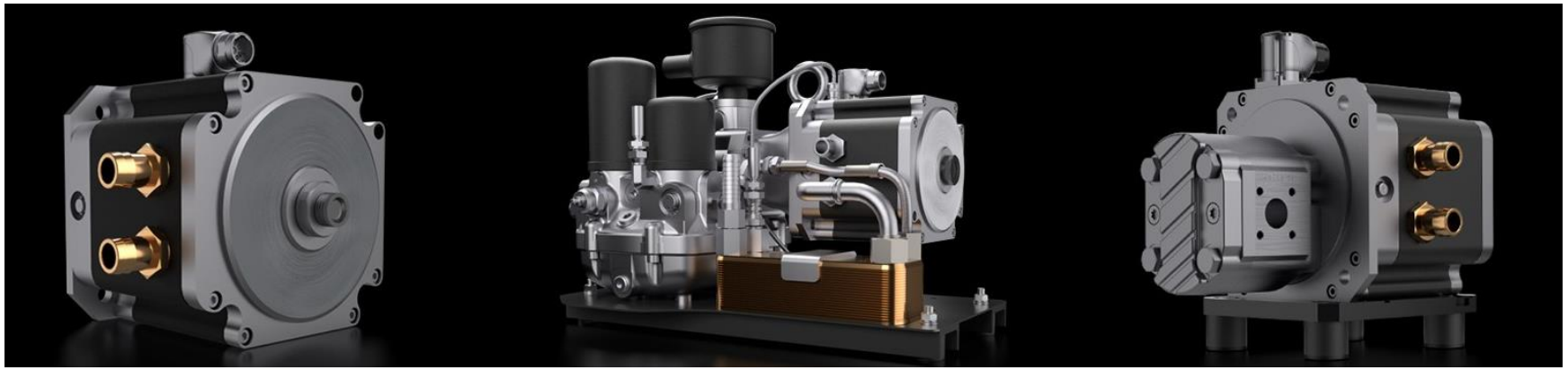
Jens Schröder, Director eMobility

ELECTRICAL DRIVE ENGINEERING

Optimierung Nebenaggregate Nutzfahrzeuge & On-Demand Betrieb Luftpresser & Lenkhilfepumpe



© 2021 MOTEG GmbH

Location

Flensburg, Germany

© 2021 MOTEG GmbH

Marktsegmente

AUTOMOTIVE	**LUFTFAHRT**
	TECHNOLOGIETREIBER

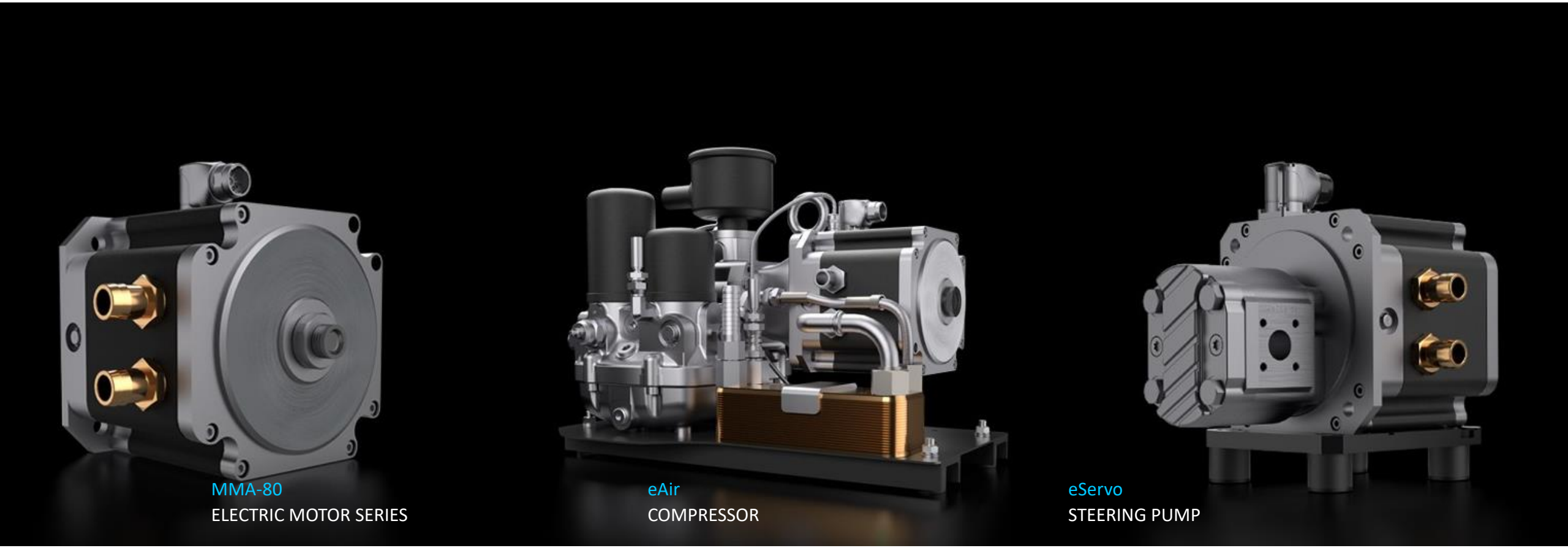
MOTEG entwickelt und produziert elektrische Antriebe

- höchster Effizienz,
- geringstem Gewicht,
- kleinsten Dimensionen,
- niedrigstem Geräuschpegel
- zu angemessenen

Kosten für mobile Anwendungen.

© 2021 MOTEG GmbH

Optimierung der Nebenaggregate



© 2021 MOTEG GmbH

Optimierung der elektrischen Nebenaggregate

Anforderungen in elektrischen Nutzfahrzeugen (Bus & Lkw)

- Gleiche Leistung wie im Diesel !?
  - So waren unsere Ersten Anfragen, aber ist das wirklich so?
- Möglichst klein & leicht
  - Platz ist immer ein Problem. Gewicht hat direkten Einfluss auf Zuladung.
- Möglichst hohe Schutzart ➔ IP67 oder höher
  - Platzierung der Aggregate auch direkt über der Straße als Option.
- Möglichst leise & vibrationsarm
  - Gerade wenn das Fahrzeug steht fehlen sämtliche überdeckenden Geräusche!!
- Hohe Effizienz
  - Absolut verständlich und sinnvoll, maximale Energie für die Traktion, geringere Betriebskosten.
- Möglichst günstig
  - OK, den Wunsch hat jeder Einkäufer und CFO.

© 2021 MOTEG GmbH

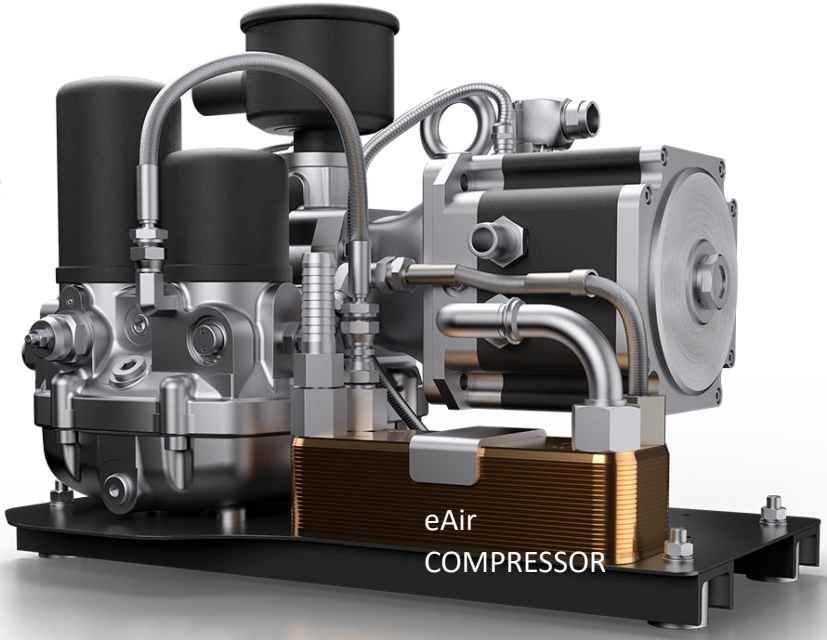
Optimierung der elektrischen Nebenaggregate

- Lösungen Nebenantriebe für elektrische Nutzfahrzeugen (Bus & Lkw) entsprechend den gesetzten Anforderungen

❖ Leistung auf E-Nutzfahrzeug optimieren !?
- Was wird denn wirklich benötigt?
- 100% Freiheitsgrad durch Entkopplung vom Traktionsmotor ➔ keine Drehzahlabhängigkeit
- Optimal dimensionieren und nicht überdimensionieren ➔ reduziert Gewicht, Größe, Kosten

❖ Möglichst klein & leicht
- Nicht einfach Dieselkomponenten elektrifizieren
- Optimale Dimensionierung der Arbeitsmaschine (Verdrängung vs. Durchfluss- & Druckanforderung)
- Motoren mit hoher Leistungsdichte (PMSM vs. ASM)
- Flüssiggekühlt (Verlauf der Kühlmittelleitung vs. Platzierung im Fahrzeug)

❖ Möglichst hohe Schutzart
- Luftgekühlte Motoren sind meist nur IP55 oder sehr teuer
- IP6K9K vs IP67 bedeutet höhere Kosten für Gehäuse
- IP67 ist in 99% ausreichend und das Maß der Dinge



eServo
Lenkhilfepumpe

© 2021 MOTEG GmbH

Optimierung der elektrischen Nebenaggregate

- Lösungen Nebenantriebe für elektrische Nutzfahrzeugen (Bus & Lkw) entsprechend den gesetzten Anforderungen

❖ Möglichst leise & vibrationsarm

- Erfüllt ein Kolbenkompressor wie im Diesel verbaut diese Anforderung? ➔ Definitiv NICHT!!
- Alternativen sind: Drehschieber-, Schrauben-, Scroll-Verdichter

- Welche Hydraulikpumpen eignen sich? Die Verdrängung hat direkten Einfluss auf die Motorgröße!
- Drehschieber? Ja, aber leider ist bei diesen die Verdrängung meist recht groß
- Zahnradpumpen? Pumpen mit geringer Verdrängung verfügbar aber meist recht laut
- Aber: Es gibt Außenzahnradpumpen mit spezieller Geometrie welche eine geringe Verdrängung aufweisen und leise sind

- Die Drehzahl hat maßgeblichen Einfluss auf die Lautstärke und Geräuschempfindung von Pumpe und Kompressor!

❖ Hohe Effizienz

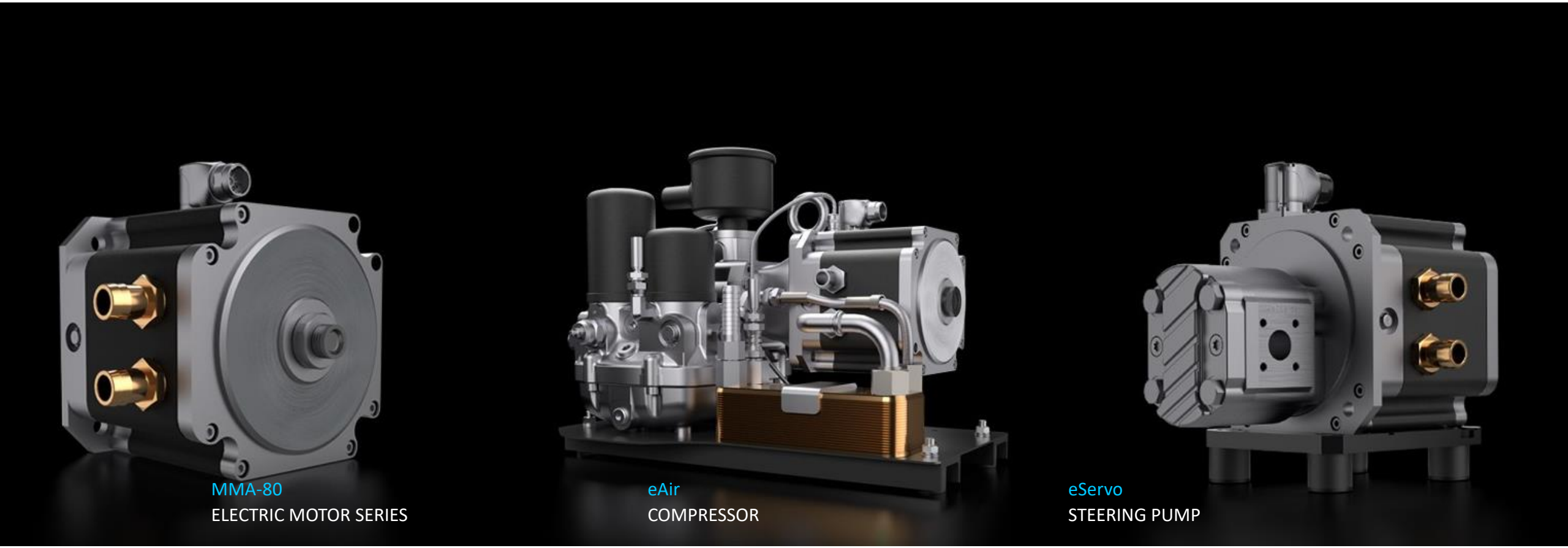
- Motor Wirkungsgrade von >90%
- Einfluss des Power Faktor? ➔ Energieverbrauch, Umrichter Dimensionierung ➔ Separates Thema
- Hoher Wirkungsgrad über einen hohen Drehzahlbereich ➔ Bedarfsgerechter Betrieb!

❖ Möglichst günstig

- Die gestellten Anforderungen wirken sich auch auf den Preis aus
- Kompensation höherer Anschaffungskosten durch geringere Betriebskosten

© 2021 MOTEG GmbH

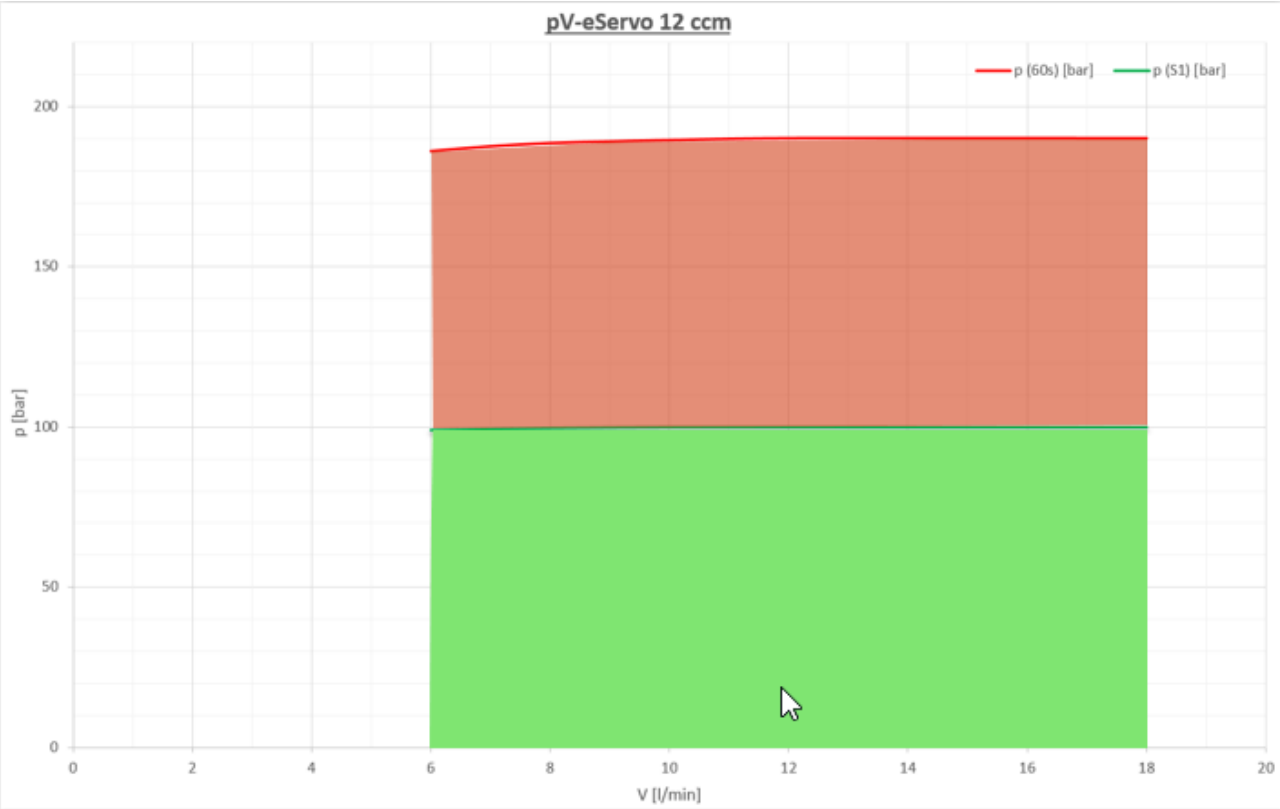
Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate



© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- Voraussetzung Motor: Hohe Drehmomentverfügbarkeit über großen Drehzahlbereich
  - ➔ Beispiel MOTEG eServo SP12/C13 W2-80-90 = Lenkhilfepumpe



© 2021 MOTEG GmbH

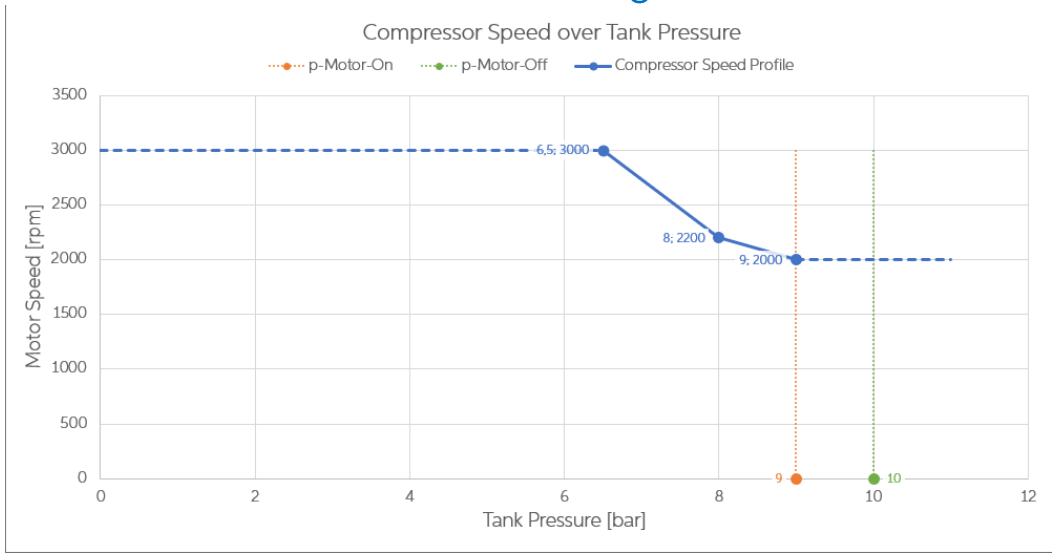
Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

ON-DEMAND Betrieb Kompressor

❖ Effekte

- Energieeinsparung ➔ NEIN ➔ Die Fördermenge bleibt gleich und somit auch der Energieaufwand
- Geräuschentwicklung ➔ JA ➔ Hauptvorteil! Je geringer die Drehzahl, desto weniger Lärm
- Duty-Cycle ➔ Einschaltzeit des Kompressors erhöht sich, positiver Effekt auf den Verdichter Verschleiß
- Cut-In/-Out Druck ➔ kann bei Einsatz eines elektrischen Trockners variabel gewählt werden. Aber was ist mit mechanischen Trocknern? ➔ Trockner bestimmt die Betriebsdrücke!
- Schub-Phase Fahrzeug ➔ Besser zur Rekuperation als zur Drucklufterzeugung nutzen

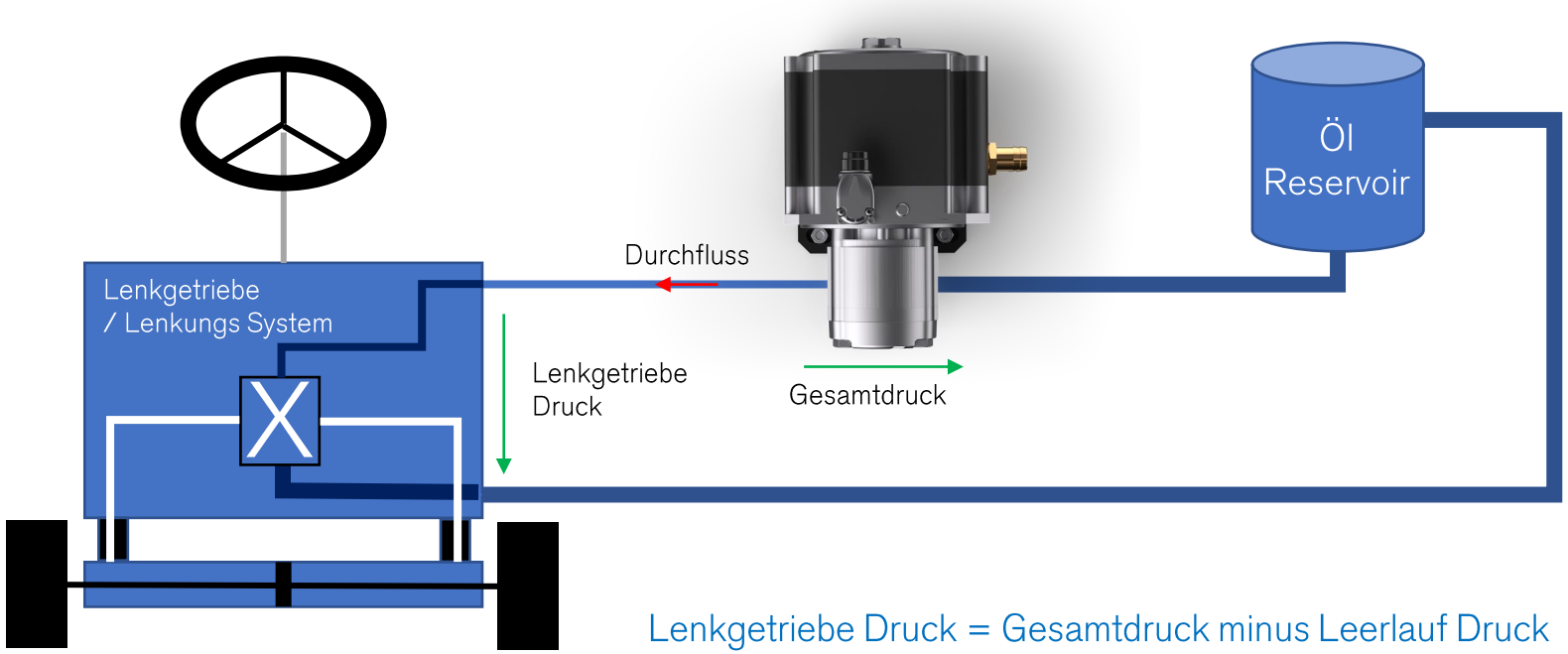
❖ MOTEG eAir ON-DEMAND Logik



© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- eServo SP12/C13 W2-80-90 „Lenkungssystem Übersicht“

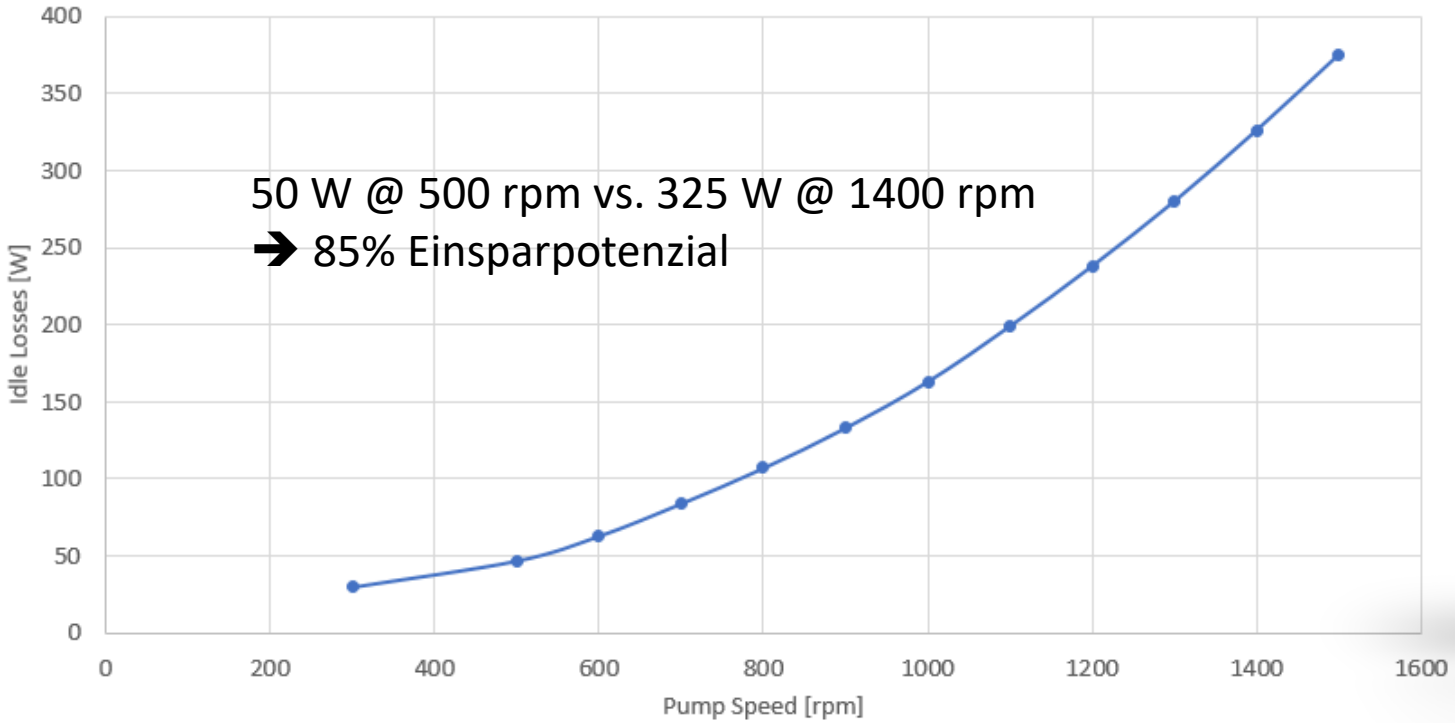


Lenkgetriebe Druck = Gesamtdruck minus Leerlauf Druck
Leerlaufdruck = Parasitäre Verluste aufgrund Reibung etc. im Lenkungssystem

© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- eServo SP12/C13 W2-80-90 typische Leerlaufleistung [W], Fahrzeugmessung

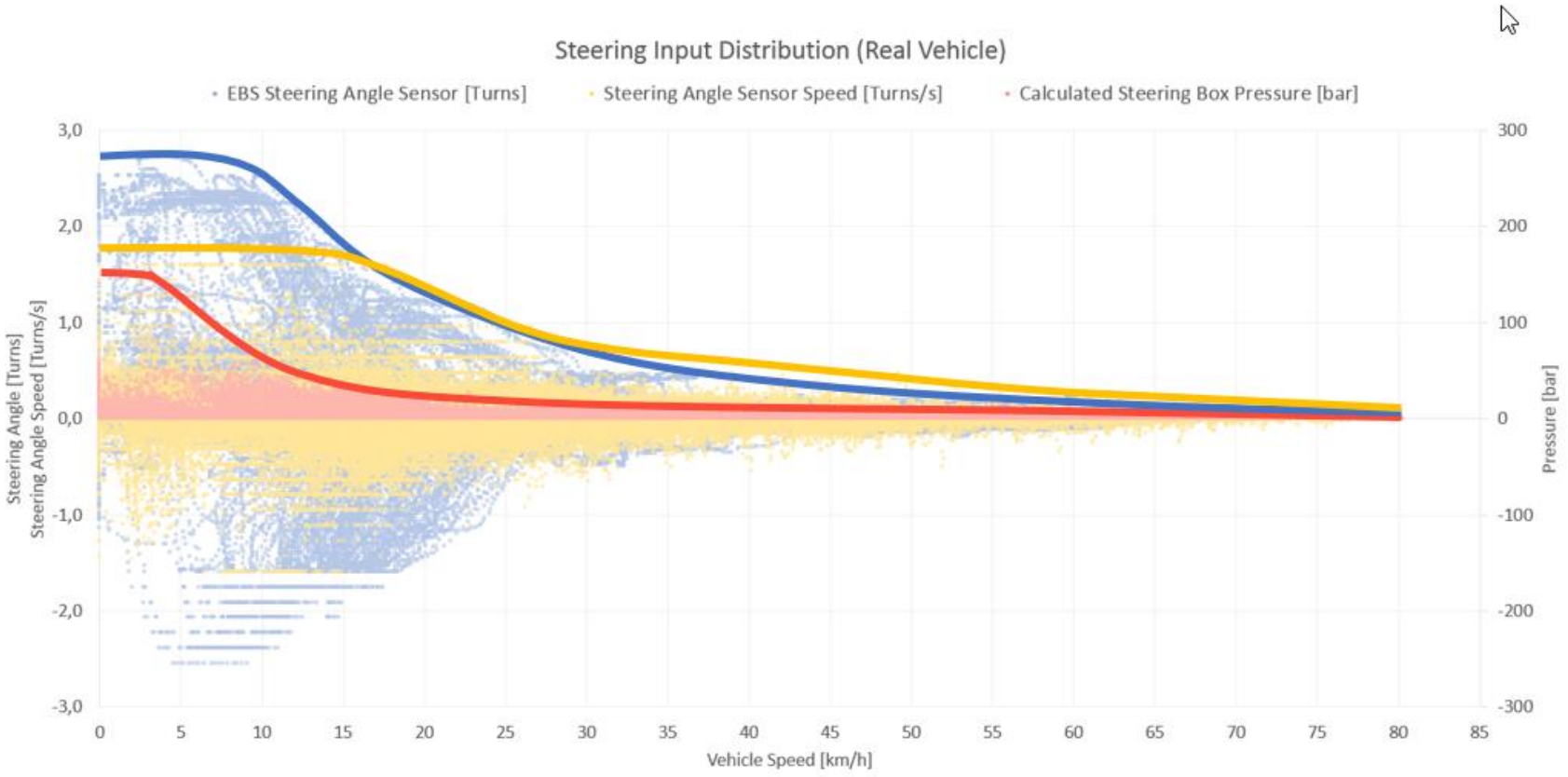


→Parasitäre Verluste sind stark abhängig vom Durchfluss
→Leerlaufverluste sind bei Betrieb mit fester Drehzahl die primären Verluste im elektro-hydraulischen Lenksystem
→Auslegung der Verrohrung hat ebenso Einfluss auf die Verluste

© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- Bedarfsprofil Lenkhilfepumpe aus Fahrzeugmessung (12m Elektrobus)



- Maximum der Lenkwinkelgeschwindigkeit und des Lenkwinkels reduzieren sich mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit
- Maximaler und durchschnittlicher Druckbedarf der Lenkung veringern sich mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit
- Durschnittsdruck in der Lenkung beträgt lediglich 80% des Maximaldrucks

© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

Erkenntnisse aus Bedarfsprofil

❖ Je geringer die Fahrzeuggeschwindigkeit je höher der Druckbedarf

- Druck kann nicht aktiv gesteuert werden, sondern ergibt sich aus der Gegenkraft (Reibung zum Untergrund)
- Druck kann indirekt über Strommessung im Umrichter ermittelt werden
- Druck gibt Auskunft über Lenkeingabe des Fahrers (kein Druck = keine Lenkeingabe)
- Druck gibt indirekt Auskunft über Untergrundbeschaffenheit/Zuladung
  (Eis = geringe Reibung, rauher Beton = hohe Reibung, mehr Gewicht = höherer Druck)

❖ Je geringer die Fahrzeuggeschwindigkeit je höher die Lenkwinkelgeschwindigkeit

- Je höher die Lenkwinkelgeschwindigkeit je höher der Durchflussbedarf
- Je höher der Durchfluss, je höher die Reibung und somit die Leerlaufverluste im Lenk-/Leitungssystem
- Durchfluss ist proportional zur Drehzahl und kann aktiv beeinflusst werden
- Drehzahlabsenkung in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit möglich und anstrebenswert
- Drehzahlabsenkung wenn keine Lenkeingabe vorhanden möglich und anstrebenswert

❖Voraussetzung

- Schnelle Signalverarbeitung und Rechenzyklen
- Hohe Dynamik bei Umrichter/Motor Kombination

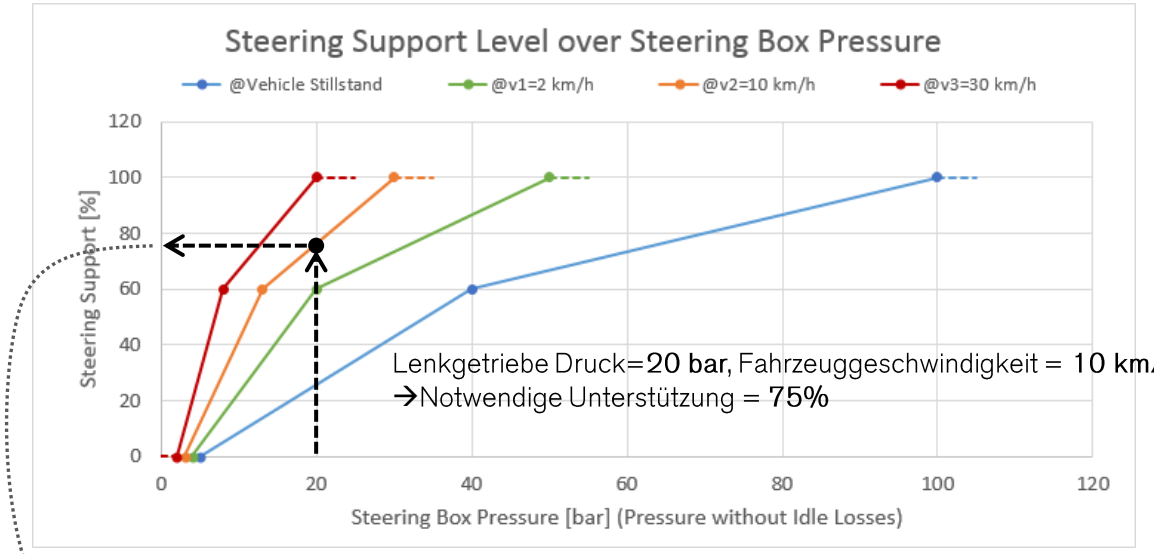
❖Effekte

- Energieeinsparung ➔ JA ➔ Insbesondere wenn „Bypass“ gepumpt wird
- Geräuschentwicklung ➔ JA ➔ Je geringer die Drehzahl, desto weniger Lärm
- Duty-Cycle Optimierung ➔ NEIN ➔ Die Pumpe läuft fast immer wenn das Fahrzeug betriebsbereit ist

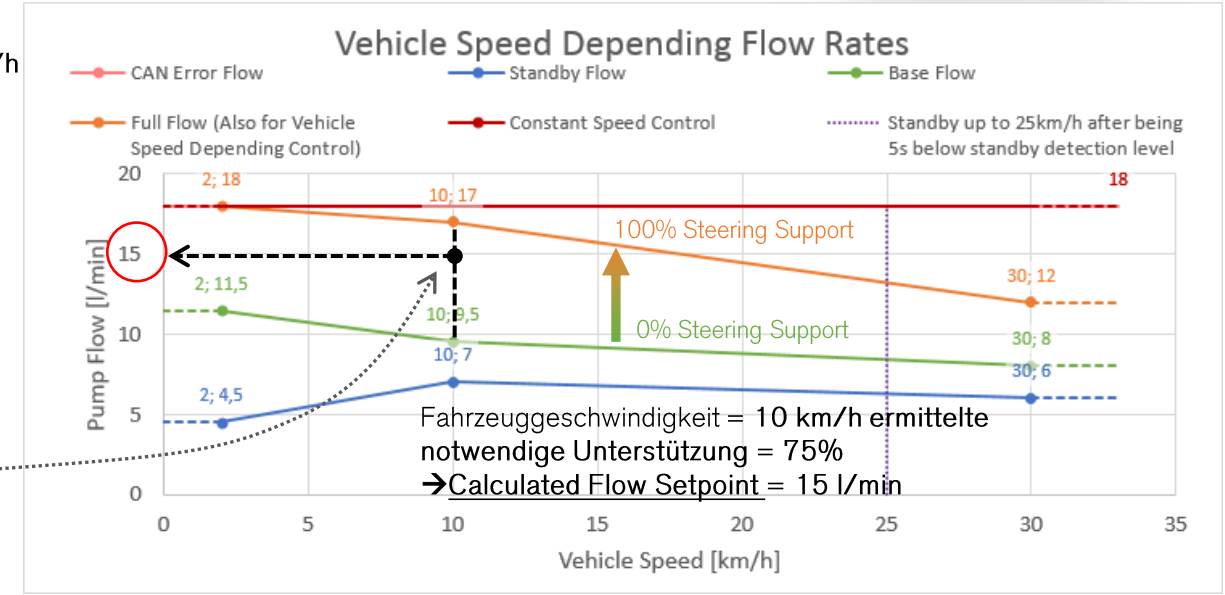
© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- eServo SP12/C13 W2-80-90 „ON DEMAND CONTROL“



Beispiel

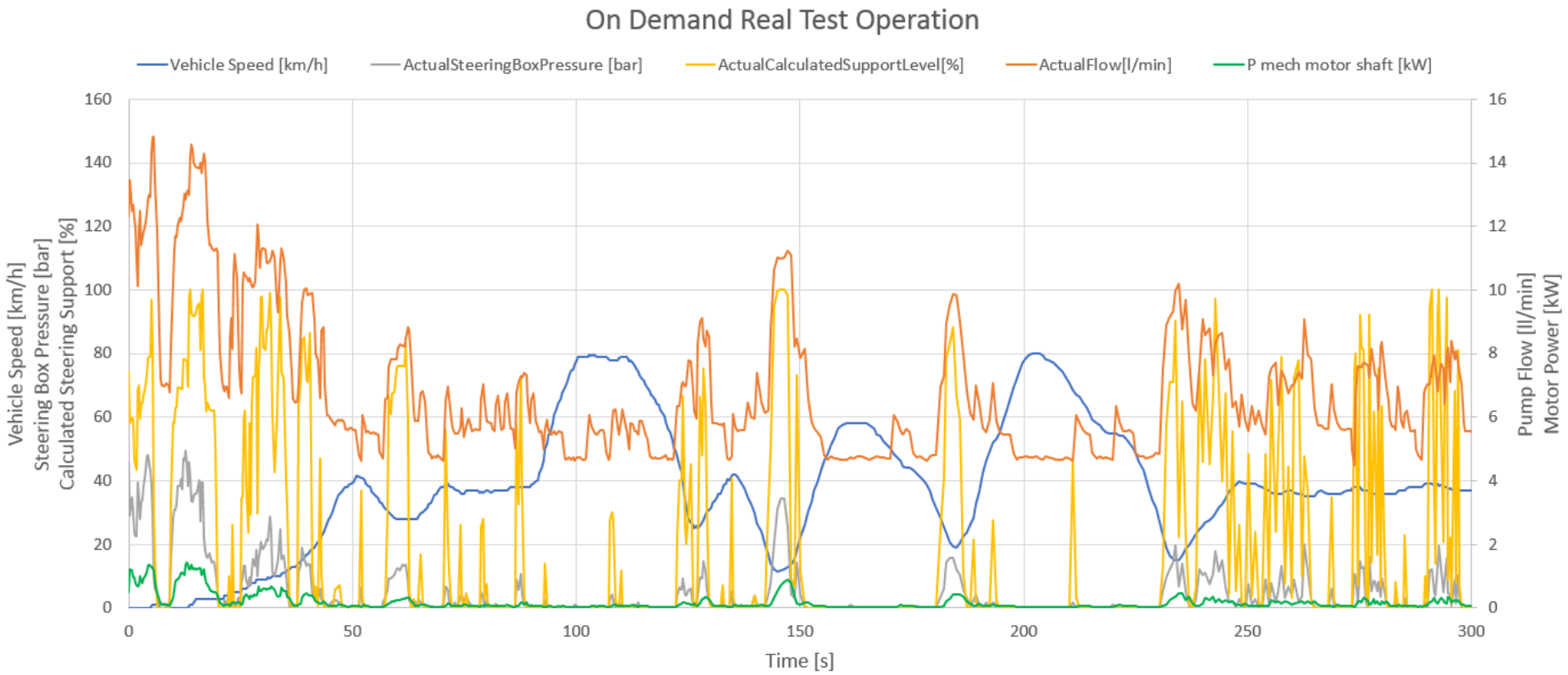


→ Notwendige Unterstützung wird zur Bestimmung des SOLL Durchfluss herangezogen

© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- eServo SP12/C13 W2-80-90 „ON DEMAND CONTROL“



© 2021 MOTEG GmbH

Bedarfsgerechter Betrieb „ON-DEMAND“ Nebenaggregate

- eServo SP12 W2-80-90 On Demand Control „Betriebskostenvergleich“ ➔ Ermittelt aus Echtbetrieb

Mittlerer Motor Wirkungsgrad MOTEG [%]	92
Mittlerer Motor Wirkungsgrad Mitbewerber [%]	60
Fahrzeug Einsatzstunden pro Tag [h]	12
Fahrzeug Betriebstage im Jahr [Tage]	300
Fahrzeug/Produkt Lebenszeit [Jahre]	10
Mittlerer Wirkungsgrad Laden [%]	90
Energiekosten [€/kWh]	0,2
Normal Vehicle Energy Consumption Traction [kWh/km]	0,8

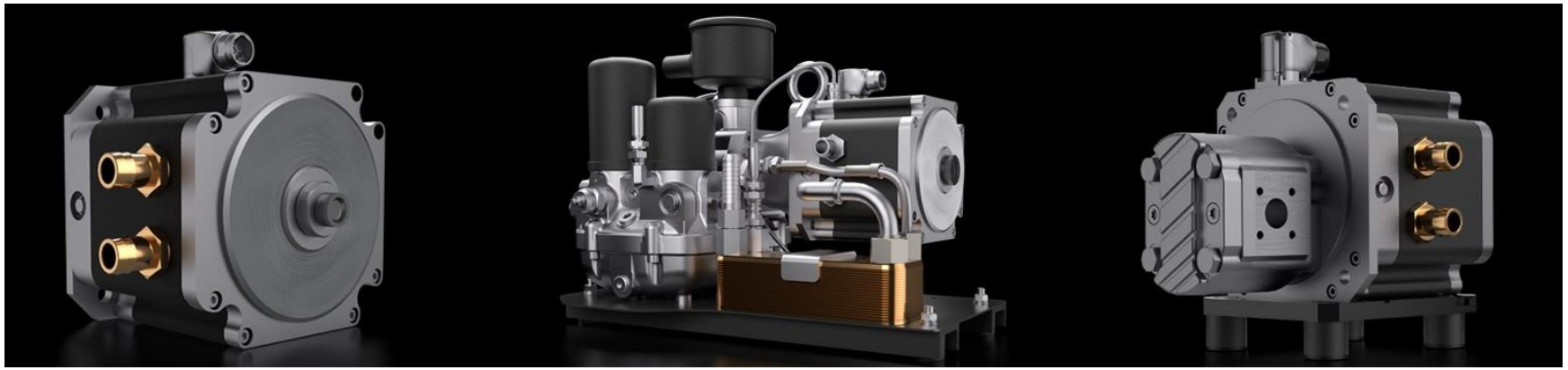
	Zyklus: Stadverkehr/Realbetrieb MOTEG eServo (PMSM Motor)			Mitbewerber (Asynchron Motor) (60% Wirkungsgrad)
	Full On Demand Control	Vehicle Speed Depending Control	Constant Speed Control	Constant Speed Control
Mittlere benötigte Batterieleistung im Test [W]	204,0	411,0	522,0	800,4
Benötigte Energie aus der Batterie am Tag [kWh]	2,45	4,93	6,26	9,60
Benötigte Energie aus dem Netz pro Tag [kWh]	2,72	5,48	6,96	10,67
Benötigte Energie aus dem Netz pro Jahr [kWh]	816,0	1644,0	2088,0	3201,6
Benötigte Energie aus dem Netz pro Lebenszyklus [kWh]	8160	16440	20880	32016
Lebenszyklus Energiekosten [€]	1632	3288	4176	6403
Lebenszyklus Einsparungen [€]				
Verglichen mit Moteg "Constant Speed Control"	2544	888	0	-2227
Verglichen mit Mitbewerber "Constant Speed Control"	4771	3115	2227	0
Batterie Einsparungen [kWh/Tag]				
Verglichen mit Moteg "Constant Speed Control"	3,82	1,33	0,00	-3,34
Verglichen mit Mitbewerber "Constant Speed Control"	7,16	4,67	3,34	0,00
Möglicher Reichweiten Gewinn [km/Tag]				
Verglichen mit Moteg "Constant Speed Control"	4,8	1,7	0,0	-4,2
Verglichen mit Mitbewerber "Constant Speed Control"	8,9	5,8	4,2	0,0

© 2021 MOTEG GmbH

ELECTRICAL
DRIVE
ENGINEERING

Haben Sie Fragen ?

Jens Schröder
Director eMobility
jens.schroeder@moteg.de



© 2021 MOTEG GmbH