

# **Elektrohydraulische Aktuatorik**

**Eine smarte Lösung  
zur Verschleißreduzierung und  
Komfortsteigerung mit Zukunft?**

**Paul Hofbauer  
Christian Deutsch**

Copyright Liebherr 2016

---

**LIEBHERR**

---

## Anforderungen

## Lösung

■ Verkürzung der Reisezeiten

✓ Höhere Geschwindigkeiten

■ Verbesserung des Fahrkomforts

✓ Moderne Fahrwerke

■ Bessere Ausnutzung der  
Infrastruktur

✓ Kürzere Taktzeiten

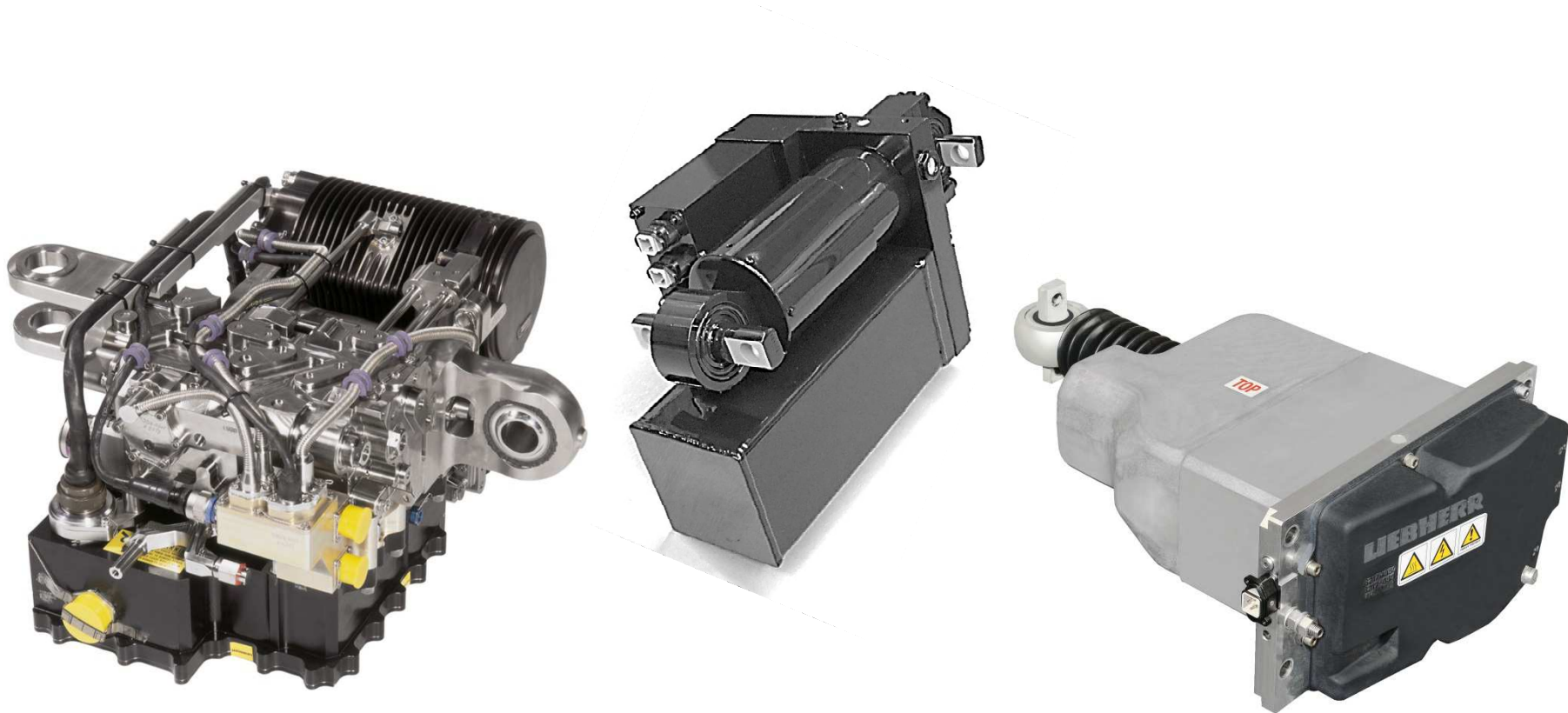
■ Reagieren auf  
Trassenpreismodelle

✓ Reduktion von Rad-  
Schienenverschleiss; - Lärm; -  
Gewicht

# Lösungsansatz

---

Technologie  Der Elektrohydraulische Aktuator



# Von der Luft zur Schiene

---

***„Wenn ich die Menschen gefragt hätte, was sie wollen, hätten sie gesagt schnellere Pferde.“***

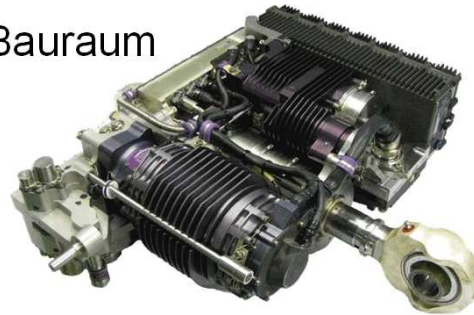
*Henry Ford*

# Von der Luft zur Schiene

## Rückblick

- 30 Jahre Tradition bei Liebherr
- 1986 Prototyp Spoiler EHA
- 1995 erfolgreich in Flugbetrieb

- 350 bar
- 210 kN
- 90 mm/s
- 65kg
- engster Bauraum



A380 Spoiler EHA



A400M, Primary Flight Controls



Copyright Liebherr 2016

# Von der Luft zur Schiene

---

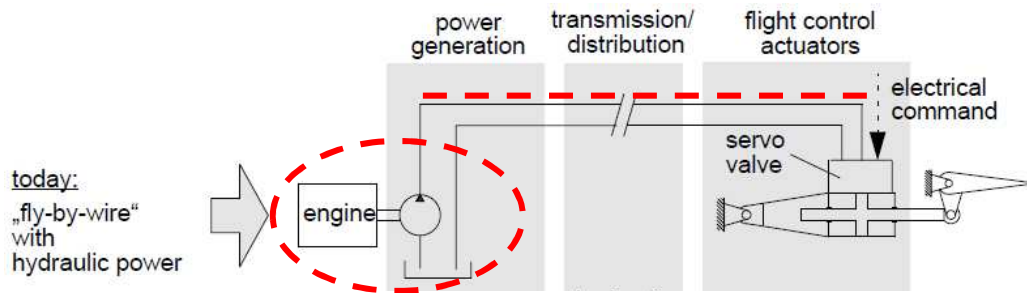
## Konzept in der Luftfahrt

- Welche Architektur ist die Beste?
- Zentrale versus Dezentral (integriert) Versorgung

# Von der Luft zur Schiene

## Konzept in der Luftfahrt

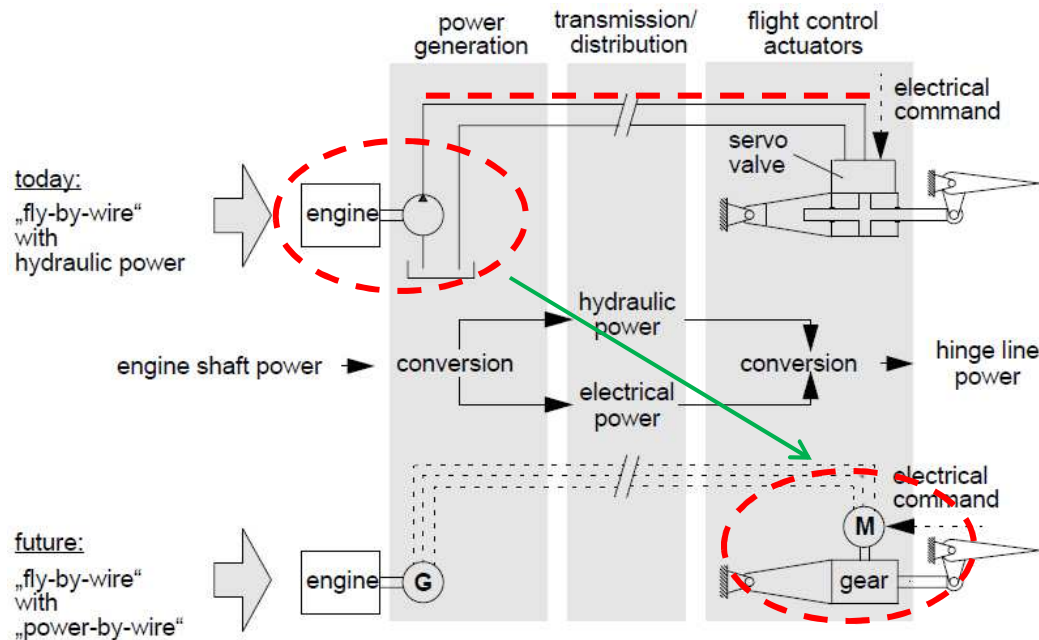
- Welche Architektur ist die Beste?
- Zentrale versus Dezentral (integriert) Versorgung



# Von der Luft zur Schiene

## Konzept in der Luftfahrt

- Welche Architektur ist die Beste?
- Zentrale versus Dezentral (integriert) Versorgung

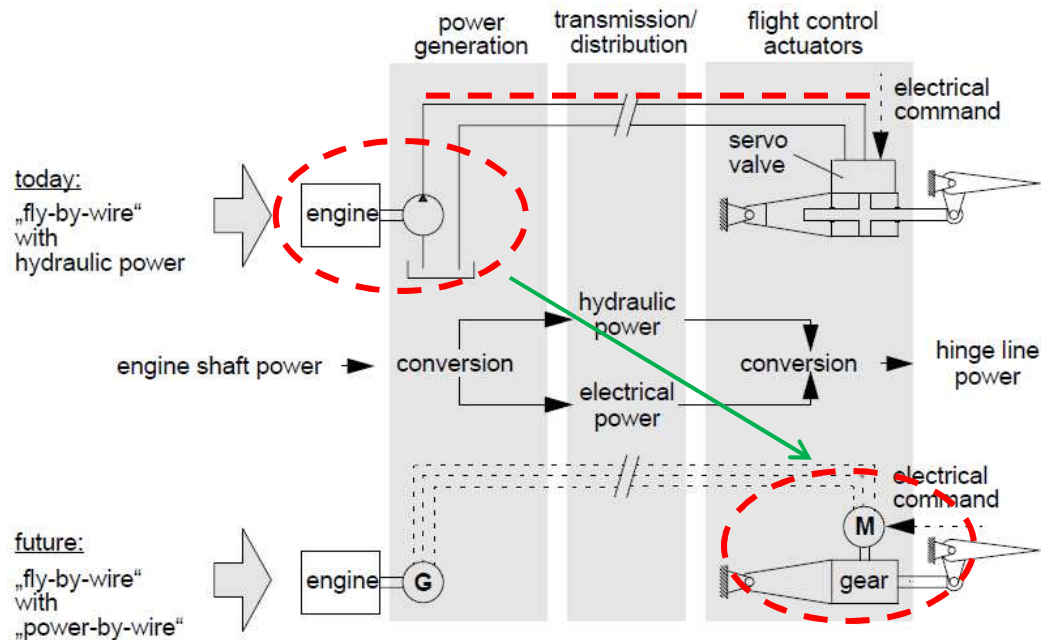




# Von der Luft zur Schiene

## Konzept in der Luftfahrt

- Welche Architektur ist die Beste?
- Zentrale versus Dezentral (integriert) Versorgung

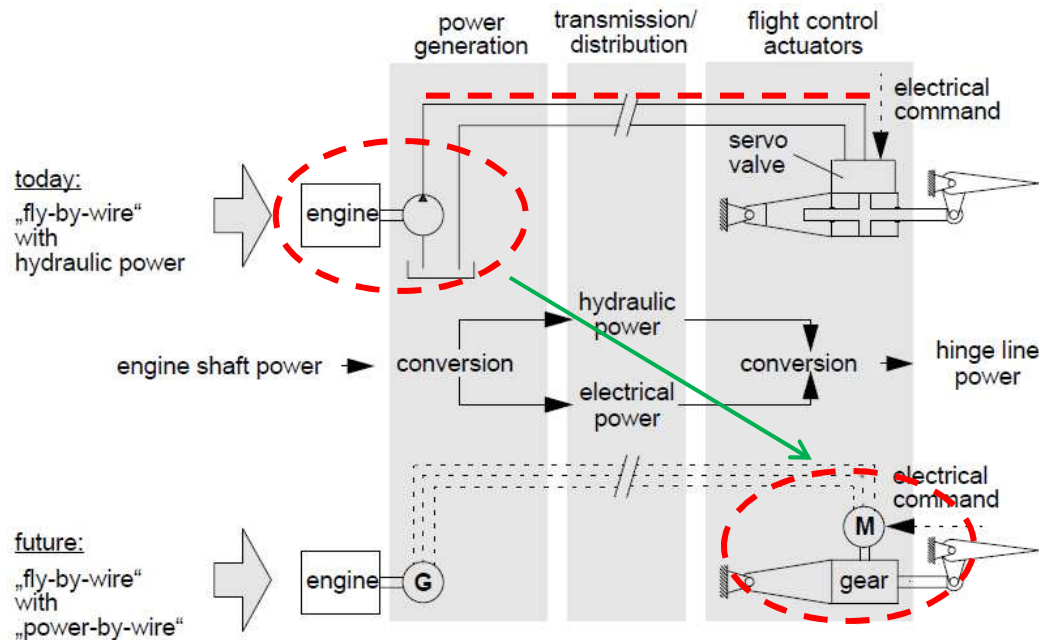


## Know-How

# Von der Luft zur Schiene

## Konzept in der Luftfahrt

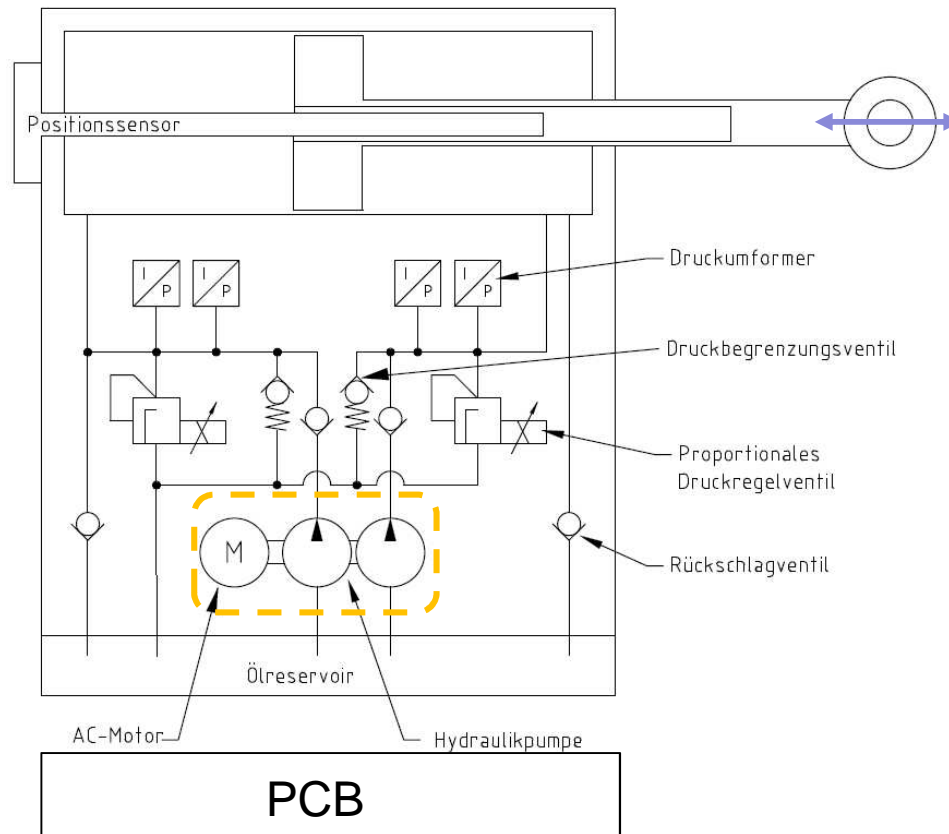
- Welche Architektur ist die Beste?
- Zentrale versus Dezentral (integriert) Versorgung



## Know-How

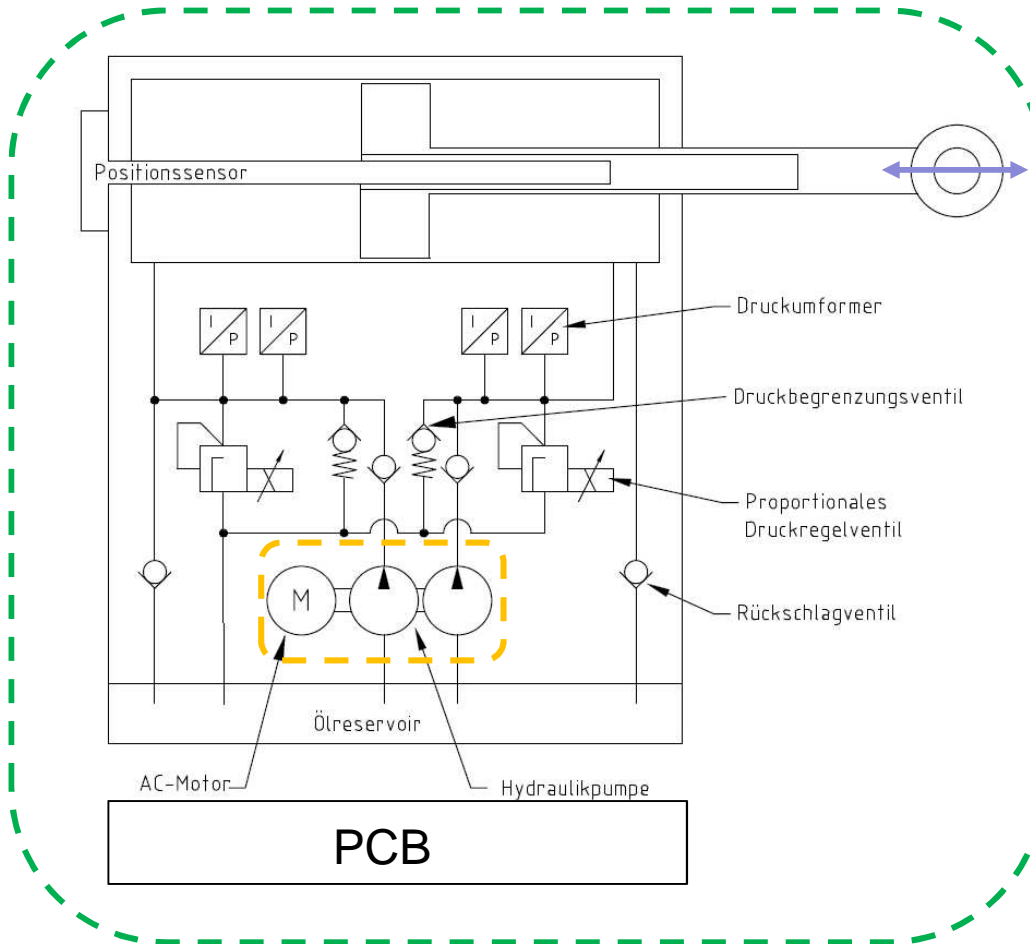
Copyright Liebherr 2016

# Beispiel Aufbau eines EHAs



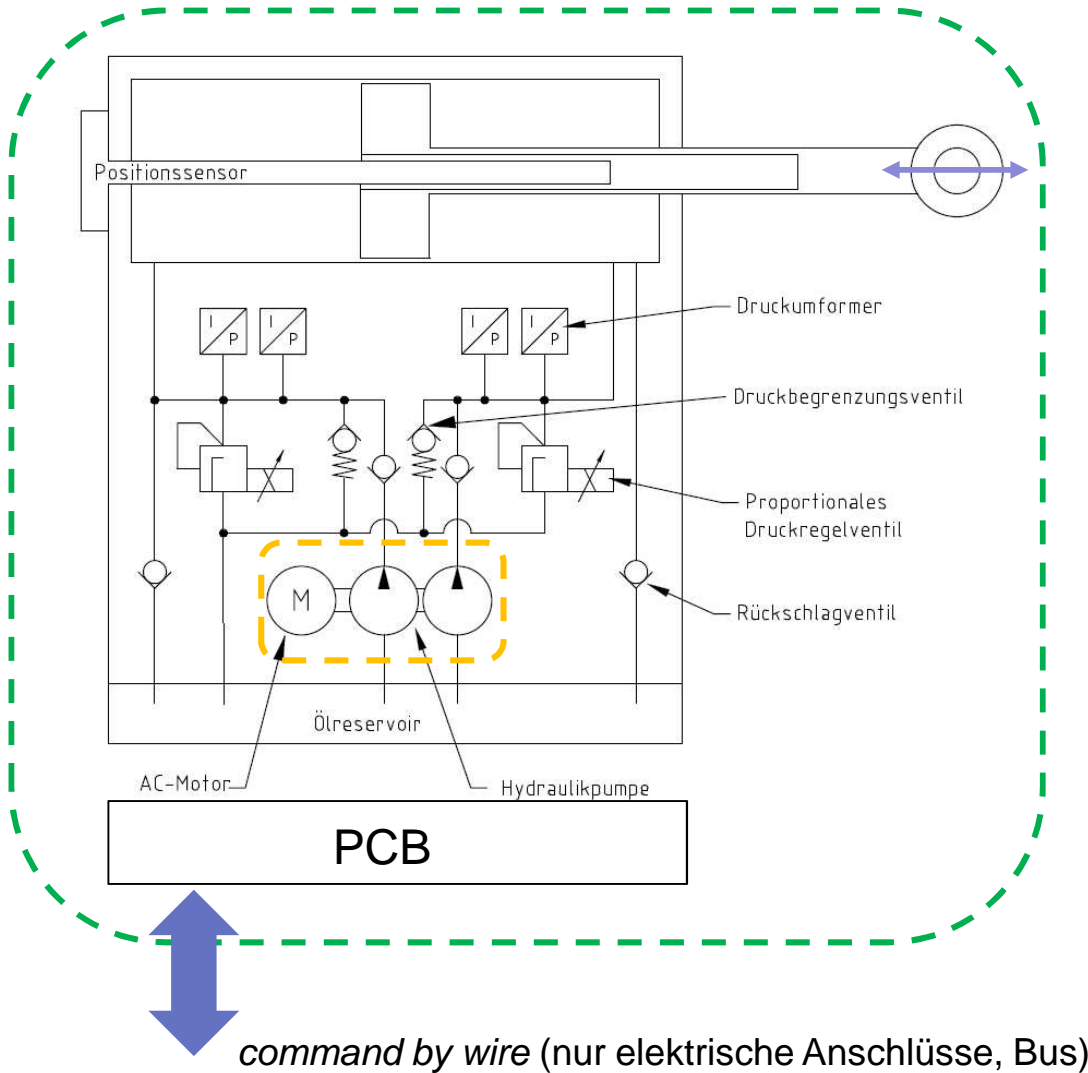
- Integrierte hydraulische Versorgung

# Beispiel Aufbau eines EHAs



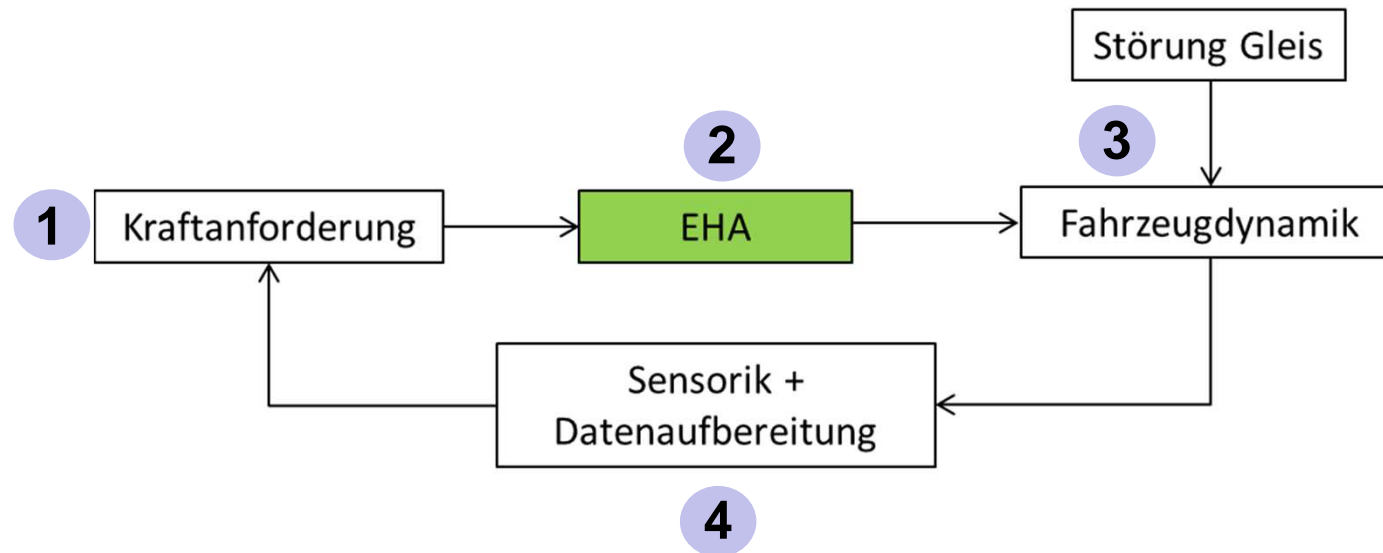
- Integrierte hydraulische Versorgung
- Vollgekapseltes Gehäuse
  - Motor Pumpen Einheit
  - Hydraulischer Zylinder
  - Steuereinheit, PCB
  - Weg-, Druck-, Temp.-Sensoren
  - Ventile und Ventilblock
  - Öltank, meist Gehäuse selbst

# Beispiel Aufbau eines EHAs



- Integrierte hydraulische Versorgung
- Vollgekapseltes Gehäuse
  - Motor Pumpen Einheit
  - Hydraulischer Zylinder
  - Steuereinheit, PCB
  - Weg-, Druck-, Temp.-Sensoren
  - Ventile und Ventilblock
  - Öltank, meist Gehäuse selbst
- Keine Verrohrung nach Extern
- Hohe Leistungsdichte; kleiner Bauraum
- präzise kleine Bewegungen
- Schnelle Bewegungsabläufe
- Wartungsfrei

# Einbindung am Zug

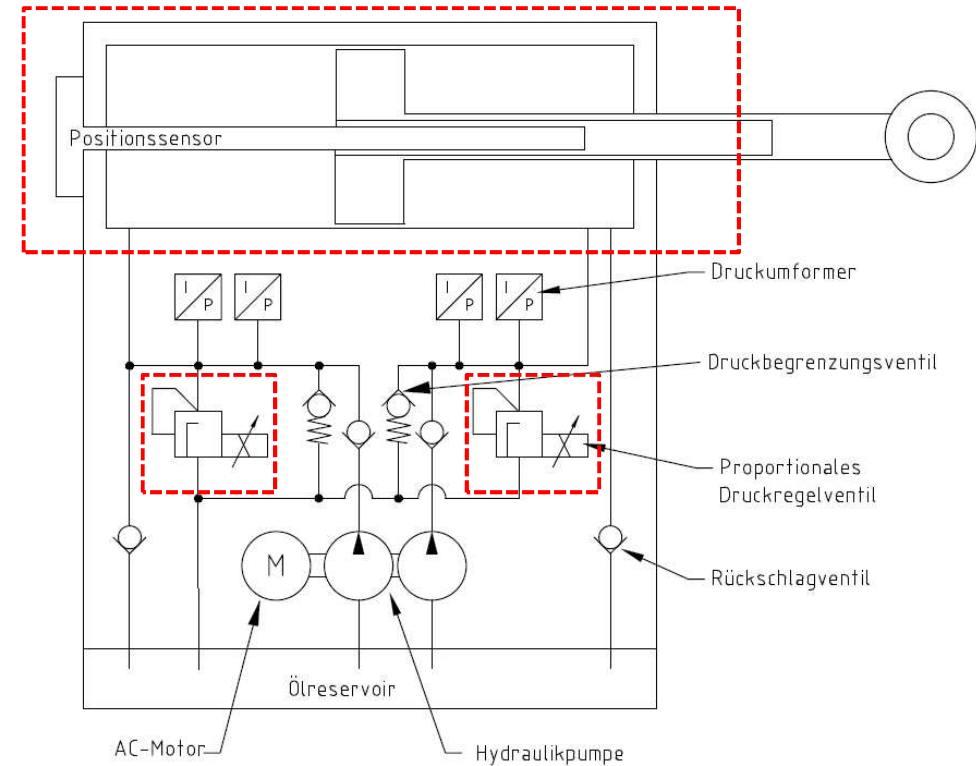


1. Kraftanforderung vom Zug Steuerrechner als Input für den EHA (zB CAN Bus)
2. Anforderung in Ventilansteuerung / unterlagerten PI Regler → Kraft an der Schnittstelle
3. Einwirkung auf Wagendynamik und Reaktion des Systems
4. Datenverarbeitung → Loop zu 1

# Grundsätzlich mögliche Betriebsmodi

## Passiv

- Versorgung verloren, Ausfall
- Arbeitet als konventioneller Dämpfer
- Kennlinie resultiert aus Charakteristik Ventil im unbestromten Zustand



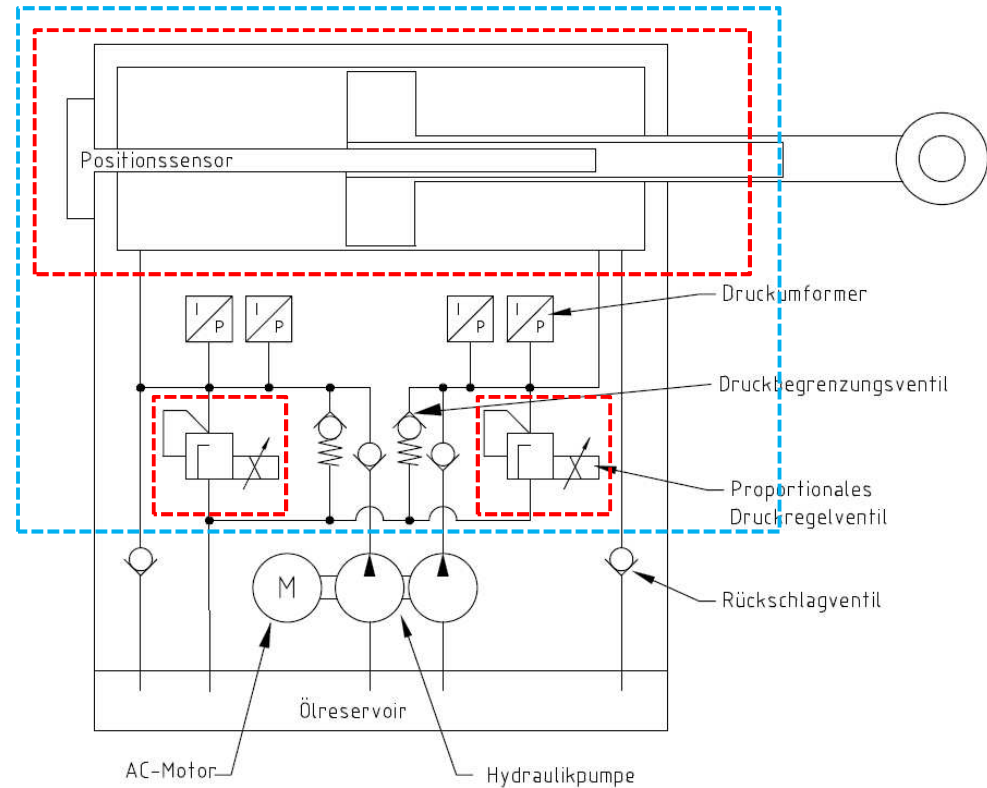
# Grundsätzlich mögliche Betriebsmodi

## Passiv

- Versorgung verloren, Ausfall
- Arbeitet als konventioneller Dämpfer
- Kennlinie resultiert aus Charakteristik Ventil im unbestromten Zustand

## Semiaktiv

- Motor Pumpe nicht aktiv, keine Energiezufuhr von außen
- Ventile weiterhin bestromt
- Einsatz als stufenloser Dämpfer





# Grundsätzlich mögliche Betriebsmodi

## Passiv

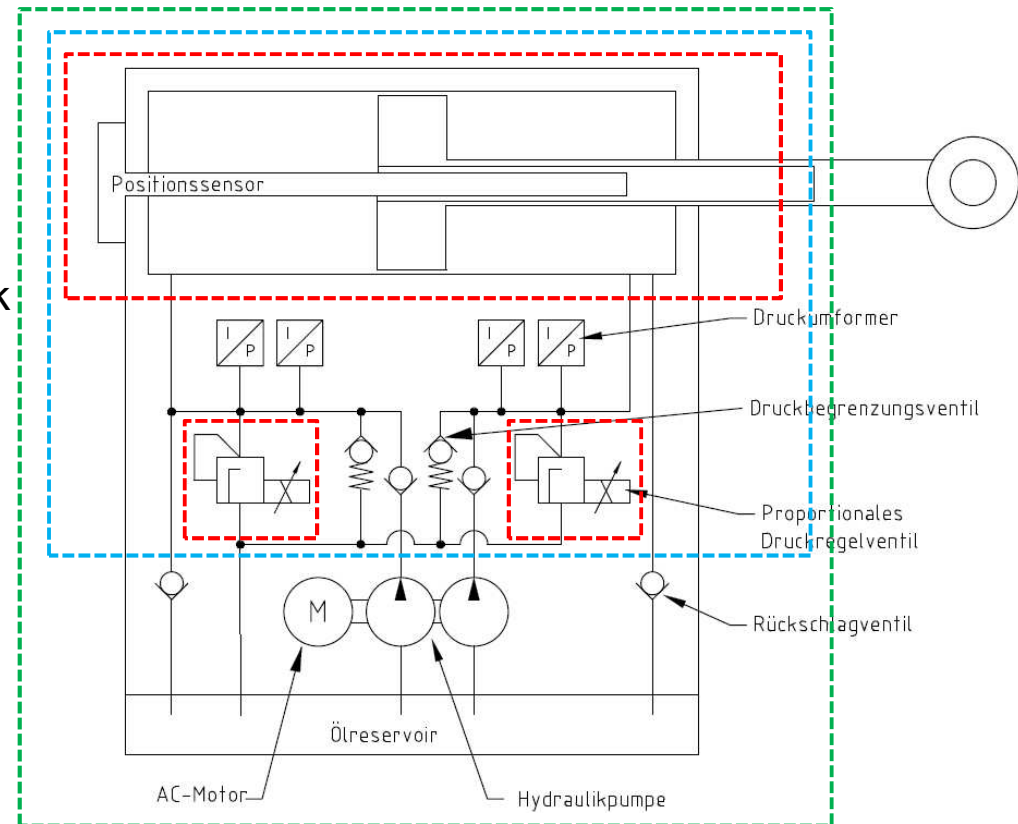
- Versorgung verloren, Ausfall
- Arbeitet als konventioneller Dämpfer
- Kennlinie resultiert aus Charakteristik Ventil im unbestromten Zustand

## Semiaktiv

- Motor Pumpe nicht aktiv, keine Energiezufuhr von außen
- Ventile weiterhin bestromt
- Einsatz als stufenloser Dämpfer

## Aktiv

- Motor Pumpe aktiv, Zuführung von Energie
- Stufenlose Dämpfercharakteristik plus
- Gleichzeitiges Verfahren des Auges



# Typische Eckdaten eines EHAs

---

## Gewicht

- 40 bis 70kg

## Kraft

- 40 kN

## Hubgeschwindigkeit

- 60 mm/s

## Ölmenge

- 6 bis 8l

## Dämpfungsrate

- Ca. 1000 bis 4000 N bei 125mm/s

## Grenzfrequenz

- Zwischen 3 und 8 Hz, je nach Anwendung

## Systemdruck

- 170 bis 280 bar

## Abmessungen

- (LxBxH): 500 x 400 x 200 mm

# 1. Aktiver Drehdämpfer (ADD)

- Reduktion der Querkräfte im Bogen
- Aktive Beeinflussung des Ausdrehwinkels
- Aktuator ersetzt den Schlingerdämpfer
- Einfach nachrüstbar

## Aktueller Betriebseinsatz:

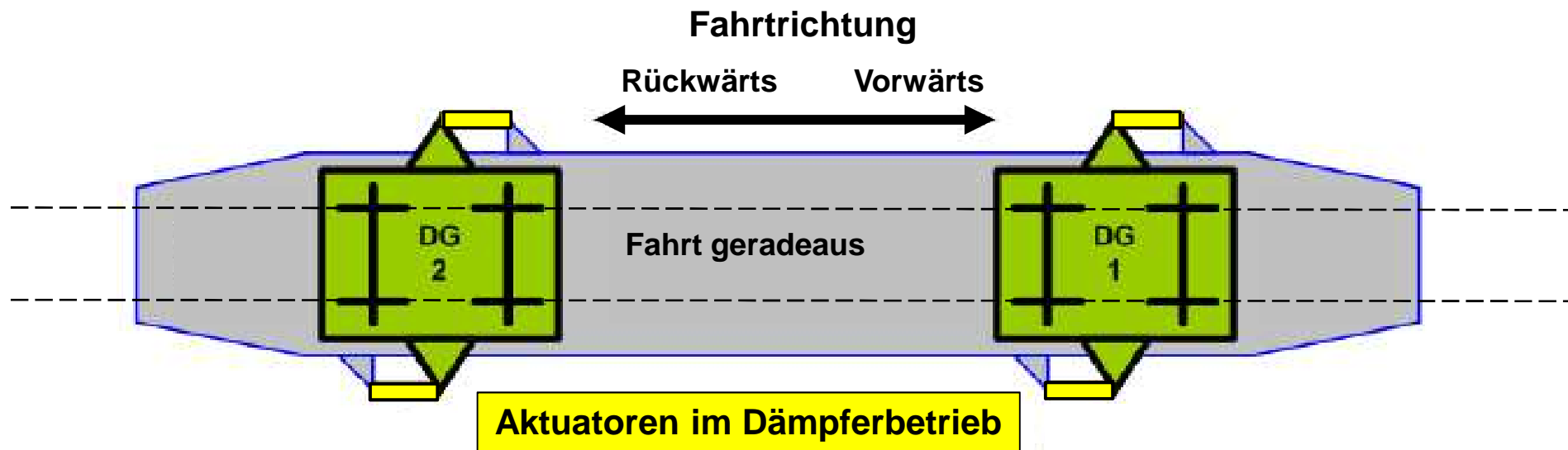
- Im Mischbetrieb auf 4 Taurus-Lokomotiven der ÖBB



Copyright Liebherr 2016

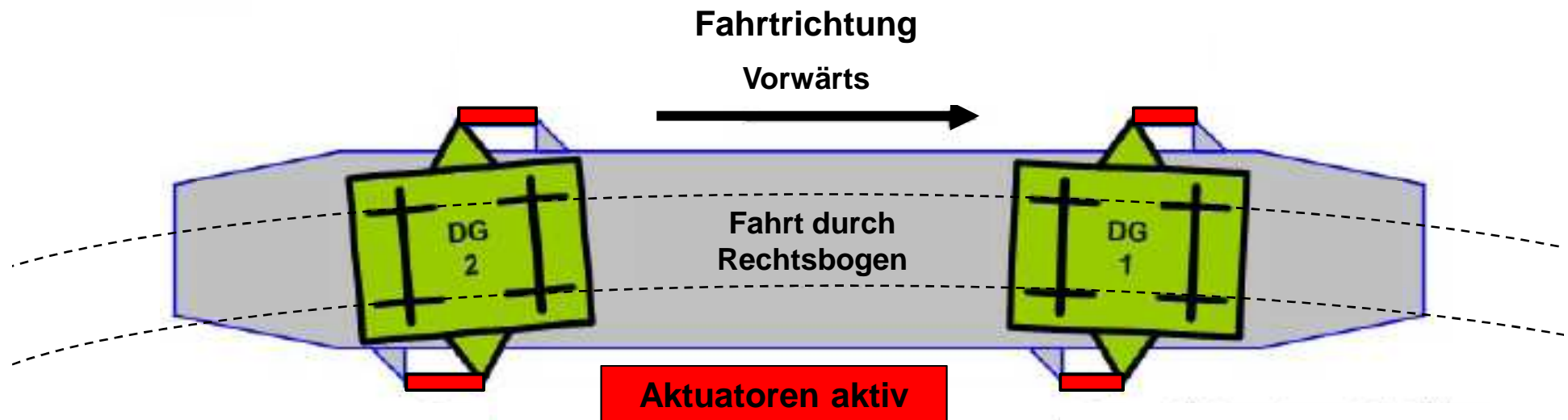
# 1. Aktiver Drehdämpfer (ADD)

---



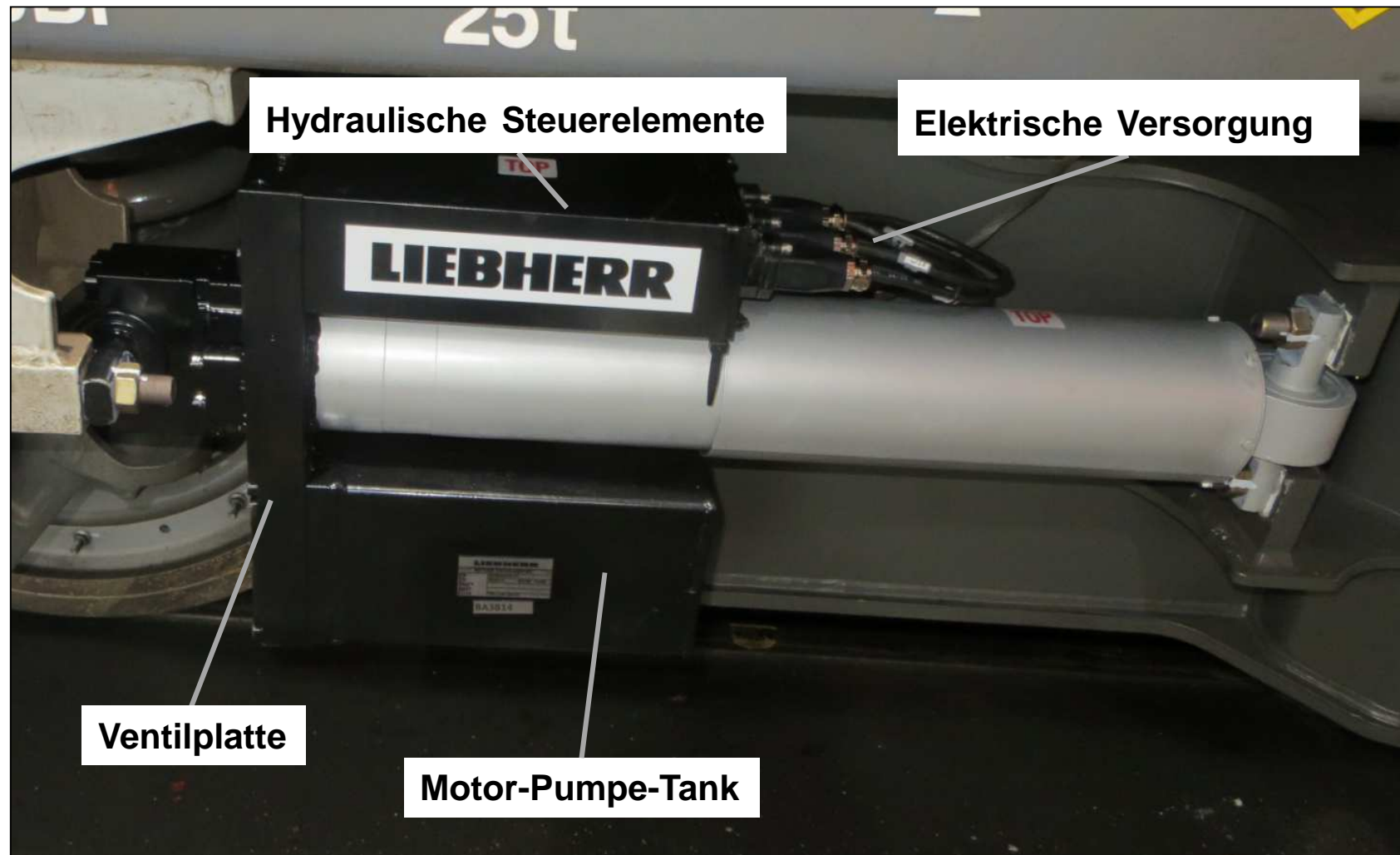
# 1. Aktiver Drehdämpfer (ADD)

---



# 1. Aktiver Drehdämpfer (ADD)

---

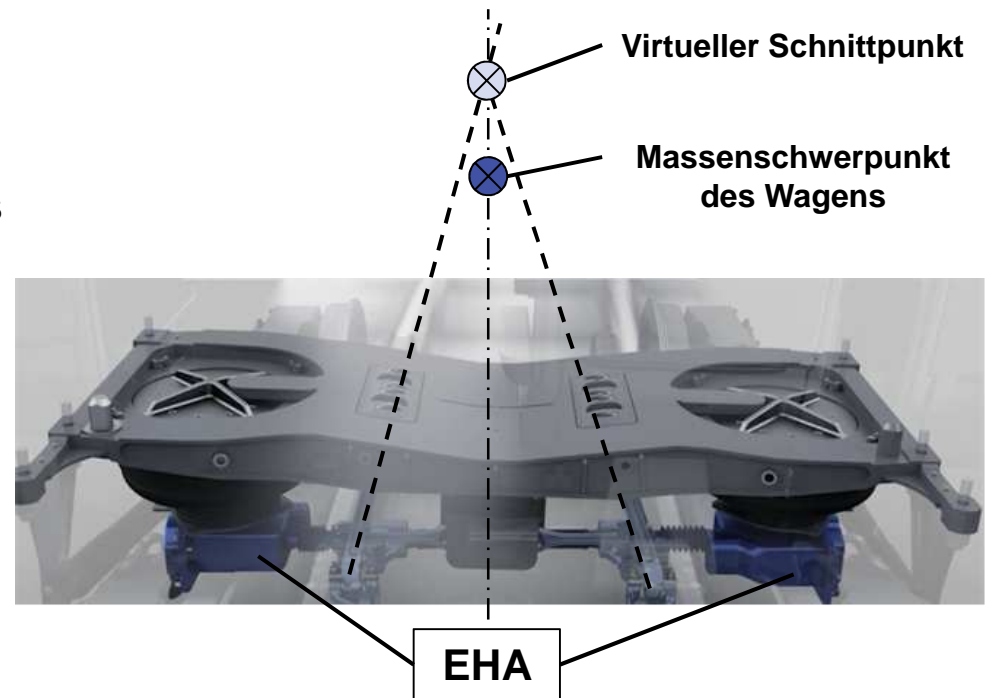


Copyright Liebherr 2016

## 2. Wankkompensation

---

- Verkürzung der Reisezeit
- Aktives Einstellen des Rollwinkels bei Bogenfahrt
- Steigerung der Kurvengeschwindigkeit bis 15% im Bogen
- Aktive Querdämpfung
- Steigerung des Fahrkomforts



## 2. Wankkompensation

---



Copyright Liebherr 2016



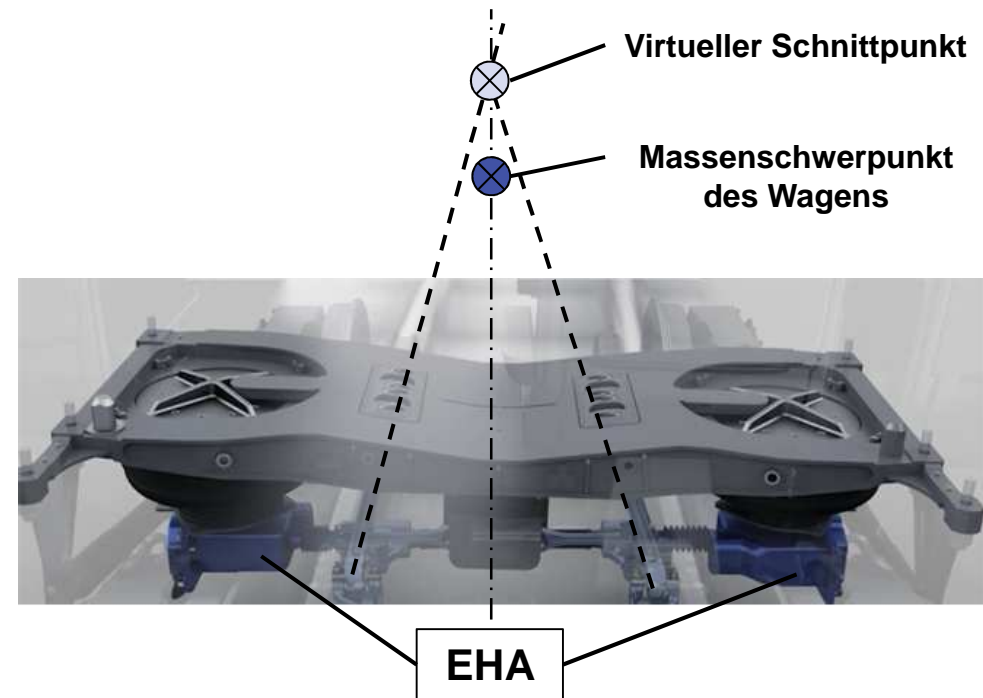
## 2. Wankkompensation

---

- Verkürzung der Reisezeit
- Aktives Einstellen des Rollwinkels bei Bogenfahrt
- Steigerung der Kurvengeschwindigkeit bis 15% im Bogen
- Aktive Querdämpfung
- Steigerung des Fahrkomforts

### Aktueller Betriebseinsatz:

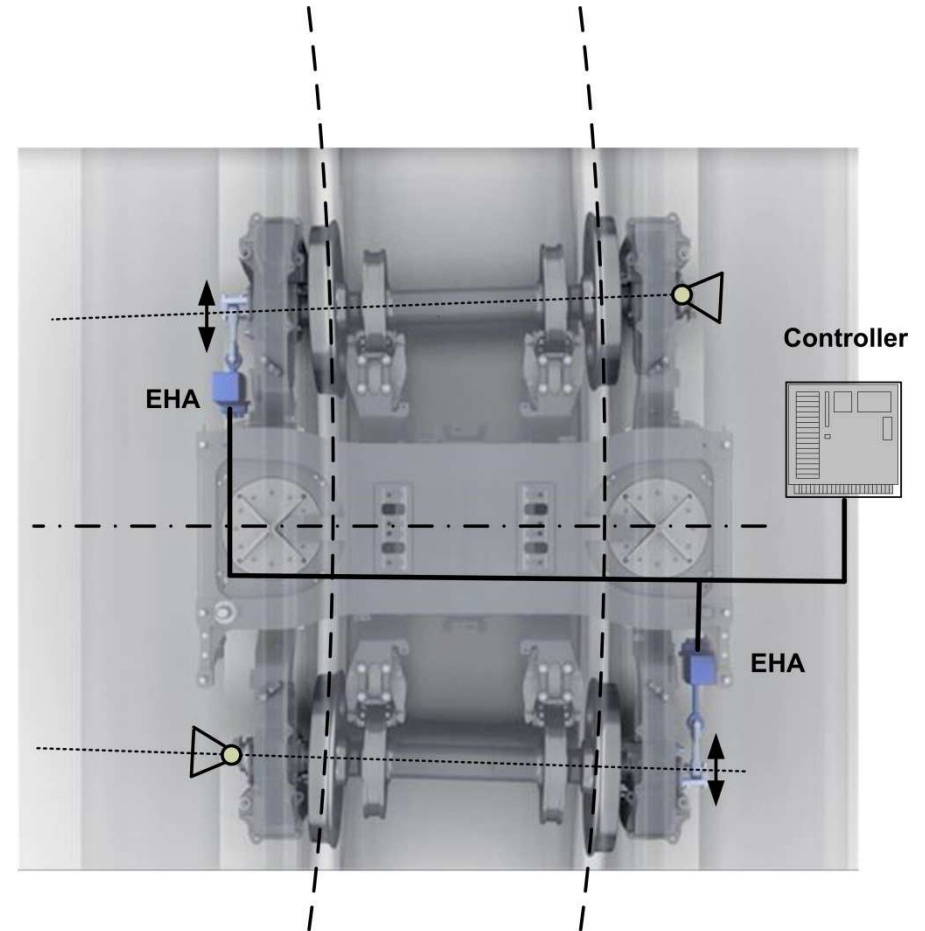
- Zulassungsbetrieb für den Twindexx - Swiss Express
- Vollbetrieb für den Zefiro 300 – Frecciarossa 1000 nur für aktive Querdämpfung



Copyright Liebherr 2016

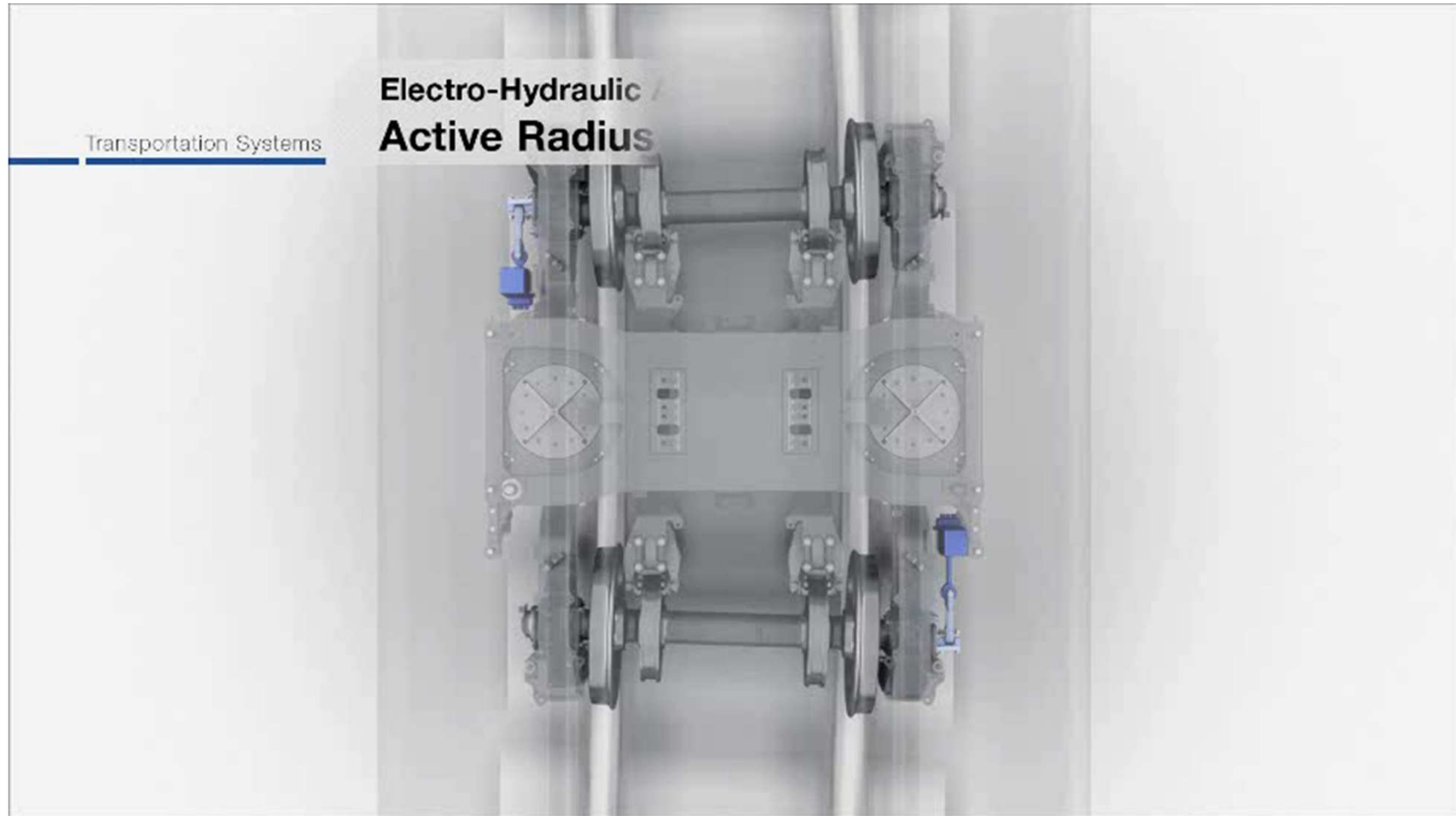
### 3. Aktive Radsatzsteuerung und Stabilisierung

- Verschleißreduktion Rad-Schiene
- Einstellen der Radsätze im Bogen
- Überdrehzyklus der Räder bis zu 25% später
- Verminderter Rollwiderstand – Gesamtenergieverbrauchsreduktion bis 1,5%
- Ein EHA je Achse



### 3. Aktive Radsatzsteuerung und Stabilisierung

---



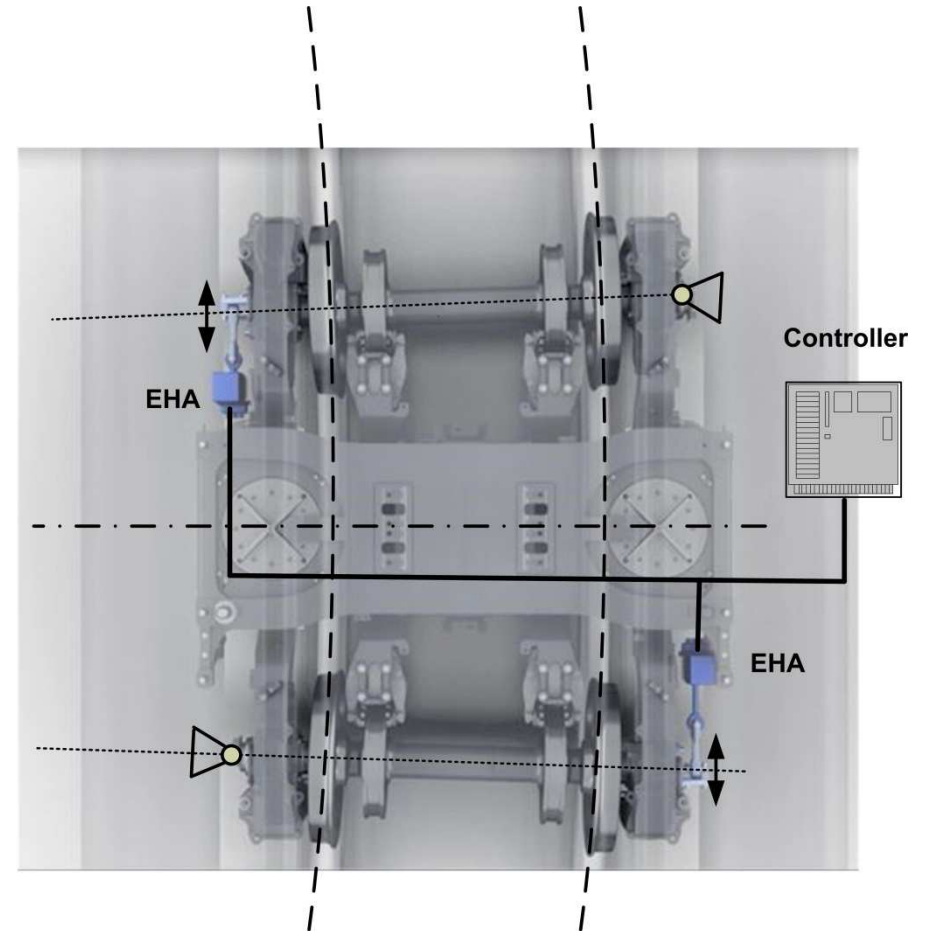
Copyright Liebherr 2016

### 3. Aktive Radsatzsteuerung und Stabilisierung

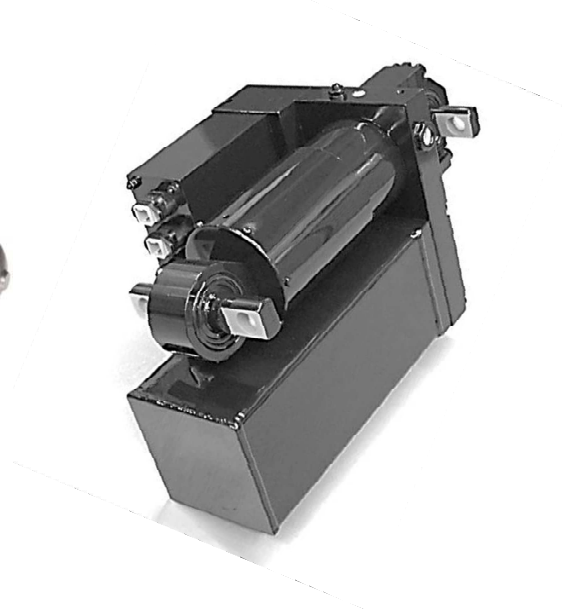
- Verschleißreduktion Rad-Schiene
- Einstellen der Radsätze im Bogen
- Überdrehzyklus-/Tausch der Räder bis zu 25% später
- Verminderter Rollwiderstand –Ges.-energieverbrauchsreduktion bis 1,5%
- Ein (zwei) EHA je Achse

#### Aktueller Betriebseinsatz:

- Testbetrieb als Demonstrator  
(erfolgreich abgeschlossen)



**Nicht nur schnellere Pferde sondern auch  
„andere“ Pferde**



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**