

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# **BMBF-Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Innovative Produktkreisläufe (ReziProK)“**

## **AddRE-Mo**

### **Werterhaltungsszenarien für urbane Elektromobilität der Personen und Lasten durch additive Fertigung und Refabrikation**

Aktueller Stand und erste Ergebnisse  
Prof. Dr.-Ing. Frank Döpper, Fraunhofer IPA

2. Digitale Statuskonferenz  
am 11. und 12. Mai 2021



COHERENT | ORLASER



Wuppertal  
Institut

# Gliederung

- Ziel des Projekts
- Aktueller Stand und bisherige Ergebnisse
- Nächste Schritte

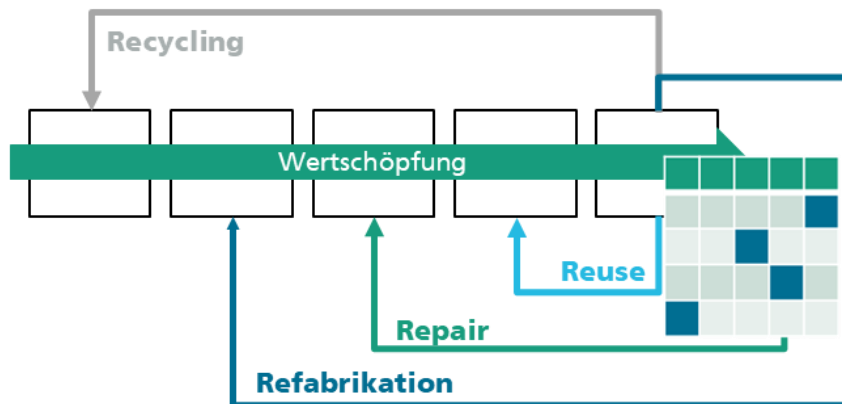


# Ziel des Projekts

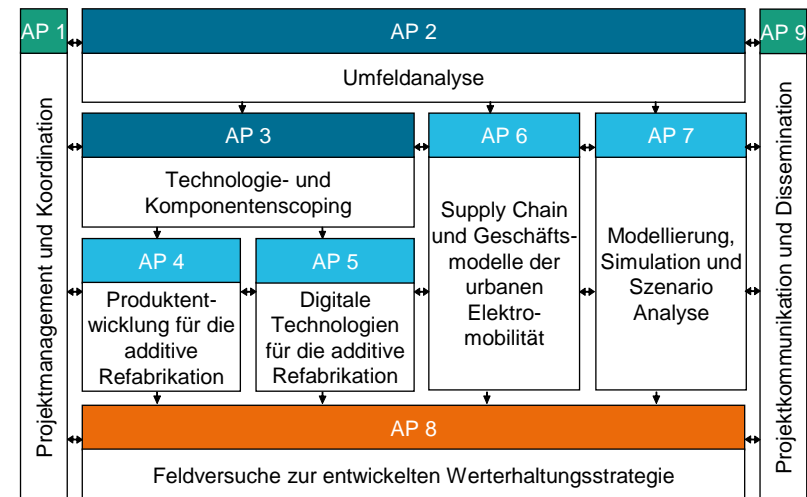
Ziel ist die pilothafte Umsetzung eines **Werterhaltungsnetzwerks**, die damit einhergehende **Reverse Supply Chain** und die **Geschäftsmodelle** für die **Refabrikation** von **Elektrofahrradkomponenten** mit Hilfe des Einsatzes von **additiven Fertigungsverfahren**.



Bildquelle: David Gnad / ebike-solutions.com



Wertschöpfungspfade und Bewertungssystematik im Werterhaltungsnetzwerk



Projekthinhalte und Arbeitspakete (AP)

# Aktueller Stand und Ergebnisse

## AP2: Umfeldanalyse / AP3: Technologie- & Komponentenscoping

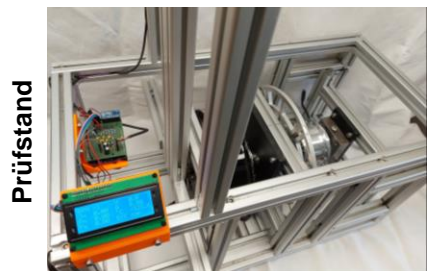
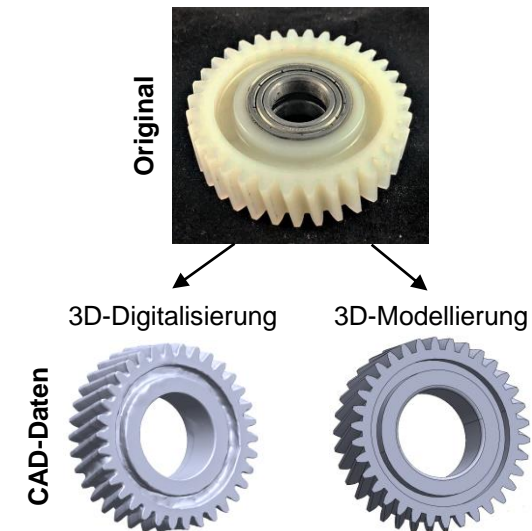
- ✓ Veröffentlichung der Ergebnisse der Umfeldanalyse als Studie »Zukunftstrend nachhaltige Elektrofahrräder?«
- ✓ Analyse der Demontagefähigkeit von Mittelmotoren (u.a. Bosch, Brose, Shimano)
- ✓ Aufbau Demontagearbeitsplatz als Demonstrator in der Lernfabrik des Fraunhofer IPA in Bayreuth



# Aktueller Stand und Ergebnisse

## AP4: Produktentwicklung für die additive Refabrikation

- ✓ Rückführung von Bauteilen und Fertigung von Prototypen
- ✓ Aufbau eines Demonstrators für Getriebeteile
- ✓ Gegenüberstellung von Designrichtlinien für Additive Fertigung und Refabrikation
- ✓ Erarbeitung der Empfehlungen für die Auswahl geeigneter AF-Verfahren
  - Konstruktionsoptimierung von zu refabrizierenden Bauteilen
  - Additive Fertigung weiterer Anwendungsfälle
  - Veröffentlichung einer Studie: »Design for Additive Remanufacturing«



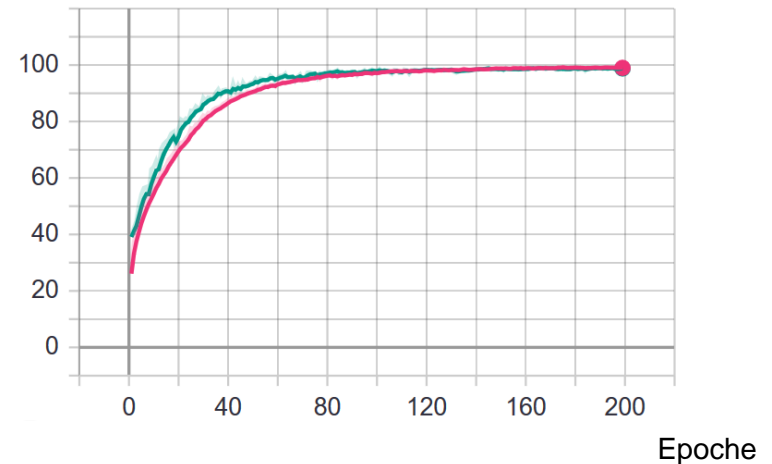
# Aktueller Stand und Ergebnisse

## AP5: Digitale Technologien für die additive Refabrikation

Klassifizierung von Objekten mittels Bilderkennung:

- ✓ Objekte für Klassifizierungsprozess
  - ✓ Auswahl von Bafangmotoren
  - ✓ Beschaffung von sechs verschiedenen Modellen (Klassen)
- ✓ Datensatz aus Farbbildern erstellt
  - ✓ 1.000 Trainingsbilder je Klasse
  - ✓ 250 Validierungsbilder je Klasse
- ✓ Netz aufgebaut und evaluiert
  - ✓ Genauigkeit von 98,8% (200 Epochen)
  - ✓ Verlust von 0.019 (200 Epochen)
- ✓ Evaluation des Netzes auf weiterer Datenbasis
- ✓ Optimierung des Netzes

Accuracy

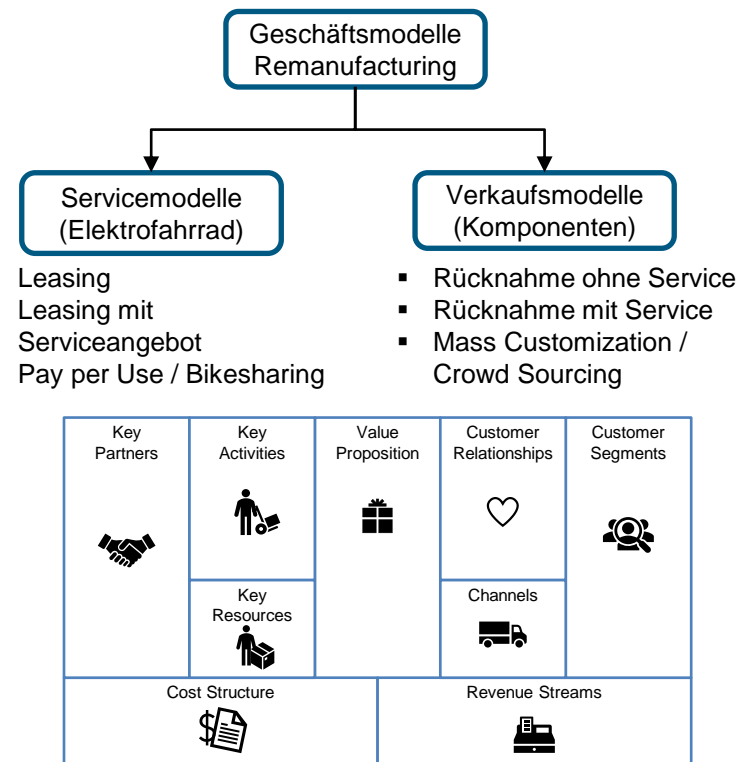


# Aktueller Stand und Ergebnisse

## AP6: Supply Chain und Geschäftsmodelle

Beschreibung geeigneter Geschäftsmodelle für die Additive Refabrikation von Elektrofahrrädern

- ✓ Konzeptionierung von Geschäftsmodellen
  - ✓ 3 Verkaufsmodelle für Elektrofahrrad-Komponenten
  - ✓ 3 Servicemodelle für Elektrofahrräder
- ✓ Beschreibung der Geschäftsmodelle mittels Use-Case Schablone und Business Model Canvas
- Auswahl geeigneter Geschäftsmodelle für Werterhaltungsnetzwerke mit additiver Refabrikation
- Erstellung eines Konzepts zur Umsetzung der Geschäftsmodelle



Quelle: Osterwalder, Alexander; Pigneur, Yves; Clark, Tim (2010). Business Model Generation. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. ISBN 9780470876411. S. 44)

# Nächste Schritte

- Veröffentlichung der Projektergebnisse in Fach- /Branchenmagazinen und wissenschaftlichen Konferenzen (z. B. Electric Drives Production Conference, frontiers in Sustainability)
- AP4: Produktentwicklung für die Additive Refabrikation:
  - Konstruktionsoptimierung von zu refabrikierenden Bauteilen,
  - Additive Refabrikation weiterer Anwendungsfälle in E-Fahrradbranche
- AP5: Digitale Technologien
  - Evaluation des Neuronalen Netzes auf weiterer Datenbasis
  - Optimierung des Neuronalen Netzes
- AP6: Supply Chain und Geschäftsmodelle
  - Auswahl geeigneter Geschäftsmodelle für Werterhaltungsnetzwerke mit additiver Refabrikation
  - Erstellung eines Konzepts zur Umsetzung der Geschäftsmodelle
- AP7: Modellierung und Simulation
  - Modellierung und Simulation der Geschäftsmodelle: Quantifizierung der ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte.