



Vorlesung

Automotive Software Engineering

Teil 8-1 Beispiele aus der Praxis

Sommersemester 2014

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

Bernhard.Hohlfeld@mailbox.tu-dresden.de

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik

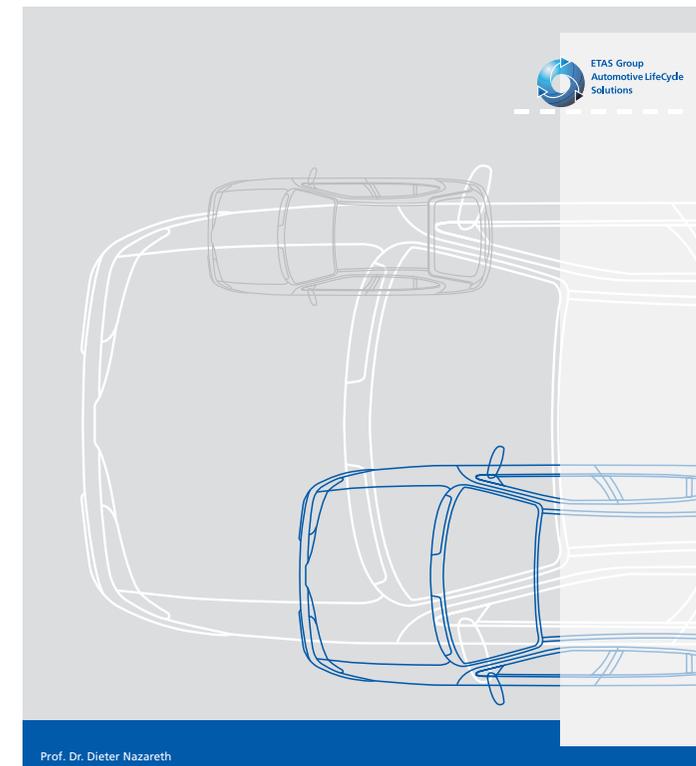
Honorarprofessur Automotive Software Engineering

Vorlesung Automotive Software Engineering

ETAS

| Motivation und Überblick | | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| Beispiele aus der Praxis | SW-Entwicklung | Normen und Standards |
| | E/E-Entwicklung | |
| | Das Automobil | |
| | Die Automobilherstellung | |
| | Die Automobilbranche | |

Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung



Lernziele Beispiele aus der Praxis

- Das Gelernte an einem praxisnahen Beispiel wieder erkennen und vertiefen.

Beispiele aus der Praxis

- Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

Quelle

ETAS

ETAS-Produkte ETAS Group

- Produktsuche
- Anwendungen & Lösungen
- Download Center
- Support Center
- Engineering-Dienstleistungen

→ Ausgewählte Veröffentlichungen

Sprache +Los Schnellzugriff +Los Suche +Los



| Produktfamilie / Kategorie | Produkt / Thema | Typ | Titel | Datum |
|------------------------------|---|---------------------------------|--|------------|
| INTECRIO, INCA, ES900, ASCET | INTECRIO, INCA V6.2, INCA V6.1, INCA V6, ES910, ASCET | Flyer / Broschüre / White Paper | Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung | 06.07.2010 |
| ASCET | ASCET | Hotfix | ASCET V5.1.4 Hotfix 21 DETECT | 05.07.2010 |
| ASCET | ASCET-SCM | Hotfix | ASCET-SCM V6.0.1 Hotfix 4 | 05.07.2010 |
| ETAS-Downloads | DTB | Flyer / Broschüre / White Paper | Diagnostic Tree Builder (DTB) Flyer | 02.07.2010 |
| INCA, ES700 | INCA V6.2, ES710/ES715 | Refresh/Update | ES710/ES715 Software V6.2.1 Service Pack 4 | 01.07.2010 |
| ASCET | ASCET | Hotfix | ASCET V6.0.1 Hotfix 10 | 24.06.2010 |
| ASCET | ASCET | Hotfix | ASCET V6.0.1 Hotfix 11 | 24.06.2010 |
| ASCET | ASCET | Hotfix | ASCET V6.0.1 Hotfix 12 | 24.06.2010 |
| ASCET | ASCET | Hotfix | ASCET V6.0.1 Hotfix 9 | 24.06.2010 |
| ASCET | ASCET | Bekannte Probleme und Beispiele | Known Issue Report ASCET | 24.06.2010 |
| INCA | CalIAV | Flyer / Broschüre / White Paper | Geführte und automatisierte Applikation von Motorsteuergeräten mit dem Werkzeug CalIAV® | 19.06.2010 |

948 Dokumente 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 weiter >>

© Copyright ETAS 2010 Feedback Glossar Sitemap Rechtliche Hinweise & Datenschutz RSS

http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

<http://www.ex-drive.de>

HOME PROJEKT AKTUELLES PRESSE TEAM PARTNER KNOWLEDGE IMPRESSUM 

HYBRIDANTRIEB FÜR ALLRADFAHRZEUG IM PREMIUMSEGMENT

PROJEKTARBEIT DER HOCHSCHULE LANDSHUT
Fakultät Maschinenbau unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing Prexler



Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung
2. Das Fahrzeug
3. Die Bordnetz-Architektur
4. Funktionsentwicklung mit ASCET
 1. Fahrpedal-Logik
 2. Berechnung des maximalen Drehmoments
 3. Drehmomentverteilung
 4. Drehmomentanstiegsbegrenzung
 5. Funktionsmodellierung
5. Die Erprobung
 1. Offline-Simulation
 2. Rapid Prototyping
6. Höhere Antriebsfunktion
7. Fazit
8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung

2. Das Fahrzeug

3. Die Bordnetz-Architektur

4. Funktionsentwicklung mit ASCET

1. Fahrpedal-Logik

2. Berechnung des maximalen Drehmoments

3. Drehmomentverteilung

4. Drehmomentanstiegsbegrenzung

5. Funktionsmodellierung

5. Die Erprobung

1. Offline-Simulation

2. Rapid Prototyping

6. Höhere Antriebsfunktion

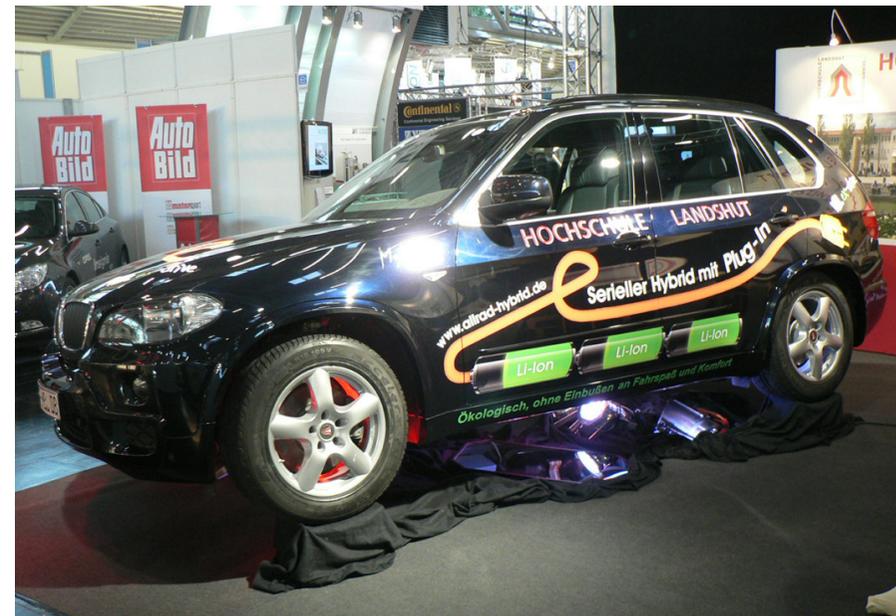
7. Fazit

8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Einleitung

- Hybride Antriebe für Kraftfahrzeuge sind in aller Munde. Alle Automobilhersteller und viele Zulieferer arbeiten an entsprechenden Konzepten und Komponenten. Um die Studenten praxisnah an diesen aktuellen Themen auszubilden, hatte der Maschinenbauprofessor Dr. Prexler die Idee, mit Studenten in drei Semestern einen fahrbaren Prototyp mit Hybridantrieb zu entwickeln. In einem Gemeinschaftsprojekt der Fakultäten Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik der Hochschule Landshut ist es gelungen, in nur 18 Monaten einen fahrbereiten seriellen Plug-in-Hybrid mit dem Namen „MBL ex-drive“ zu entwickeln.



Serieller Plug-in-Hybrid auf Basis eines BMW X5

Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung

2. Das Fahrzeug

3. Die Bordnetz-Architektur

4. Funktionsentwicklung mit ASCET

1. Fahrpedal-Logik

2. Berechnung des maximalen Drehmoments

3. Drehmomentverteilung

4. Drehmomentanstiegsbegrenzung

5. Funktionsmodellierung

5. Die Erprobung

1. Offline-Simulation

2. Rapid Prototyping

6. Höhere Antriebsfunktion

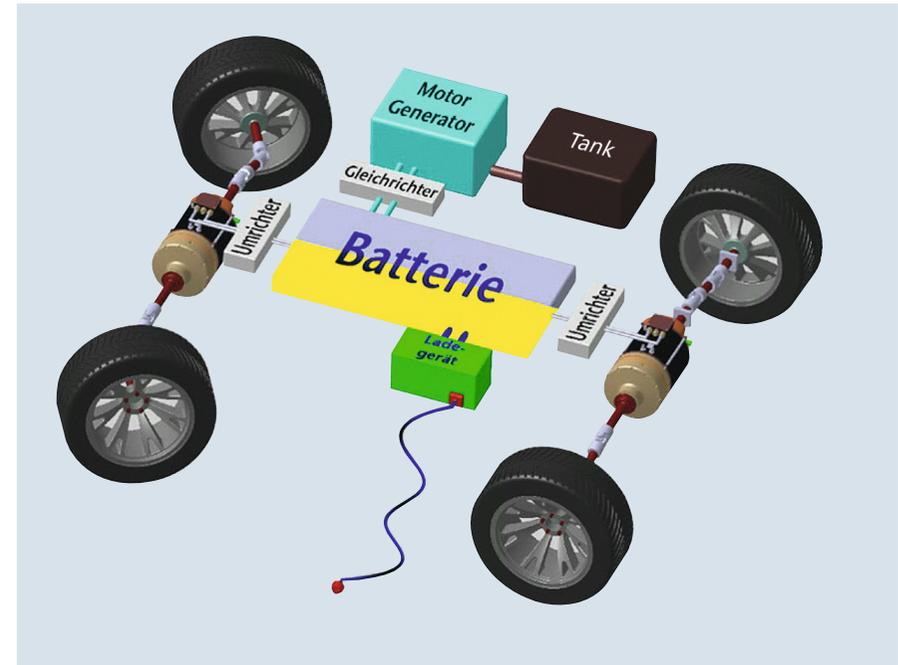
7. Fazit

8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Das Fahrzeug (1)

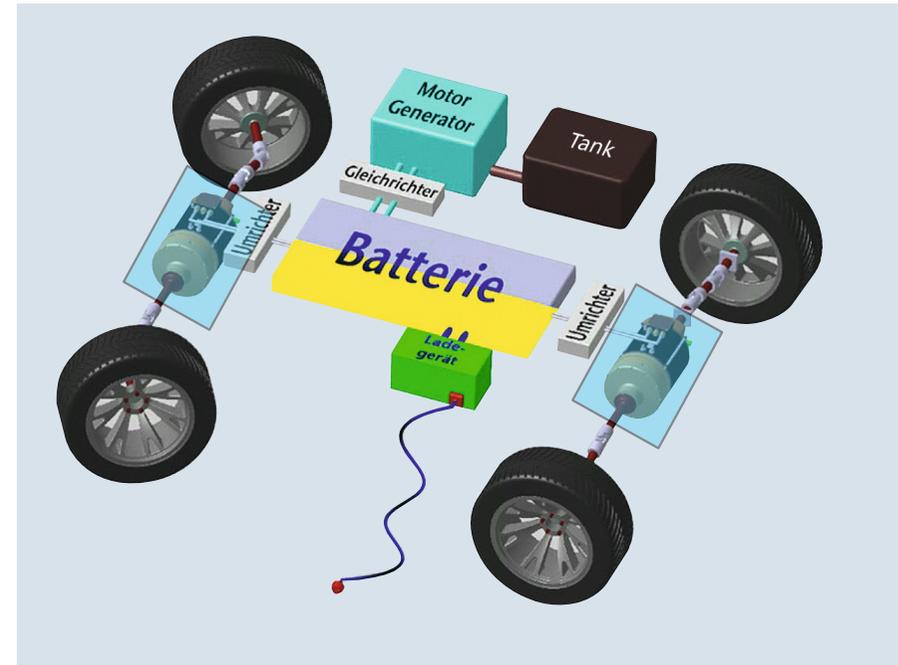
- Basisfahrzeug war ein von der BMW AG zur Verfügung gestellter BMW X5. Aus diesem Fahrzeug wurde der gesamte konventionelle Antriebsstrang entfernt. Als Antrieb dienen nun zwei in den beiden Achsen verbaute Elektromotoren. Damit steht, wie im ursprünglichen Basisfahrzeug, ein Allradantrieb zur Verfügung.



Komponenten des Hybridantriebs

Das Fahrzeug (2) - Elektromotoren

- Basisfahrzeug war ein von der BMW AG zur Verfügung gestellter BMW X5. Aus diesem Fahrzeug wurde der gesamte konventionelle Antriebsstrang entfernt. Als Antrieb dienen nun zwei in den beiden Achsen verbaute Elektromotoren. Damit steht, wie im ursprünglichen Basisfahrzeug, ein Allradantrieb zur Verfügung.



Komponenten des Hybridantriebs

Das Fahrzeug (3) - Batterien

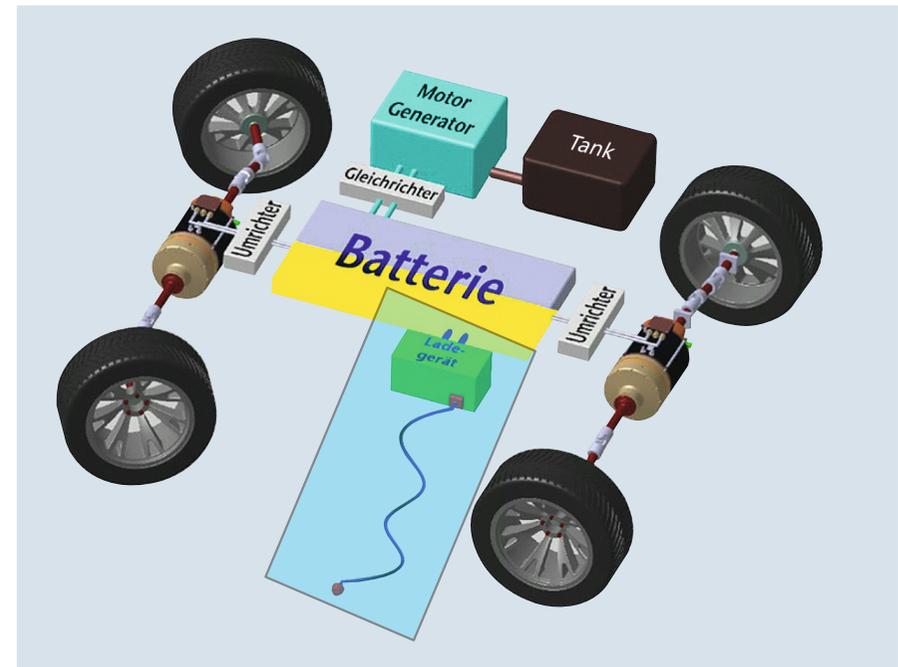
- Die dritte Sitzreihe des X5 musste den Lithium-Ionen-Batterien weichen, die zusammen eine Spannung von 400 V liefern. Aufgeladen werden die Batterien bequem über eine normale 230 V Steckdose (Plug-in-Hybrid). Die bei einem konventionellen Antrieb verlorene Bremsenergie wird beim X5 Hybrid durch die so genannte Rekuperation zurückgewonnen und wieder in der Batterie gespeichert. Die Kapazität der Batterien bietet dadurch eine Reichweite von bis zu 100 km.



Einbau der Lithium-Ionen-Batterien im Heck

Das Fahrzeug (4) - Aufladen der Batterien

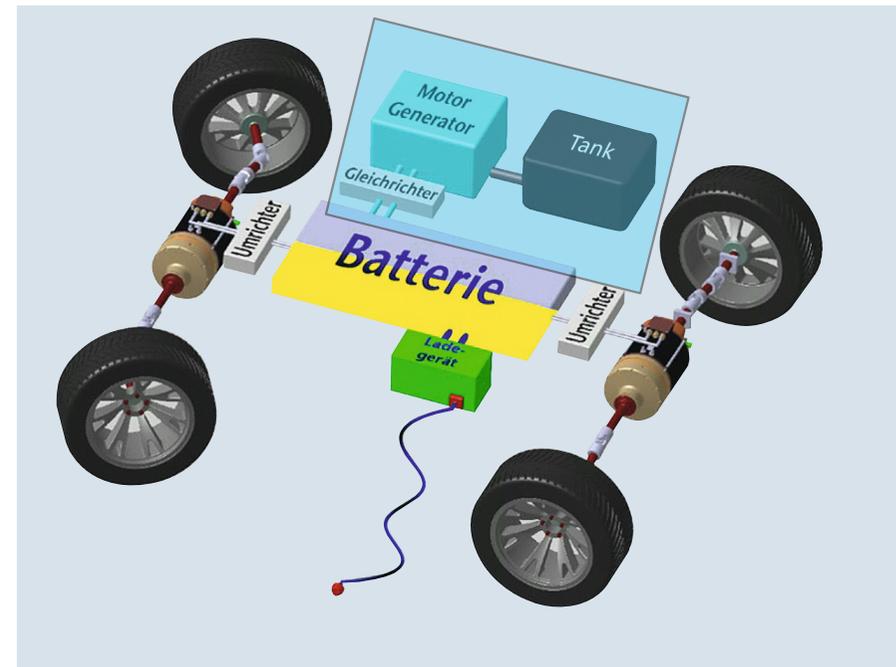
- Die dritte Sitzreihe des X5 musste den Lithium-Ionen-Batterien weichen, die zusammen eine Spannung von 400 V liefern. Aufgeladen werden die Batterien bequem über eine normale 230 V Steckdose (Plug-in-Hybrid). Die bei einem konventionellen Antrieb verlorene Bremsenergie wird beim X5 Hybrid durch die so genannte Rekuperation zurückgewonnen und wieder in der Batterie gespeichert. Die Kapazität der Batterien bietet dadurch eine Reichweite von bis zu 100 km.



Komponenten des Hybridantriebs

Das Fahrzeug (5) - Range Extender

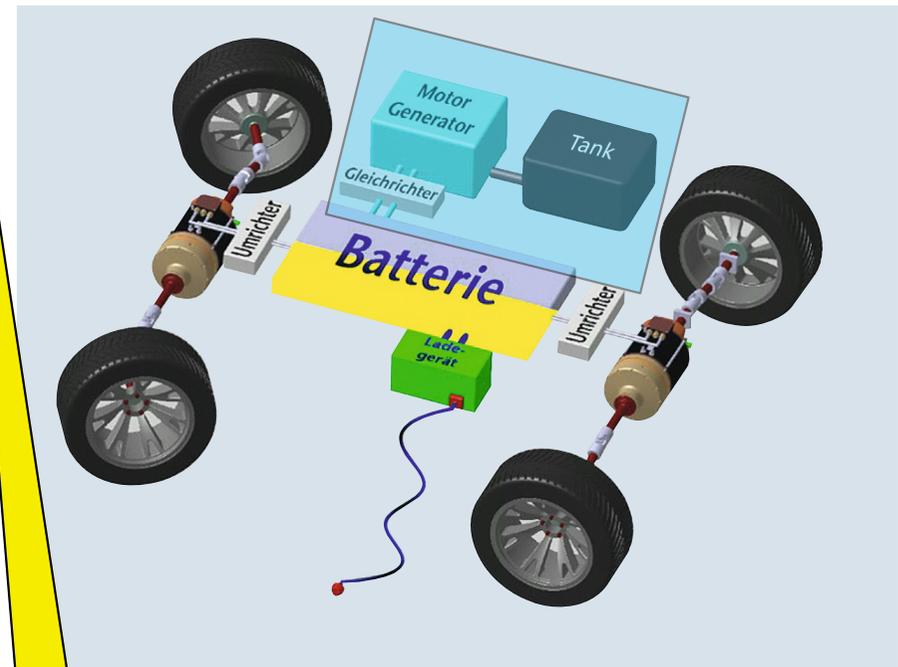
- Über einen Range Extender kann die Reichweite jedoch deutlich erhöht werden. Ein Dieselmotor treibt dabei einen Generator an, der die Batterie während der Fahrt auflädt. Der Dieselmotor stammt ursprünglich aus einem Notstromaggregat und wird stationär im verbrauchsoptimalen Betriebspunkt betrieben. Diese Art von Hybrid wird als serieller Hybrid bezeichnet. Die Komplexität ist gegenüber einem parallelen Hybrid, bei dem zwei Antriebsarten verwendet werden, deutlich geringer.



Komponenten des Hybridantriebs

Das Fahrzeug (5) - Range Extender

- Über einen Range Extender kann die Reichweite jedoch deutlich erhöht werden. Ein Dieselmotor treibt dabei einen Generator an, der die Batterie während der Fahrt auflädt. Der Dieselmotor stammt ursprünglich aus einem Notstromaggregat und wird stationär im verbrauchsoptimalen Betriebspunkt betrieben. Diese Art von Hybrid wird als serieller Hybrid bezeichnet. Die Komplexität ist gegenüber einem parallelen Hybrid, bei dem zwei Antriebsarten verwendet werden, deutlich geringer.



Komponenten des Hybridantriebs

Notstromaggregat

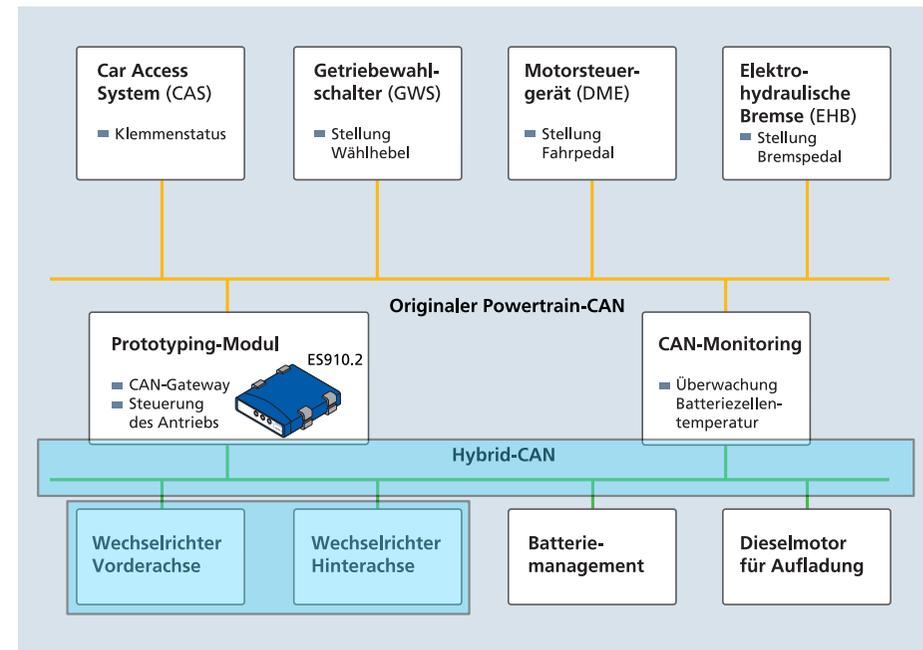
Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung
2. Das Fahrzeug
- 3. Die Bordnetz-Architektur**
4. Funktionsentwicklung mit ASCET
 1. Fahrpedal-Logik
 2. Berechnung des maximalen Drehmoments
 3. Drehmomentverteilung
 4. Drehmomentanstiegsbegrenzung
 5. Funktionsmodellierung
5. Die Erprobung
 1. Offline-Simulation
 2. Rapid Prototyping
6. Höhere Antriebsfunktion
7. Fazit
8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Die Bordnetz-Architektur (1)

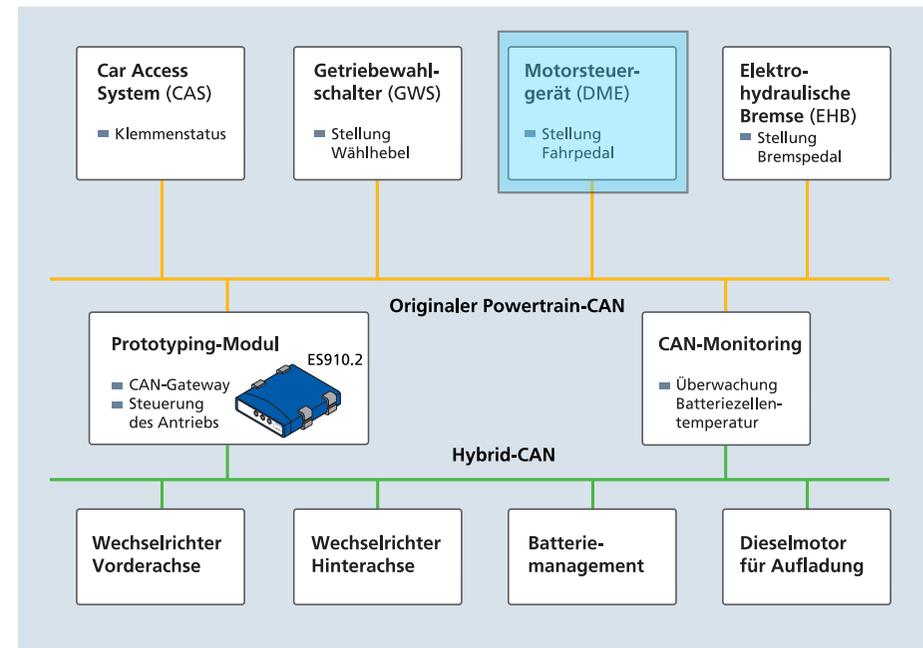
- Nicht nur der Antriebsstrang des X5 wurde modifiziert, auch beim Bordnetz des Fahrzeugs gab es Änderungen. Um so wenig wie möglich in das bestehende Bordnetz eingreifen zu müssen, wurden für die neuen Hybridfunktionen ein weiterer CAN-Bus, der Hybrid-CAN, hinzugefügt. An diesem neuen Bus sind die beiden Wechselrichter (DMC) angeschlossen, welche die Elektroantriebe mit Wechselspannung versorgen.
- DMC = Digital Motion Control



CAN-Bus-Architektur

Die Bordnetz-Architektur (2)

- Das Original-Motorsteuergerät (DME) verbleibt im Fahrzeug, ist aber nun lediglich für das Einlesen der Fahrpedalstellung zuständig. Als Steuergerät für die neuen Hybridfunktionen wird ein Rapid Prototyping-Modul ES910 verwendet, das gleichzeitig als Gateway zwischen dem originalen Powertrain-CAN und dem Hybrid-CAN dient. Die ES910 übernimmt ferner die Bus-Kommunikation des entfernten Getriebesteuergeräts. Damit ist es möglich, über ein kompaktes Modul, das im Beifahrerfußraum verbaut werden konnte, alle Funktionen in Echtzeit auszuführen.

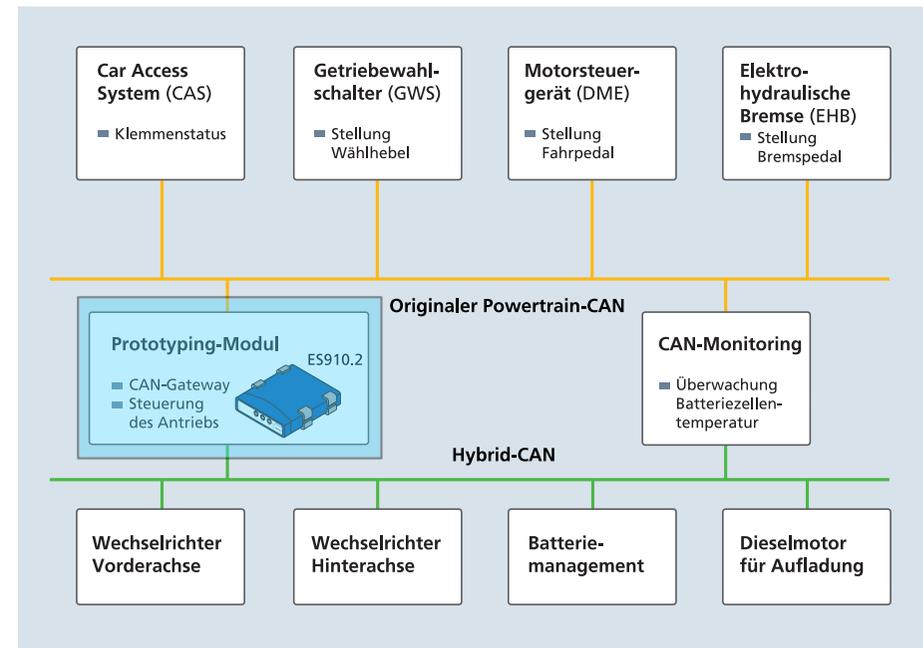


DME

Digitale Motorelektrik Konventionelles Motorsteuergerät des BMW X5.

Die Bordnetz-Architektur (3)

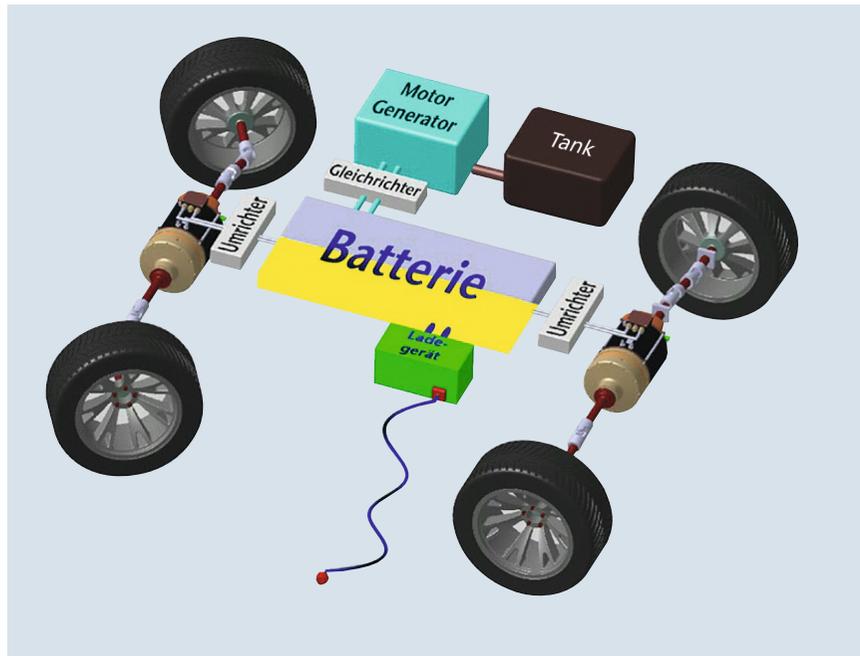
- Das Original-Motorsteuergerät (DME) verbleibt im Fahrzeug, ist aber nun lediglich für das Einlesen der Fahrpedalstellung zuständig. Als Steuergerät für die neuen Hybridfunktionen wird ein Rapid Prototyping-Modul ES910 verwendet, das gleichzeitig als Gateway zwischen dem originalen Powertrain-CAN und dem Hybrid-CAN dient. Die ES910 übernimmt ferner die Bus-Kommunikation des entfernten Getriebesteuergeräts. Damit ist es möglich, über ein kompaktes Modul, das im Beifahrerfußraum verbaut werden konnte, alle Funktionen in Echtzeit auszuführen.



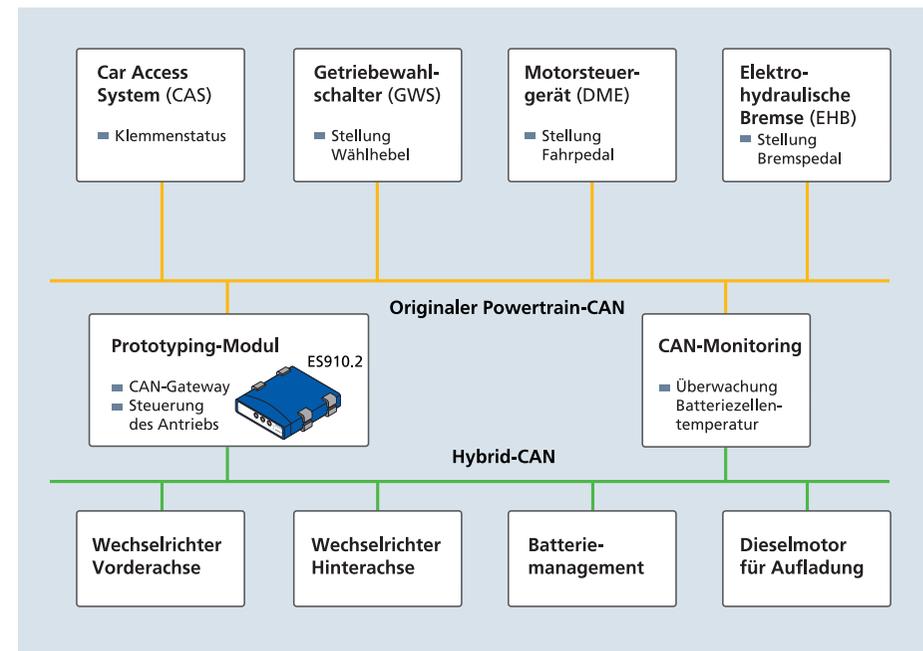
DME

Digitale Motorelektrik Konventionelles Motorsteuergerät des BMW X5.

Die Bordnetz-Architektur (4)

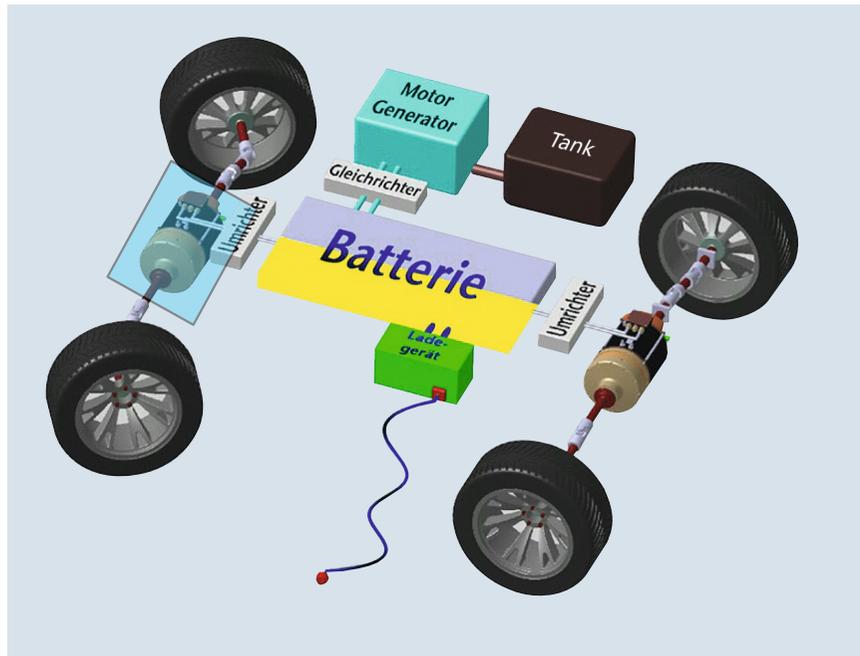


Komponenten des Hybridantriebs

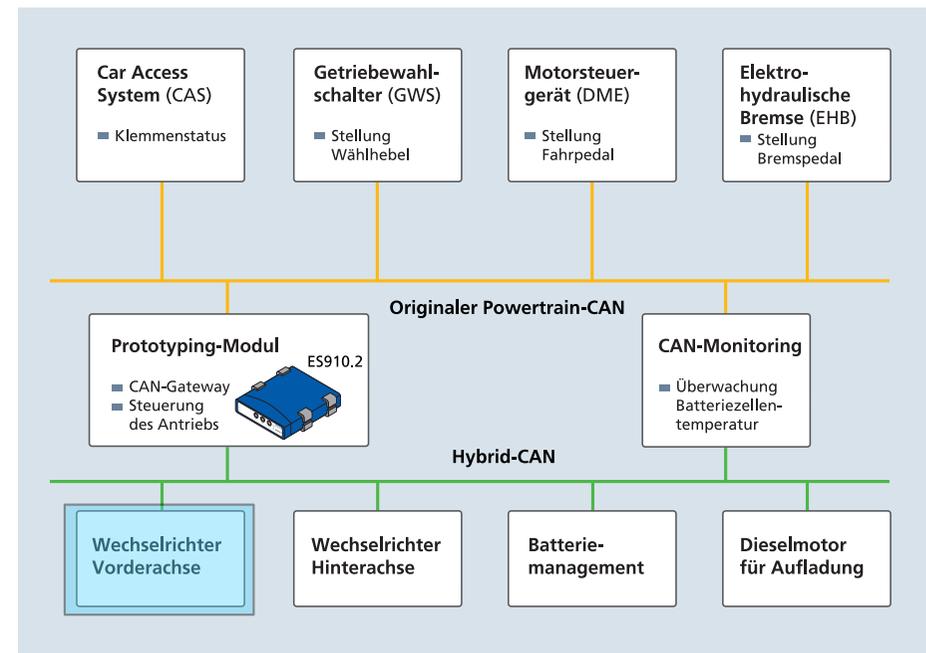


CAN-Bus-Architektur

Die Bordnetz-Architektur (5)

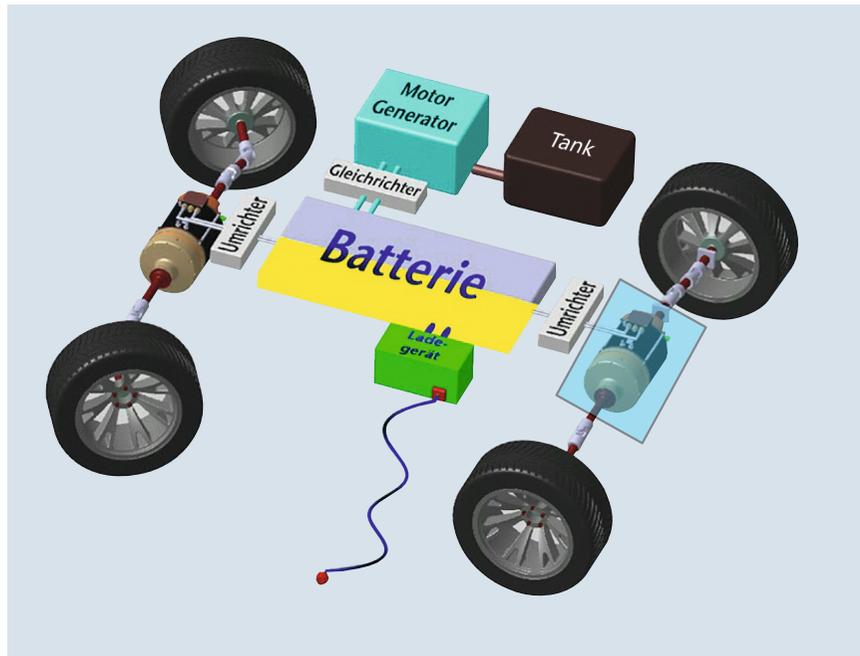


Komponenten des Hybridantriebs

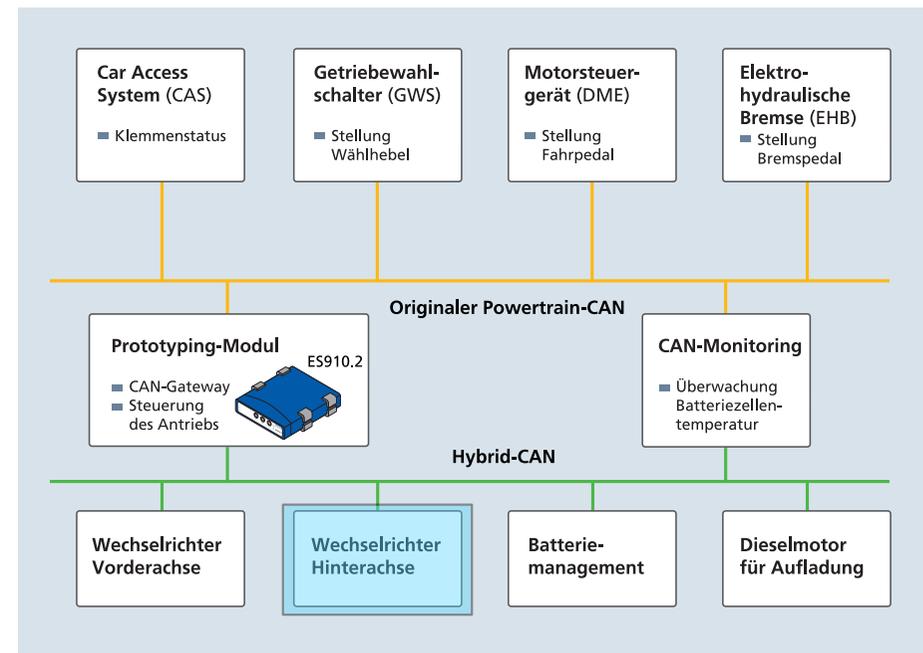


CAN-Bus-Architektur

Die Bordnetz-Architektur (6)

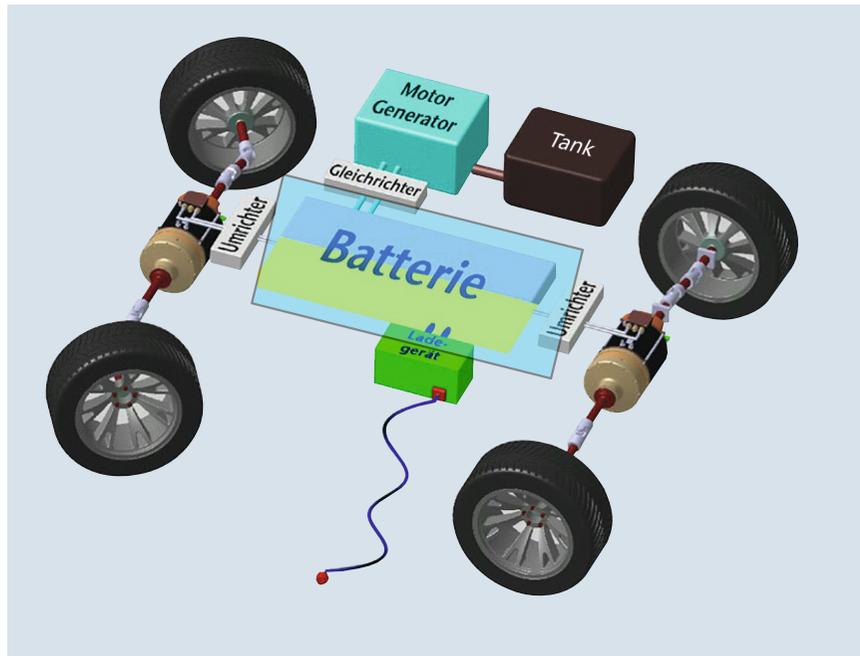


Komponenten des Hybridantriebs

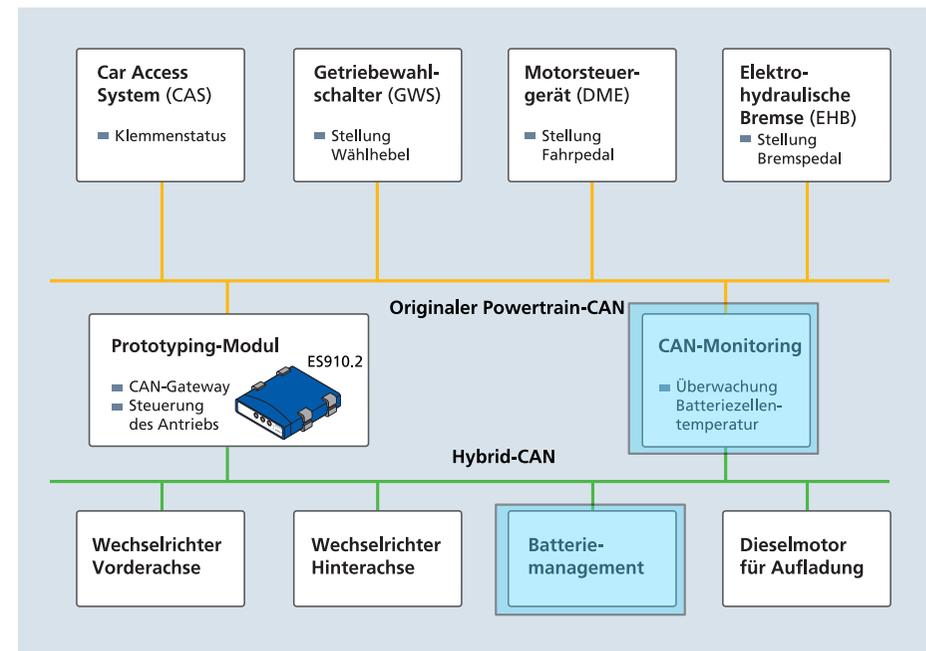


CAN-Bus-Architektur

Die Bordnetz-Architektur (7)

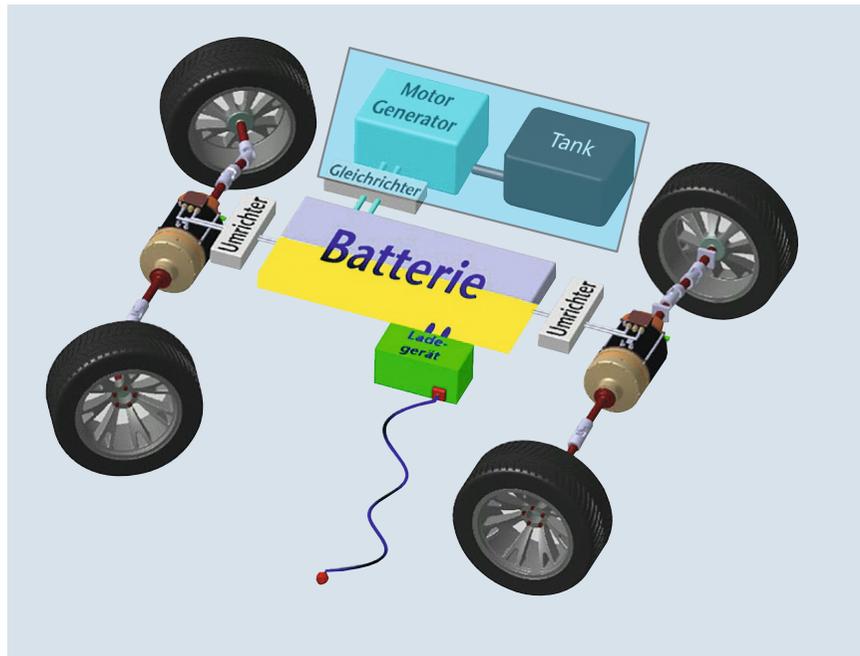


Komponenten des Hybridantriebs

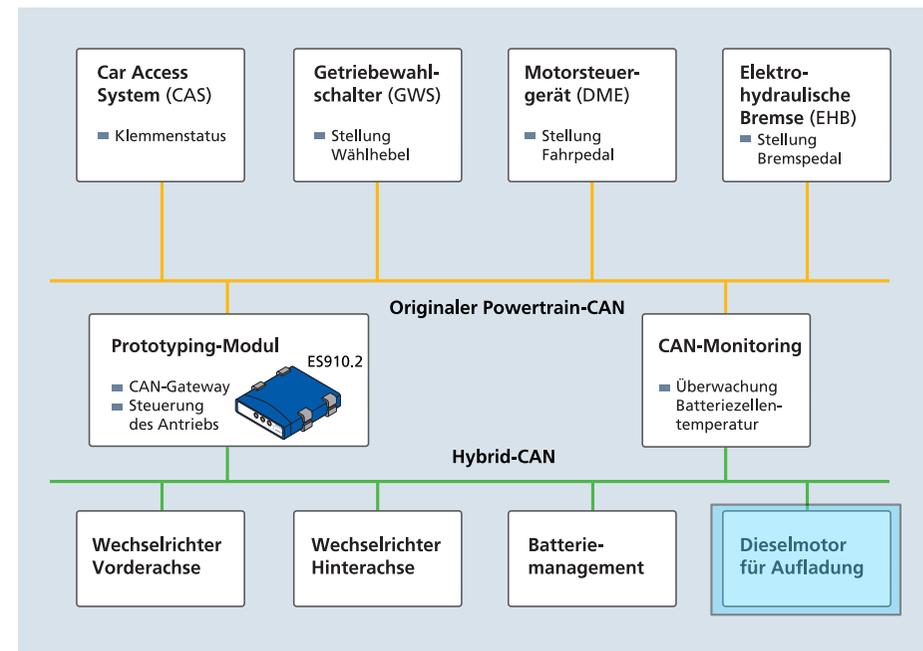


CAN-Bus-Architektur

Die Bordnetz-Architektur (8)



Komponenten des Hybridantriebs



CAN-Bus-Architektur

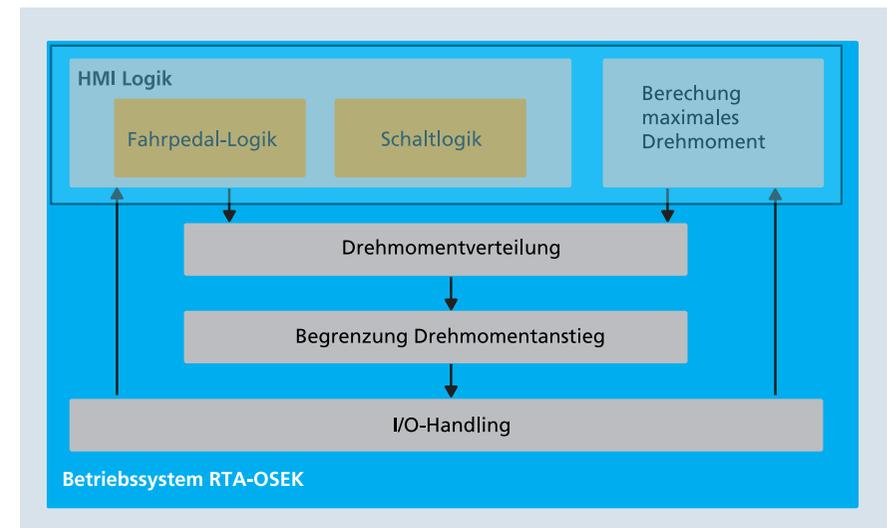
Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung
2. Das Fahrzeug
3. Die Bordnetz-Architektur
- 4. Funktionsentwicklung mit ASCET**
 - 1. Fahrpedal-Logik**
 2. Berechnung des maximalen Drehmoments
 3. Drehmomentverteilung
 4. Drehmomentanstiegsbegrenzung
 5. Funktionsmodellierung
5. Die Erprobung
 1. Offline-Simulation
 2. Rapid Prototyping
6. Höhere Antriebsfunktion
7. Fazit
8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Funktionsentwicklung mit ASCET (1)

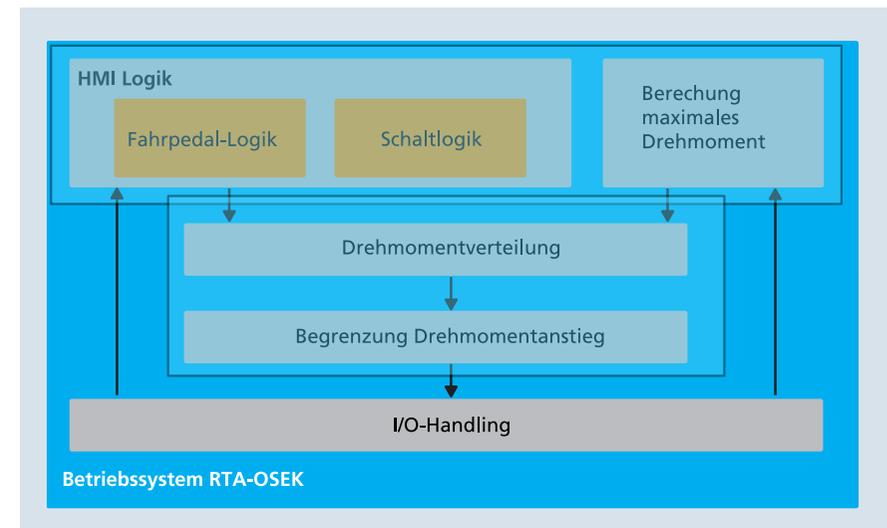
- Bei der Entwicklung der neuen Hybridfunktionen wurde auf die bewährten Entwicklungswerkzeuge von ETAS zurückgegriffen. Ziel war es, in möglichst kurzer Zeit einen Prototyp zu entwickeln, mit dem man konkrete Erfahrungen sammeln kann. Die Funktionsentwicklung erfolgte mit dem Entwicklungswerkzeug ASCET. Die Antriebsfunktionen wurden durch eine Schichtenarchitektur strukturiert. Die oberste Schicht bilden das Mensch-Maschine-Interface (HMI) und die Berechnung des maximalen Drehmoments. Darunter befinden sich die Drehmomentverteilung und die Drehmomentanstiegsbegrenzung. Die unterste Schicht ist verantwortlich für die CAN-Kommunikation.



Software-Architektur

Funktionsentwicklung mit ASCET (2)

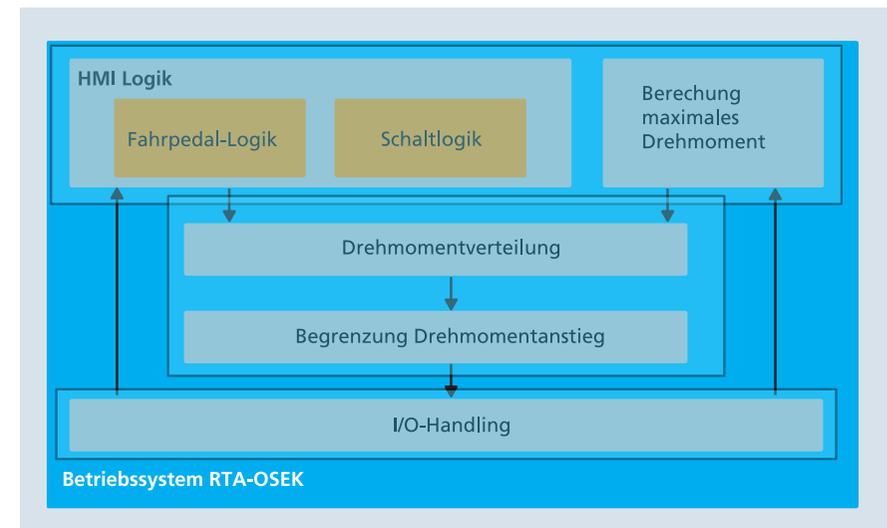
- Bei der Entwicklung der neuen Hybridfunktionen wurde auf die bewährten Entwicklungswerkzeuge von ETAS zurückgegriffen. Ziel war es, in möglichst kurzer Zeit einen Prototyp zu entwickeln, mit dem man konkrete Erfahrungen sammeln kann. Die Funktionsentwicklung erfolgte mit dem Entwicklungswerkzeug ASCET. Die Antriebsfunktionen wurden durch eine Schichtenarchitektur strukturiert. Die oberste Schicht bilden das Mensch-Maschine-Interface (HMI) und die Berechnung des maximalen Drehmoments. Darunter befinden sich die Drehmomentverteilung und die Drehmomentanstiegsbegrenzung. Die unterste Schicht ist verantwortlich für die CAN-Kommunikation.



Software-Architektur

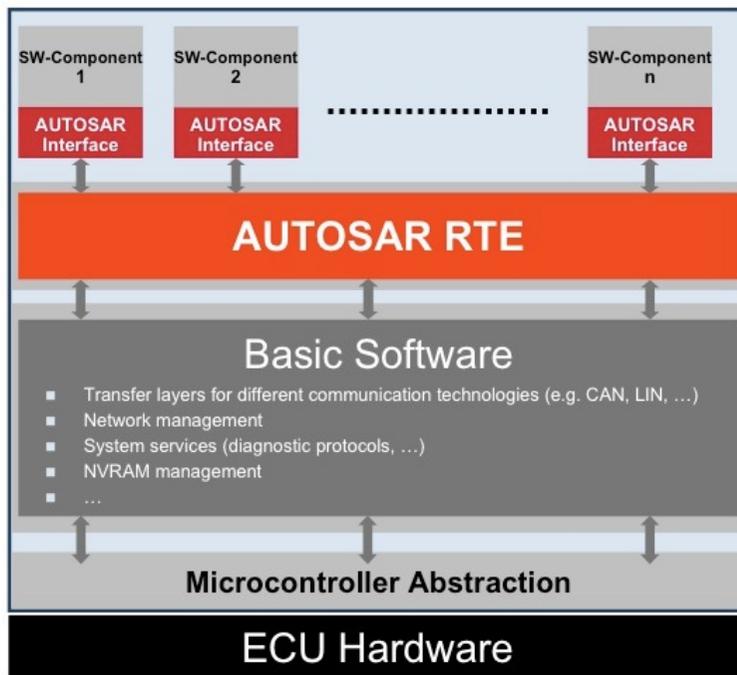
Funktionsentwicklung mit ASCET (3)

- Bei der Entwicklung der neuen Hybridfunktionen wurde auf die bewährten Entwicklungswerkzeuge von ETAS zurückgegriffen. Ziel war es, in möglichst kurzer Zeit einen Prototyp zu entwickeln, mit dem man konkrete Erfahrungen sammeln kann. Die Funktionsentwicklung erfolgte mit dem Entwicklungswerkzeug ASCET. Die Antriebsfunktionen wurden durch eine Schichtenarchitektur strukturiert. Die oberste Schicht bilden das Mensch-Maschine-Interface (HMI) und die Berechnung des maximalen Drehmoments. Darunter befinden sich die Drehmomentverteilung und die Drehmomentanstiegsbegrenzung. Die unterste Schicht ist verantwortlich für die CAN-Kommunikation.

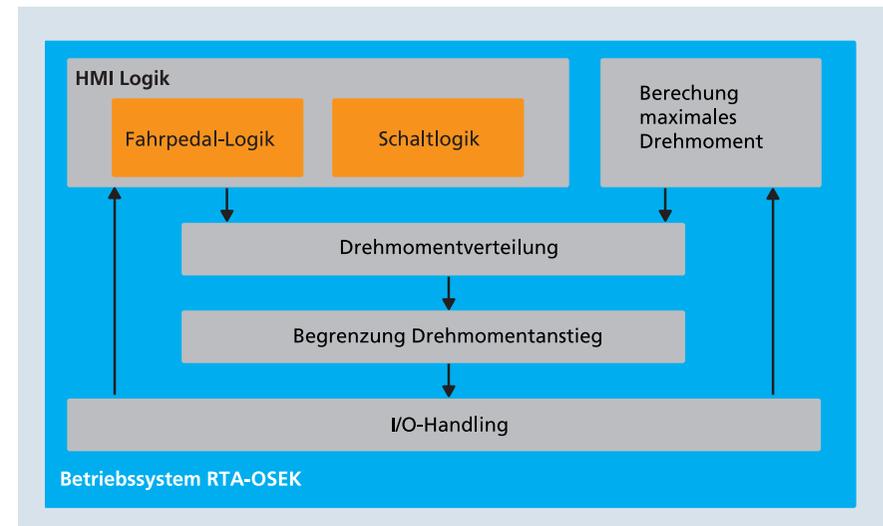


Software-Architektur

Vergleich mit AUTOSAR (1)

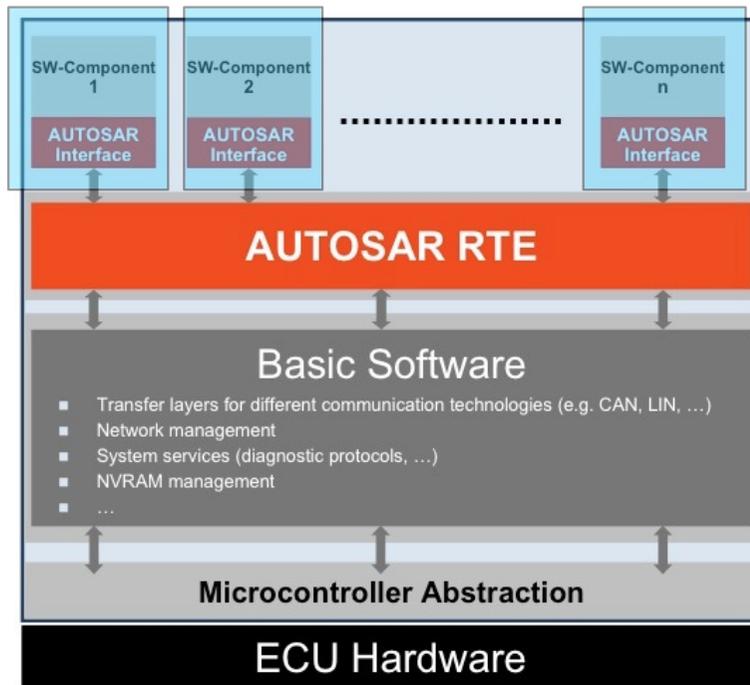


AUTOSAR Architekturkonzept

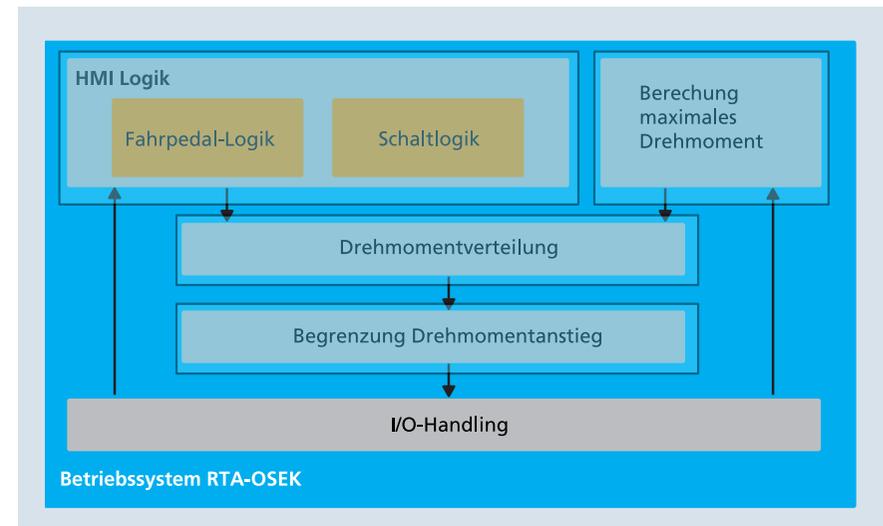


Software-Architektur

Vergleich mit AUTOSAR (2)

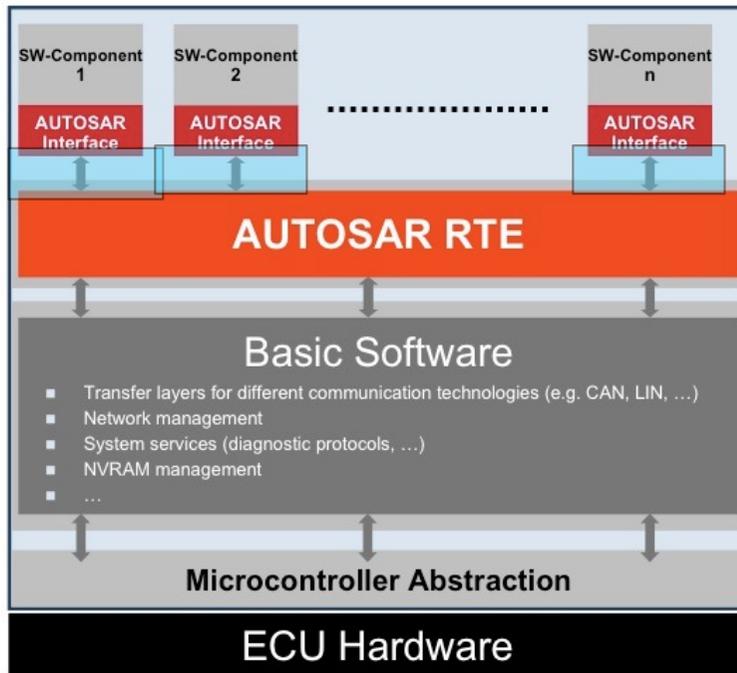


AUTOSAR Architekturkonzept

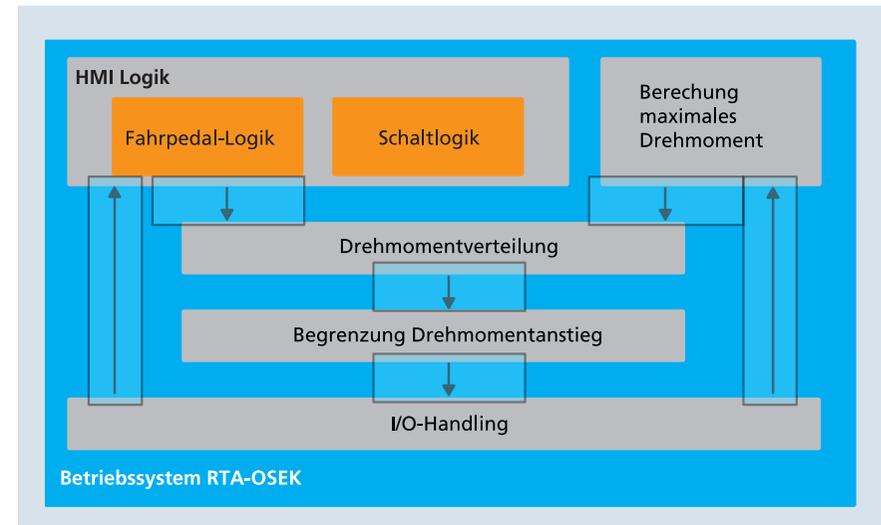


Software-Architektur

Vergleich mit AUTOSAR (3)

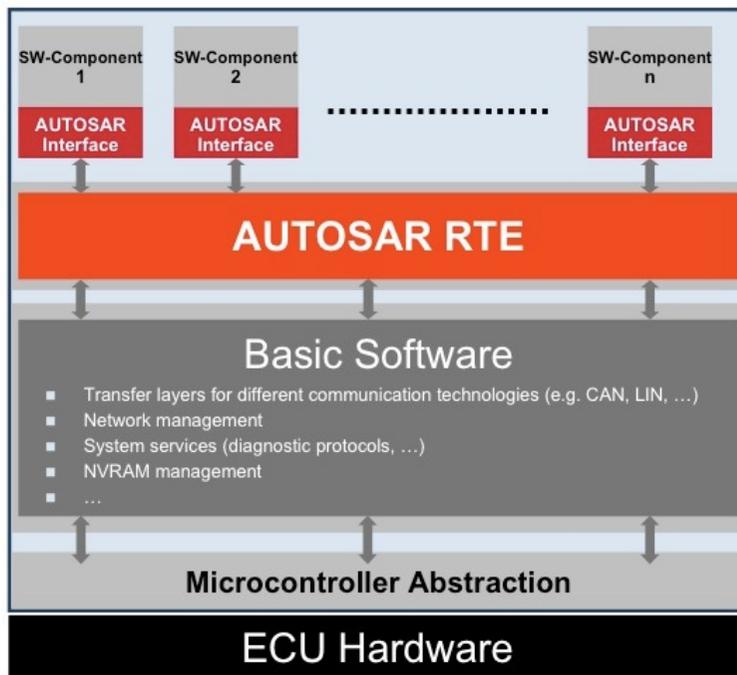


AUTOSAR Architekturkonzept

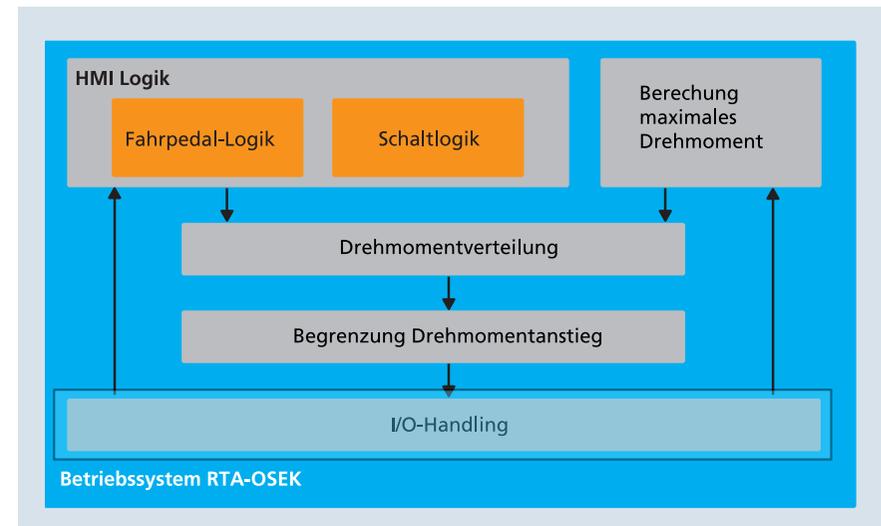


Software-Architektur

Vergleich mit AUTOSAR (4)



AUTOSAR Architekturkonzept



I/O-Handling:

Bei AUTOSAR-konformer Entwicklung nicht Teil der Funktionsentwicklung, sondern in der System Description CAN.Kommunikation: Teil der Basis-Software

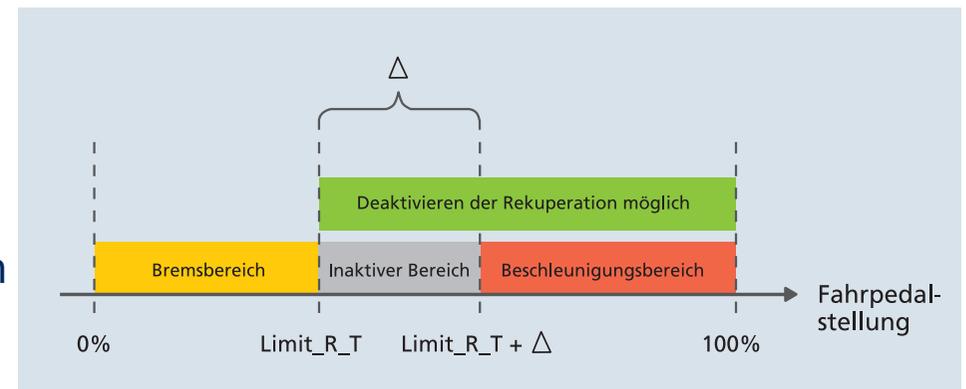
Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

1. Einleitung
2. Das Fahrzeug
3. Die Bordnetz-Architektur
4. Funktionsentwicklung mit ASCET
 - 1. Fahrpedal-Logik**
 2. Berechnung des maximalen Drehmoments
 3. Drehmomentverteilung
 4. Drehmomentanstiegsbegrenzung
 5. Funktionsmodellierung
5. Die Erprobung
 1. Offline-Simulation
 2. Rapid Prototyping
6. Höhere Antriebsfunktion
7. Fazit
8. Abkürzungsverzeichnis

Quelle: http://www.etas.com/de/products/download_center.php?entrylist=13992

Fahrpedal-Logik (1)

- Da die konventionelle Bremse aus Sicherheitsgründen nicht verändert wurde, wird über das Fahrpedal sowohl beschleunigt, als auch elektrisch gebremst (rekuperiert). Die Wegstrecke des Fahrpedals wird dabei, in Abhängigkeit vom Rekuperierzustand in drei unterschiedliche Funktionsbereiche aufgeteilt:
 - Bremsbereich
Das Fahrzeug wird entgegen der Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, abgebremst.
 - Inaktiver Bereich
In diesem Bereich wird das Fahrzeug weder beschleunigt noch abgebremst.
 - Beschleunigungsbereich
Das Fahrzeug wird in die Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, beschleunigt.

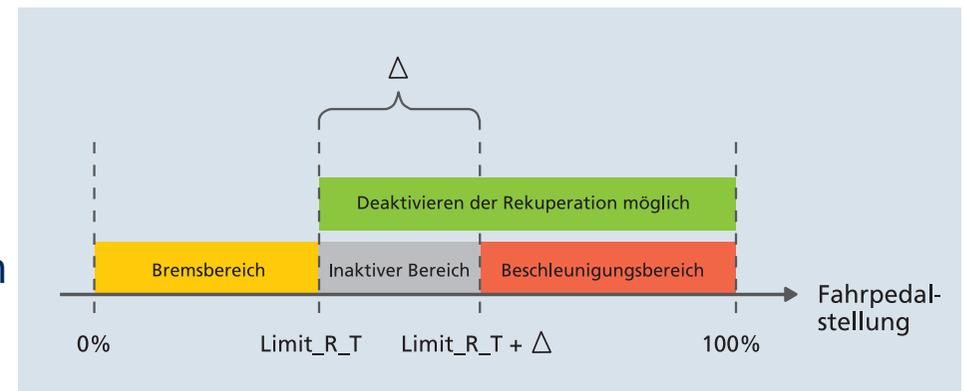


Fahrpedalkennlinien

Fahrpedal-Logik (2)

- Da die konventionelle Bremse aus Sicherheitsgründen nicht verändert wurde, wird über das Fahrpedal sowohl beschleunigt, als auch elektrisch gebremst (rekuperiert). Die Wegstrecke des Fahrpedals wird dabei, in Abhängigkeit vom Rekuperierzustand in drei unterschiedliche Funktionsbereiche aufgeteilt:

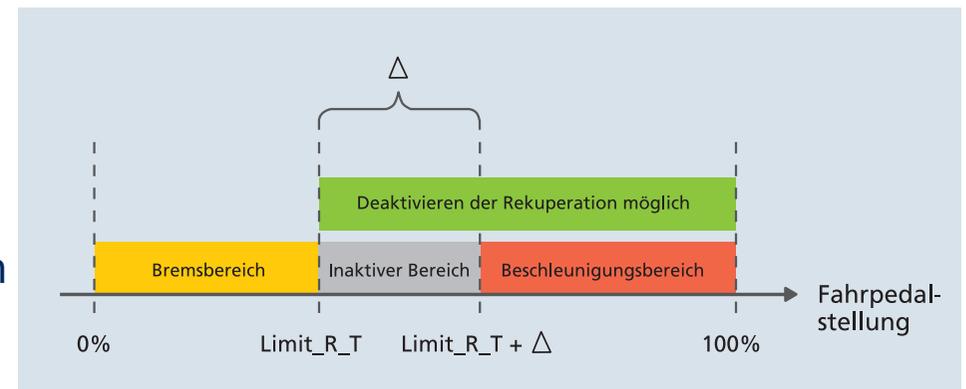
- Bremsbereich**
 Das Fahrzeug wird entgegen der Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, abgebremst.
- Inaktiver Bereich**
 In diesem Bereich wird das Fahrzeug weder beschleunigt noch abgebremst.
- Beschleunigungsbereich**
 Das Fahrzeug wird in die Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, beschleunigt.



Fahrpedalkennlinien

Fahrpedal-Logik (3)

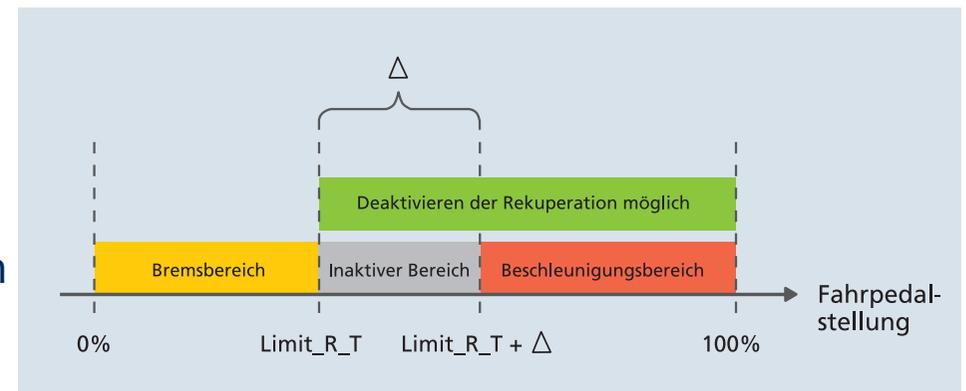
- Da die konventionelle Bremse aus Sicherheitsgründen nicht verändert wurde, wird über das Fahrpedal sowohl beschleunigt, als auch elektrisch gebremst (rekuperiert). Die Wegstrecke des Fahrpedals wird dabei, in Abhängigkeit vom Rekuperierzustand in drei unterschiedliche Funktionsbereiche aufgeteilt:
 - Bremsbereich
Das Fahrzeug wird entgegen der Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, abgebremst.
 - Inaktiver Bereich
In diesem Bereich wird das Fahrzeug weder beschleunigt noch abgebremst.
 - Beschleunigungsbereich
Das Fahrzeug wird in die Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, beschleunigt.



Fahrpedalkennlinien

Fahrpedal-Logik (4)

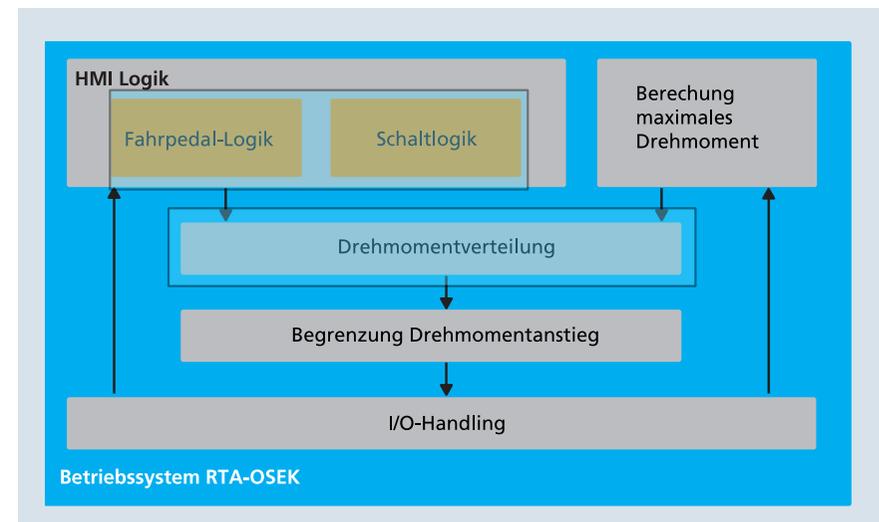
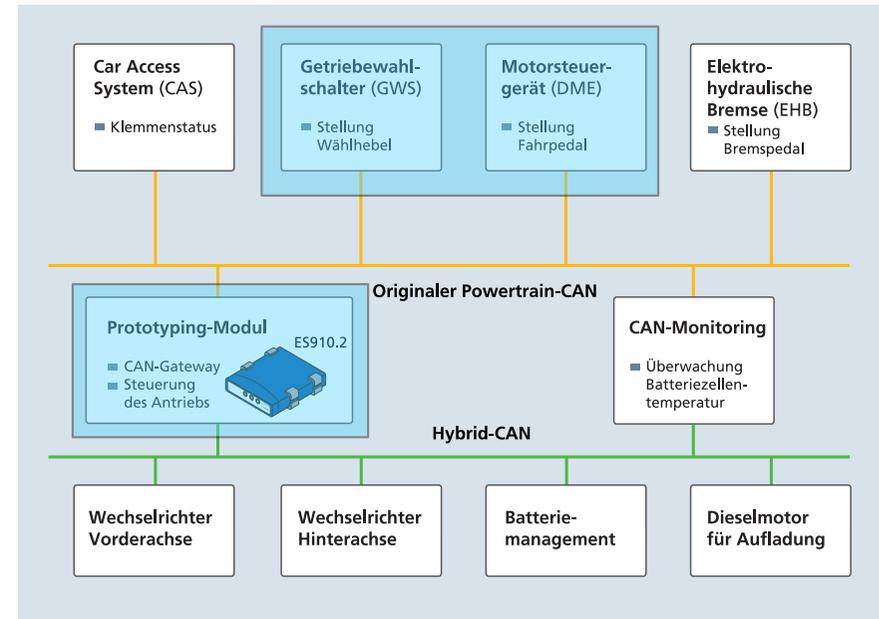
- Da die konventionelle Bremse aus Sicherheitsgründen nicht verändert wurde, wird über das Fahrpedal sowohl beschleunigt, als auch elektrisch gebremst (rekuperiert). Die Wegstrecke des Fahrpedals wird dabei, in Abhängigkeit vom Rekuperierzustand in drei unterschiedliche Funktionsbereiche aufgeteilt:
 - Bremsbereich
Das Fahrzeug wird entgegen der Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, abgebremst.
 - Inaktiver Bereich
In diesem Bereich wird das Fahrzeug weder beschleunigt noch abgebremst.
 - Beschleunigungsbereich
Das Fahrzeug wird in die Richtung, die der eingelegten Fahrstufe entspricht, beschleunigt.



Fahrpedalkennlinien

Fahrpedal-Logik (5)

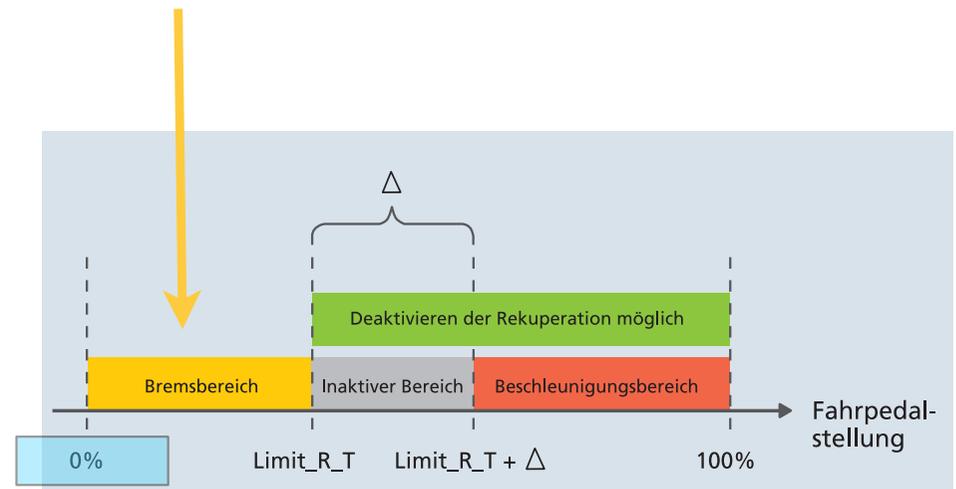
- Die Funktion des Rekuperierens muss auch ausgeschaltet werden können. So kann verhindert werden, dass die Batterien bei lang andauernder Bergabfahrt überladen werden. Bei der Fahrpedalkennlinie muss deshalb unterschieden werden, ob Rekuperieren aktiviert oder deaktiviert ist. In Abhängigkeit hiervon, sowie der Stellung des Fahrpedals und der eingelegten Fahrstufe, wird dann die entsprechende Soll-Drehmomentvorgabe berechnet. Die Anwendung des jeweiligen Funktionsbereichs sowie die Berechnung der entsprechenden Soll-Drehmomentvorgabe, erfolgt nach folgendem Prinzip (Folgende Folien)



Fahrpedal-Logik (6)

- Bremsbereich:
Bremsen durch Rekuperieren

Bei einer Stellung von 0 bis LIMIT_R_T und wenn zugleich das Rekuperieren als Funktion aktiviert ist. Eine Stellung des Fahrpedals von 0% entspricht hierbei dem vollen Rekuperieren (maximale Soll-Bremsschubvorgabe), LIMIT_R_T der Stellung entspricht einer Soll-Bremsschubvorgabe von 0%.

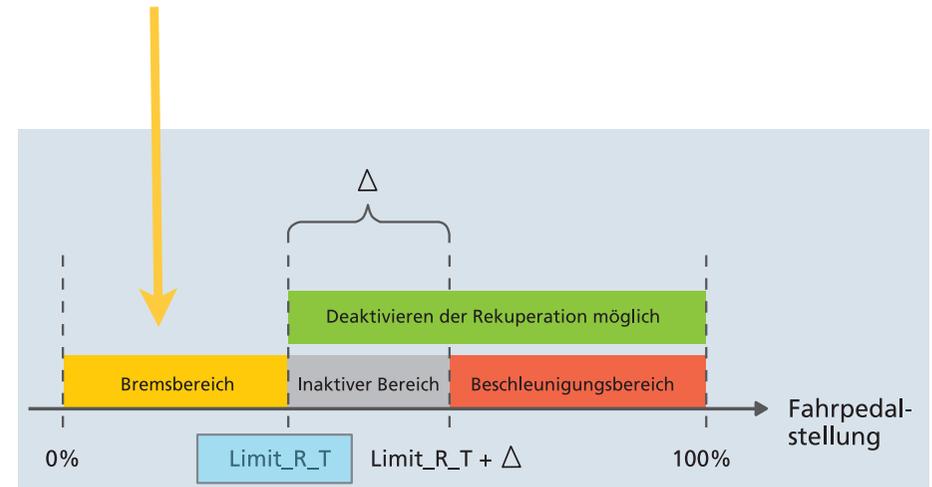


Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

Fahrpedal-Logik (7)

- Bremsbereich:
Bremsen durch Rekuperieren

Bei einer Stellung von 0 bis LIMIT_R_T und wenn zugleich das Rekuperieren als Funktion aktiviert ist. Eine Stellung des Fahrpedals von 0% entspricht hierbei dem vollen Rekuperieren (maximale Soll-Bremsschubvorgabe), LIMIT_R_T der Stellung entspricht einer Soll-Bremsschubvorgabe von 0%.

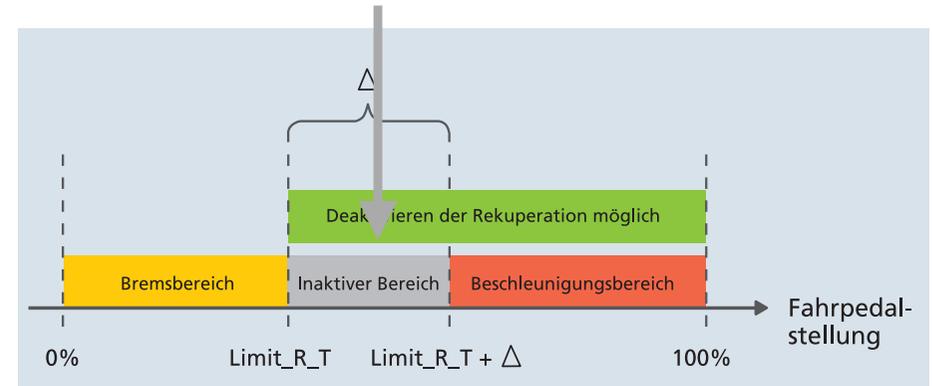


Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

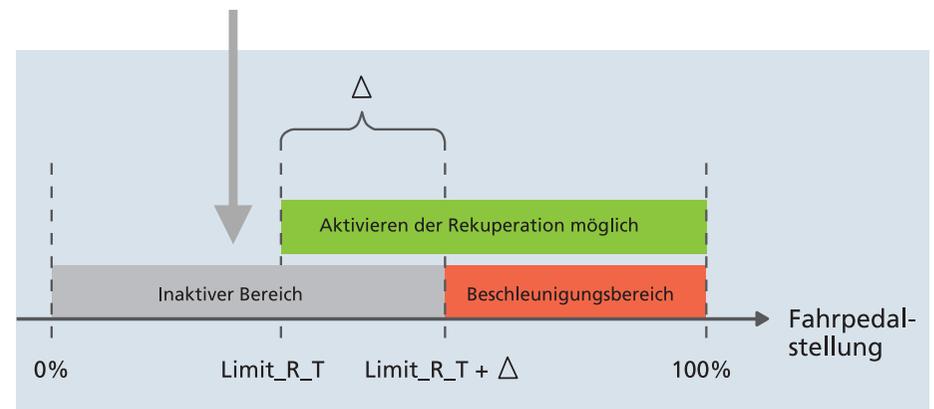
Fahrpedal-Logik (8)

Inaktiver Bereich

- In diesem Bereich wird stets eine Soll-Drehmomentvorgabe von 0 Nm erzeugt und an die DMCs gesendet:
 - Von LIMIT_R_T bis $(\text{LIMIT_R_T} + \Delta)$ der Stellung bei aktiviertem Rekuperieren.
 - Von 0 bis $(\text{LIMIT_R_T} + \Delta)$ der Fahrpedalstellung bei nicht erlaubtem bzw. deaktiviertem Rekuperieren.
- DMC Digital Motion Control Versorgt die Elektroantriebe mit Wechselspannung.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

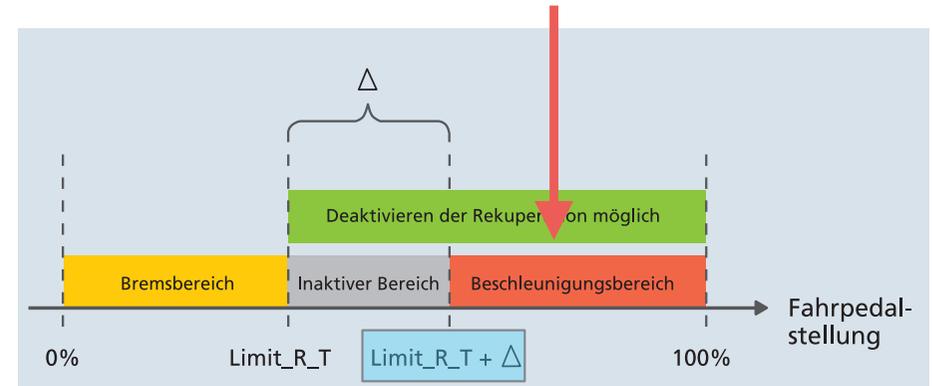


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

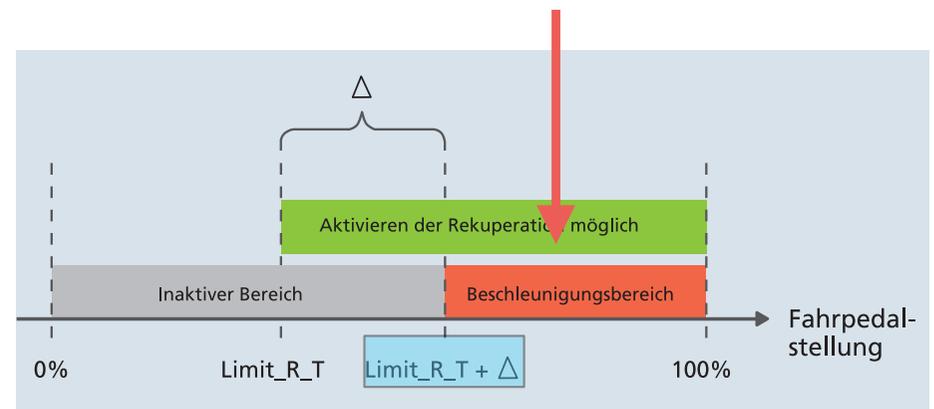
Fahrpedal-Logik (9)

Beschleunigungsbereich

- In diesem Bereich erfolgt der Antrieb in die durch die Fahrstufe festgelegte Richtung ($\text{LIMIT_R_T} + \Delta$ bis 100 %). Fahrpedalstellung $\text{LIMIT_R_T} + \Delta$ soll einer Soll-Drehmomentvorgabe von 0 % des maximal möglichen antreibenden Schubs, 100 % Fahrpedalstellung dann 100 % des maximal möglichen antreibenden Schubs entsprechen.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

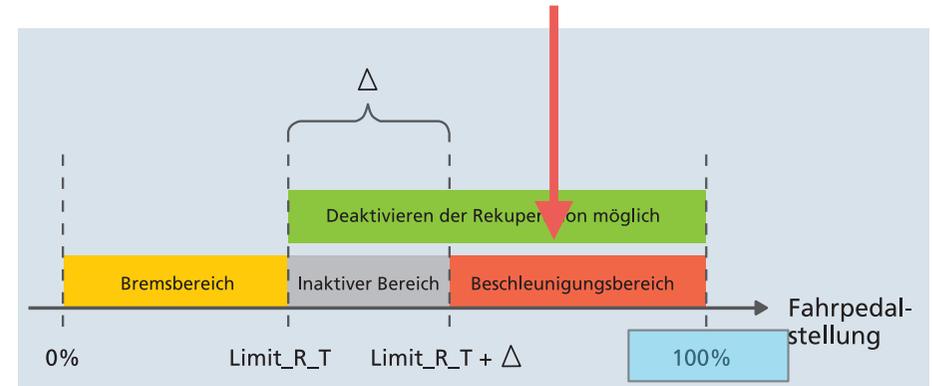


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

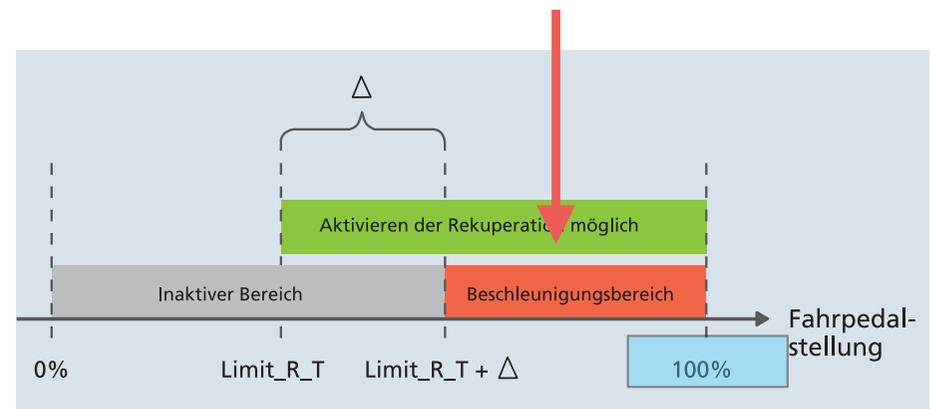
Fahrpedal-Logik (10)

Beschleunigungsbereich

- In diesem Bereich erfolgt der Antrieb in die durch die Fahrstufe festgelegte Richtung ($\text{LIMIT_R_T} + \Delta$ bis 100 %). Fahrpedalstellung $\text{LIMIT_R_T} + \Delta$ soll einer Soll-Drehmomentvorgabe von 0 % des maximal möglichen antreibenden Schubs, 100 % Fahrpedalstellung dann 100 % des maximal möglichen antreibenden Schubs entsprechen.

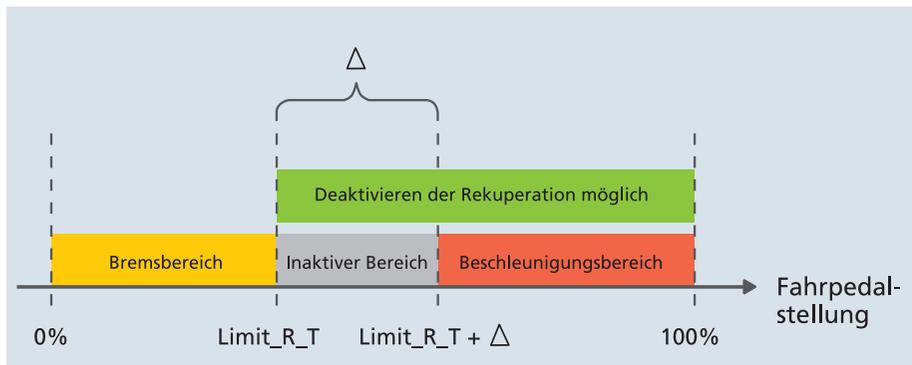
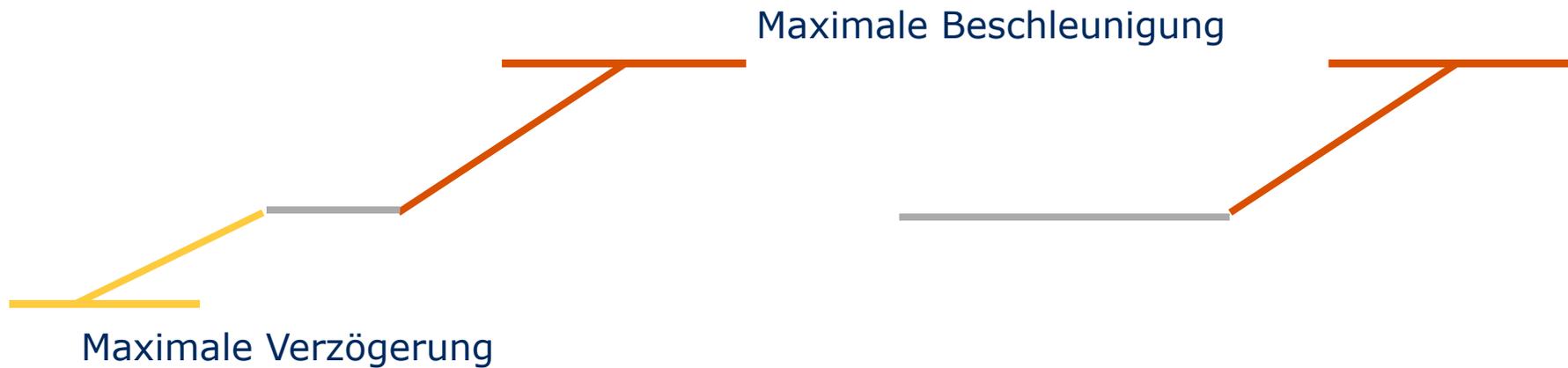


Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

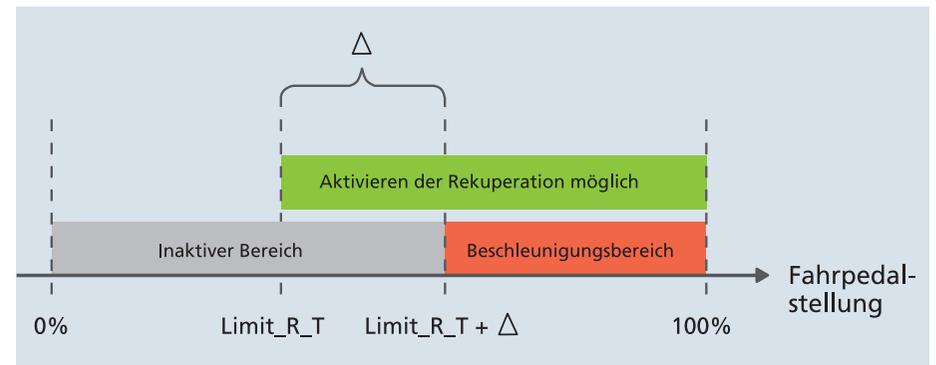


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

Fahrpedal-Logik (11)



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

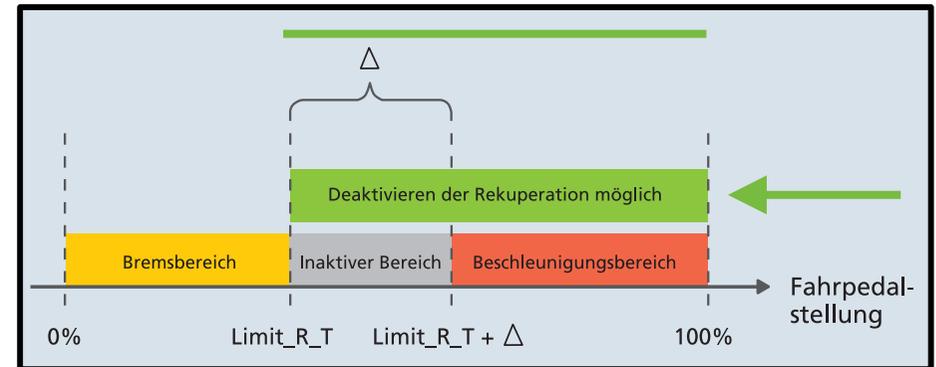


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

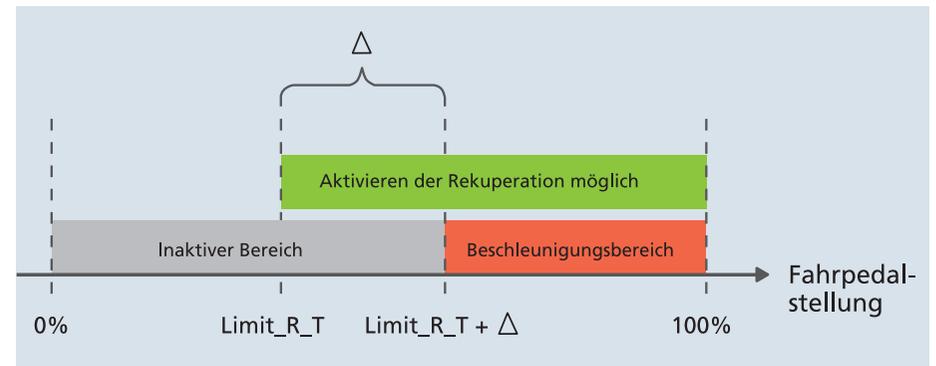
Fahrpedal-Logik (12)

Deaktivierung der Rekuperation

- Die Funktion des Rekuperierens darf erst dann deaktiviert werden, wenn sich entweder das Fahrpedal im inaktiven oder im Beschleunigungsbereich befindet. Das heißt, dass zunächst die Aufteilung nach der oberen Abbildung erhalten bleiben soll. Erst wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, soll die Aufteilung nach der unteren Abbildung angewendet werden. Somit soll ein plötzlicher Bremskraftverlust während des Bremsvorgangs ausgeschlossen werden.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

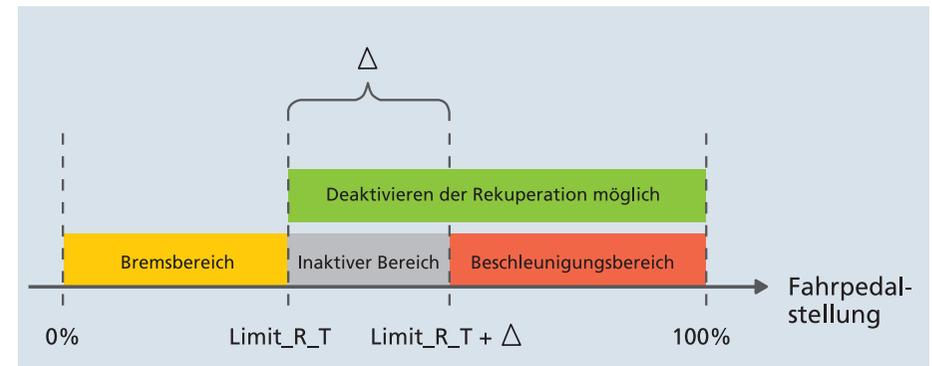


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

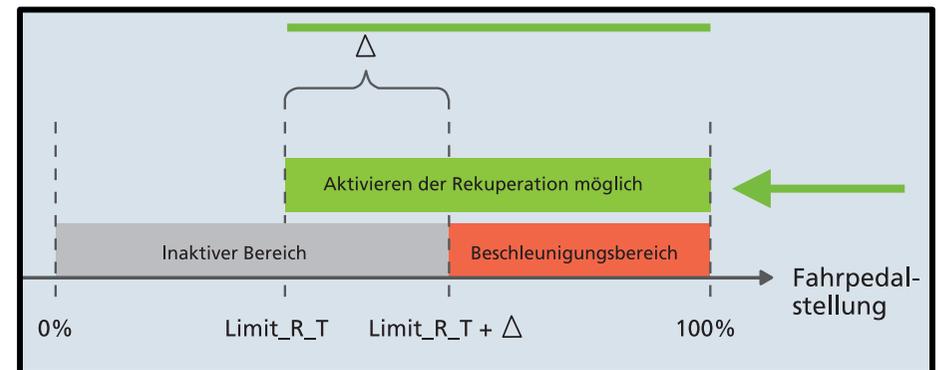
Fahrpedal-Logik (13)

Deaktivierung der Rekuperation

- Die Funktion des Rekuperierens darf erst dann deaktiviert werden, wenn sich entweder das Fahrpedal im inaktiven oder im Beschleunigungsbereich befindet. Das heißt, dass zunächst die Aufteilung nach der oberen Abbildung erhalten bleiben soll. Erst wenn die Voraussetzungen erfüllt sind, soll die Aufteilung nach der unteren Abbildung angewendet werden. Somit soll ein plötzlicher Bremskraftverlust während des Bremsvorgangs ausgeschlossen werden.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

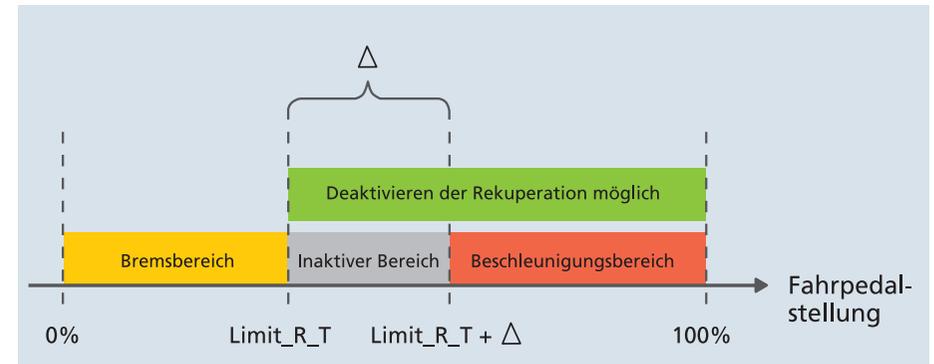


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

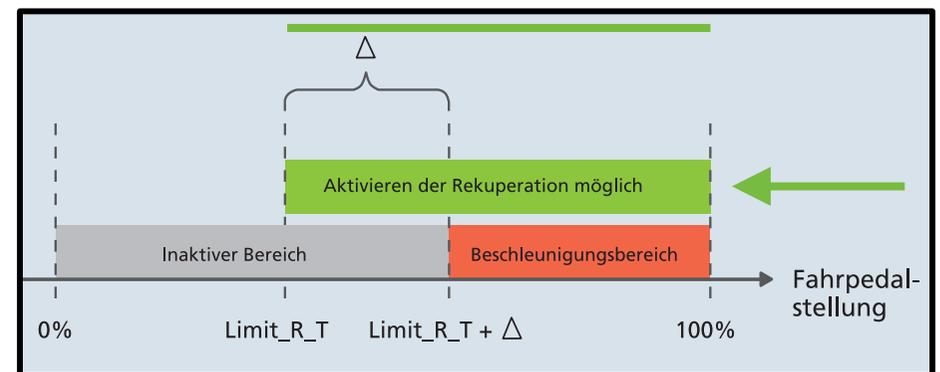
Fahrpedal-Logik (14)

Aktivierung der Rekuperation

- Sollte die Funktion des Rekuperierens nach einiger Zeit wieder zur Verfügung stehen, so soll zunächst die Aufteilung nach der unteren Abbildung bestehen bleiben, bis sich die Stellung des Pedals wieder im Bereich zwischen $LIMIT_R_T$ und $LIMIT_R_T + \Delta$ oder im Beschleunigungsbereich befindet. Erst dann soll wieder die Aufteilung nach der oberen Abbildung gelten. Dadurch soll eine plötzliche Bremsung verhindert werden, mit der der Fahrer möglicherweise nicht rechnet. Der Fahrer wird über ein Signal informiert, ob die Funktion des Rekuperierens aktiviert oder deaktiviert ist.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.

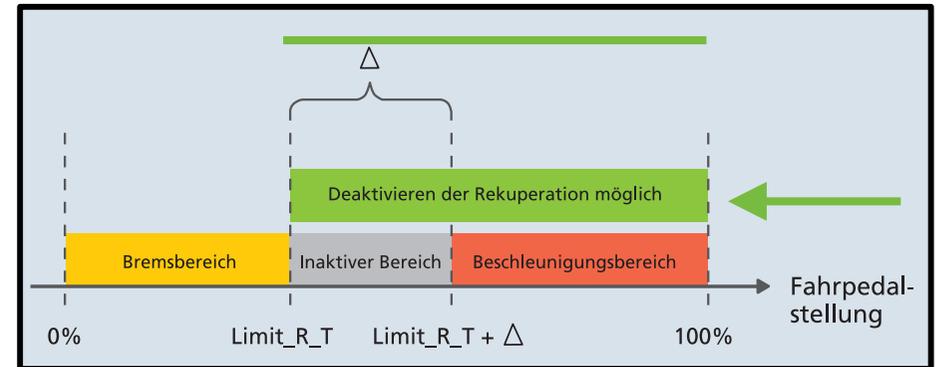


Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.

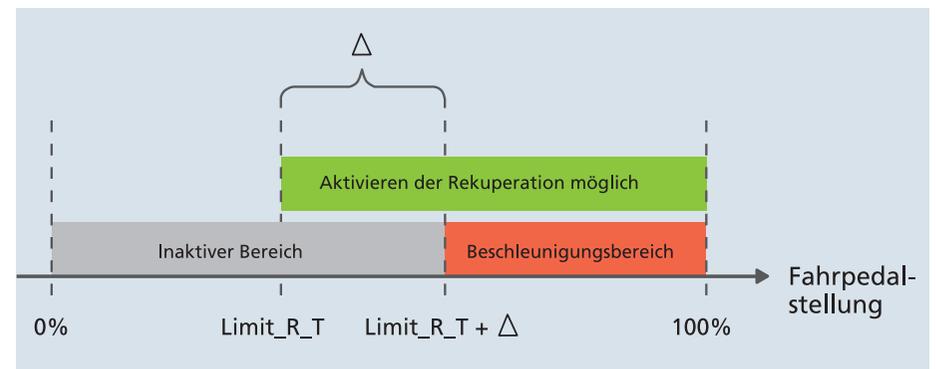
Fahrpedal-Logik (15)

Aktivierung der Rekuperation

- Sollte die Funktion des Rekuperierens nach einiger Zeit wieder zur Verfügung stehen, so soll zunächst die Aufteilung nach der unteren Abbildung bestehen bleiben, bis sich die Stellung des Pedals wieder im Bereich zwischen $LIMIT_R_T$ und $LIMIT_R_T + \Delta$ oder im Beschleunigungsbereich befindet. Erst dann soll wieder die Aufteilung nach der oberen Abbildung gelten. Dadurch soll eine plötzliche Bremsung verhindert werden, mit der der Fahrer möglicherweise nicht rechnet. Der Fahrer wird über ein Signal informiert, ob die Funktion des Rekuperierens aktiviert oder deaktiviert ist.



Fahrpedalkennlinie bei aktiviertem Rekuperieren.



Fahrpedalkennlinie bei deaktiviertem Rekuperieren.