



RNV und der *MITRAC* Energy Saver

Ein Erfahrungsbericht – Teil 2

10.04.2013

Bombardier

Dr. Markus Klohr, Dr. Michael Fröhlich

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

Ein Erfahrungsbericht – Teil 2 - Inhalt

1

TRAKTIONSAUSRÜSTUNG *MITRAC* TC550 MIT ENERGIESPEICHER

2

ENERGIEMESSUNG IM NETZ DER RNV

3

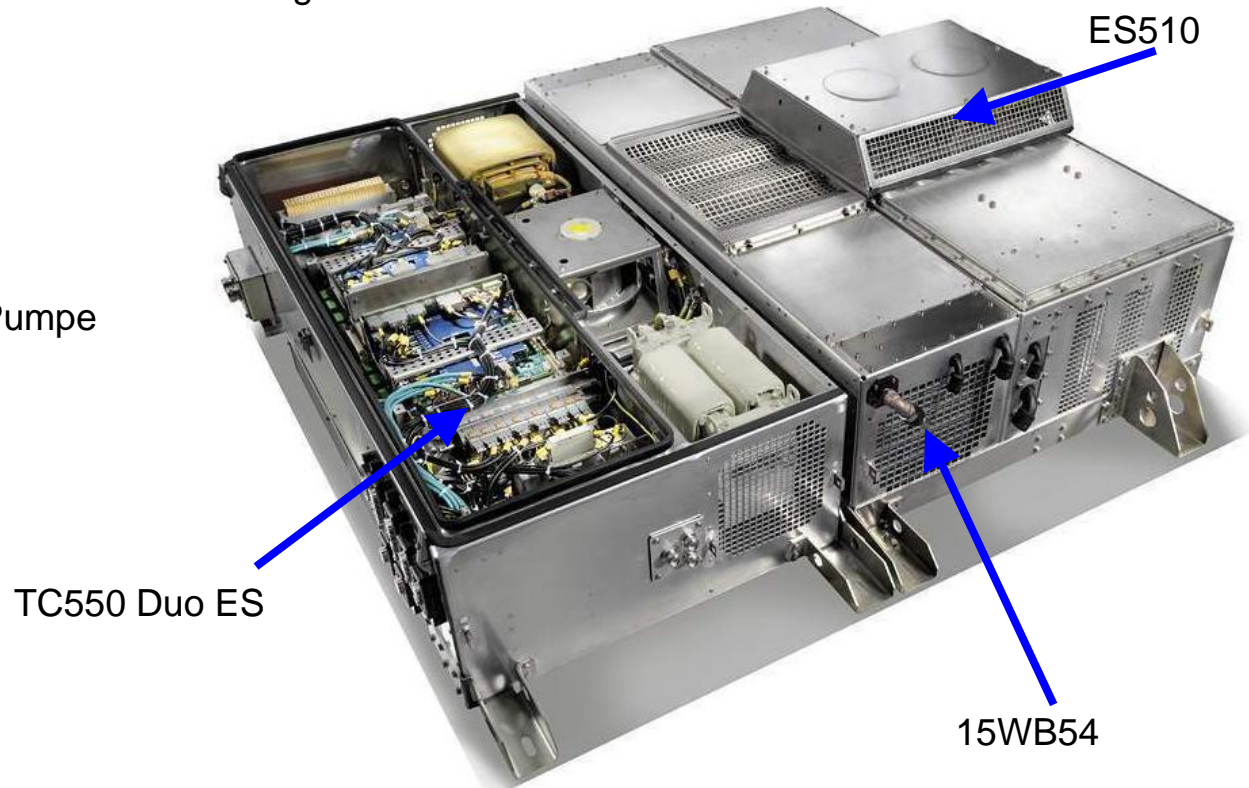
ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

MITRAC TC 550 ES - ÜBERSICHT FUNKTIONEN

Stromrichter TC550 Duo ES

- Eingangsschaltung inklusive Ladeschaltung und Filterdrossel
- 2 WR-Leistungsteile
- 2 WR-Steuerungen inklusive I/O Geräte
- 2 ES - Steller inklusive Drosseln
- Steuerung der Lüfter & Pumpe

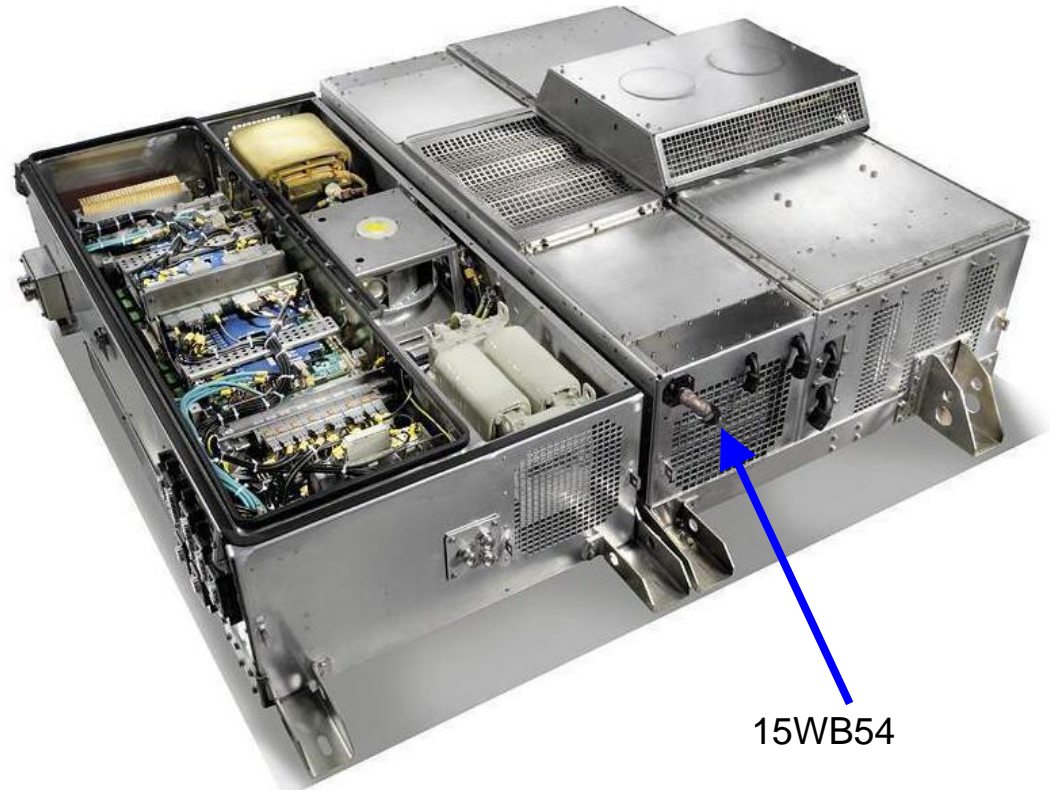


RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

MITRAC TC 550 ES - ÜBERSICHT FUNKTIONEN

Bremswiderstands-/Rückkühlereinheit

- 2 Motorrückkühler
- 2 Lüfter
- Pumpe
inkl. Ausgleichgefäß
- Durchflußwächter
- 2 Wassertemperatur-
fühler
- 2 Bremswiderstandsblöcke
- 2 BR-Überwachungs-
temperaturfühler



15WB54

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

MITRAC TC 550 ES - ÜBERSICHT FUNKTIONEN

Mitrac Energy Saver ES510

- 2 Kondensatorbänke
inkl. Überwachungselektronik
- 2 Sicherungen
und Trennschütze
- 2 Spannungssensoren
- 2 Stromsensoren
- Lüfter



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

MITRAC ENERGY SAVER ES510 - TECHNISCHE DATEN

Systeme je Fahrzeug (5 modules):	2
Nennspannung:	432 V
Nenneingangsstrom:	2 x 125 A
Nennkapazität:	2 x 18,7 F
Energieinhalt je System:	2 x 0,5 kWh
Gewicht ca. :	438 kg
Abmessungen ca.:	1700 x 670 x 610 mm ³



Optimales Speichersystem zur Bremsenergiespeicherung

- Optimiert bezüglich Energie- und Leistungsdichte
- Niedrigstes Volumen, niedrigstes Gewicht
- Exzellente Lebensdauer

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

MITRAC ENERGY SAVER ES510 - MODULBAUWEISE

Zertifiziert & getestet nach Bahnstandards

Erfüllt DIN 5510 & NF 16-101

Vorteile der Modulbauweise

- Schutz gegen Umwelt
- Optimierte Kühlung
- Elektrische Isolation
- Einfache Montageeinheit
- Integration der Überwachungselektronik
 - Spannungsüberwachung
 - Balancing
 - Temperaturüberwachung
 - Signale potentialfrei
- Gehäuse übernimmt Begrenzung im Fehlerfall

Nennspannung:	54 V
Nennkapazität:	150 F
Gewicht ca. :	17 kg
Abmessungen ca.:	430 x 335 x 130 mm ³



RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

Ein Erfahrungsbericht – Teil 2 - Inhalt

1 TRAKTIONSAUSRÜSTUNG *MITRAC* TC550 MIT ENERGIESPEICHER

2 ENERGIEMESSUNG IM NETZ DER RNV

3 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Während der Inbetriebnahme wurde bereits 30 % Einsparung der Traktionsenergie erreicht

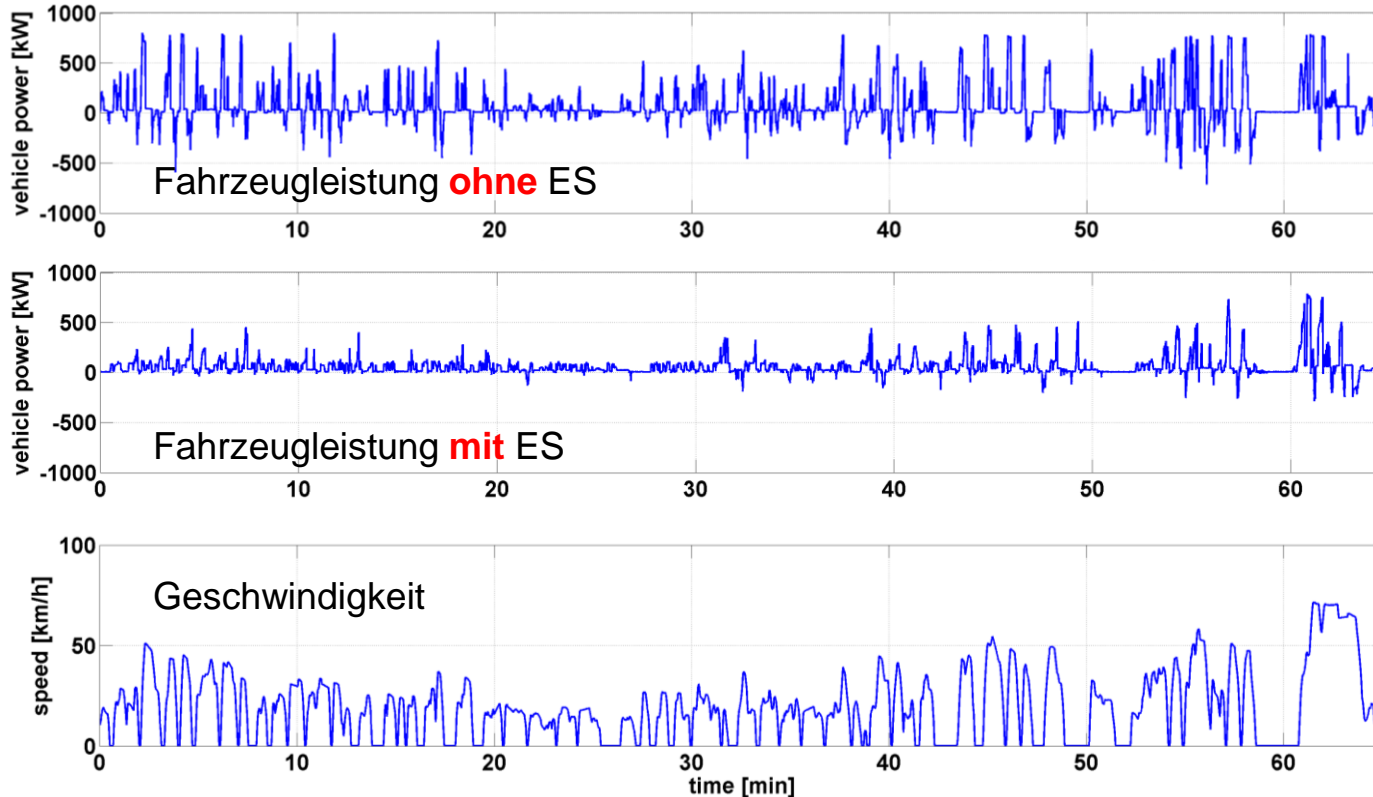
Zur Verifizierung der Funktion des Energiemanagements wurden verschiedene Messfahrten durchgeführt

- 3 ausgewählte Streckenverläufe mit unterschiedlichen Topologien
 - Strecke 1 (21,2 km) Niedrige mittlere Geschwindigkeit mit hohem Anteil verkehrsberuhigter Zone/Innenstadt
 - Strecke 2 (16,2 km) Moderate mittlere Geschwindigkeit
 - Strecke 3 (11,8 km) Hohe Mittlere Geschwindigkeit mit hohem Anteil an eigenständiger Trasse
- Das Fahrzeug wurde entsprechen 2/3 Zuladung belastet (gesamt: 69 t)
- Jeweils mehrfach in beide Richtungen mit/ohne ES befahren
- Versuch möglichst gleichförmige Bedingungen
 - Gleiche Fahrzeit
 - Gleiche Maximalgeschwindigkeit
 - Ähnliches Fahrprofil
- Stop in jeder Haltestelle zur Simulation des Fahrgastbetriebes
- Messung der Fahrzeugleistungen
- Berechnung der Energiebilanz offline

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

ENERGIEMESSUNGEN RNV - DETAILANALYSE AM BEISPIEL

Rangierbahnhof – Heddesheim (21,2 km, **ohne/mit** ES)

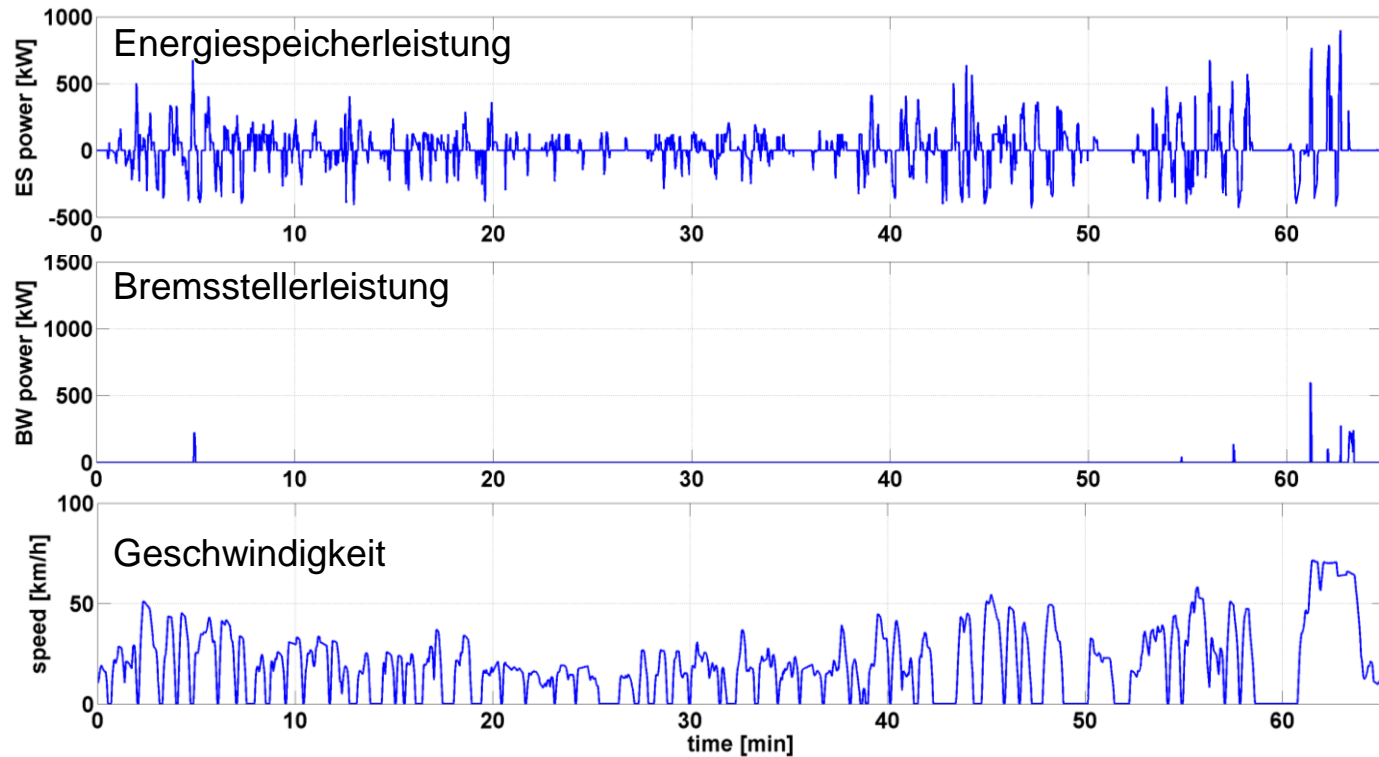


**Reduktion der mittleren aufgenommenen Leistung des
Fahrzeugs um ca. 50%**

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

ENERGIEMESSUNGEN RNV - DETAILANALYSE AM BEISPIEL

Rangierbahnhof – Heddesheim (21,2 km, **ohne/mit** ES)

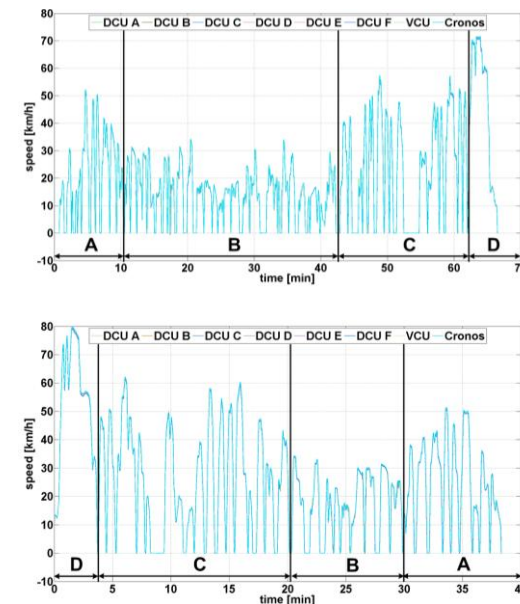


**Reduktion der umgesetzten Leistung im Bremswiderstand
um ca. 80%**

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

ENERGIEMESSUNGEN RNV – ERGEBNISÜBERSICHT

Rangierbahnhof - Heddesheim (21,2 km)	mit Nebenbetrieben	ohne Nebenbetrieben
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke mit ES	3,0 kWh/km	2,4 kWh/km
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke ohne ES	3,2 kWh/km	2,6 kWh/km
mittlere absolute Energieeinsparung	0,2 kWh/km	0,2 kWh/km
mittlere relative Energieeinsparung	4,7%	5,7 %
Heddesheim - Rangierbahnhof (16,2 km)	mit Nebenbetrieben	ohne Nebenbetrieben
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke mit ES	3,0 kWh/km	2,5 kWh/km
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke ohne ES	3,5 kWh/km	3,0 kWh/km
mittlere absolute Energieeinsparung	0,5 kWh/km	0,5 kWh/km
mittlere relative Energieeinsparung	14,6 %	17,9 %
Edingen - Collini-Center (11,8 km)	mit Nebenbetrieben	ohne Nebenbetrieben
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke mit ES	2,4 kWh/km	2,0 kWh/km
mittlerer Energieverbrauch pro Strecke ohne ES	3,2 kWh/km	2,9 kWh/km
mittlere absolute Energieeinsparung	0,8 kWh/km	0,9 kWh/km
mittlere relative Energieeinsparung	25,0 %	30,0 %

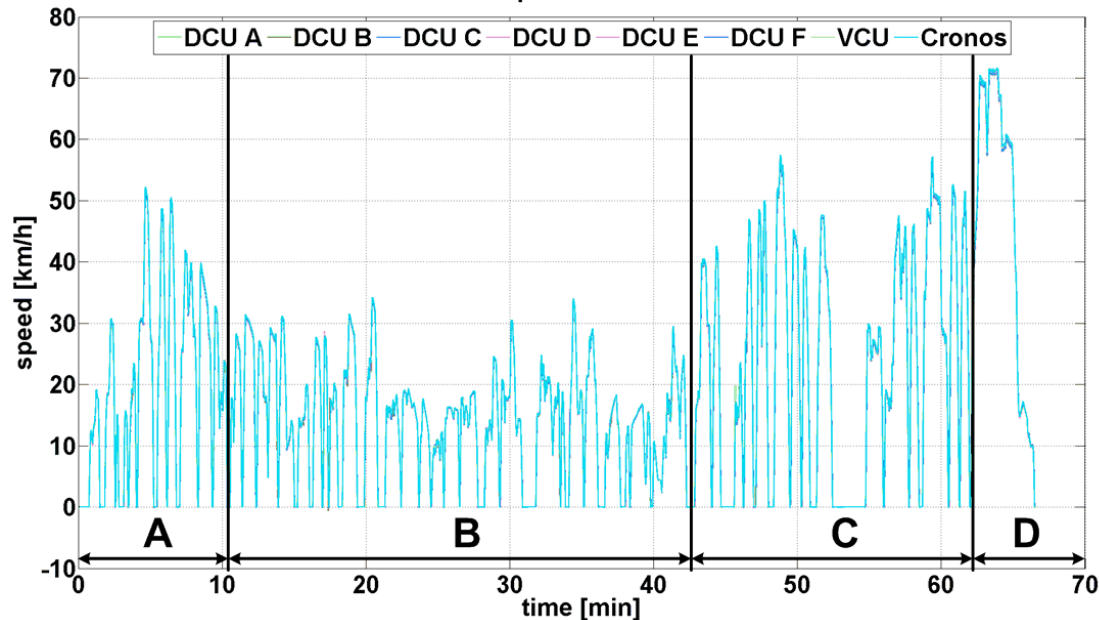


Starke Streuung der Ergebnisse zwischen 6 und 30 %

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

ENERGIEMESSUNGEN RNV – WEITERE ANALYSE

Geschwindigkeitsverlauf der Strecke Rangierbahnhof – Heddesheim (21,2 km)



Unterteilung in verschiedene Geschwindigkeitsbänder sinnvoll

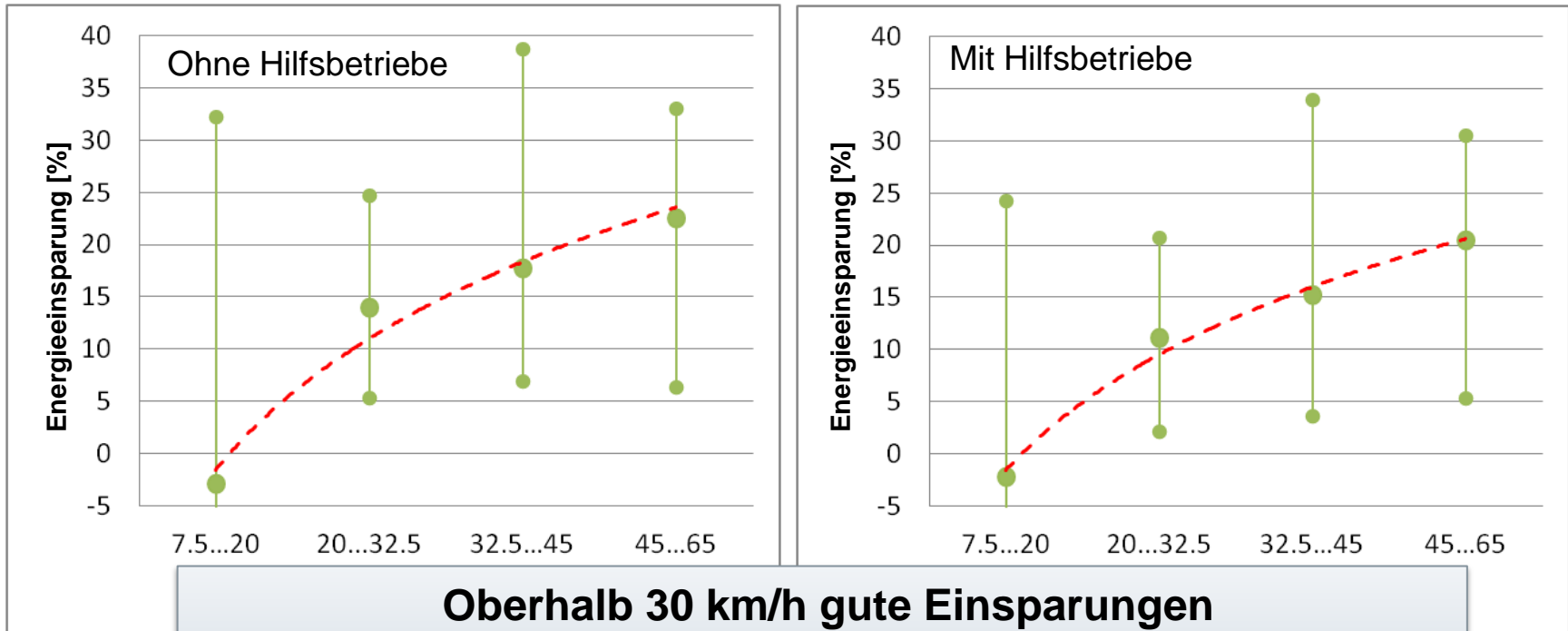
- B – Innenstadt / Fußgängerzone, Geschwindigkeitsbänder < 32 km/h
- A,C – Stadt, z. t. eigene Trasse Geschwindigkeitsbänder > 32 km/h; < 60 km/h
- D – Überland Geschwindigkeitsbänder > 60 km/h

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

ENERGIEMESSUNGEN RNV – WEITERE ANALYSE

Ergebnisübersicht:

- Durchschnittliche Energieeinsparung in Abhängigkeit der Geschwindigkeit für die Strecke Heddesheim – Rangierbahnhof – Heddesheim



Oberhalb 30 km/h gute Einsparungen

**Unterhalb 30 km/h extreme Streuung der Einsparungen mit
Tendenz zur Mehrverbrauch → Optimierung notwendig**

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

Ein Erfahrungsbericht – Teil 2 - Inhalt

1 TRAKTIONSAUSRÜSTUNG *MITRAC* TC550 MIT ENERGIESPEICHER

2 ENERGIEMESSUNG IM NETZ DER RNV

3 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

ENERGIEMESSUNGEN RNV – ERGEBNISÜBERSICHT

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Mitrac Energy Saver leistet Beitrag zum Umweltschutz

- Bis zu 30% Energieeinsparung
- Bis zu 30% Reduktion der Emissionen (Primärenergieerzeugung)

Mitrac Energy Saver unterstützt den flexiblen Fahrzeugeinsatz

- Bis zu 50% Reduktion der vom Netz zu liefernden Spitzen-Leistung
- Bis zu 50% Reduktion des Spannungsabfalls über der Fahrleitung
- Kundenspezifische Lösungen können unterstützt werden
 - Kurze Abschnitte ohne Oberleitung zu überbrücken
 - Gewährleistung der nominellen Performance auch bei Limitierung des Netzstromes
 - Bedarfsgesteuerte Netzstützung an bestimmten Teilabschnitten

Weitere Schritte

- Zur Zeit laufen auf dem Netz der RNV Langzeitvergleichsmessungen
 - Vergleich der Energieverbräuche Alt- und Neufahrzeuge
- Umsetzung der kundenspezifischen Lösung für den Streckenabschnitt im Neuenheimer Feld
 - Kombination oberleitungsfreier Betrieb und Netzstromlimitierung
- Weitere Optimierung des Energiemanagements ist vorgesehen

RNV UND DER *MITRAC* ENERGY SAVER

EIN ERFAHRUNGSBERICHT – TEIL 2



Vielen Dank.