

SVT 2012

Berlin, 5.-6. März 2012

Regenerative Bremssysteme

Durch Bremsen weiterkommen und CO₂ reduzieren



BOSCH

Invented for life

Dr. Klaus Winter

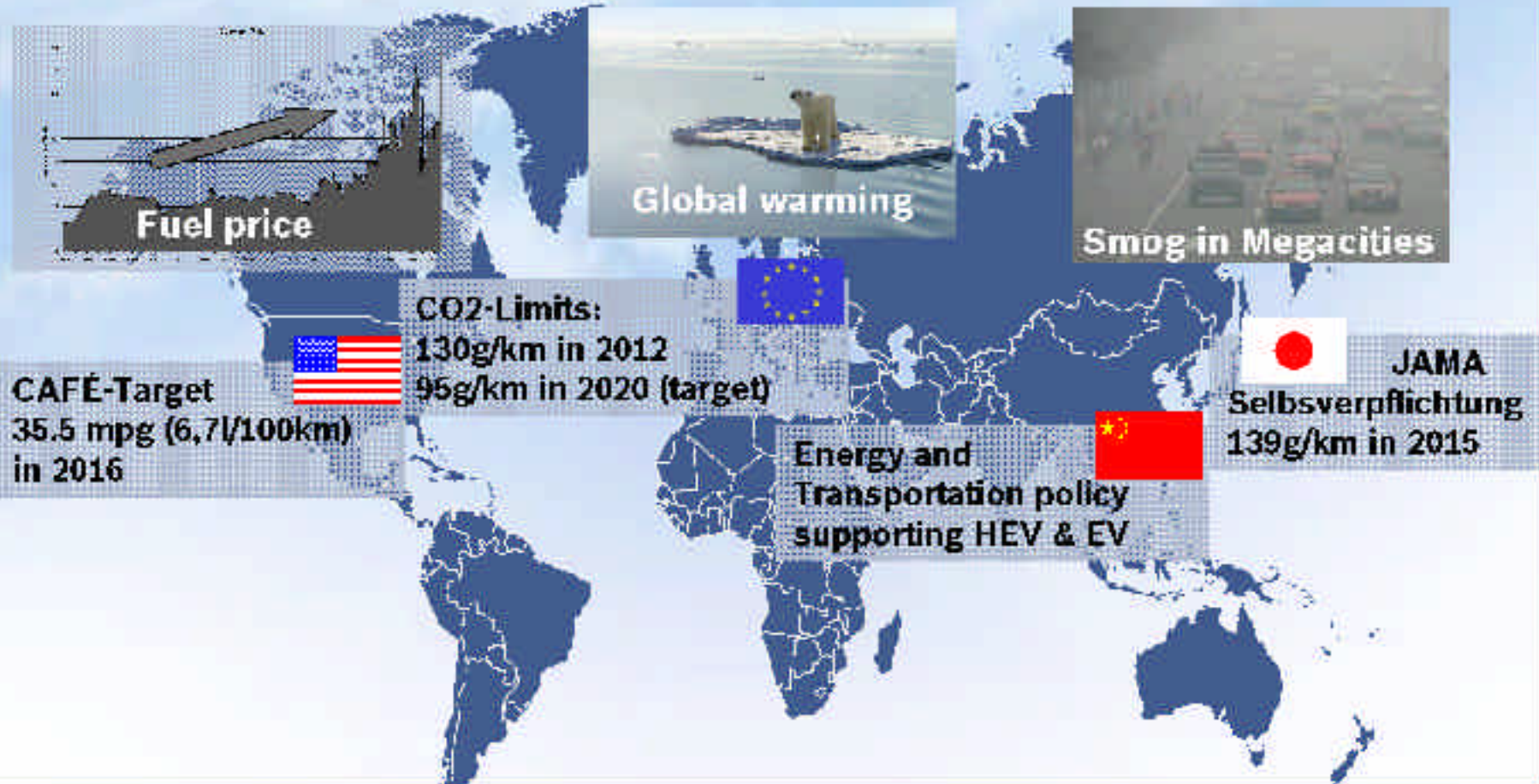
**Chassis Systems Control
Technical Customer Center Europe
Robert Bosch GmbH**

Übersicht

- Markttreiber für zukünftige Bremssysteme
- Herausforderungen durch Hybrid- und Elektrofahrzeuge an ein Bremssystem
- Das modulare Bosch-Konzept für zukünftige Bremssysteme

Regenerative Bremssysteme

Weltweite Umweltziele



→ Gesetzliche Anforderungen sind maßgeblich die Kfz - Entwicklung

Markttreiber und Erfolgsfaktoren für Bremssysteme

Beitrag für die Reduktion von CO₂



Low vacuum



Elektrifizierung

Mehr Komfort durch Fahrerassistenz



Low noise



Brake dynamics

Aufwandsreduktion Fzg. Entwicklung



Fahrzeugvarianten



Antriebsvarianten

Kostenreduktion und neue Funktionen



Kosteneinsparung



Neue Produkte

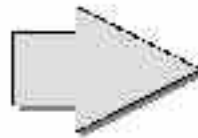
Vielfältige Anforderungen für zukünftige Bremssysteme

Chassis Systems Control

Regenerative Bremssysteme

Motivation für regenerative Bremssysteme

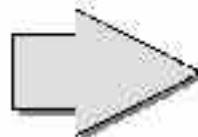
Für Hybridfahrzeuge (HEV)



Reduktion Kraftstoffverbrauch



Für Elektrofahrzeuge (EV)



Höhere Reichweite



Übersicht

- Markttreiber für zukünftige Bremssysteme
- Herausforderungen durch Hybrid- und Elektrofahrzeuge an ein Bremssystem
- Das modulare Bosch-Konzept für zukünftige Bremssysteme

Bremsmoment durch elektrischen Generator

Bremswirkung

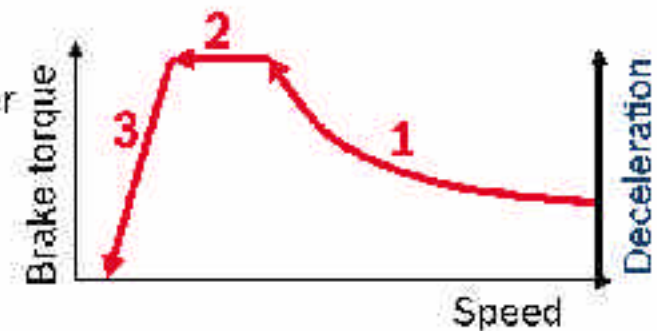
- nur begrenzte Verzögerung durch Generator möglich
- Generator Bremsmoment ist abhängig von der Drehzahl, d.h. Fahrzeuggeschwindigkeit

Verfügbarkeit

- Keine Generator Bremswirkung bei
 - voller Batterie
 - Kommunikationsfehlern mit Antriebsstrang

Stabilität

- Generator Bremsmoment muss bei ABS- oder ESP Eingriffen reduziert werden



— Generator characteristic, limited by

1. Generator power
2. Generator current
3. Generator efficiency

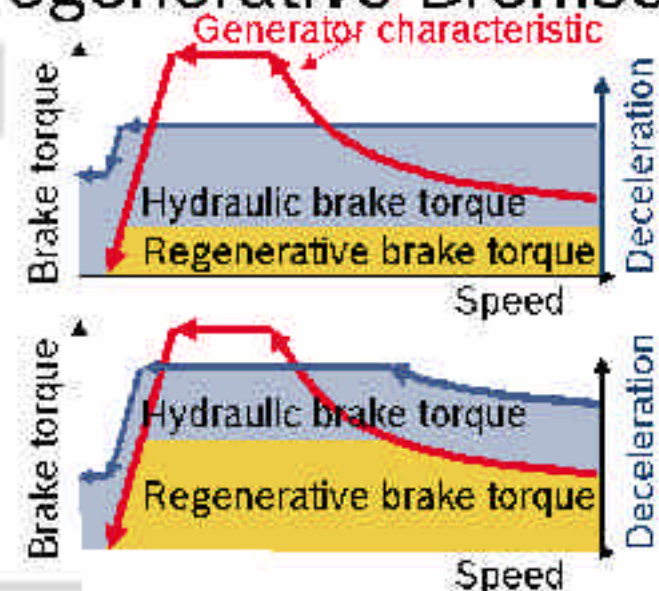
- Verfügbarkeit des Generatorbremsmoments ist variabel und abhängig von zahlreichen Faktoren, Abgleich mit hydraulischer Bremse erforderlich

Realisierungsmöglichkeiten einer regenerativen Bremse

1. Einfache regenerative Bremssysteme

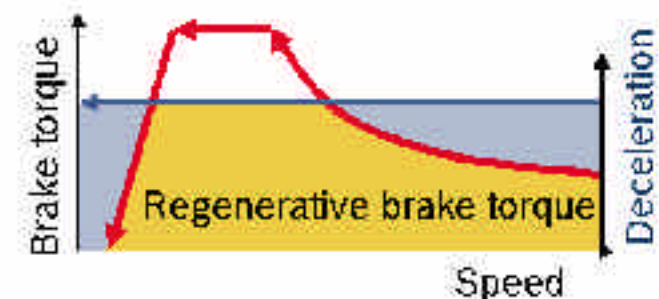
Variable Verzögerung bei konstanter Pedalposition

- geringe Rekuperation $\Rightarrow$ geringe Verzögerungsänderung
- starke Rekuperation $\Rightarrow$ hohe Verzögerungsänderung

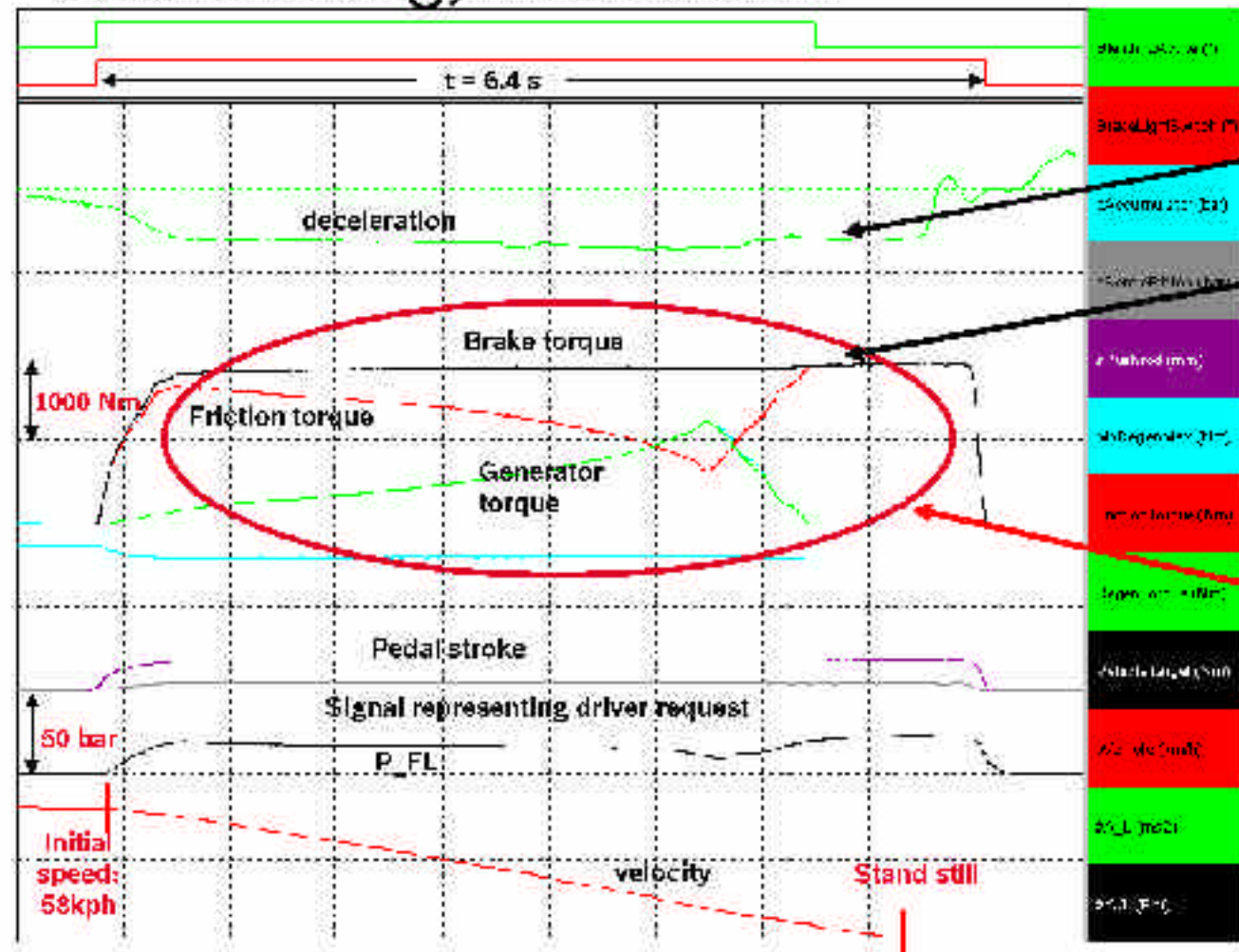


2. Kooperative Regenerative Bremssysteme

Gleichbleibende Verzögerung bei konstanter Pedalposition (wie bei konventioneller Bremse)
“Verblendung” zwischen elektrischem und hydraulischem Bremsmoment



Verblendung, Messdaten



0.3g constant deceleration

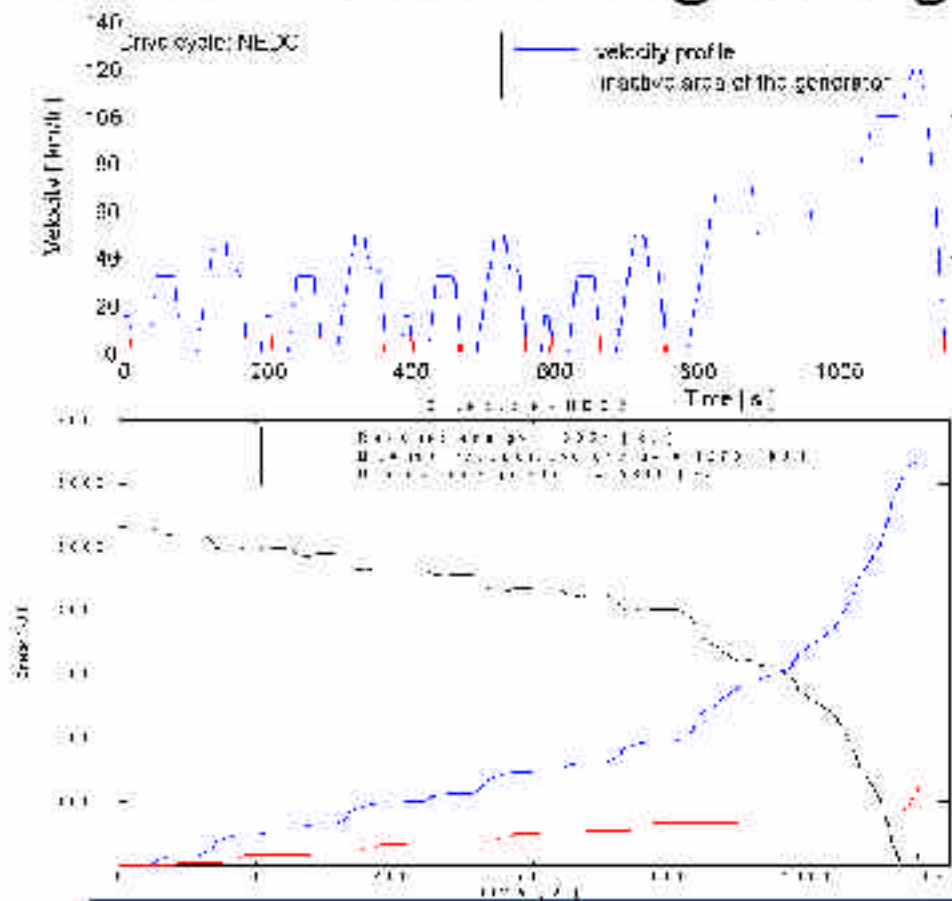
constant brake torque

Result of blending:
Typical behavior of friction brake maintained

Regenerative Effizienz – Basics

- **Definition:** regenerative Effizienz ist der Anteil der Bewegungsenergie, die durch das Bremssystem zurückgespeichert werden kann
- Abhängig vom Fahrzyklus:
 - Die Anzahl von Beschleunigungs- und Verzögerungszyklen beeinflusst die erzielbare Energie Rückspeisung
 - Die erzielbare regenerative Effizienz hängt von den vorgegebenen Sollverzögerungen des Fahrzyklus ab
- Weltweit werden mehrere Fahrzyklen für die Homologation verwendet: NEDC, FTP, JP (verschiedene Modi), ...

Potenzial der Energierückgewinnung

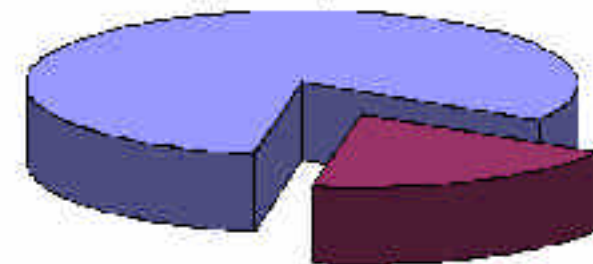


NEDC Energy consumption

NEDC cycle approx. 11km

Simulation results small EV

5316 kJ (1,4kWh); 81%



1273 kJ (0,35kWh); 19%

■ Minimum Battery Energy Content (kJ)

■ Total Brake Energy (kJ)

→ Energierückgewinnung erhöht die Reichweite für Elektrofahrzeuge

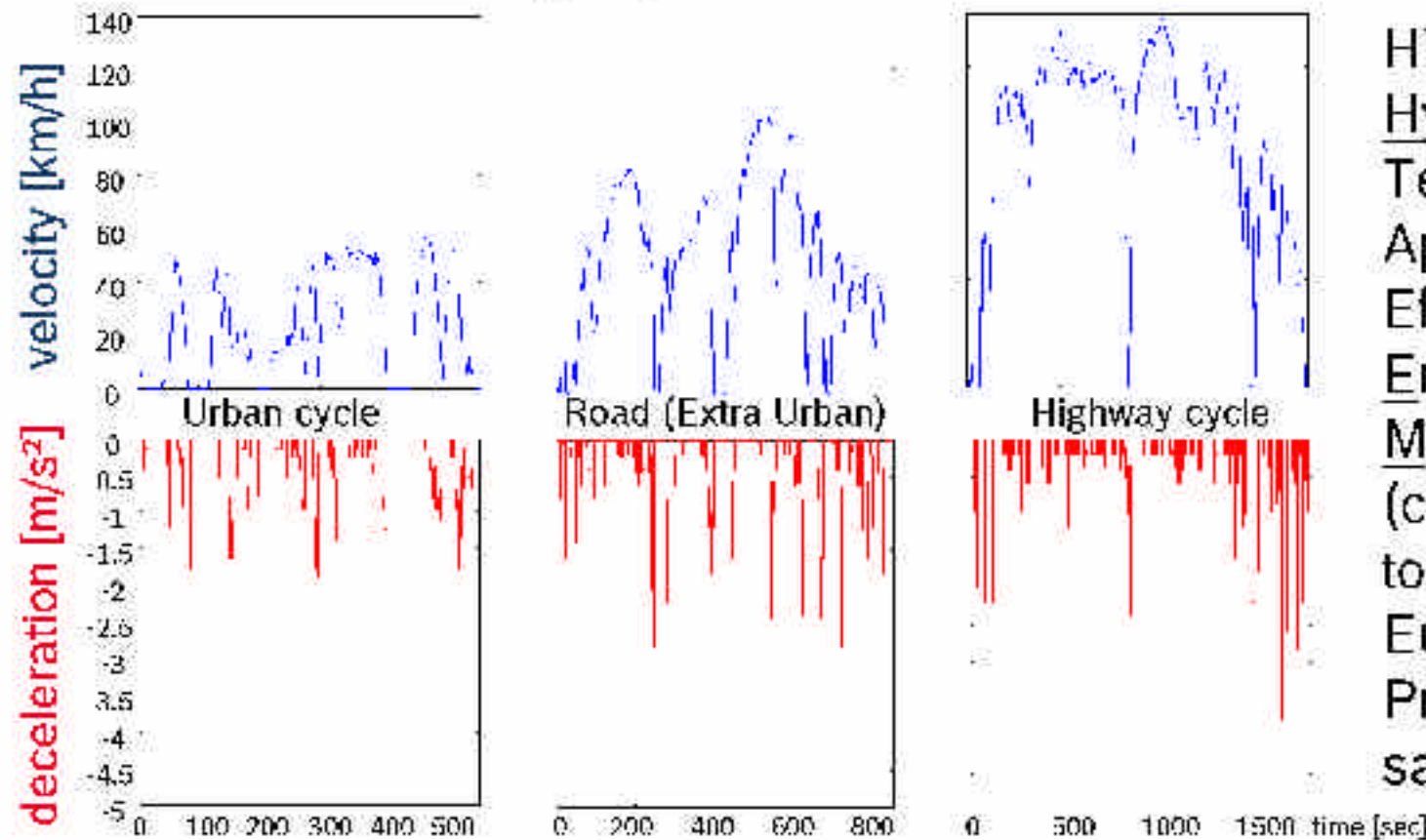
Chassis Systems Control



BOSCH

Regenerative Bremssysteme

HYZEM Driving Cycle



HYZEM =
Hybrid
Technology
Approaching
Efficient Zero
Emission
Mobility
(corresponding
to the
European
Project of the
same name)

→ HYZEM has 0,45g maximum deceleration → leading to different requirements

Übersicht

- Markttreiber für zukünftige Bremssysteme
- Herausforderungen durch Hybrid- und Elektrofahrzeuge an ein Bremssystem
- Das modulare Bosch-Konzept für zukünftige Bremssysteme

Regenerative Bremssysteme

Functional requirement matrix

		ESP functionality	Torque blending	Brake boost w/o vacuum	High pressure dynamics			
Fuel efficiency and electrification	Electrical Vehicles	yes	yes	yes/no	no	yes	Vehicles with Emergency Braking for Pedestrian Protection	Driver Assistance
	Strong HEV	yes	yes	yes/no	no	yes		
	HEV Mild HEV	yes	yes/no	no	no	yes		
	Micro HEV (Idle Stop)	yes	no	no	no	yes		
	ICE	yes	no	no	no	yes		

→ Functional requirements are driven from two sides: fuel efficiency and driver assistance.

Konfigurationsstrategie für neue Bremssysteme

Brake boost → Vacuum-free & autonomous

Vacuum Booster



iBooster



Modulation → Recuperation

ESP



ESP hev



Use cases

Target vehicles

standard vehicle
with ICE

ICE vehicle w/ high
performance driver
assistance
(HPDA*)

Hybrid vehicle
(mHEV, sHEV)

PHEV/EV-vehicle
or
Hybrid with HPDA

Setup



* high performance driver assistance
requiring highest pressure dynamics

- Ziel: Produkt Portfolio angepasst für unterschiedliche funktionale Anforderungen
- Bosch Lösung "2-von-4" mit ESPhev and iBooster als Schlüsselkomponenten

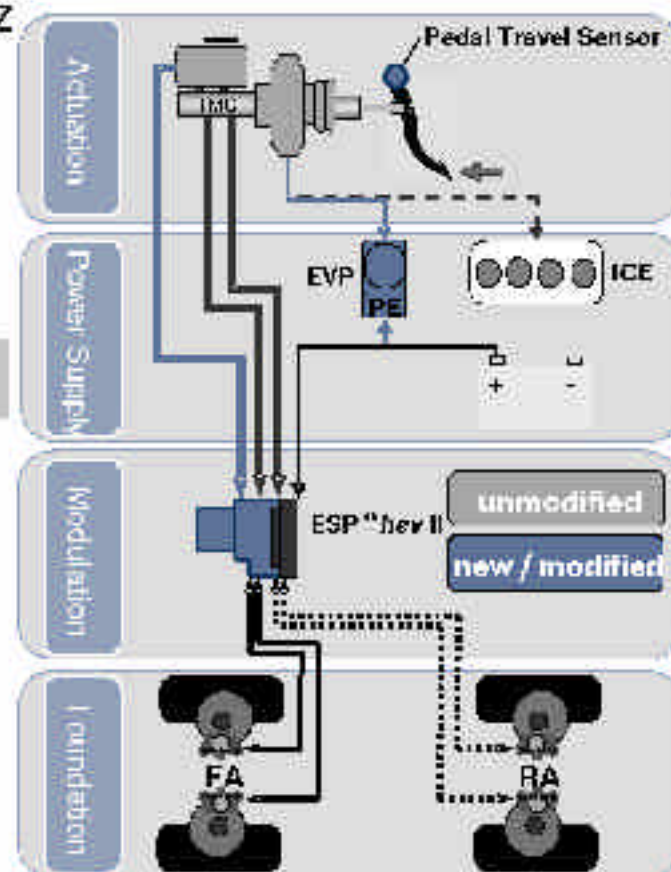
Beispiel: ESP® *hev* für front-rear Bremskreis-Aufteilung

Kundennutzen

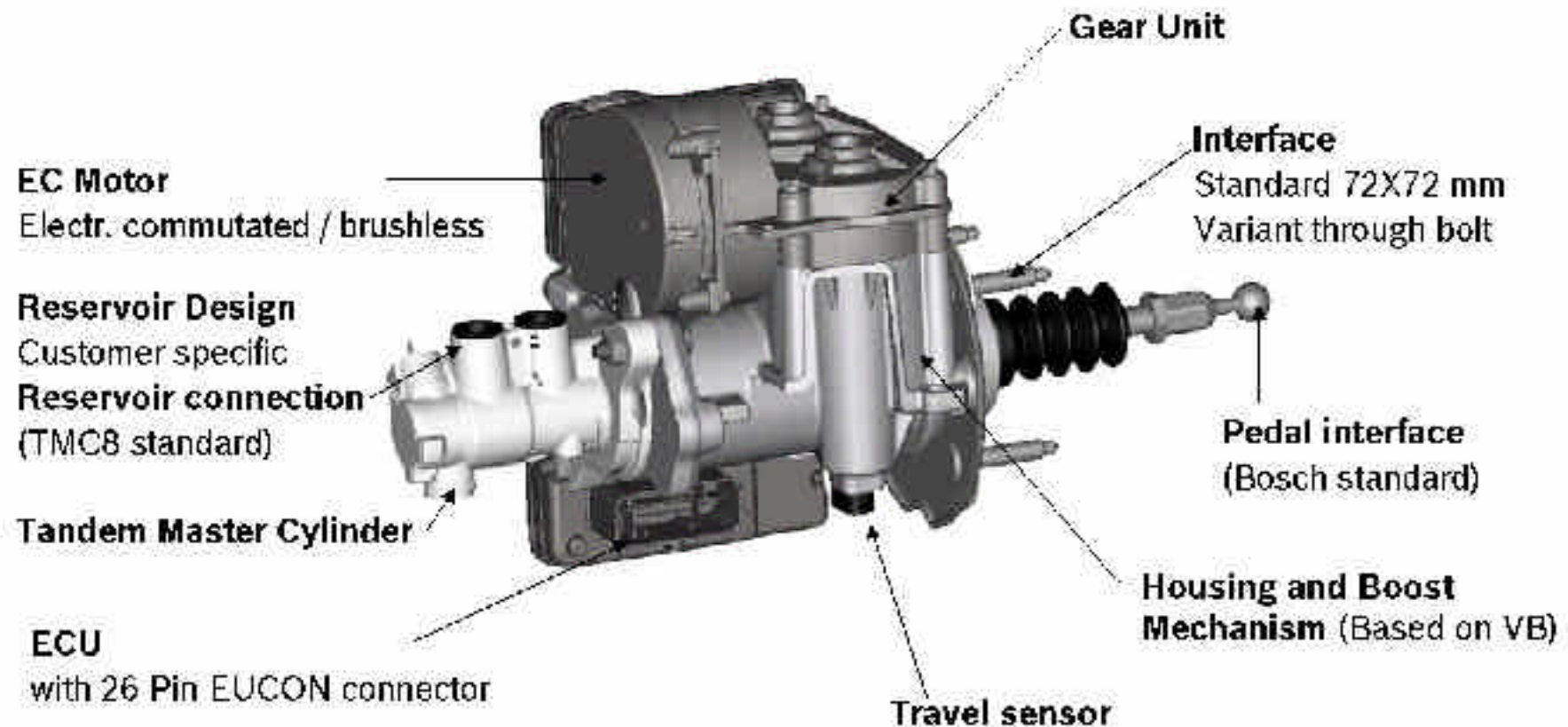
- Rekuperation mit hohem Komfort & Effizienz
- Sehr gutes Pedalgefühl
- Packaging innerhalb ESP® Box Volumen
- Back-up mit Verstärkung aller 4 Räder

Technik

- Hinterachse hydraulisch entkoppelt für regeneratives Bremsen
- Standard Aktuator
- Basierend auf eingeführten Komponenten



Design-Overview iBooster



Regenerative Bremssysteme

Konfigurationsbeispiele

Brake System	HEV		Plug-in HEV	EV EV REX
	mild	strong		
ESP® w/ RBC + VB 	• Combination w/ MVP or EVP • Low recuperation < 0,1g • Low cost			
ESP® hev + VB 	• Combination w/ MVP or EVP • Recuperation < 0,2g • Cost & performance optimized			
ESP® hev + iBooster 		• Combination w/ iBooster • Recuperation < 0,2g (target < 0,3g) • Modest cost for enhanced performance		
HAS hev 		• Vacuum independent • Recuperation up to 0,3g • High performance		

HEV: Hybrid Electric Vehicle

PHEV: Plug-in Hybrid Electric Vehicle

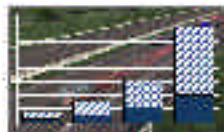
VB: vacuum booster

EV REX: Electric Vehicle with range extender

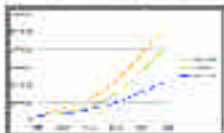
EV: Electric Vehicle

Vorteile des modularen Baukastens

Die Flexibilität ermöglicht eine Anpassung an unsichere Marktentwicklung



Installationsrate für Fahrerassistenz-Systeme



Marktanteil von Hybrid- und Elektrofahrzeugen



Vakuumbedarf für Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor



Performanz- und Preisentwicklung Vakuumpumpe

- Ein skalierbares Konzept ermöglicht eine flexible Antwort auf Funktions- und Preisanforderungen, Regionen und Fahrzeugsegmente mit minimalem Risiko für Fahrzeughersteller und Zulieferer

SVT 2012

Berlin, 5.-6. März 2012

Regenerative Bremssysteme

Durch Bremsen weiterkommen und CO₂ reduzieren



BOSCH

Invented for life

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit**