

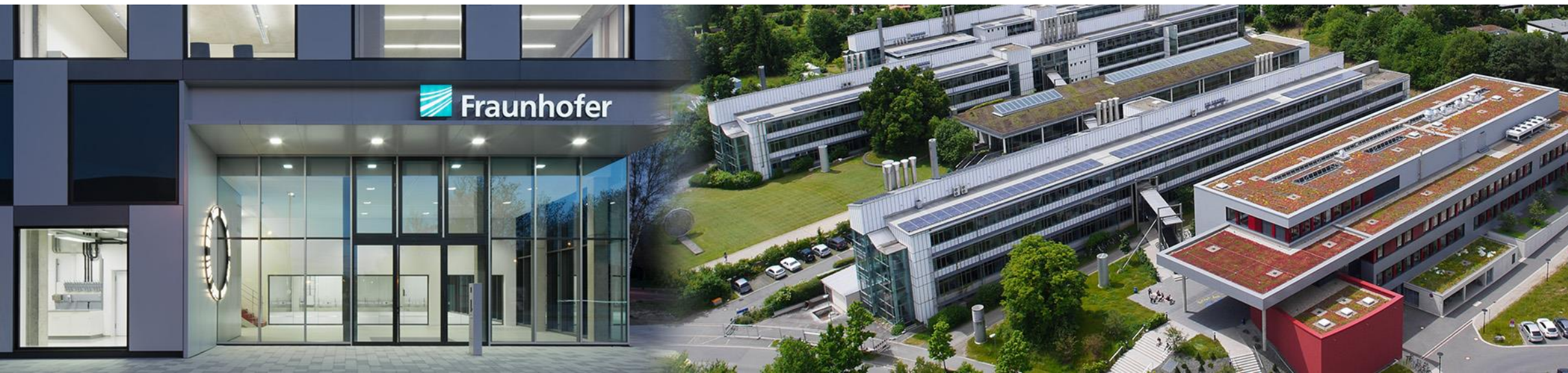
Gestaltung von Hochvoltbatteriesystemen im Kontext der Kreislaufwirtschaft

Transformation zur Nachhaltigkeit

Wissenschaftstag 2022, Metropolregion Nürnberg,
Coburg, 29. Juli 2022

Dr. Bernd Rosemann, Gregor Ohnemüller

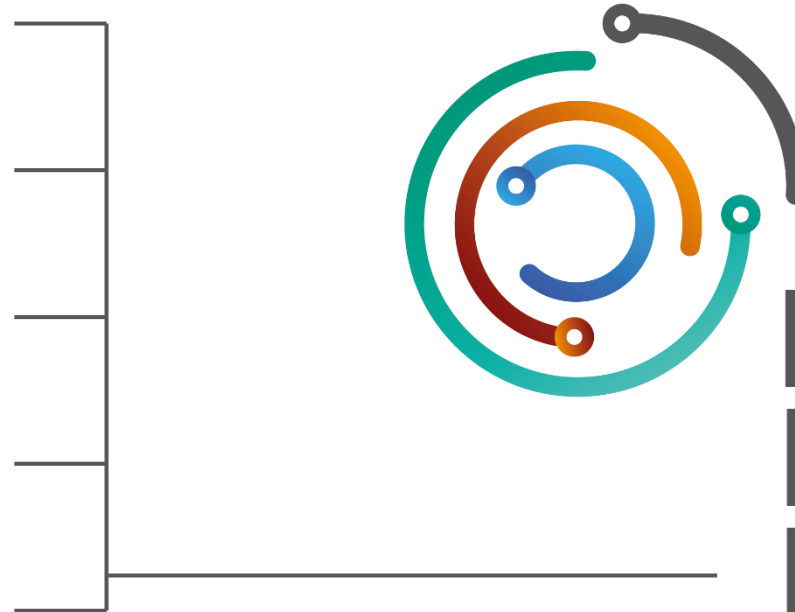
Umweltgerechte Produktionstechnik
Universität Bayreuth



- 1 Produktions- und Batteriekompetenz an der Universität Bayreuth**
- 2 Batteriesysteme, -anwendungen und Batteriekreisläufe**
- 3 Gestaltung von Hochvoltbatteriesystemen aus der E-Mobilität**
- 4 Ergebnisse und Ausblick**

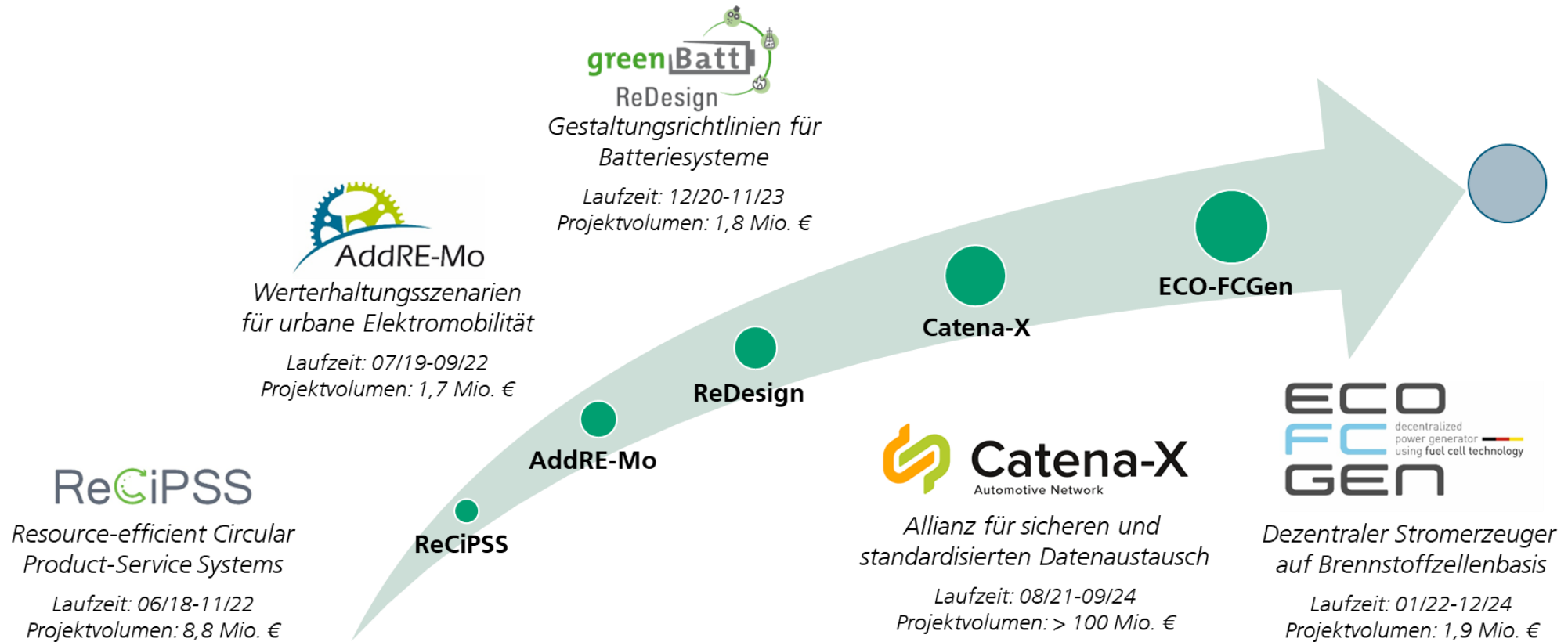


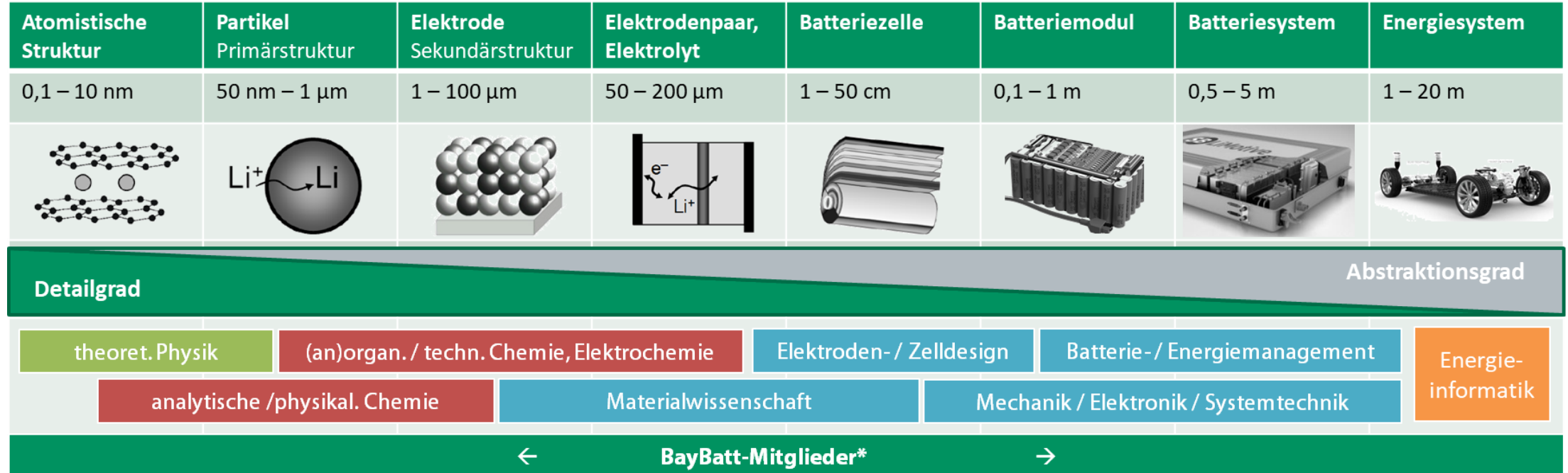
- **Refabrikation und Kreislaufwirtschaftskonzepte**
- **Produktionsmanagement und -technik**
- **Produktion und Digitalisierung**
- **Additive Fertigung und Innovationen**
- **Weiterbildung und Wissenstransfer**



**Produktion.
Besser.
Machen.**

Quelle(n): <https://produktion-besser-machen.de>





- *BayBatt-Mitglieder:** **Physik, Chemie, Ingenieurwissenschaften & Wirtschaftsinformatik**
- aus 4 Fakultäten:
 - 14 Gruppen der Universität Bayreuth
 - 12 neue W3-Professuren der Hightech Agenda (zusätzlich)
 - 2 Nachwuchsgruppen der Hightech Agenda

- 1 Produktions- und Batteriekompetenz an der Universität Bayreuth
- 2 Batteriesysteme, -anwendungen und Batteriekreisläufe
- 3 Gestaltung von Hochvoltbatteriesystemen aus der E-Mobilität
- 4 Ergebnisse und Ausblick



Quelle(n): <https://infonetz-owl.de/katalog/abfall-und-wertstoff/batterienakkus/>

Batterien

Arten, Unterscheidungen und Kreisläufe

■ Art:

Gerätebatterien (< 5 kg), Industriebatterien (> 5 kg),
Traktionsbatterien

■ Bauform:

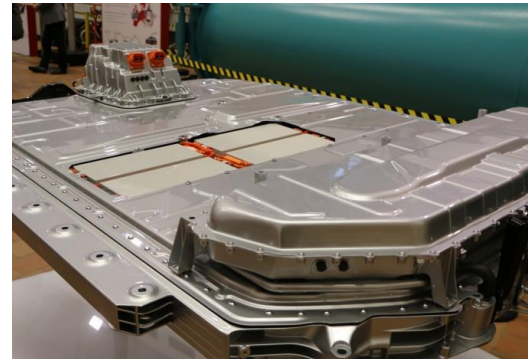
Zylindrisch, Prismatisch, Pouch-Bag, Knopf

■ Zellchemie:

NMC, LFP, LMO, NCA, Bleisäure, AlMn, etc.



Batterie	Gewicht	Energie
AA	26 g	1,44 Wh
Fahrradbatterie	3,5 kg	625 Wh
EV Batterie	700 kg	83,6 kWh
Industriespeicher	8,5 t	656 kWh



Quelle(n): <https://www.bosch-ebike.com/de/produkte/akkus>
<https://www.golem.de/news/audi-e-tron-ein-akku-doppelbett-fuer-die-jagd-auf-tesla-1804-133971.html>
<https://www.subtel.de/Knopfbatterie-Varta-6032-CR2032-CR2032-x1-Knopfzelle-Zellenbatterie-917269.html>
<https://www.pnp.de/lokales/landkreis-deggendorf/deggendorf/fenecon-expandiert-und-schafft-15-neue-Arbeitsplaetze-3699265.html>

Batterien

Arten, Unterscheidungen und Kreisläufe

- Recycling von handelsüblichen Batterien
 - (1) Sammlung in z.B. Supermarkt
 - (2) Sortierung nach Zellchemie
 - (3) Materialrückgewinnung
- Sammlung, Transport und Entsorgung von größeren Batterien kritisch und nicht reguliert
- Rückgewinnung der Materialien durch Zerstörung der Funktions- und Produktgestalt



Quelle(n): <https://www.heise.de/tipps-tricks/Akkus-richtig-entsorgen-so-geht-s-3989832.html>
<https://edison.media/e-hub/batterie-recycling-politik-denkt-e-auto-nicht-zu-ende/25200612/>

■ Unterscheidung von vier Ambitionsniveaus:

- (1) Unveränderte Rahmenbedingungen
- (2) Mittleres Ambitionsniveau
- (3) Hohes Ambitionsniveau
- (4) Sehr hohes Ambitionsniveau

■ Geforderter Mindestgehalt an rückgewonnenen Materialien in neu gefertigten Batterien:

Ab 2030: 12 % Kobalt, 4 % Lithium und 4 % Nickel
Ab 2035: 20 % Kobalt, 10 % Lithium und 12 % Nickel

■ Einführung eines »Batteriepasses«

	Mittleres Ambitionsniveau (in 2025)		Hohes Ambitionsniveau (in 2030)	
Recyclingeffizienz	65 %		70 %	
Verwertungsquote	Cobalt	90 %	Cobalt	95 %
	Nickel	90 %	Nickel	95 %
	Kupfer	90 %	Kupfer	95 %
	Lithium	35 %	Lithium	70 %

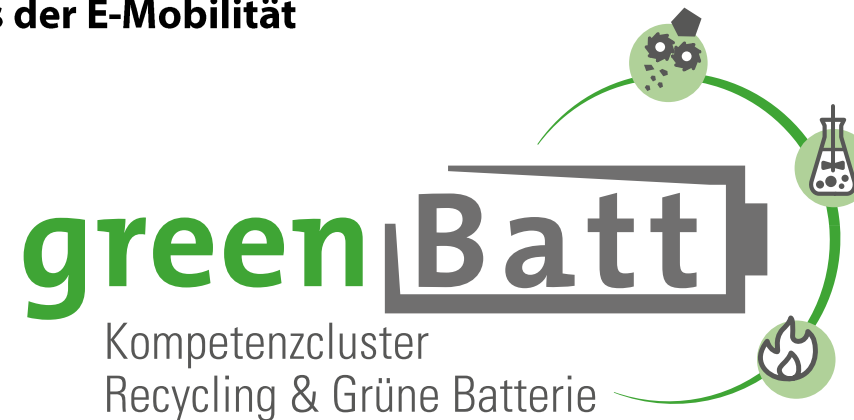
1,5 Megatonnen

Jährlicher Rücklauf gebrauchter Batterien und
Batteriematerialien aus
Elektromobilitätsanwendungen in 2040



Quelle(n): <https://www.isi.fraunhofer.de/de/presse/2021/presseinfo-26-nachhaltiges-batterierecycling-marktpotenziale-europa.html>;
<https://www.flickr.com/photos/opelblog/29553522081/>

- 1 Produktions- und Batteriekompetenz an der Universität Bayreuth
- 2 Batteriesysteme, -anwendungen und Batteriekreisläufe
- 3 Gestaltung von Hochvoltbatteriesystemen aus der E-Mobilität
- 4 Ergebnisse und Ausblick



Ausgangssituation

- Überwiegend Materialrecycling von Batteriesystemen

Zielsetzung

- Eignung von Batteriesystemen für die Refabrikation (engl. Remanufacturing) als hochwertige Kreislaufwirtschaftsoption

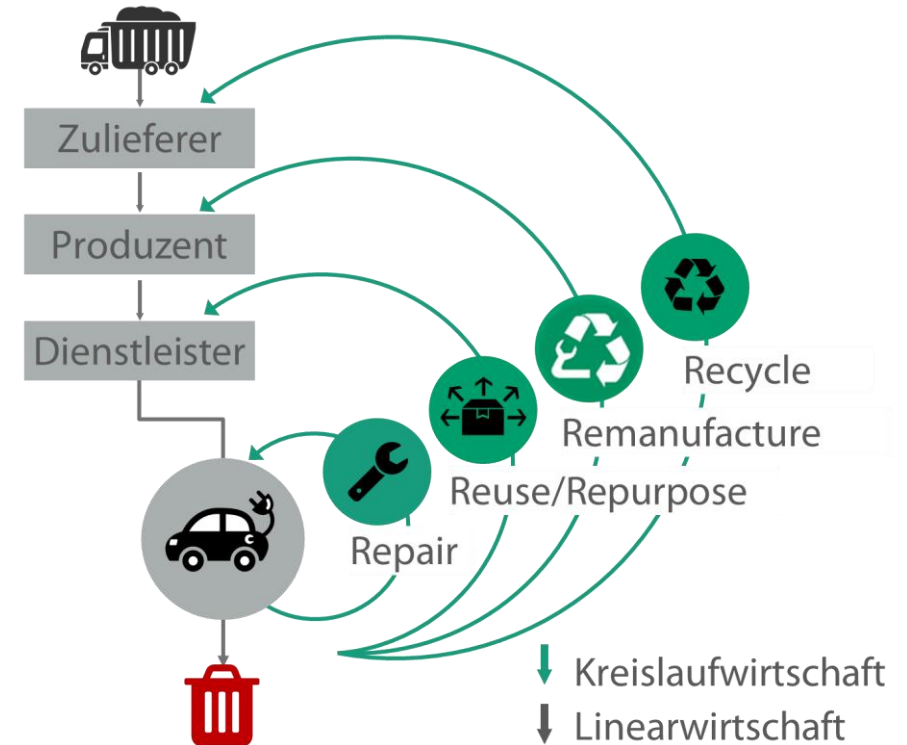
Vorgehen

- Mechanisch-elektrisch-konstruktive Systemanalysen
- Abgleich mit prozeduralen Anforderungen der Kreislaufwirtschaftsoptionen Wieder-/ Weiterverwendung
- Identifikation konstruktiver Hemmnisse für die Refabrikation
- Lösungsansätze für ein zukünftiges Batteriesystemdesign

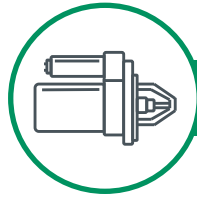




Refabrikation (engl. Remanufacture) ist ein standardisierter industrieller Prozess, bei dem gebrauchte oder nicht funktionsfähige Produkte oder Komponenten wieder in einen gleichen oder besseren Zustand wie ein Neuprodukt gebracht werden.



Quelle(n): British Standard 8887-2:2009



Beispiel: Anlasser

- 88%

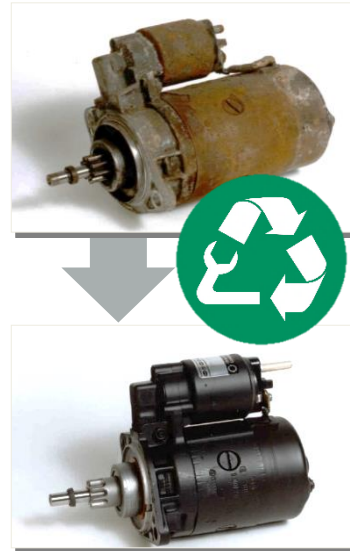


Materialeinsatz
[kg]

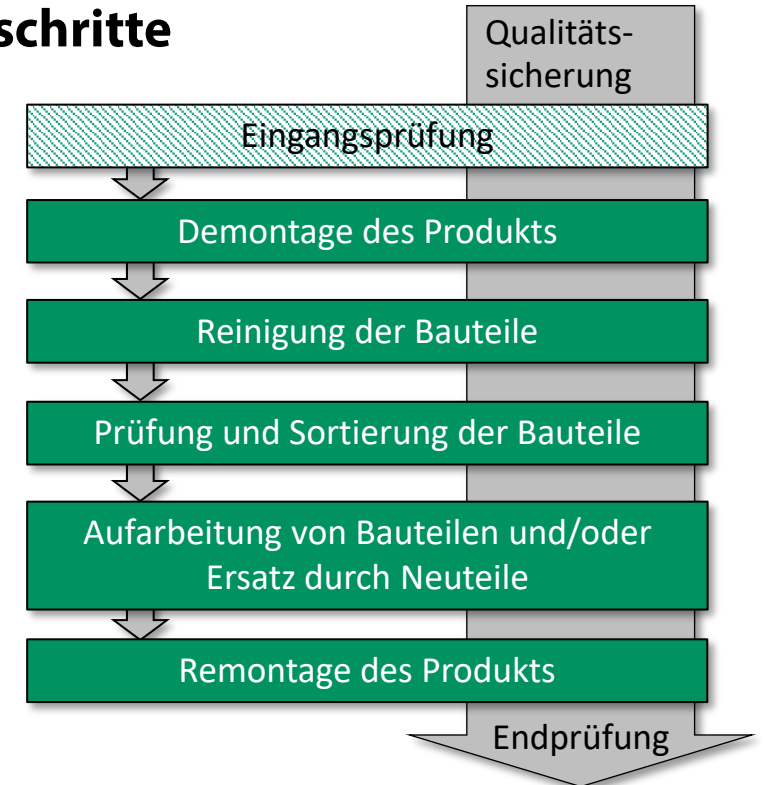
- 37%



Umweltwirkung
[kgCO₂eq]



Prozessschritte



Quelle(n): Steinhilper, Produktrecycling, 1999;

Daniel C. F. Köhler: Regenerative Supply Chains. Regenerative Wertschöpfungsketten. Shaker Verlag, 2011

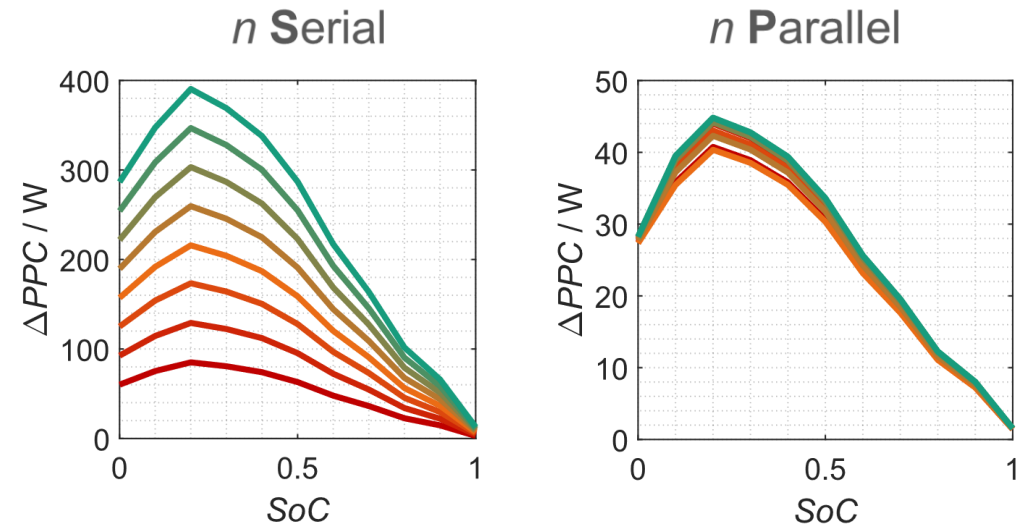
- 1 Produktions- und Batteriekompetenz an der Universität Bayreuth**
- 2 Batteriesysteme, -anwendungen und Batteriekreisläufe**
- 3 Gestaltung von Hochvoltbatteriesystemen aus der E-Mobilität**
- 4 Ergebnisse und Ausblick**



Wie stark beeinflusst eine stark gealterte Zelle die
Pulsleistungsfähigkeit und **nutzbare Energie** eines
gesamten Batteriemoduls?



→ Starke Abhängigkeit von Modultopologie gegeben



Quelle(n): T. Rüther, M.A. Danzer, University of Bayreuth: Study of inhomogeneities in different battery pack configurations for circular economy decisions, 19.-21.01.22, Batterieforum Deutschland

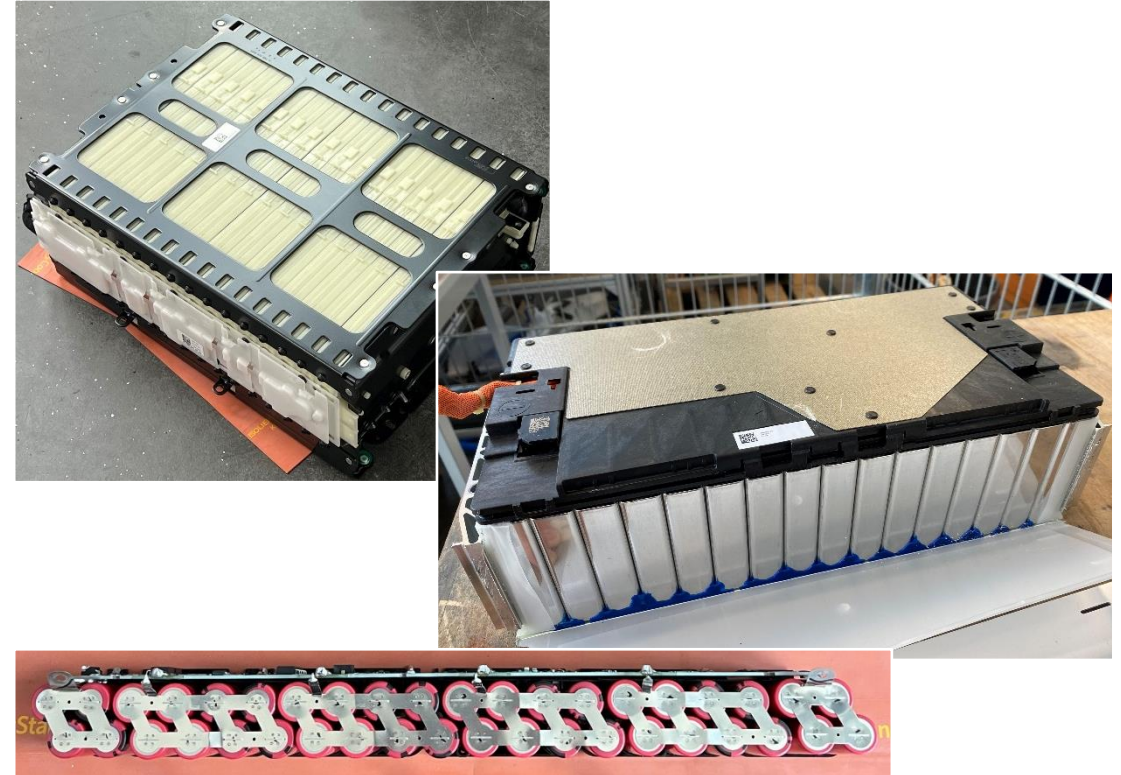
Herausforderungen

- Zugänglichkeit im Fahrzeug
- Integralbauweise:
Zerlegung auf Zellebene
zunehmend weniger möglich
- Bau- und Verbindungsstruktur:
mech./ elektr. Verbindungstechniken
verhindern effiziente
Zerlegung, Prüfung
und Remontage
- Aufbau verhindert
Komponentenreparatur



Identifizierte Hemmnisse

- Nicht zerstörungsfrei zu öffnende Modulgehäuse (Schweißnähte, Nieten, verklebt)
- Zellverbund schwer lösbar (Verklebt, Vergossen)
- Zellkontaktierung schwer entfernbar (Punktschweißnähte (elektr./ Laser))
- Zerlegung durch Einsatz von Trennwerkzeugen sehr gefährlich



Verwertung der bei der Demontage gewonnenen Erkenntnisse

- Entwicklung von Designrichtlinien für das Design for Remanufacturing
- Untersuchung der Wechselwirkungen verschiedener Designänderungen
- Erstellung eines virtuellen Demonstrators zur Visualisierung der Designänderungen
- Quantifizierung der Veränderungen in der Kreislaufwirtschaft aufgrund von Designoptimierung



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Gregor Ohnemüller

Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik
Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth
Telefon +49 (0)921 785 16-433
Gregor.Ohne Mueller@uni-bayreuth.de
www.lup.uni-bayreuth.de



Dr. Bernd Rosemann

Lehrstuhl Umweltgerechte Produktionstechnik
Akademischer Direktor

Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth
Telefon +49 (0)921 785 16-104
Bernd.Rosemann@uni-bayreuth.de
www.lup.uni-bayreuth.de

