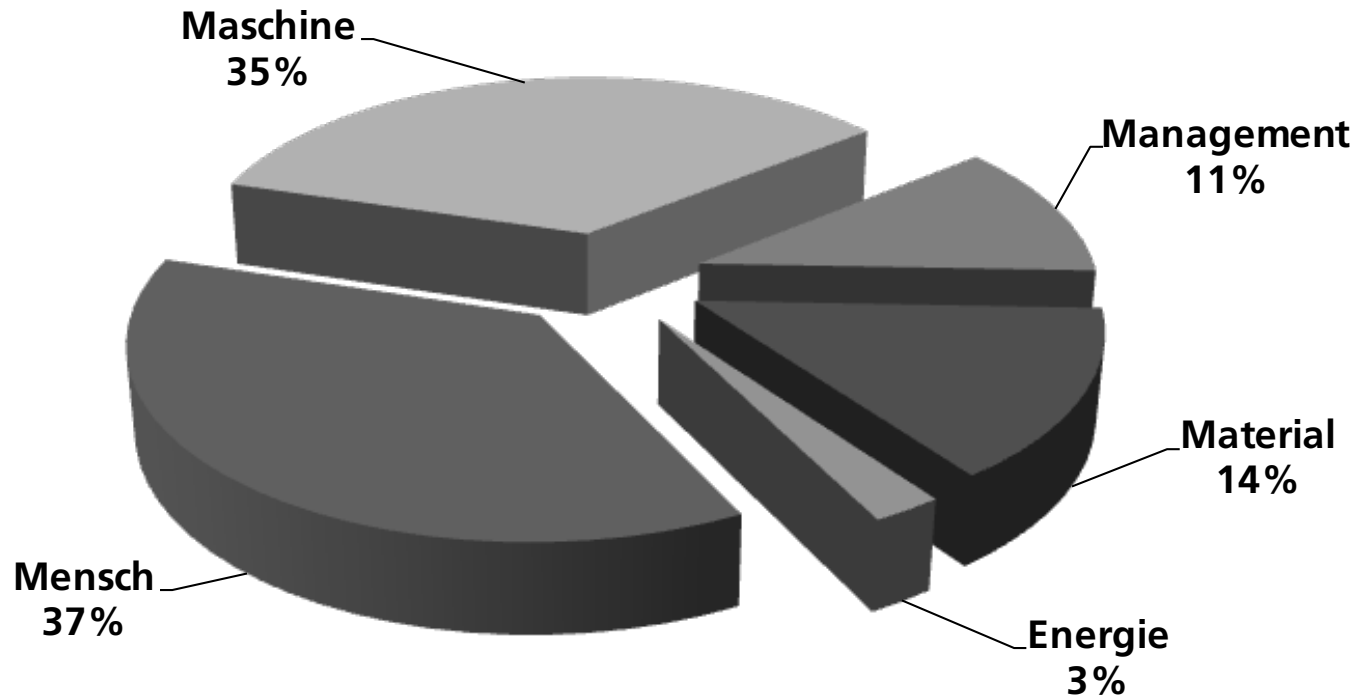
# Forschungsprojekt: Methods for efficiency „M4E“

- Ziele: – Entwicklung einer Methodik zur Erfassung, Darstellung, Bewertung und Optimierung der Ressourceneffizienz in der Produktion
- Fokus: – **5 Ressourcen:**  
***Mensch, Maschine, Management, Material und Energie***
- Vorgehen: – Ist-Aufnahme in den Partnerunternehmen  
– Methodenentwicklung zur Identifikation  
– Methodenanwendung und -umsetzung
- Laufzeit: – 2010 bis 2012

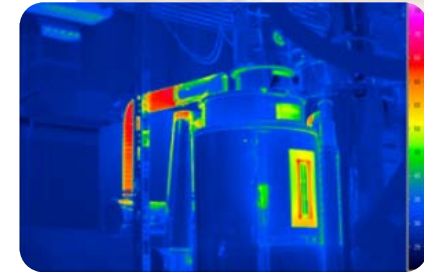
## 9 beteiligte Industriepartner



# Ermittelte Potenziale in der Produktion von KMU



Slawik



➔ Im Bereich der Materialeffizienz sind in fast allen Branchen hohe Potenziale durch die Reduzierung von Ausschuss und Verschnitt vorhanden.

➔ Die Einsparpotenziale im Bereich Energie sind insgesamt relativ gering, aber relativ leicht zu realisieren.







# Materialeffizienzsteigerung durch optimierte Lagerung

- Umfeld: Verpackungsindustrie
- Ursachen:
  - Hoher Ausschuss
  - Keine optimale Lagerung
  - Lange Transportwege
- Maßnahmen:
  - Bau einer klimatisierten Halle
  - Verkürzung der Transportwege
- Einsparung:
  - 2% des Gesamtmaterialeinsatzes (Lagerung)
  - Gesamtprojekt > 6%



# Unternehmensbereiche zur Materialeffizienzsteigerung

Produktgestaltung	Produktionsprozess	Umfeld der Produktion
Leichtbauweise	Prozessauswahl	Disposition/Lagerhaltung
Materialsubstitution	Parameteroptimierung	Verpackung/Transport
Projektierung	Verschnittoptimierung	Reinigung/Reinigungsmittel
Dokumentation	Ausschussreduzierung	Wasserverbrauch/Aufbereitung
...	...	...



In Anlehnung an: Impulsprogramm Materialeffizienz demea 01/2009



**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



**Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik**

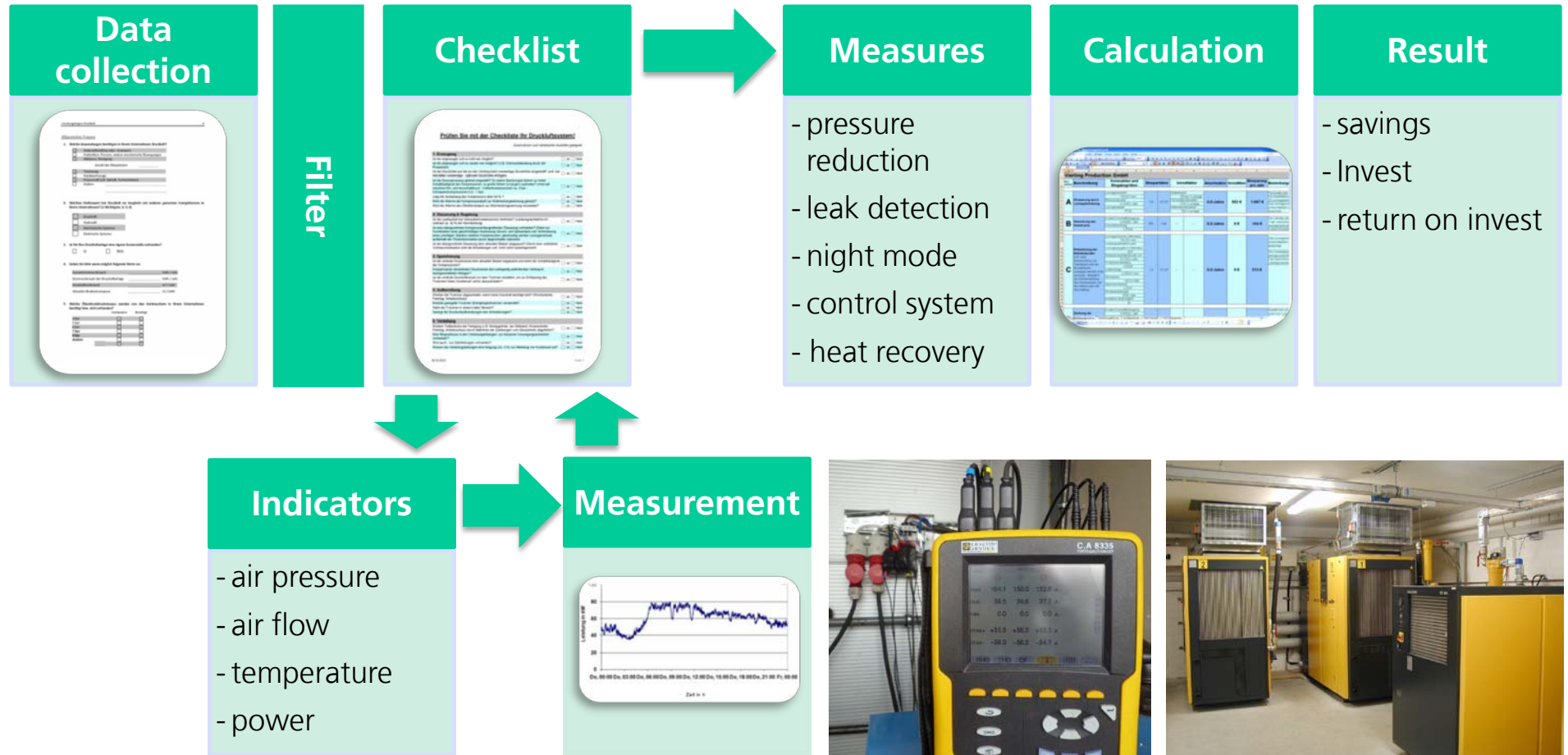
## Fazit aus 24 Materialeffizienzprojekten

- Oftmals Verknüpfung technischer und organisatorischer Einflüsse für Materialverschwendung
- Bewusstsein für Hebelwirkung bei Kosteneinsparung (z.B. mittels Material) wenig ausgeprägt
- Einsparpotenzial 1% bis 18% des Gesamtmaterialeinsatzes (typischerweise 1% bis 3,5%)
- Jährliches Einsparpotenzial 15.000 Euro bis 3.000.000 Euro je Unternehmen
- Notwendige Investitionen typischerweise 1.000 Euro bis 50.000 Euro
- Amortisationszeiten bei größeren Investitionen (> 50.000 Euro) oftmals kleiner 1,5 Jahre

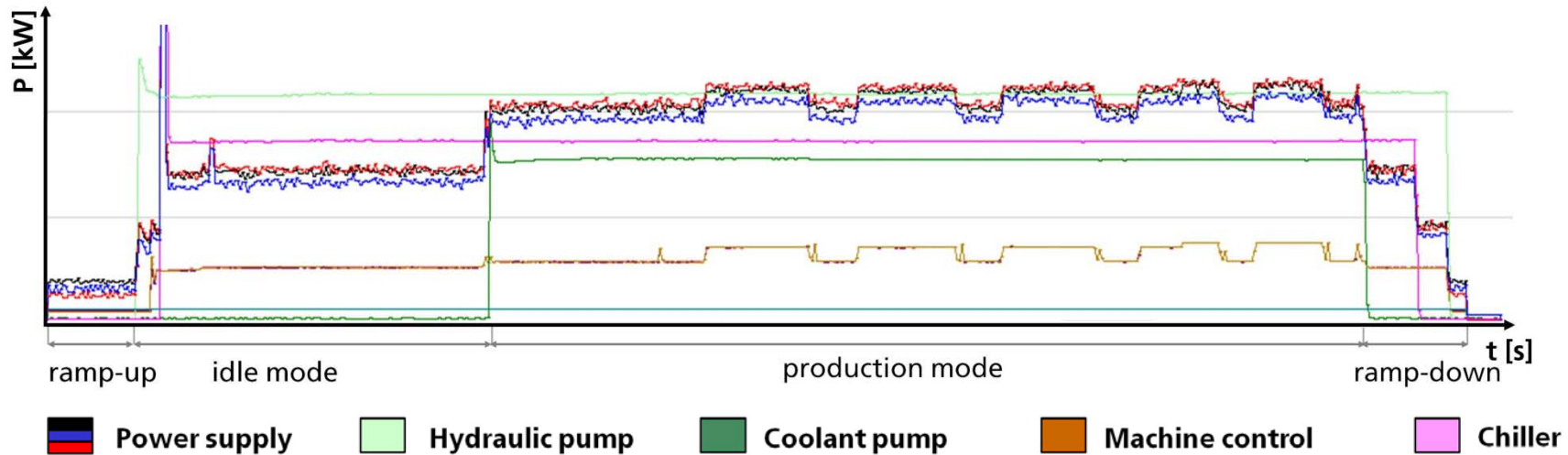




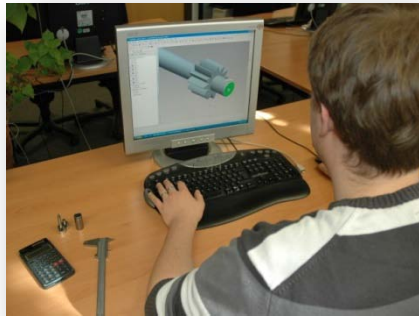
# Optimierung der Druckluftversorgung



# Electric power measurement of machine tools



# Ingenieurdisziplinen im Produktlebenszyklus



**Konstruktion**



**Fabrikation**



**Service**



**Recycling**

**Industrial  
Engineering**

**Refabrikation**

**Service Engineering**



**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



**Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik**



# Anforderungen an die Kfz-Instandhaltung



Bild: VW



Bild: Bundesarchiv

## DAMALS

- Ölwechsel alle 1.500 km
- Nur mechanische und elektronische Komponenten
- Schaltplan auf einem DIN A4 Blatt
- Reparatur von Defekten

• Längere Service Intervalle

• Ansteigende Variantenvielfalt

• Verstärkter Wettbewerb und kürzere Modellzyklen

• Zunehmende Komplexität (v.a. bei der Elektronik)

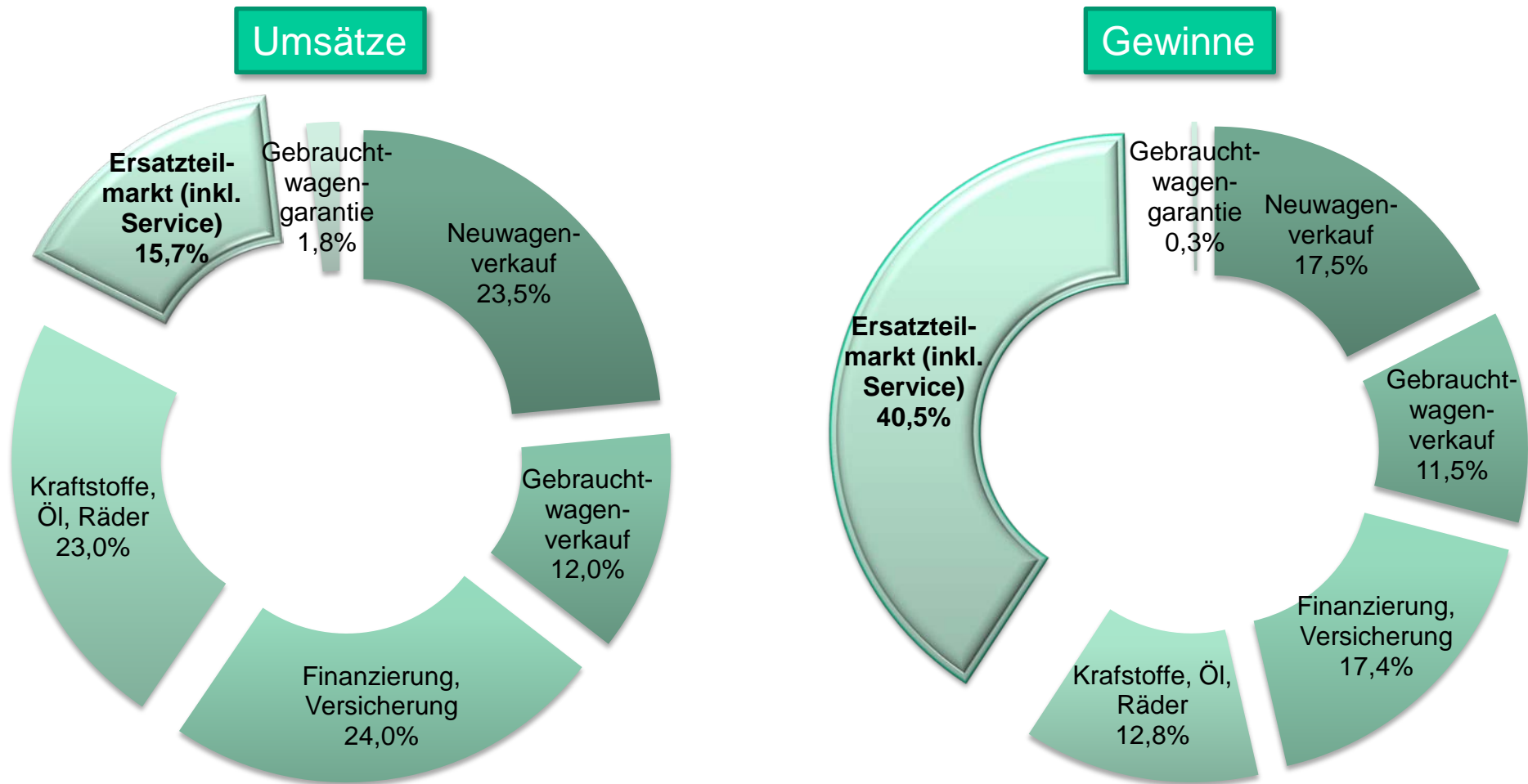


## HEUTE

- Serviceintervalle von mehr als 15.000 km
- Vernetzte elektronische und mechatronische Systeme
- Mehr als 2 km Kabel (Schaltplan auf einer CD-Rom = 20 Ordner)
- Kfz-Diagnosesysteme an Stelle von Sichtprüfungen
- Mehr Austauschteile anstatt Reparatur von Defekten



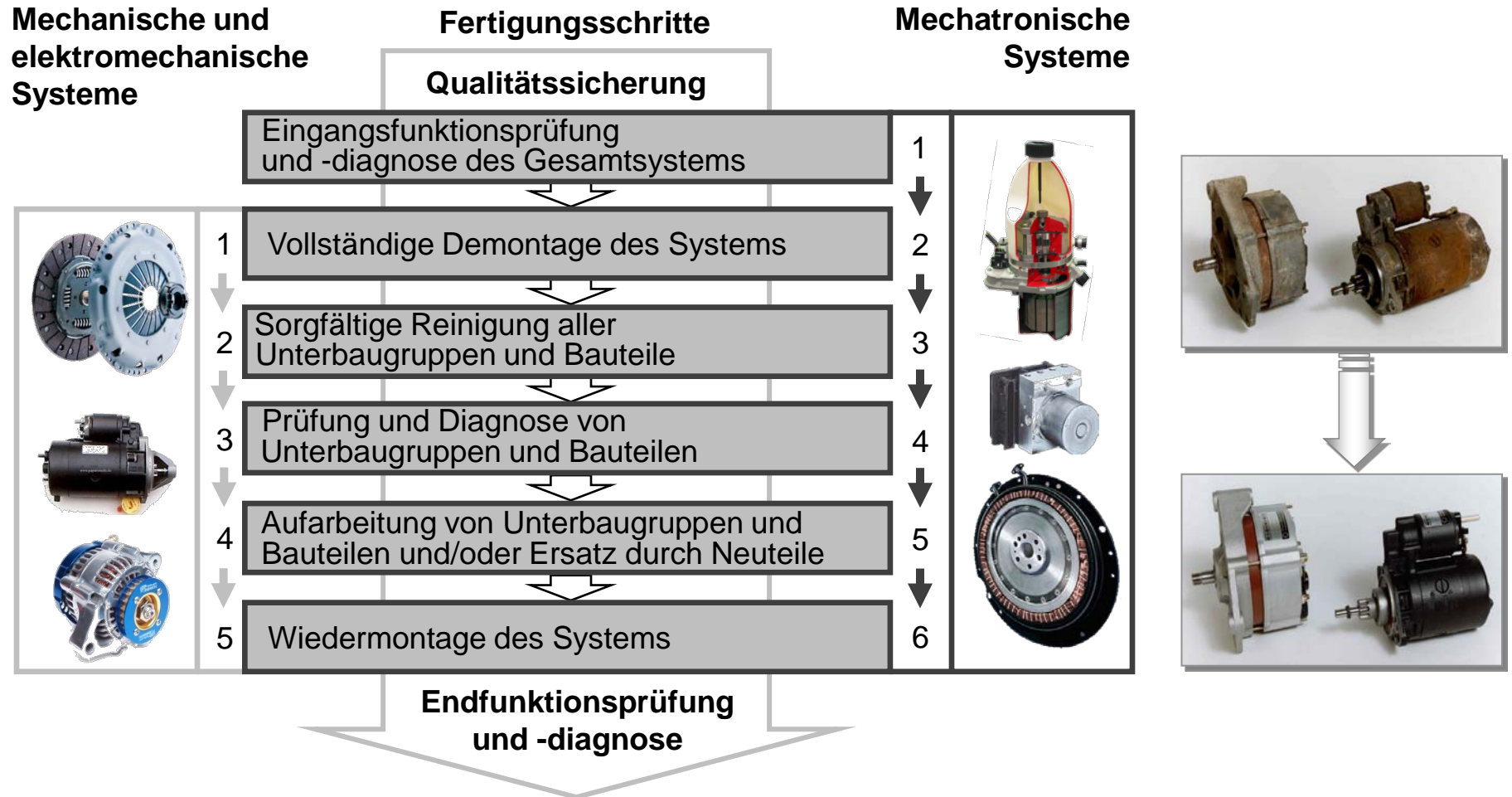
# Der Ersatzteilmarkt – Umsatz- und Gewinnanteile am Lebenszyklus eines Kfz



Quelle: Booz Allen Hamilton aus Automobilwoche Nr. 12 (2005) und OICA (2007)



# Aufarbeitung in 6 Schritten





# Industrielle Aufarbeitungspraxis I: Mechanik



# Industrielle Aufarbeitungspraxis II: Mechanik/Elektrik



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik



# Refabrikation von Kfz-Elektrik



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion

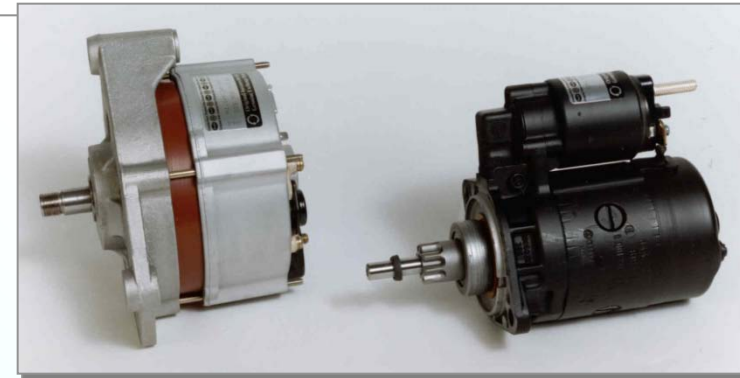
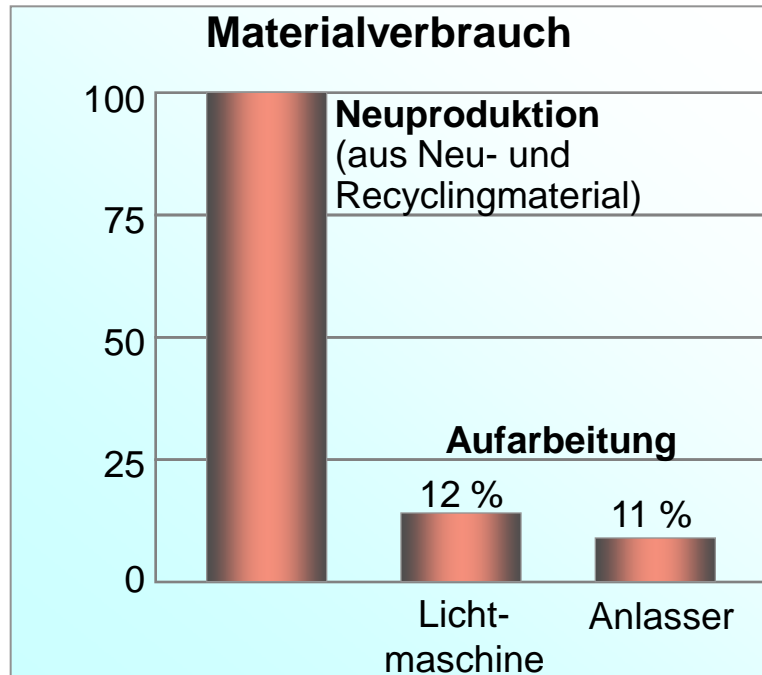


Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

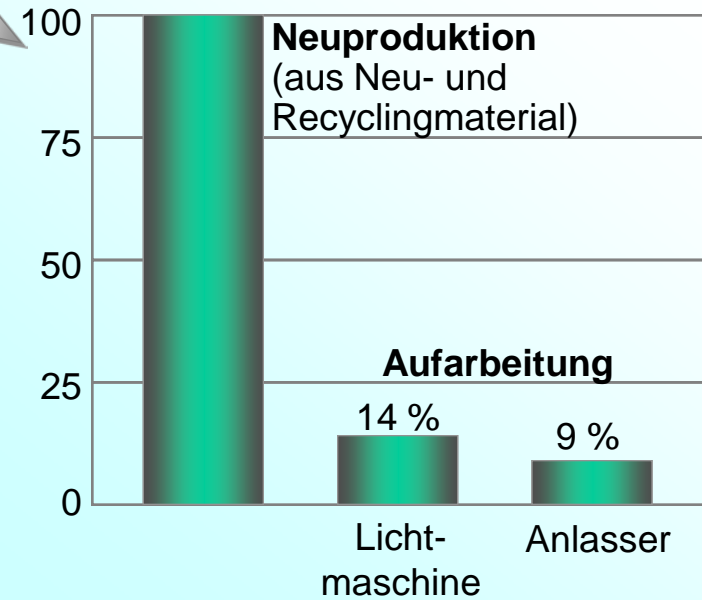


# Ökologisches Potential

## - Energie- und Materialverbrauch beim Remanufacturing



### Energieverbrauch



Quelle: Steinhilper



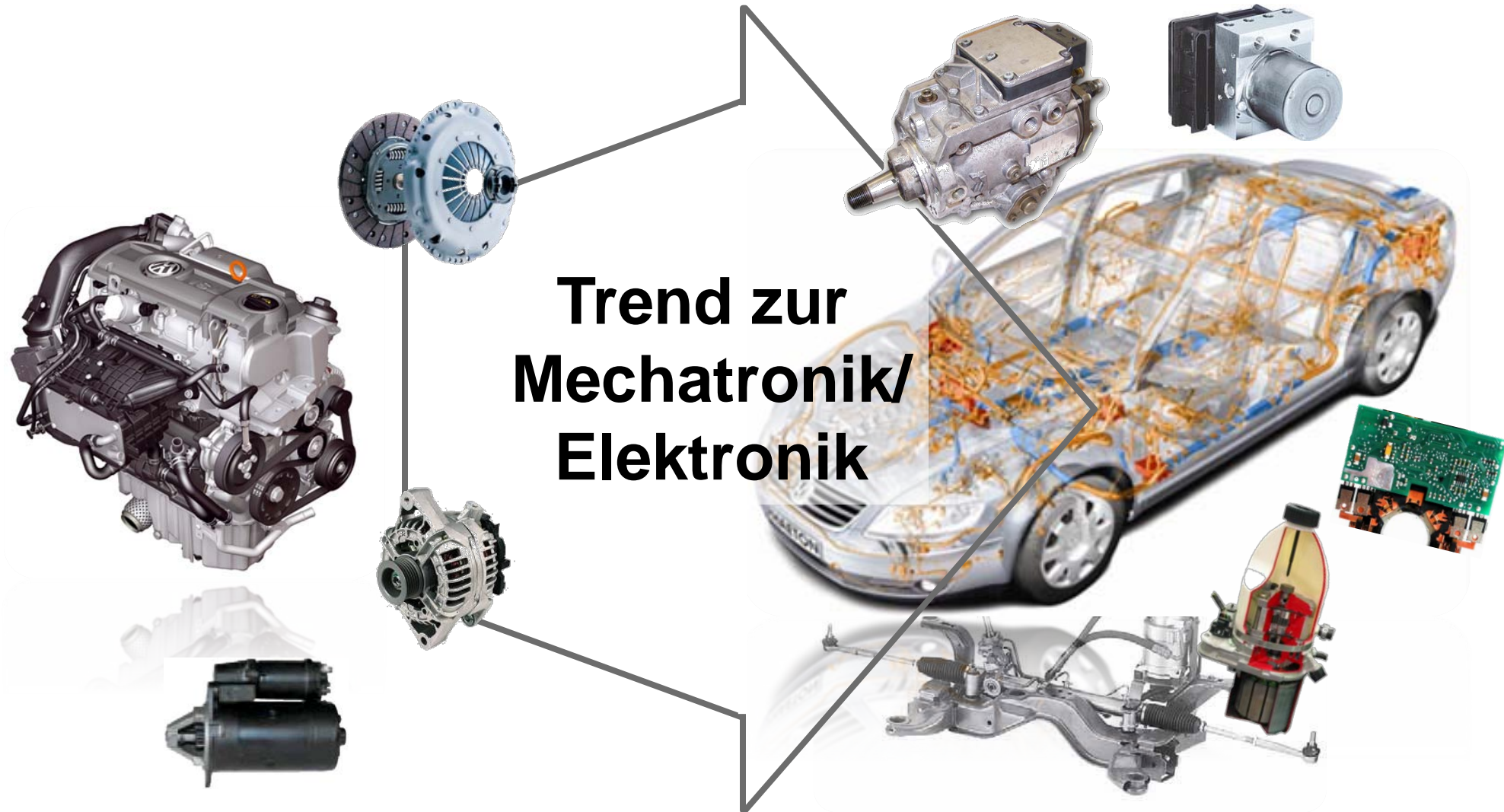
UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

# Austauschteile bisher und zukünftig



## Eine alltägliche Situation

---

Mitten auf der Landstraße bleibt das Fahrzeug liegen.



Was tun?



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik



# Industrielle Refabrikation in Serie: Mechatronik/Elektronik



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



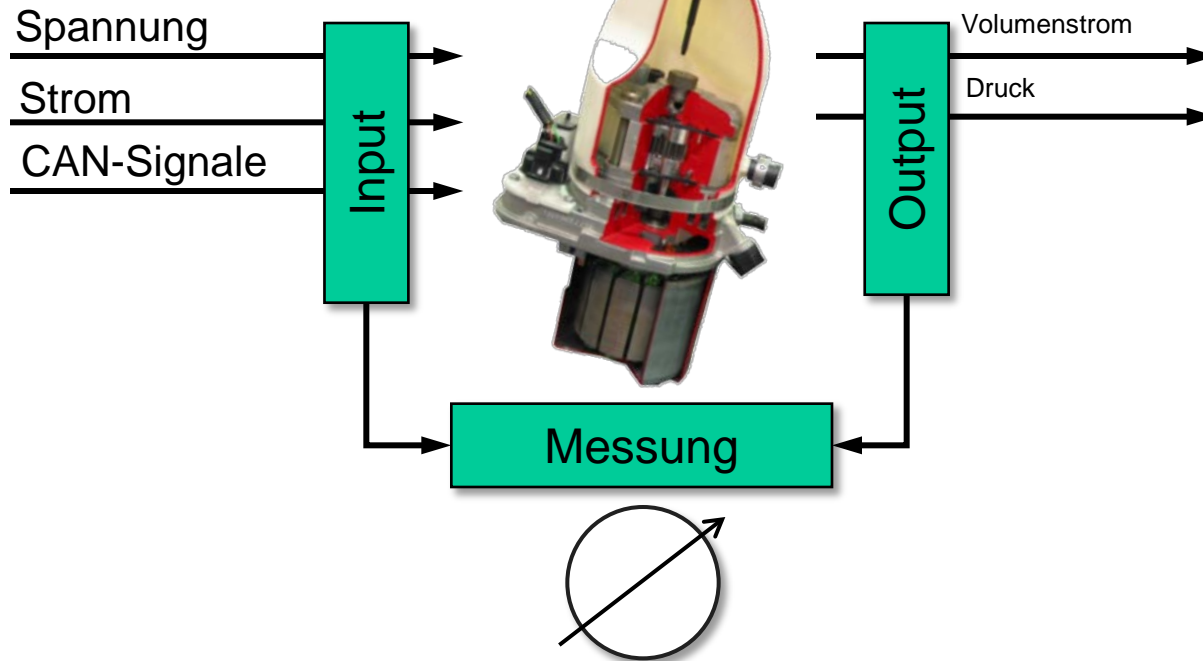
Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

- Eingangsfunktions- und -diagnose des Systems **1**
- Vollständige Demontage des Systems
- Sorgfältige Reinigung aller Unterbaugruppen und Bauteile
- Prüfung und Diagnose von Unterbaugruppen und Bauteilen
- Aufarbeitung von Unterbaugruppen und Bauteilen und/oder Ersatz durch Neuteile
- Wiedermontage des Systems

# Funktionsdiagnose von Kfz-Mechatronik-Komponenten

**Beispiel:  
Elektro-hydraulische Servolenkungspumpen**

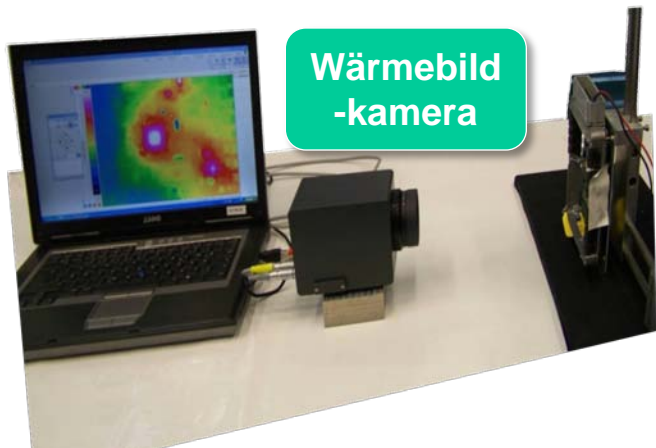
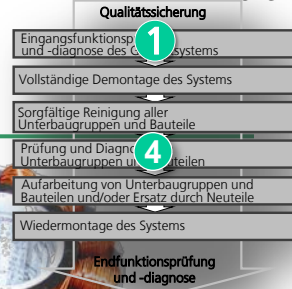
Funktionsparameter:



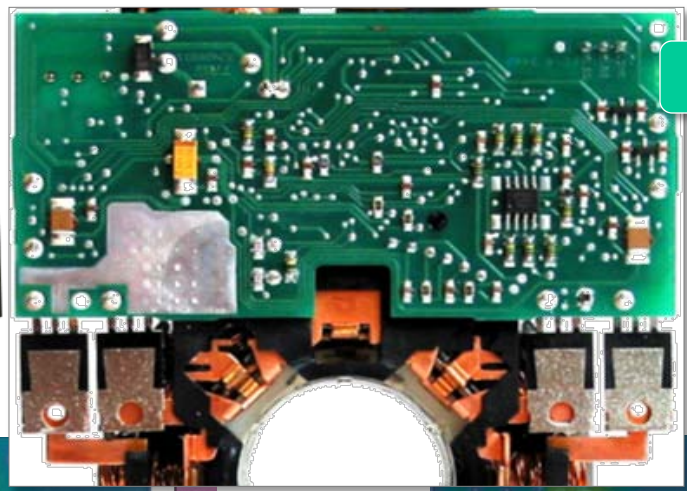
Endfunktionsprüfung und -diagnose



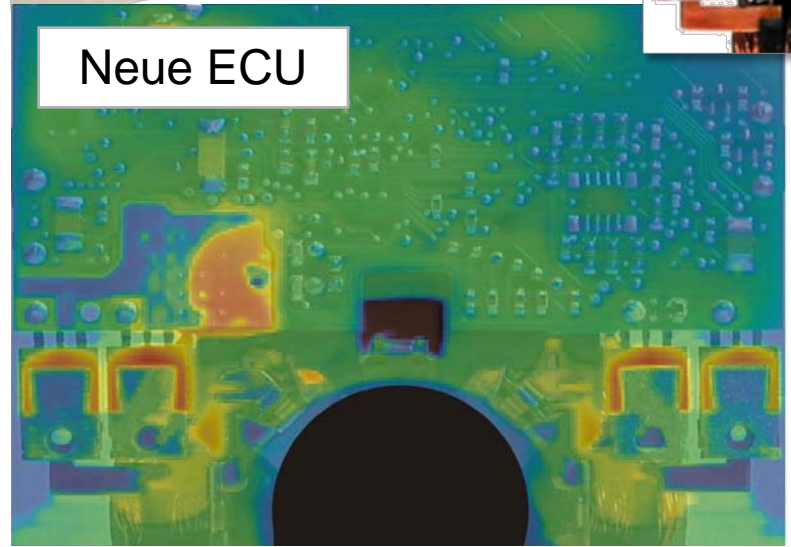
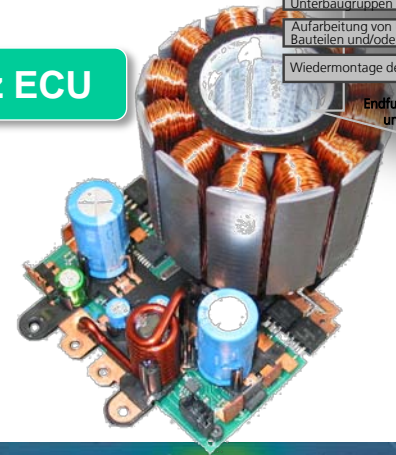
# Schnelle Diagnose von Electronic Control Units (ECUs)



Wärmebild-kamera



Kfz ECU



Neue ECU



Testergebnis



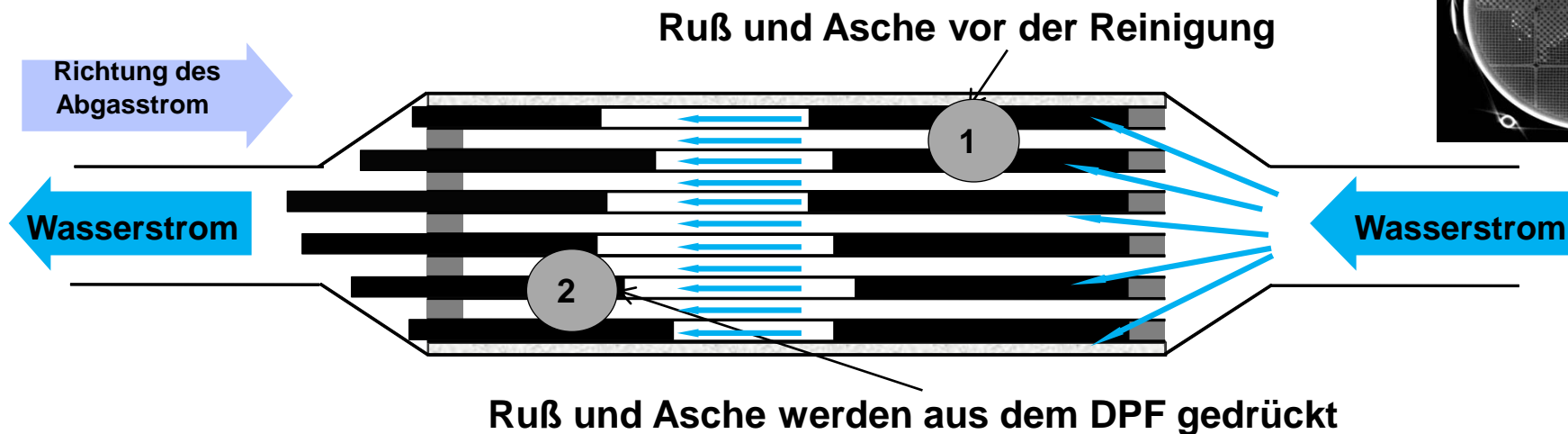
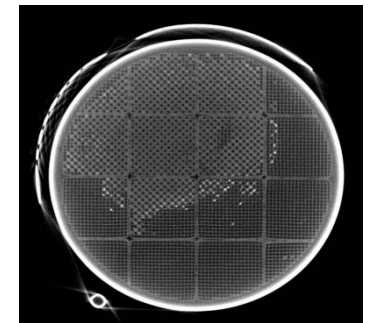
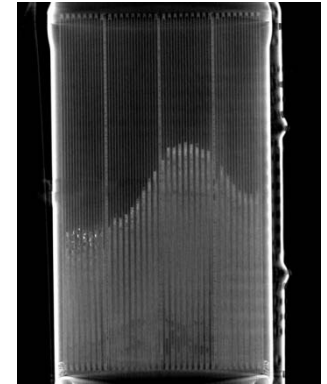
Defekte ECU

□ Fehlerursache ○ Fehlerfolge

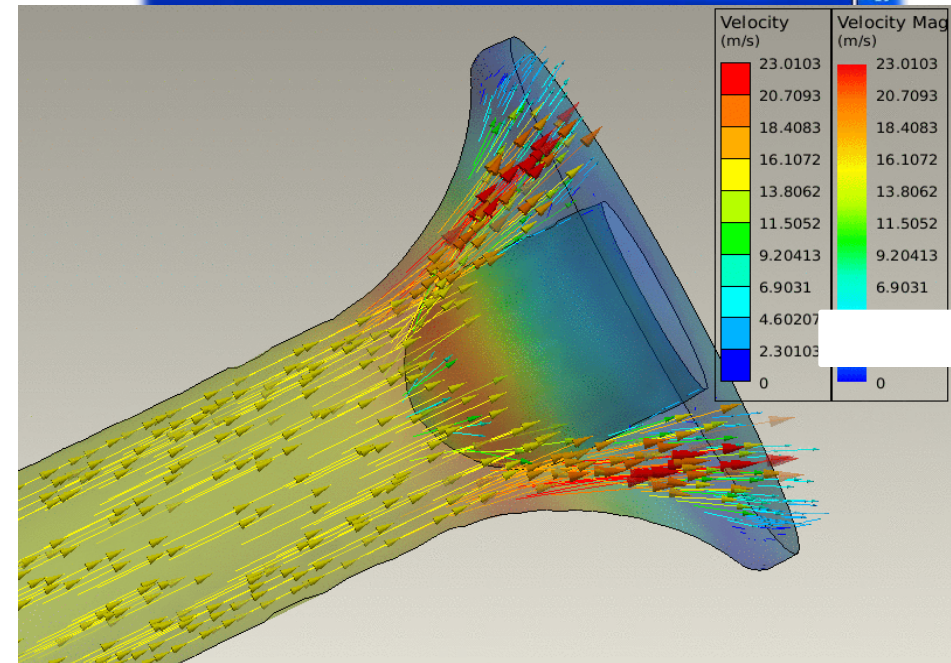
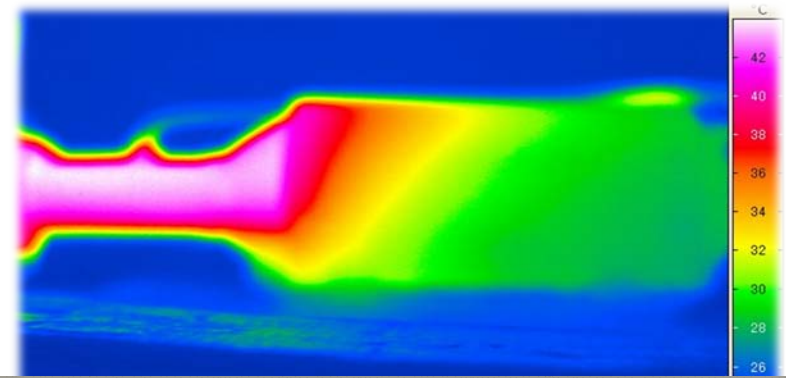
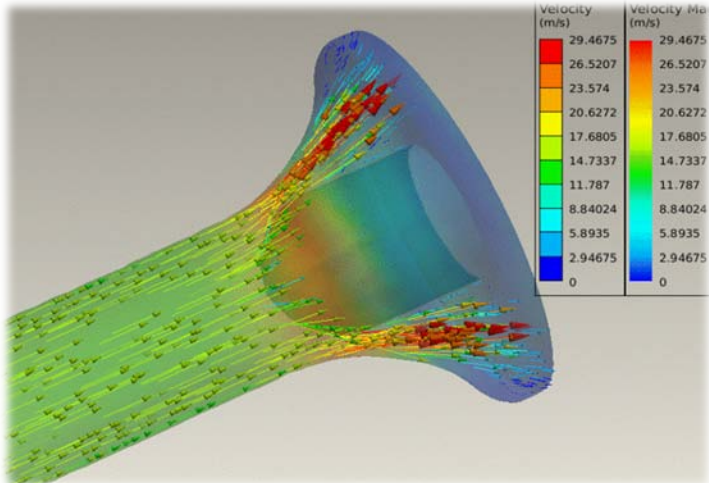


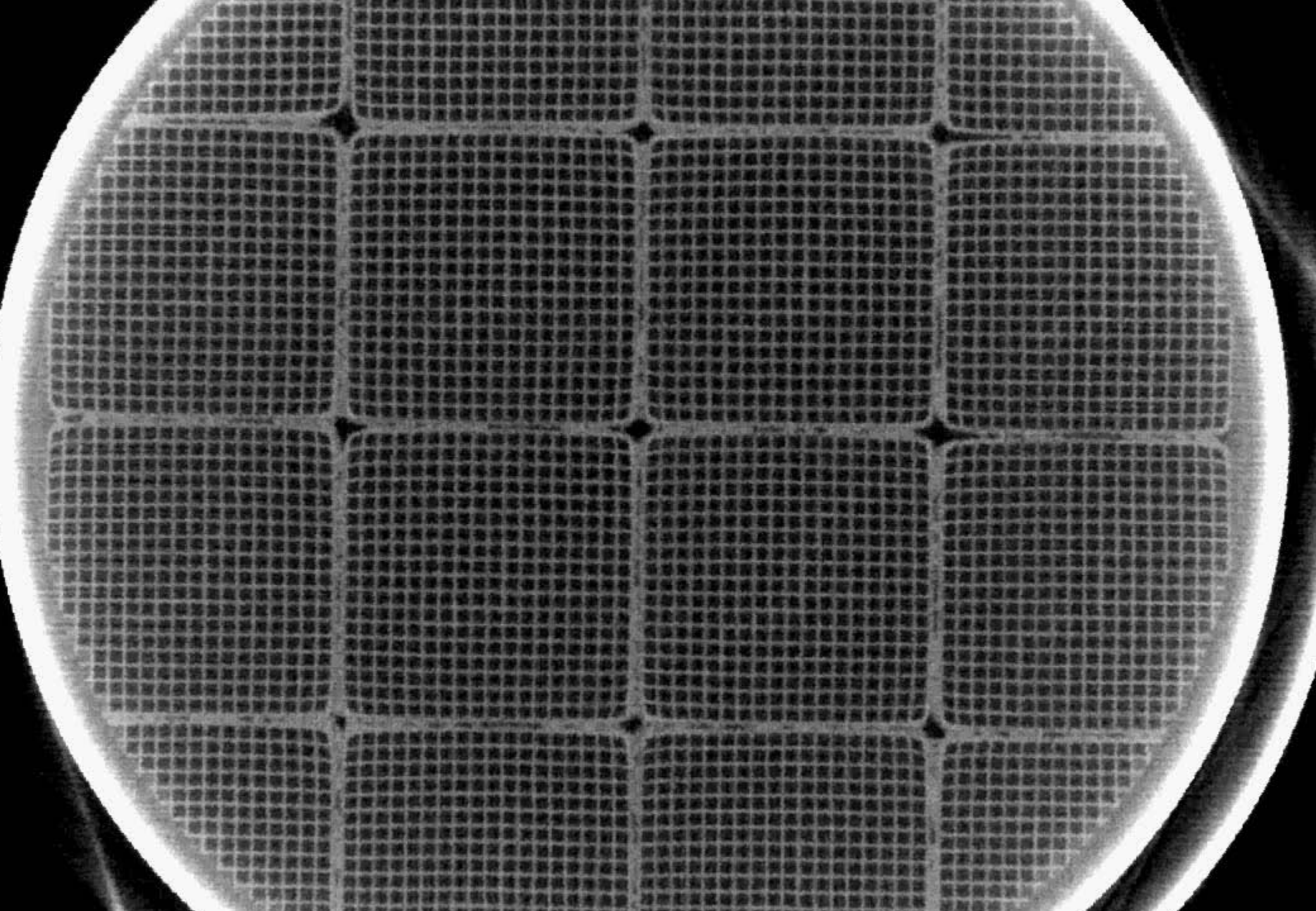
# Reinigung von Dieselpartikelfiltern (DPF)

- Dieselpartikelfilter nach Lebenszyklus verschmutzt (Ruß und Asche)
- Thermische Reinigung (Rußabbrand bei ca. 530°C, Asche entsteht)
- Ascherückstände der thermischen Reinigung verbleiben im DPF
- Entfernung der Ascherückstände durch Nassreinigung



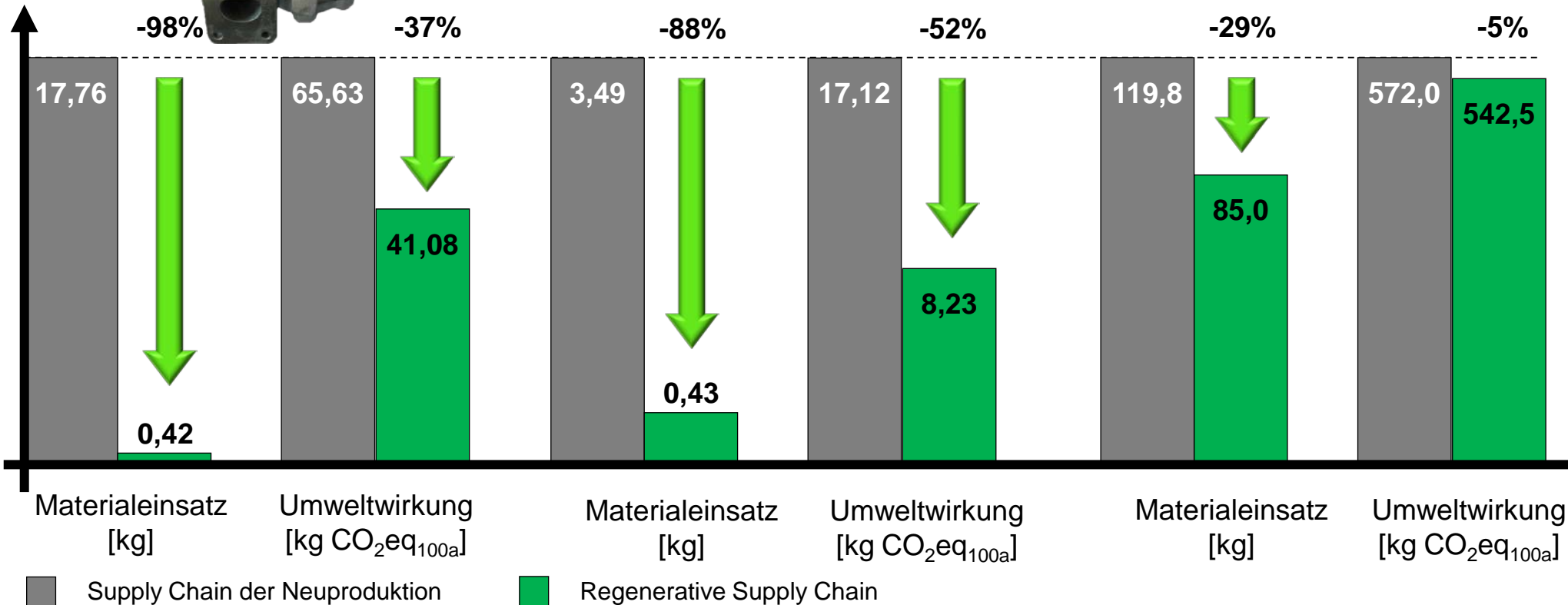
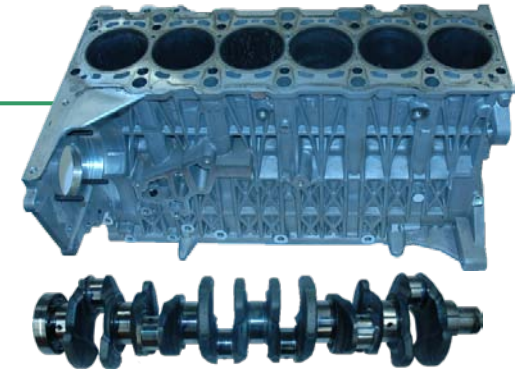
# Reinigung von Dieselpartikelfiltern (DPF)







# CO2-Ersparnisse der Regenerativen Supply Chain



# Die Remanufacturing Industrie – die „große Unbekannte“

## Hidden Champions:

- 73.000 Aufarbeitungsbetriebe weltweit
- 50 wesentliche Produktgruppen
- 50.000.000.000 € Jahresumsatz
- Ca. 500.000 Beschäftigte
- Größer als die Stahlindustrie



## Wirtschaftliches Wachstum:

- Zweistellige Wachstumsraten
- Jährlich neue Produkte

## Ökologische Vorteile:

- Globale Energie- und Materialeinsparungen
- Ressourcennutzung
- Mehr Beiträge als aus Solar- und Windenergie

# Refabrikation und Upgrading von Schiffsmotoren

→ Nutzung von LPG (liquefied petroleum gas)

Start: 2010



Neues  
Projekt  
zwischen  
BU Drive  
und  
Bayreuth



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik



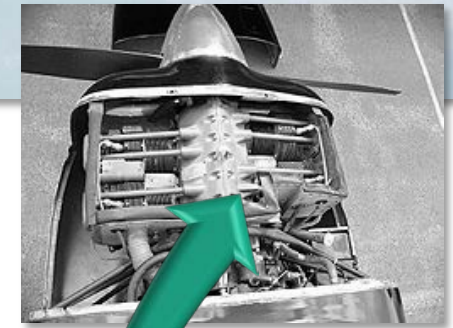
# Refabrikation und Upgrading von Kfz-Motoren

→ Einsatz als Flugzeugmotor

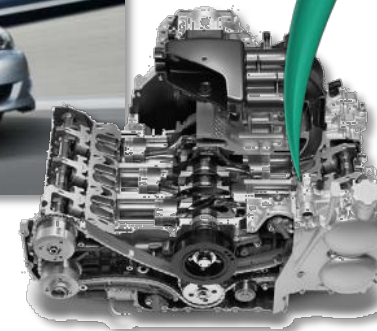
Eine Kooperation der Piloten unseres Lehrstuhls und dem „Remanufacturer of the Year 2009“ ...



Start: 2011  
(geplant)



Weitere  
Projekte...



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik

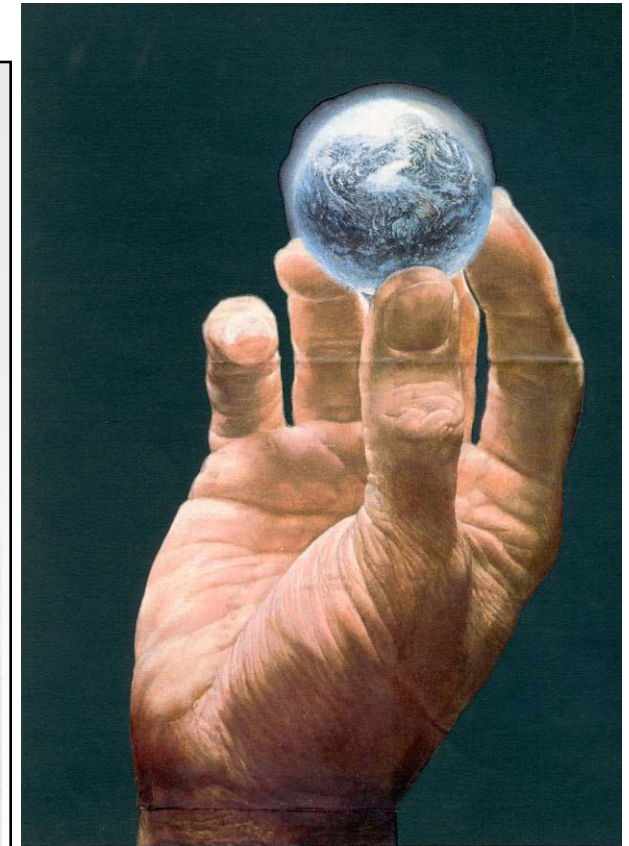
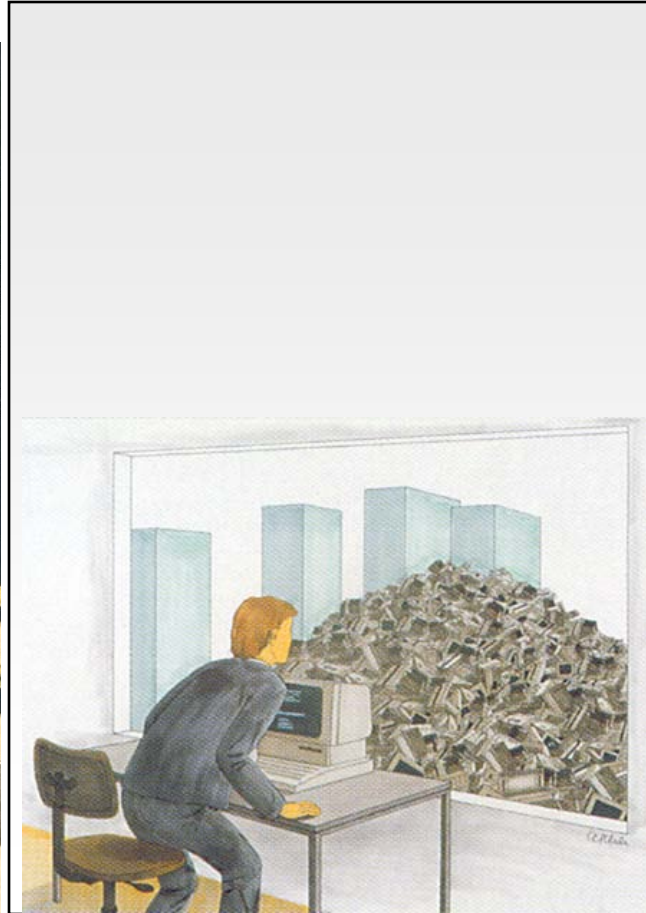
# Remanufacturing stößt auf globales Interesse



**Buch Remanufacturing**  
in allen Weltsprachen erschienen



# High-Tech-Müll-Lawinen...



UNIVERSITÄT  
BAYREUTH

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**UNIVERSITÄT  
BAYREUTH**

Von Fabrikation bis zur Refabrikation  
Lösungswege und Lösungsbeispiele zur  
ressourceneffizienten Produktion



**Lehrstuhl  
Umweltgerechte  
Produktionstechnik**