



## Energierückgewinnung bei gezogenen Einheiten am Beispiel eines Kühlsattelauflegers

Dipl.-Ing. (FH) Jens Liesen

Ludwigsburg, 25.09.2013

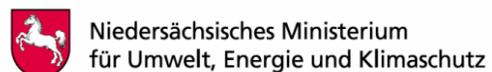
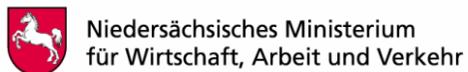
- 1. Projektansatz und Projektziele**
- 2. Technisches Gesamtkonzept**
- 3. Feldtests & Systemoptimierung**
- 4. Zusammenfassung & Ausblick**



## Projektpartner



## Gefördert durch



## Koordination



Fahrzeugklasse	Kraftstoff- verbrauch Fahren (l/100km)	Kraftstoff- verbrauch Kühlen (l/Tag)	Zusammen- gefasster Verbrauch (l/100km)	Verhältnis Kühlen zu Fahren (%)
Mittelschwere LKW	27,0	21,0	32,4	18,9
Schwere LKW	31,7	17,7	38,0	19,5
City Sattelzüge	33,6	26,1	41,3	23,2
Fernverkehrs Sattelzüge	32,9	24,9	39,7	15,6

nach [2]



[MAN]



[Scania]



### Ansatz

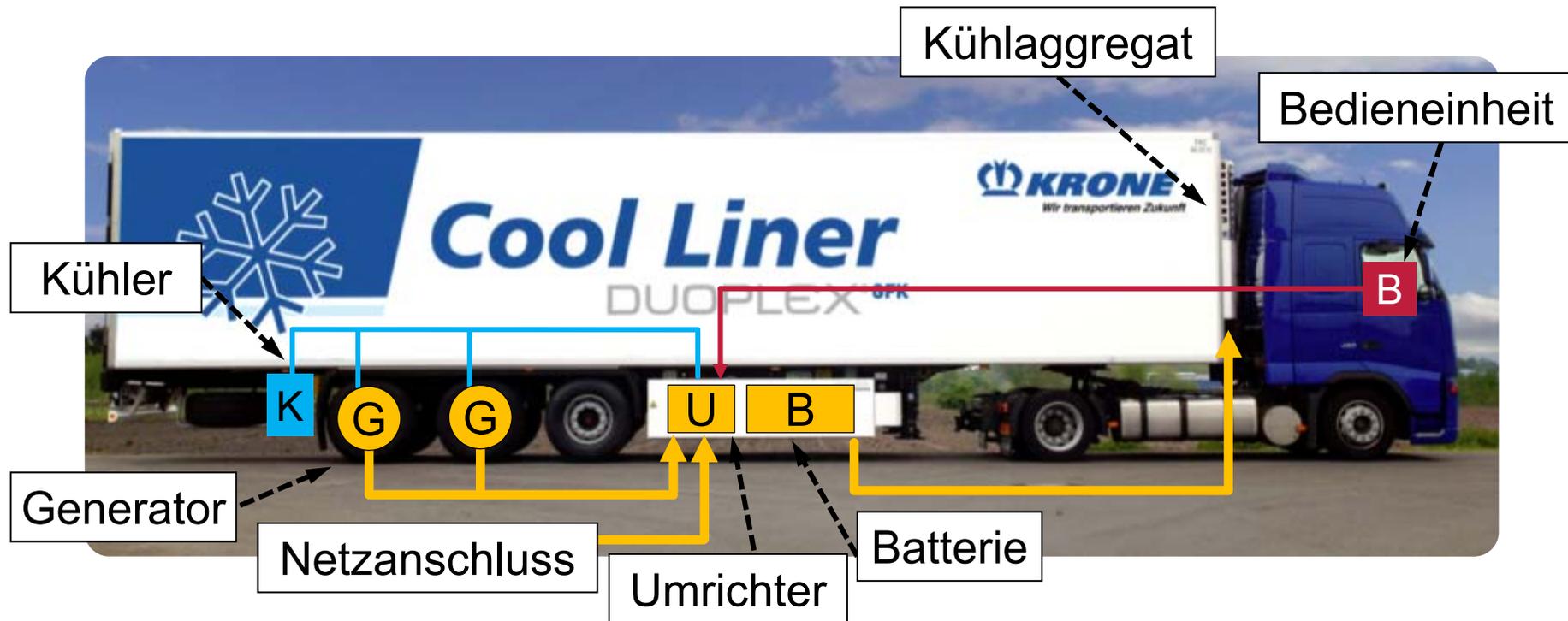
- Elektrische Versorgung von Energieverbrauchern am Trailer auf Basis zurückgewonnener Bremsenergie
- Beispiel: Kühlaggregat eines Kühlsattelauflegers

### Projektziel

- Nachweis der Machbarkeit durch Aufbau eines Forschungsfahrzeugs
- Bestimmung des Potentials der Energierückgewinnung

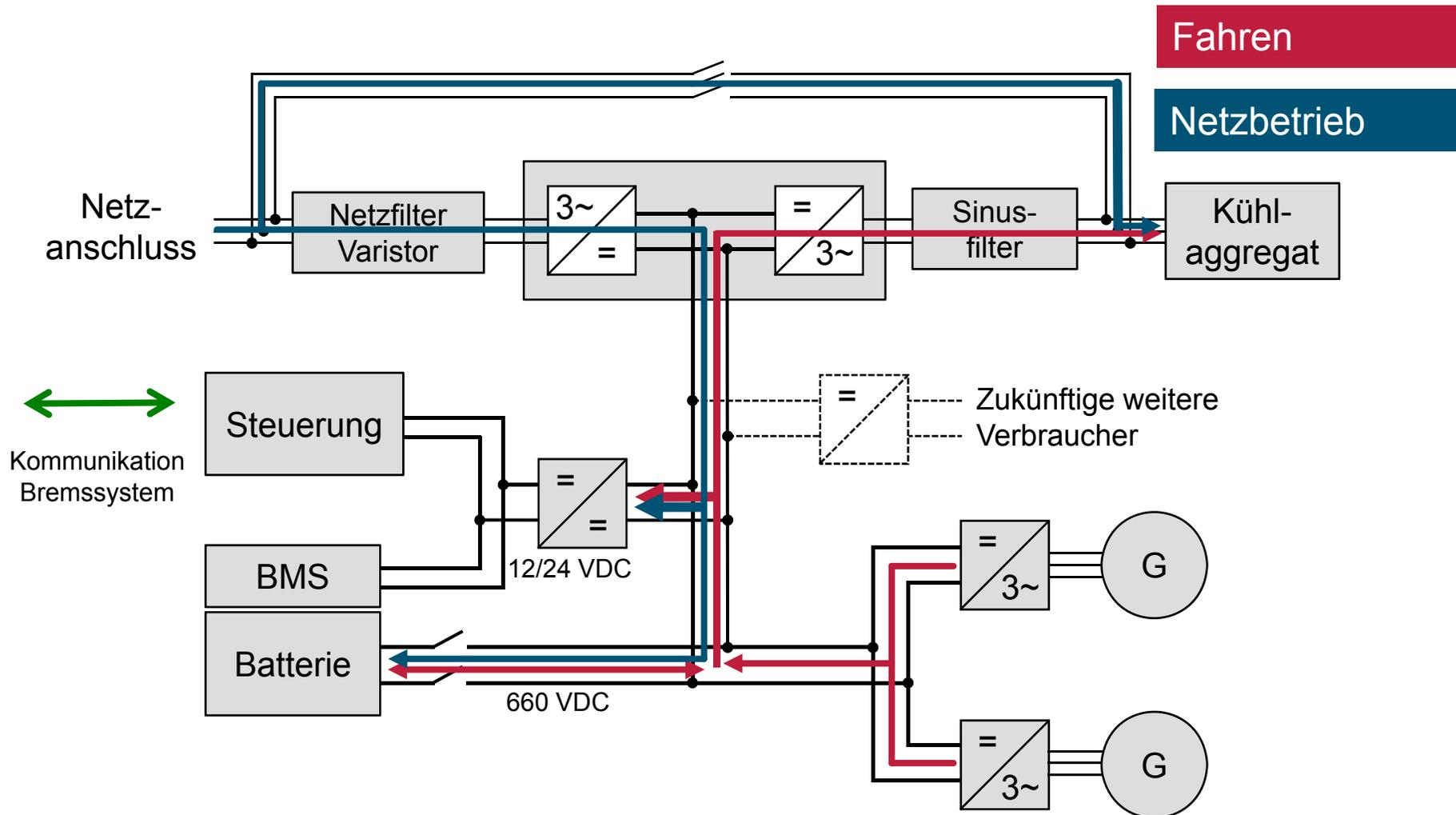
- Verringerung Kraftstoffverbrauchs und Abgasemissionen (Kühlaggregat)
- Verringerung Lärmemissionen (insbesondere innerstädtisch)
- Verringerter Verschleiß der Betriebsbremse und des Dieselmotors im Kühlaggregat
- Kosteneinsparung (Kraftstoff und Service)

1. Projektansatz und Projektziele
- 2. Technisches Gesamtkonzept**
3. Feldtests & Systemoptimierung
4. Zusammenfassung & Ausblick



- Drehmomentbegrenzung
- Spitzenleistung Rekuperation
- Kapazität Batterie
- Nennspannung Batterie

M = 450 Nm pro Rad  
P ≈ 80 kW  
E ≈ 40 kWh (60 Ah)  
U = 660 V





- Bisher autarkes System
- Manuelle Bedienung
- Vernetzung aller Steuergeräte über CAN
  - Bedieneinheit
  - Umrichter
  - TCU
  - BMS



Kühlung für Achsgeneratoren und zugehörige Umrichter

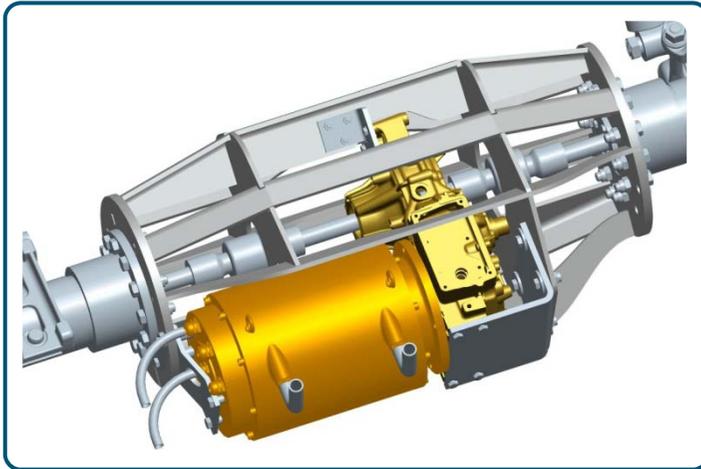
- Aktiver Luft-Wasser-Kühler
- Kühlmittelpumpe
- Kühlleistungsbedarf ca. 9 kW bei Nennleistung



- Typ  $\text{LiFePO}_4/\text{LiFeYPO}_4$
- 4 Batteriepakete (200 Zellen)
- $U_{\text{nom}} = 660 \text{ VDC}$
- $E = 39,9 \text{ kWh}$



- Bidirektionaler Umrichter, Typ CT-Unidrive SP4401
- Versorgung Kühlaggreat
  - Laden der Batterie
  - Sinusfilter zum Kühlaggreat
  - Netzfilter und Varistormodul



- Achskäfig zur Aufnahme der Generator/Getriebe-Einheit
- Führung der Achswellen im Achsrohr
- Achsanbindung, Bremse und Radlager unverändert

1. Projektansatz und Projektziele
2. Technisches Gesamtkonzept
- 3. Feldtests & Systemoptimierung**
4. Zusammenfassung & Ausblick

Abbildung möglichst  
realitätsnaher Einsatzprofile

Systematische Kombination

- Straßenart
- Topographie
- Transporttemperatur
- Zuladung





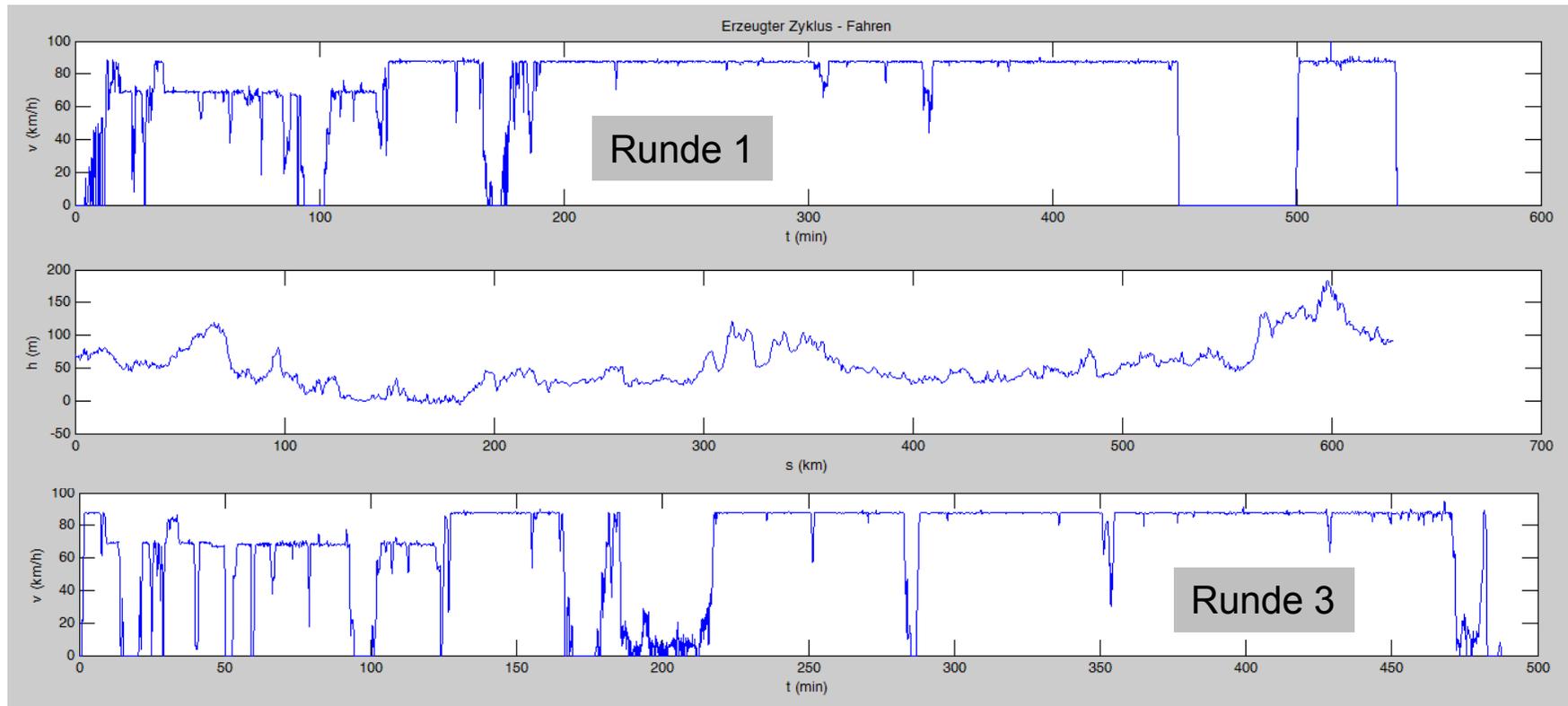
## Landstraße (bergig)



## Autobahn (bergig)

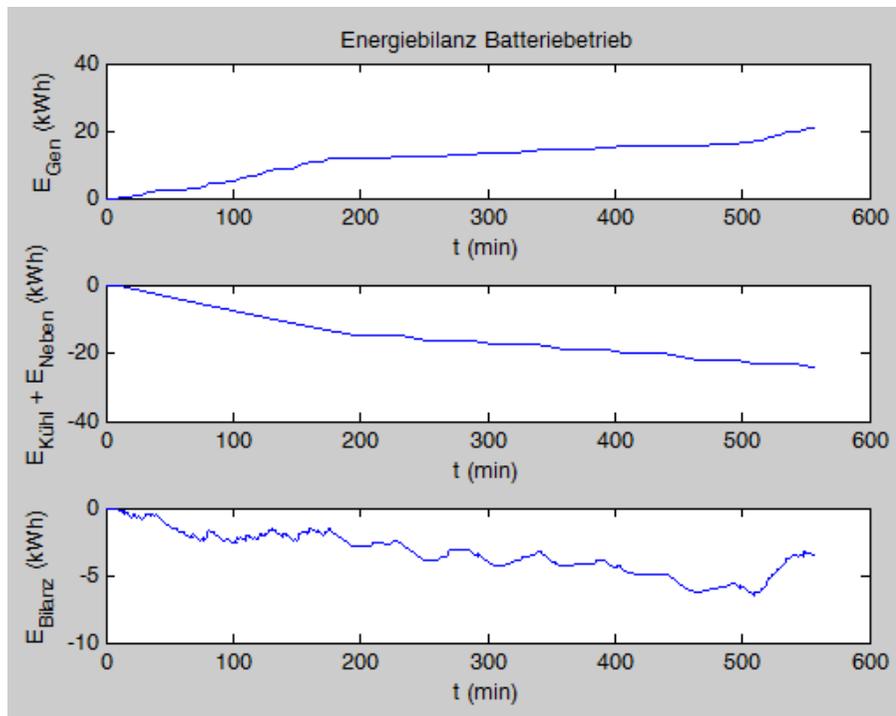


## Beispielplots: Autobahn (flach)

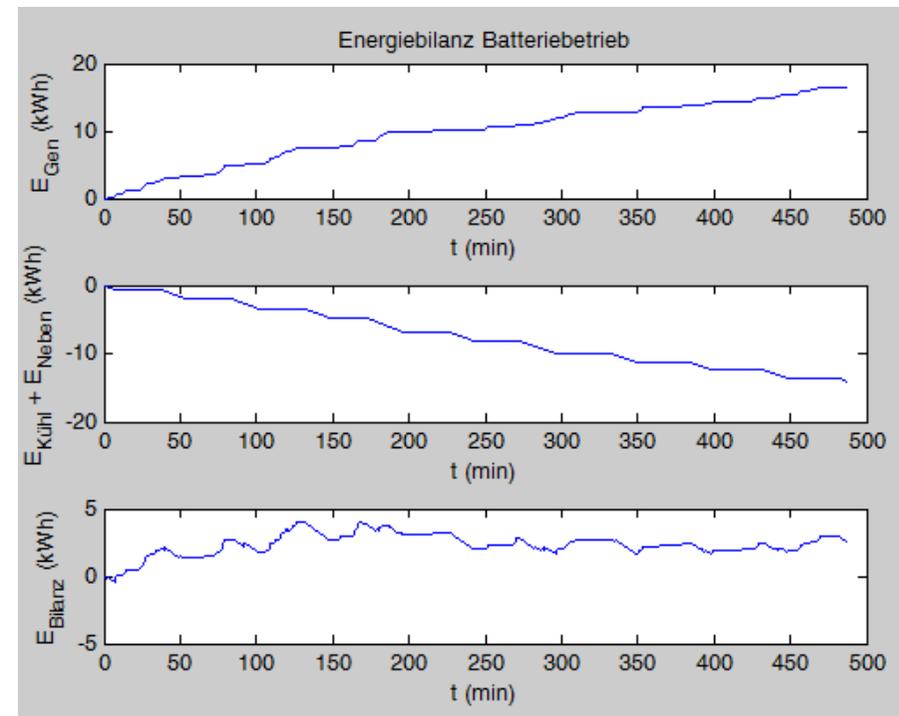


## Beispielplots: Autobahn (flach)

### Runde 1



### Runde 3



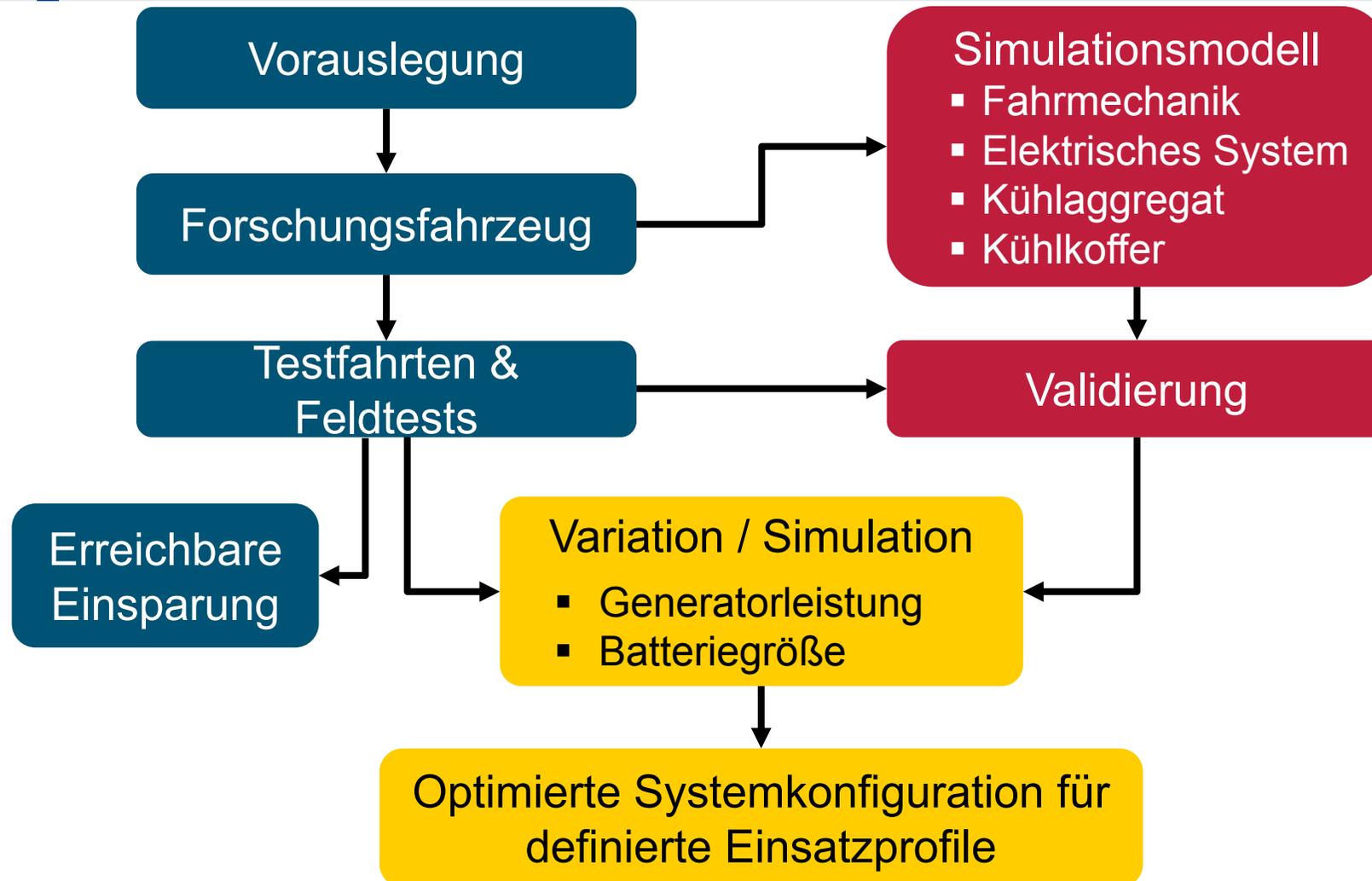
## Ergebnisse der Testfahrten (Energiebilanz)

20.09.2013

Streckentyp	Fahrtzeit [h/100km]	Anzahl Rekuvorgänge [-/100km]	Rekuperierte Energie [kWh/100km]	Mögliche elektrische Betriebsdauer Kühlaggregat [%]	Anmerkung
Stadt flach	2,43	135,3	11,38	64,8	
Land flach	1,83	65,1	6,12	46,3	
BAB flach	1,43	23,3	3,70	35,8	
Land bergig	1,81	40,7	8,22	62,9	Kurven ohne Reku
BAB bergig	1,56	34,2	14,74	130,8	

Für spezifische Streckenarten - jeweils konstante Zuladung - normale Fahrweise

\*) im Start-Stopp Betrieb bei 100% Leistungsaufnahme



1. Projektansatz und Projektziele
2. Technisches Gesamtkonzept
3. Feldtests & Systemoptimierung
- 4. Zusammenfassung & Ausblick**

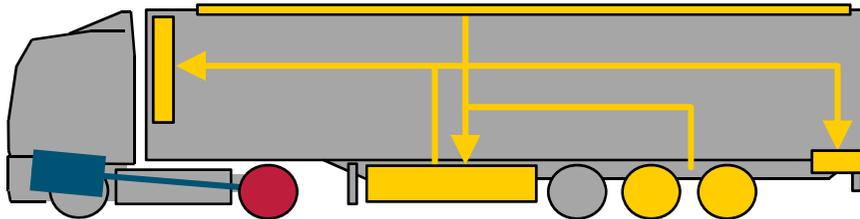


- Ansatz und Ziele
- Gesamtkonzept
- Elektrisches System
- Generatorachse
- Feldtests und Systemoptimierung

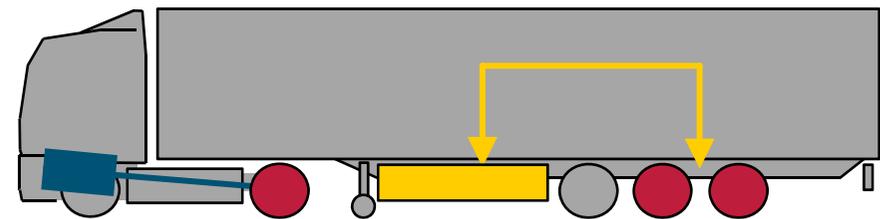
- Automatisierung & Vernetzung mit dem Bremssystem
- Packaging & Systemaufbau
- Energiemanagement
- Sicherheit



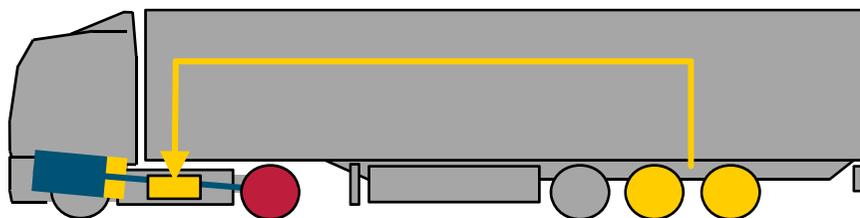
- Energierückgewinnung am Trailer, weitere Quellen und Verbraucher



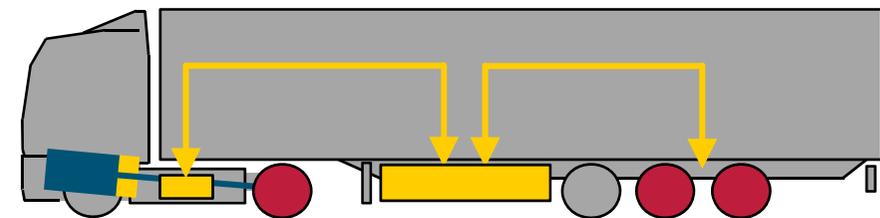
- Eigenständiger Antrieb Trailer



- Energierückgewinnung am Trailer, Bereitstellung für Zugmaschine



- Antriebsseitige Vernetzung Truck-Trailer



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



Fahrzeugwerk Bernard Krone GmbH  
Bernard-Krone-Straße 1  
49757 Werlte

Jens Liesen  
Tel.: 05951-209-773  
E-Mail: [Jens.Liesen@Krone.de](mailto:Jens.Liesen@Krone.de)