

# „Abschlussbericht Fraunhofer EMFT

Titel Gesamtvorhaben

„Automatische rekonfigurierbare Aktorikansteuerungen für ausfallsichere automatisierte Fahrfunktionen (AutoKonf)“

Titel Teilvorhaben

Rekonfigurationsmodul für intelligente Steckverbinder

Förderkennzeichen: 16EMO0187  
Laufzeit: 01.10.2016 – 31.09.2019  
Berichtszeitraum: 01.01.2018 – 31.12.2018  
Erstelldatum: 10.05.2020



---

## Adressen und Ansprechpartner des Projektpartners

Verbundpartner	Fraunhofer EMFT
Adresse	Argelsrieder Feld 6 82234 Wessling
Kürzel	EMFT
Ansprechpartner	Karl Ring +49 89 54759 420 <a href="mailto:karl.ring@emft.fraunhofer.de">karl.ring@emft.fraunhofer.de</a>
Vertreter	Franz Wenninger +49 89 54759 447 <a href="mailto:franz.wenninger@emft.fraunhofer.de">franz.wenninger@emft.fraunhofer.de</a>

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung</b> .....	<b>3</b>
1.1	Allgemeine Anforderungen .....	3
1.2	Anforderungen an den Umschalter .....	5
<b>2</b>	<b>Ergebnisse</b> .....	<b>6</b>
2.1	Aufbau Versuchsstand .....	6
2.2	Elektronischer 3 Phasen-Wechselstrom Schalter .....	8
2.3	Ansteuerung der Schalter .....	12
2.4	Layout des 3-fach Umschalters .....	14
2.5	Bewertung der Ergebnisse aus den Versuchen .....	16
<b>3</b>	<b>Patentrecherche MOSFET Wechselstromschalter</b> .....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>Literaturrecherche</b> ..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	

# 1 Aufgabenstellung

Gesamtziel des Projektes war, die Erfüllung der für autonomes Fahren notwendigen Sicherheitsanforderungen bei einem reduzierten Einsatz von redundant zur Verfügung stehenden Reserveeinheiten zu untersuchen und zu bewerten. Der in sicherheitskritischen Anwendungen, wie z.B. Lenkung und Bremse bevorzugte Einsatz von doppelt ausgelegten Systemen sollte durch ein universell konfigurierbares Steuergerät als Redundanz für beide Funktionen verwendet werden. Dadurch kann ein Redundanzsteuergerät eingespart werden. Die Möglichkeiten und Grenzen einer Rekonfiguration im Betrieb unter Berücksichtigung des zu ermittelnden fahrbedingten Zeitlimits war eines der Hauptziele des Projektes.

Dieser Ansatz musste hinsichtlich Sicherheit und Machbarkeit systematisch untersucht werden. Aus der Sicherheitsanalyse wurden die Forderungen für das Teilprojekt des Fraunhofer EMFT präzisiert und angepasst.

Wissenschaftliches Teilziel war zu Beginn des Projektes die Entwicklung und Untersuchung von Umschaltvorgängen an elektronischen Steuergeräten im Rahmen der geforderten Redundanz unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Schaltzeiten. Es wurde angenommen, dass überwiegend Sensoren, Datenbusse und digitale Signale zwischen zwei Steuergeräten umgeschaltet werden sollten. Die Datenintegrität musste erhalten bleiben. Ein weiteres Ziel des Projektes war zu Beginn die Miniaturisierung der Umschalteinheit zur Integration in Steckergehäuse um die Verwendung des Redundanzsteuergerätes möglichst einfach zu gestalten.

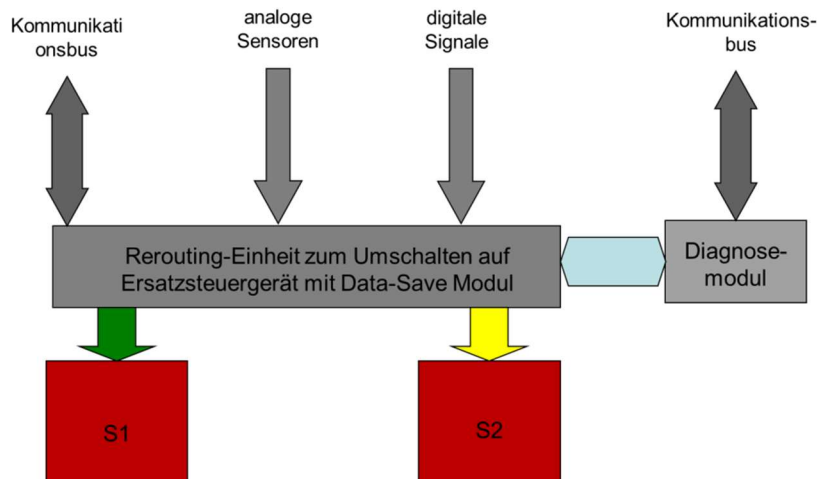


Abbildung 1: schematische Darstellung der Reroutingeinheit mit Diagnosemodul

## 1.1 Allgemeine Anforderungen

Unter Zugrundelegung der schematischen Darstellung aus Abb. 1 erfolgte die Analyse der Anforderungen für die zukünftige Rekonfiguration. Die Schnittstellen zum Bordrechner und zur

Energieversorgung wurden definiert. Die geforderte max. Umschaltzeit war für den Teilbereich des Fraunhofer EMFT mit ca. 60ms relativ unkritisch. Die Sicherheitsanforderungen wurden bezüglich Redundanz analysiert. Im AP 1 der Gesamtvorhabensbeschreibung (Fahrzeugstabilitätsanforderungen an Chassisrekonfiguration) zeichnete sich eine Aufgabenänderung ab, welche im AP 2 (Design eines rekonfigurierbaren Systems) bestätigt wurde.

In der Ausarbeitung des Designs unter Berücksichtigung der Funktionalen Sicherheit wurde folgendes für das Teilvorhaben des EMFT festgelegt:

- Sensoren (Drehwinkel, Drehmoment) werden redundant für jedes Steuergerät ausgeführt. Ein Umschalten der Sensorsignale würde redundante Umschalter erfordern und damit eine komplexere Ansteuerung benötigen. Die FIT-Rate (Failure-In-Time) würde steigen. Der Umschalter entfällt dadurch.
- Der Kommunikationsbus liegt parallel an allen Steuergeräten an und muss nicht umgeschaltet werden. Die Datenintegrität wird vom Bordrechner überwacht.
- Die Diagnosefunktion wird vom Steuergerät übernommen.
- Hauptaufgabe für die Umschalteneinheit wird das Trennen und Zuschalten der Aktoren (Motoren) im laufenden Betrieb sein. Dazu muss ein Leistungsschalter und eine Sicherheitslogik entwickelt und realisiert werden.

Abb. 2 zeigt schematisch ein Steuergerät und das redundante Steuergerät zur Übernahme der Aufgaben für die Motoransteuerung. Im Laufe des Projektes wurde eine weitere Forderung an den Umschalter erarbeitet. Zur phasengenauen Zuschaltung der Reserveeinheit wurde gefordert, dass erst ein Zuschalten des neuen Steuergerätes (Reserve ECU) erfolgen sollte und nach 1ms das ursprüngliche Steuergerät abgeschaltet werden muss.

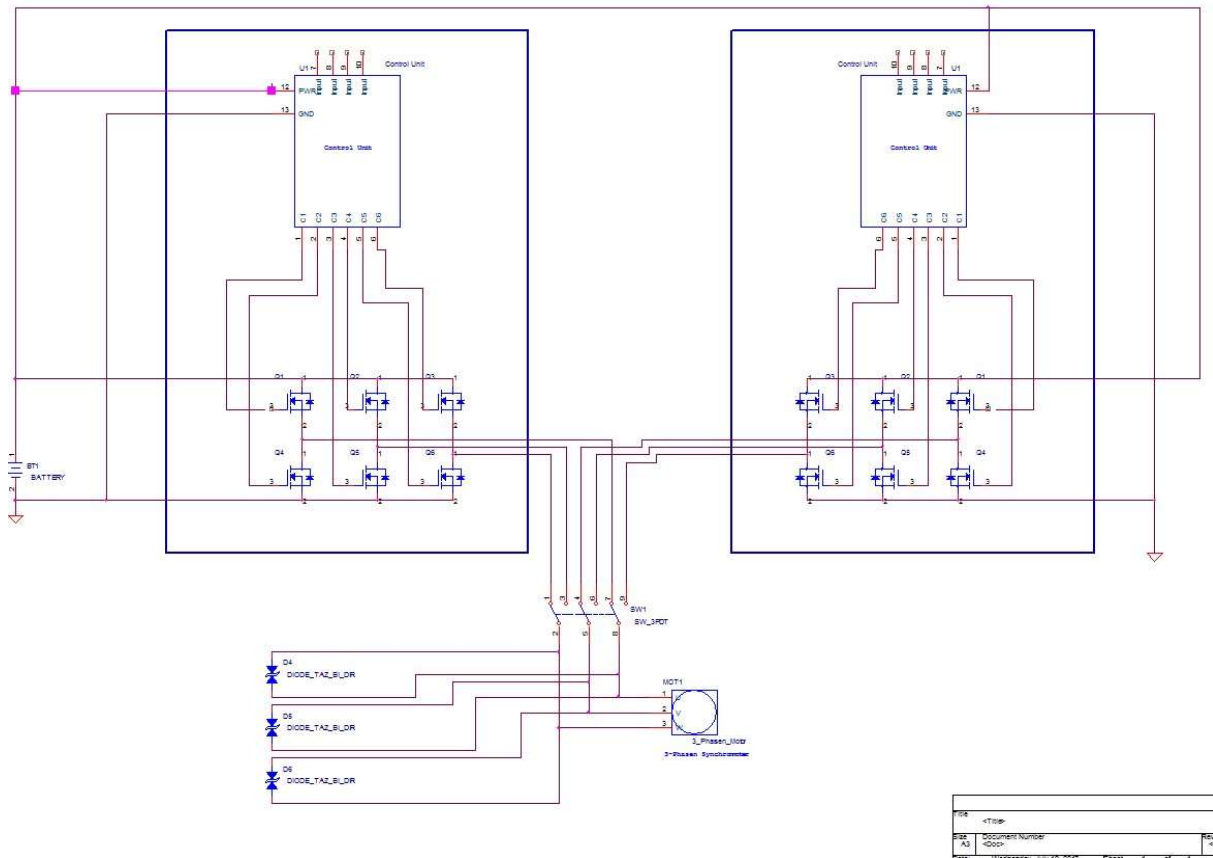


Abb. 2: schematische Darstellung einer Umschalteneinheit. Der Schalter wurde als mechanisches Element dargestellt. Für die geforderte Umschaltzeit musste ein elektronischer Schalter entwickelt werden.

## 1.2 Anforderungen an den Umschalter

Als Aktuator wird ein permanenterregter Synchronmotor (1) verwendet. Die Umschaltung muss im „worst Case“ während der Bewegung auch unter Last erfolgen.

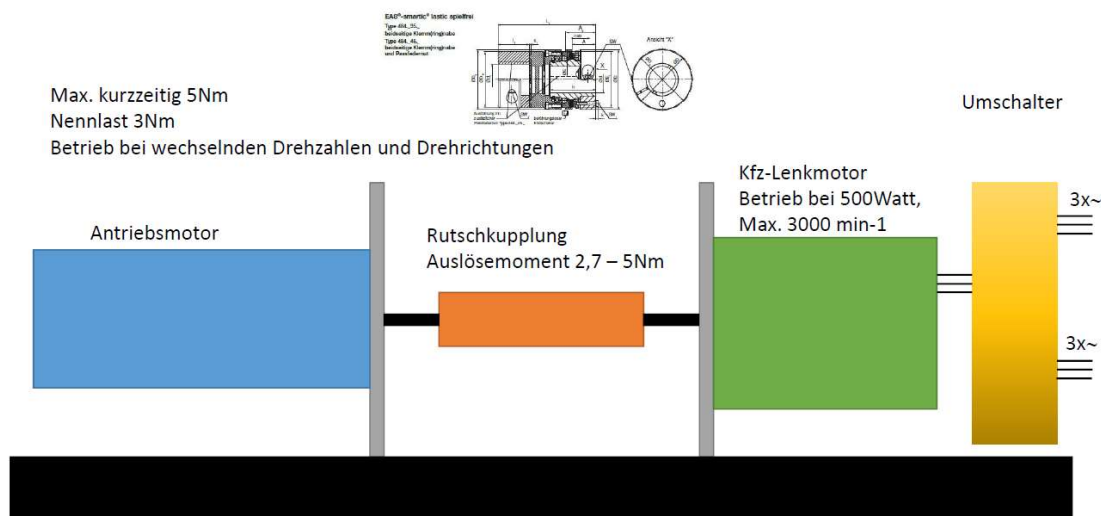
Für den Umschalter wurden folgenden Anforderungen festgelegt:

- Geringe Verluste bei hohen Strömen (ca. 100A)
- Schalten von Wechselspannung
- Einfaches Ansteuern mit Microcontroller
- Zuverlässiges Begrenzen von induktiven Spannungsspitzen
- Unterscheiden zwischen Diagnose und realem Betrieb
- Sicherstellen von definierten Schaltzuständen
- Erst Zuschalten, dann Ausschalten (wird zur Synchronisierung der Endstufe benötigt)
- Reserven für Stromspitzen

## 2 Ergebnisse

### 2.1 Aufbau Versuchsstand

Da das Umschalten bei verschiedenen Frequenzen und Spannungen sicher erfolgen muss, wurde ein Prüfstand zur Funktionsprüfung parallel zur Schalterentwicklung aufgebaut. Abb. 3 zeigt schematisch den Versuchsstand. Ein Original-Kfz.Lenkmotor wurde als Generator verwendet (Abb. 4). Dadurch konnten bei verschiedenen Drehzahlen (1) die Umschaltung erprobt werden. Als Last wurden ohmsche Widerstände verwendet.



Versuchsstand wird benötigt: Messung Lastabwurf, wenn Kfz-Lenkmotor im generatorischen Betrieb ist  
Abschaltung Antrieb, wenn Kfz-Steuergerät den Kfz-Lenkmotor übernommen hat  
Frage: kann der Antriebsmotor auch als Bremsmotor genutzt werden (Antrieb Lenkmotor)

Abb. 3: Schematische Darstellung des Prüfstandes



Abb. 4: Aufbau Versuchsstand (rechts Kfz.- Lenkmotor der Fa. Hella)

Die schematische Darstellung der rekonfigurierbaren Steuerung zeigt, dass zwei Schalteinheiten mit jeweils einem Zu- und Abschalte je Phase notwendig sind (Abb. 5). Am Versuchsstand wurde dazu eine Zu- und Abschalteinheit für jeweils 3 Phasen entwickelt und getestet.

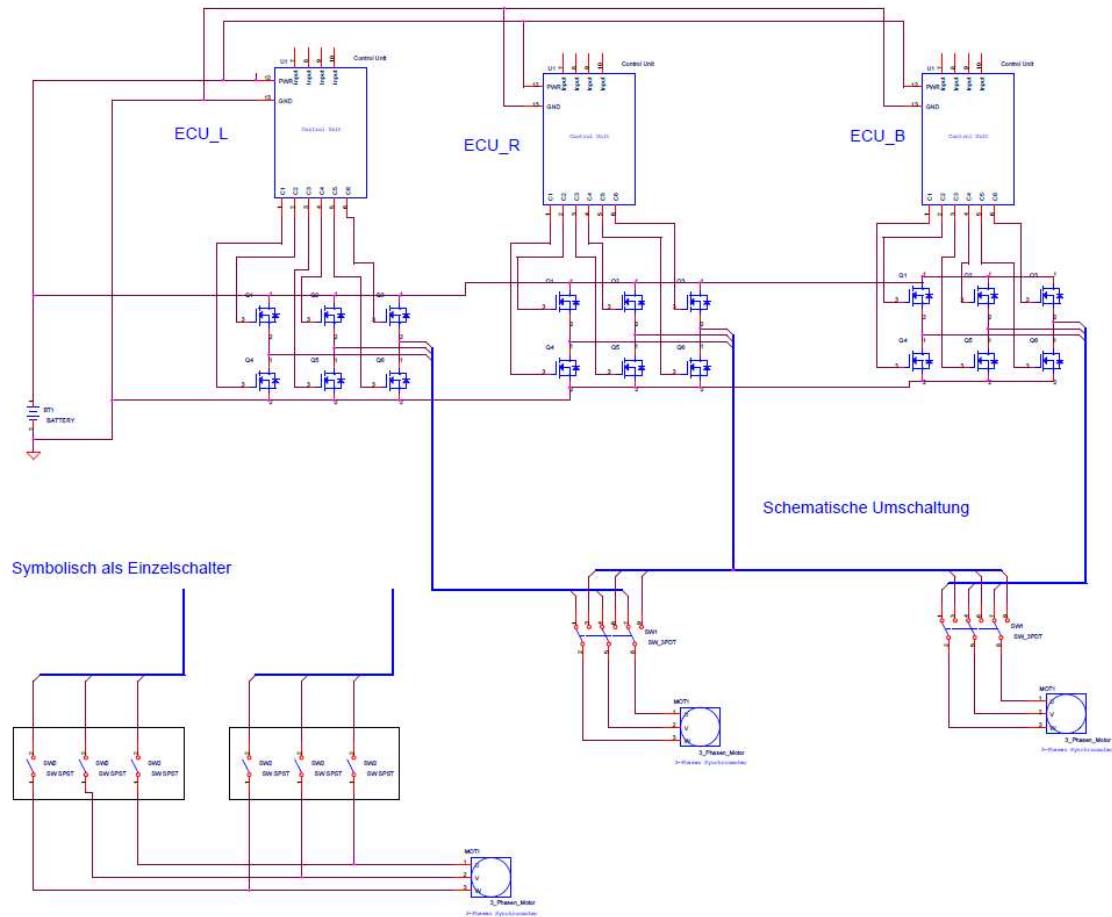


Abb. 5: Gesamtschema der Rekonfigurationseinheit mit Einzelheit Zu/Trennschalter (symbolisch dargestellt als mech. Schalter)

## 2.2 Elektronischer 3 Phasen-Wechselstrom Schalter

Auf Grund der Forderung nach geringer Verlustleistung bei hohen Strömen konnten keine Triacs (2) als elektronische Schalter verwendet werden. Der Spannungsabfall an den Diodenstrecken (1,2V – 1,5V) war bei 12- 14V Betriebsspannung nicht akzeptabel, die Verlustleistung wäre bei 100A ebenfalls nicht tolerierbar gewesen.

Als Schalter einer Wechselstromphase wurden daher zwei antiseriell geschaltete MOSFET-Transistoren verwendet (Abb. 6). Die ausgewählten Leistungstransistoren (3) verfügten über folgende Eigenschaften:

### Infineon IPB180N04S4-01

$V_{DS}$  40V

$I_D$  180A

$R_{DS(on)}$  1,3m $\Omega$

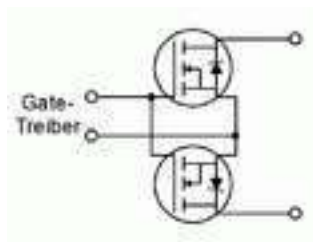


Abb. 6: schematische Darstellung des ausgewählten Wechselstromschalters (Transmission Gate)

Wichtig für die sichere Funktionalität ist die potentialgetrennte Ansteuerung der MOSFET durch einen separaten Gatetreiber. Dies wurde in Version 2 noch nicht ausreichend berücksichtigt

Das zu schaltende Potential an der Synchronmaschine lag im Betrieb zwischen 0V und 14V durch die Pulsweitenmodulationsansteuerung der Endstufen (Schalten zwischen 0V und 14V). Die Synchronmaschine wird durch elektrisches Trennen im Betrieb zum Generator mit einer Leerlaufausgangsspannung von ca. +- 12V in Abhängigkeit von der Drehzahl.

Nach Vorversuchen und den ersten Aufbauten als Einzelphasen-Schalter erfolgte der Entwurf und Aufbau als Einheit. In Abb. 7 ist der Schaltplan (Version 2) einer Einzelphase dargestellt. Die Potentialtrennung der Gatetreiber erfolgte durch einen vorgeschalteten DC/DC Wandler. Die Schaltfunktion der MOSFET im Wechselstrombetrieb wurde am Versuchsstand nachgewiesen.



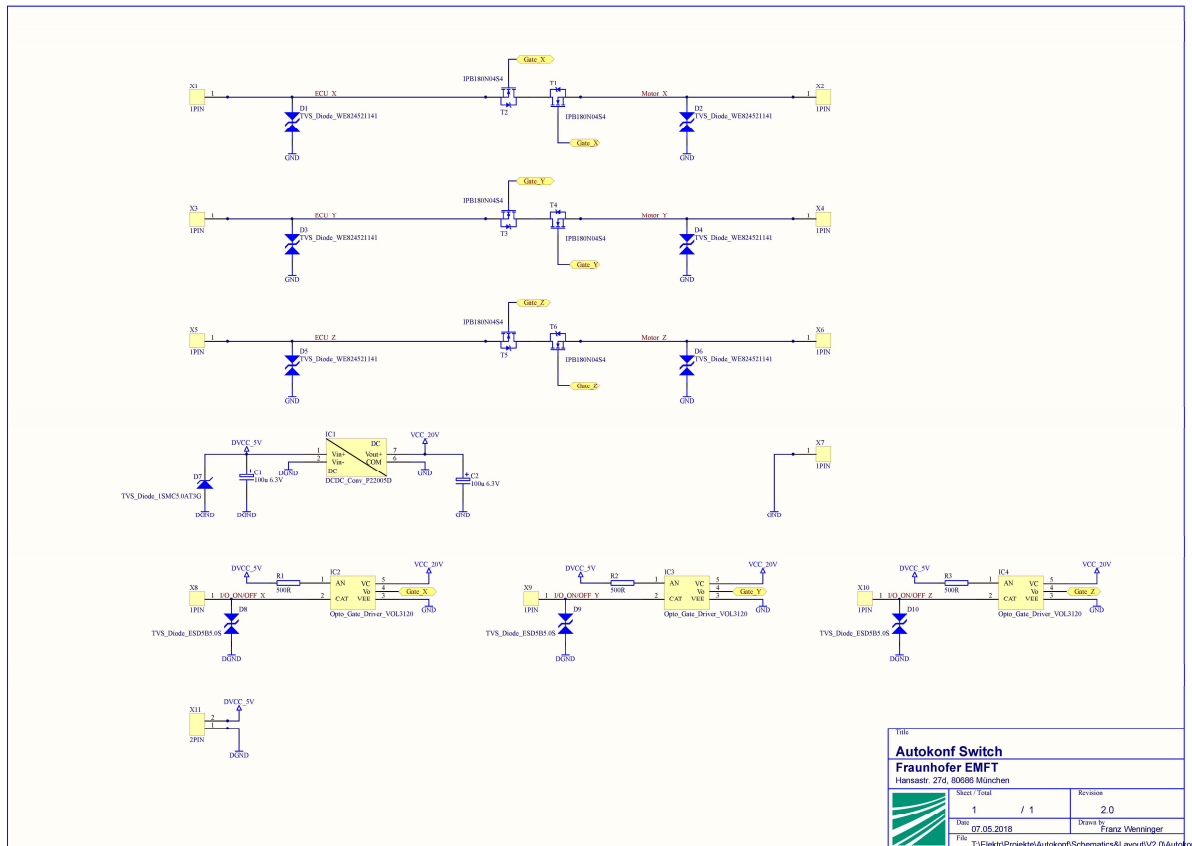


Abb. 7: Schaltplan Version V2

Zur Überprüfung möglicher Spannungsimpulse beim Trennen der Lasten wurden am Versuchstand Messreihen mit verschiedenen Drehzahlen durchgeführt. Die registrierten induktiven Impulse wurden sicher durch die eingesetzten TVS-Dioden (Transient Voltage Suppressor-Dioden) begrenzt (Abb. 8, 9). Zur Vermeidung von mechanischen Tastenprellungen wurde der Schalter mit einem entsprechend programmierten Microcontroller-Board angesteuert. Damit ist eine ungewollte Verfälschung der Ergebnisse durch Tastenprellen ausgeschlossen worden.

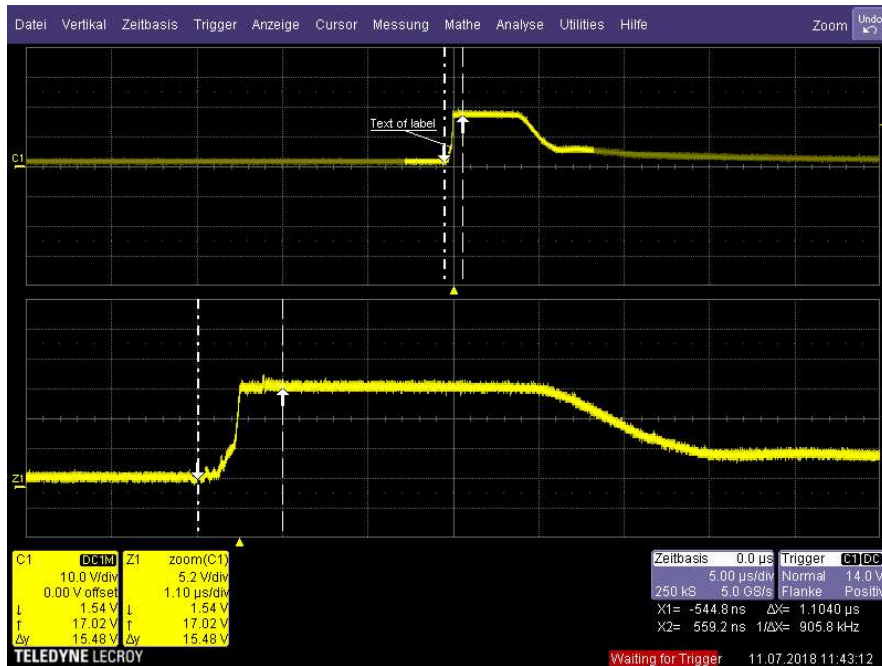


Abb. 8: Begrenzung des induktiven Impulses beim Trennen (1000 Umdrehungen/min.)

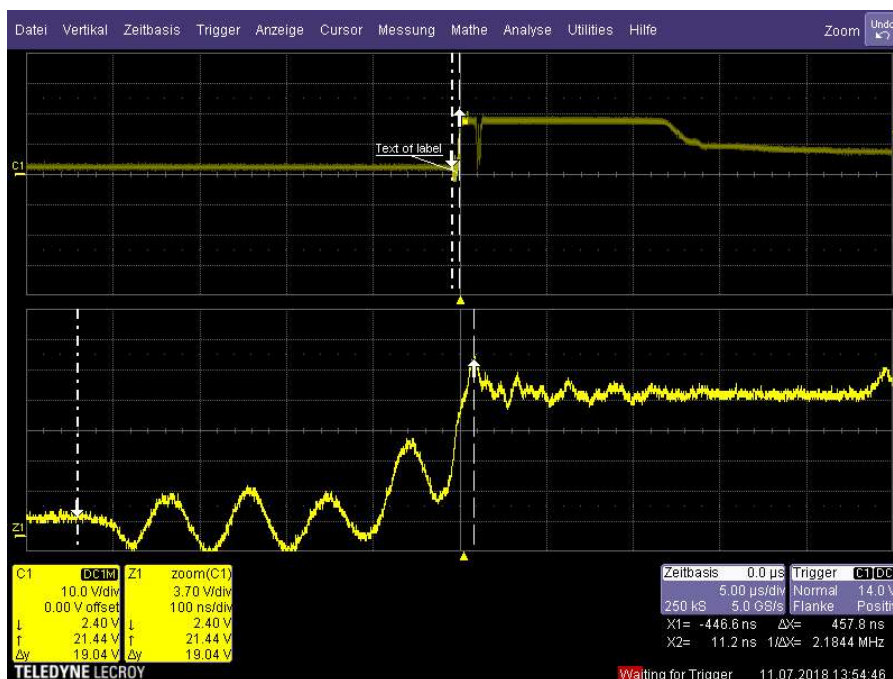


Abb. 9: Spannungsspitze bei 21 V. Schwingungen am Signal (2000 Umdrehungen/min.)

Die gemessenen Überschwinger von bis zu 21V sind für die verwendeten MOSFET-Transistoren unkritisch. Die max. zulässige Spannung (Drain Source) liegt nach Datenblatt bei 40V bei den verwendeten Leistungs-MOSFETs.

Neben exakten Trennpulsen wurden jedoch auch Schwingungen beim Abschaltvorgang detektiert. Als Ursache konnte in verschiedenen Versuchsreihen die in Version 2 nicht vollständig ausgeführte Potentialtrennung zwischen Gateansteuerung und Powerteil ermittelt werden.

Es erfolgten Messungen der Umschalteignung beim Projektpartner Fa. Hella am Leistungsprüfstand. Das Umschalten war erfolgreich. Bei 100A kurzzeitigen statischen Belastungen wurden jedoch die MOSFET Transistoren thermisch zerstört. Als mögliche Ursache wurde wieder die ungünstige Ansteuerung des Gates der MOSFET (Version 2) gefunden.

Mit Version 4 des Schalters wurden alle Verbesserungen umgesetzt. Die verbesserte Ansteuerung der Version 4 ist schematisch in Abb. 10 dargestellt. Das Ansteuersignal der antiseriell geschalteten MOSFET erfolgt jetzt im Gate-Source Kreis.

Zur Funktionsabsicherung wurden dazu am EMFT 50A Rechteck-Konstantstromsignale durch den Schalter geleitet (Stromfluss in beide Richtungen getestet). Der Mess-Strom war vollständig galvanisch getrennt von der 12V-Stromversorgung des Schalters. Die Schaltfunktion wurde nachgewiesen. Damit ist eine exakte Schaltfunktion auch bei Potentialtrennung zwischen Lastkreis und Steuerkreis nachgewiesen.

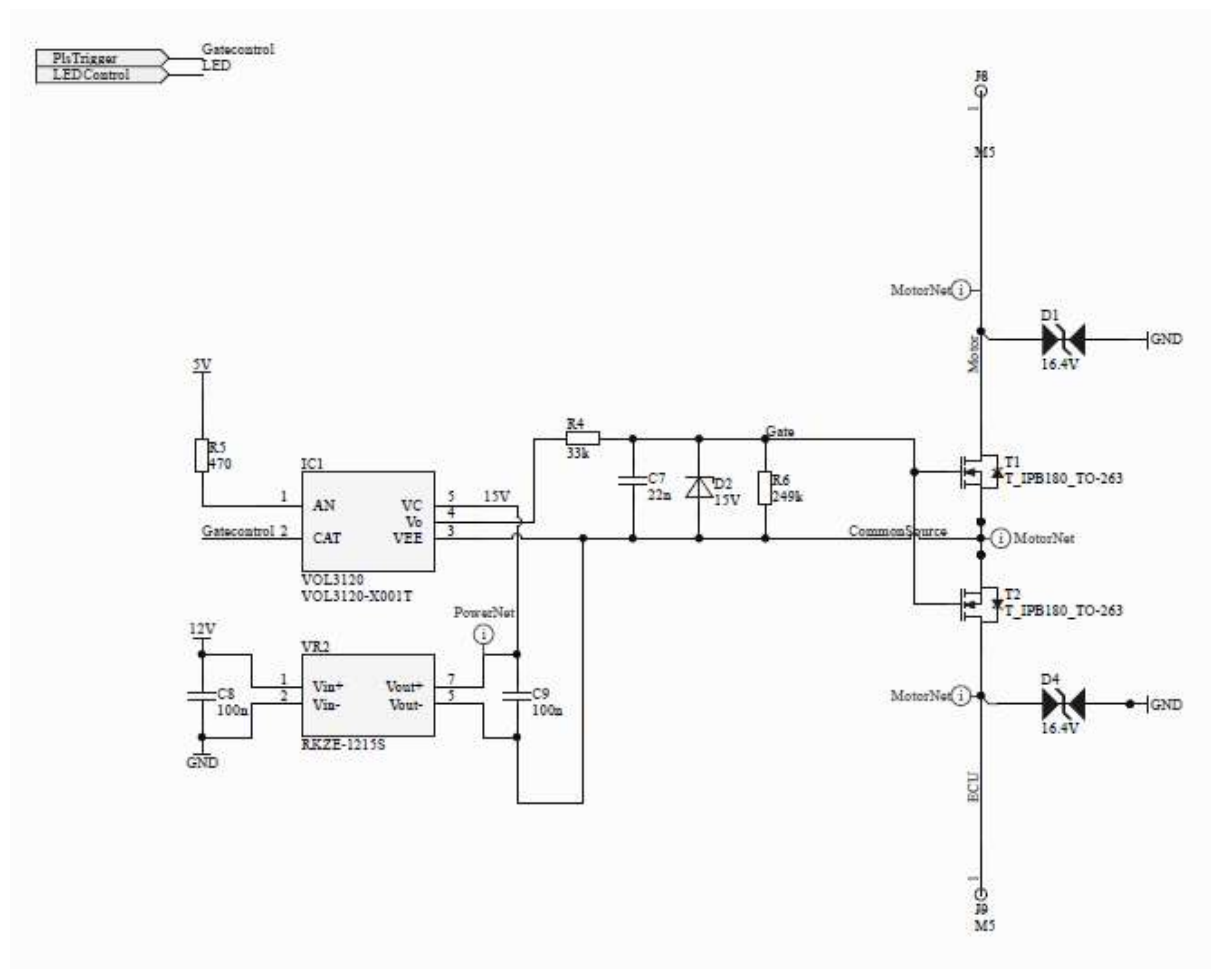


Abb. 10: ausgetestete Schaltung eines Stranges – Wechselstromschalter Version V4  
Die MOSFET sind sourceseitig mit der Ansteuerung verbunden. C7 musste nach ausführlichen Tests entfernt werden, da die Umschaltpausenzeit von 1ms nicht eingehalten werden konnte.

## 2.3 Ansteuerung der Schalter

Im Laufe der Projektarbeit 2018 wurden folgende Eigenschaften für das Zusammenwirken ECU-Schalter definiert:

- Umschalten: erst Reserve-ECU zuschalten, nach 1ms bisherige ECU trennen
- Jede Phase muss einzeln schaltbar sein
- Ein Verriegelungsalgorithmus soll einen zweiten, unbeabsichtigten Rekonfigurationsprozess verhindern

Die genannten Eigenschaften sind in der Evaluierungsphase nur mit einem zusätzlichen Mikrocontroller auf der Schalterbaugruppe implementierbar. Vor allem die leichte Modifikation der Schaltfunktionen durch einfache Programmänderungen führten zum Mikrocontrollereinsatz. Alternativ wurde die Verwendung von programmierbaren Logikbauelementen (CPLD) untersucht. Vorteil dieser Bauelemente ist die direkte parallele Steuerung durch Logikmodule. Der Mikrocontroller arbeitet im Gegensatz dazu das Programm zeilenweise ab.

Ein Logikablaufdiagramm (Abb. 11) zur Verhinderung eines zweiten Rekonfigurationsbefehls an die Schalter wurde entworfen und erfolgreich getestet. Der Ablauf wird in die C-Programmierung des Ansteuer-Controllers implementiert. Das ursprünglich ausgewählte SPS-Modul zur Ansteuerung erreichte auf Grund seiner graphischen Programmierbarkeit nicht die geforderte 1ms Verzögerung beim Zuschalten/Trennen Befehl.

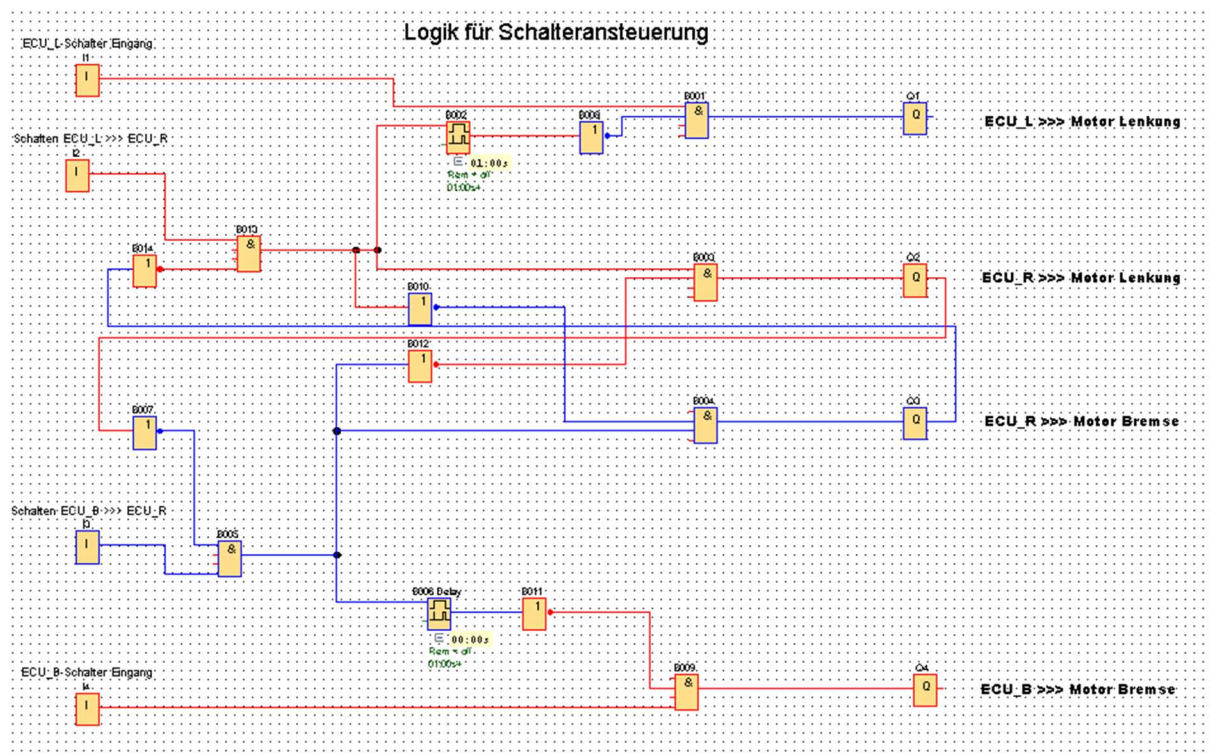


Abb. 11: Logik zur Sperre eines weiteren, nicht geplanten Rekonfigurationsbefehls  
Die roten Netze kennzeichnen die Umschaltung von ECU-Lenkmotor auf ECU-Reserve

Zur Implementierung einer Diagnosefunktion wurden verschiedene Umschaltzenarien zwischen Diagnose und Fahrbetrieb untersucht und bewertet:

- Single shot: Zustandsspeicher ist eine durchgebrannte Sicherung (Abb. 12)  
Der umgeschaltete Fahrbetrieb mit Reserve ECU kann nur durch Austausch zurückgesetzt werden:  
alternativ: Batteriegestützter Zustandsspeicher oder Selbsthalterelais
- Timer: definiertes Zeitfenster beim Start (Power On) kann zur Diagnose genutzt werden, dann nur noch eine Rekonfiguration  
Rücksetzung erfolgt bei jedem Neustart (Power Off/On)  
Problem: Zeitverlust durch starres Zeitfenster mit Sicherheitszuschlag
- uController: Status Fahrbetrieb kann im nichtflüchtigen Speicher mit Flag gesetzt werden.  
wenn Flag gesetzt – Rekonfiguration ist erfolgt, weitere Rekonfiguration nicht mehr möglich  
Rücksetzung kann nur über Software routine (zusätzliche Function) erfolgen  
weiterer Vorteil: die Schaltlogik kann implementiert werden  
Nachteil: FUSI – teurer Controller

In den aufgebauten Umschaltseinheiten wurde ein Mikrocontroller verwendet, da durch die einfache Programmänderung die Anpassung an die Steuerelektronik relativ leicht durchgeführt werden konnte.

Die geforderte Verzögerung zwischen Einschalten Reserve-ECU und Abschalten ECU wurde ebenfalls im Programm des Controllers implementiert. Damit waren auch Anpassungen bei Bedarf leicht durchführbar.

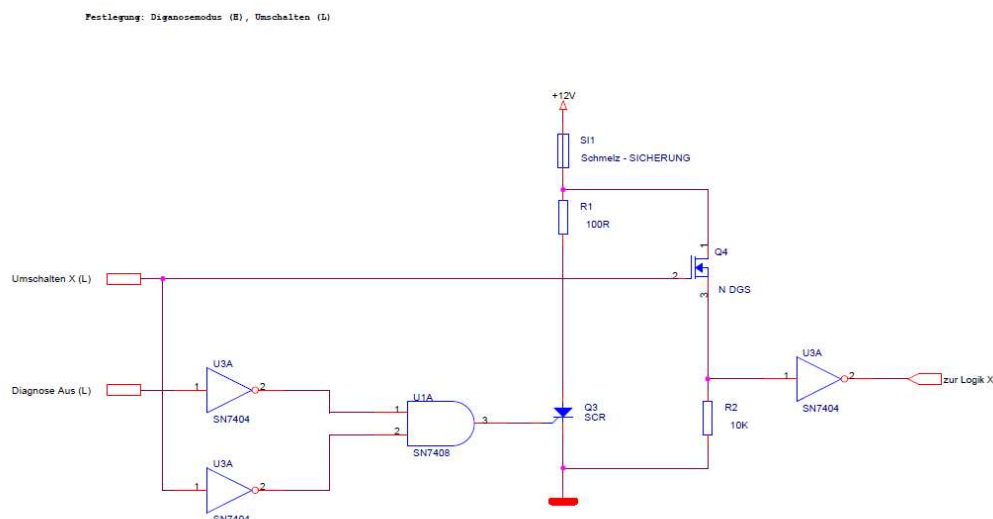


Abb. 12: Logik für eine billige „single shot“ Absicherung zur Unterdrückung weiterer Rekonfigurationsbefehle

## 2.4 Layout des 3-fach Umschalters

Im Projektfortschritt wurden verschiedene Versionen des 3-Phasen Schalters aufgebaut und getestet. Ein Kühlkörper musste zusätzlich angebaut werden, da am Prüfstand des Projektpartners Hella beim Testen ein Überhitzen der Leistungs-MOSFET bei Grenzsituationen festgestellt wurde.

Abb. 13 zeigt das Layout des Schalters in Version 4 mit 3-D Darstellung in Abb. 14

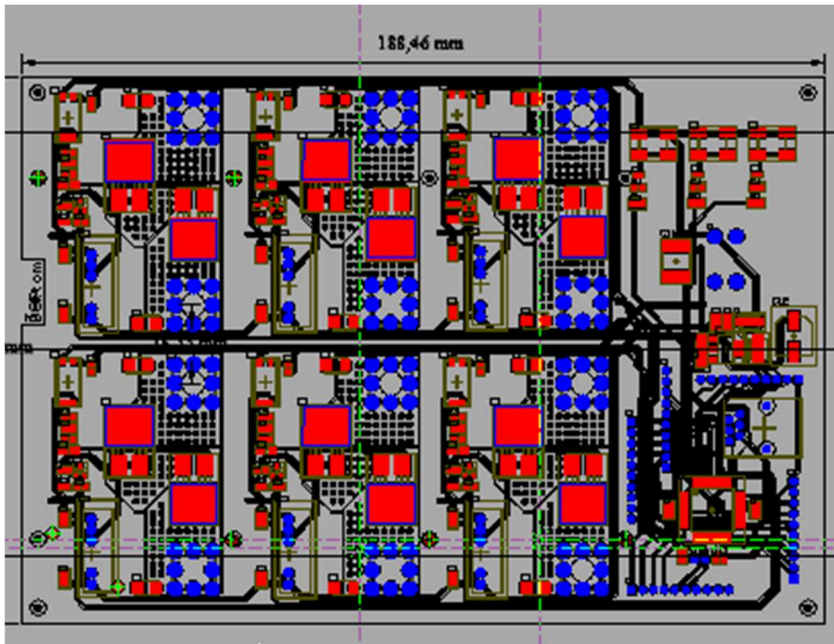


Abb. 13: Layout Autokonf V4, 3-fach Umschalter mit Steuer  $\mu$ C



Abb. 14: 3-D Darstellung des Umschalters

Der Erprobungsschalter Version 4 wurde mit 3-Phasen Wechselspannung aus dem generatorisch betriebenen Lenkmotor der Fa. Hella bei verschiedenen Drehzahlen erfolgreich getestet. Die Verweilzeit zwischen ZU- und Abschalten konnte per Software auf die geforderten 1ms justiert werden. Abb. 15 zeigt den Aufbau eines Schalters. Die Umschaltvorgänge wurden vermessen (Abb. 16).



Abb. 15: Umschalteinheit im Testbetrieb EMFT

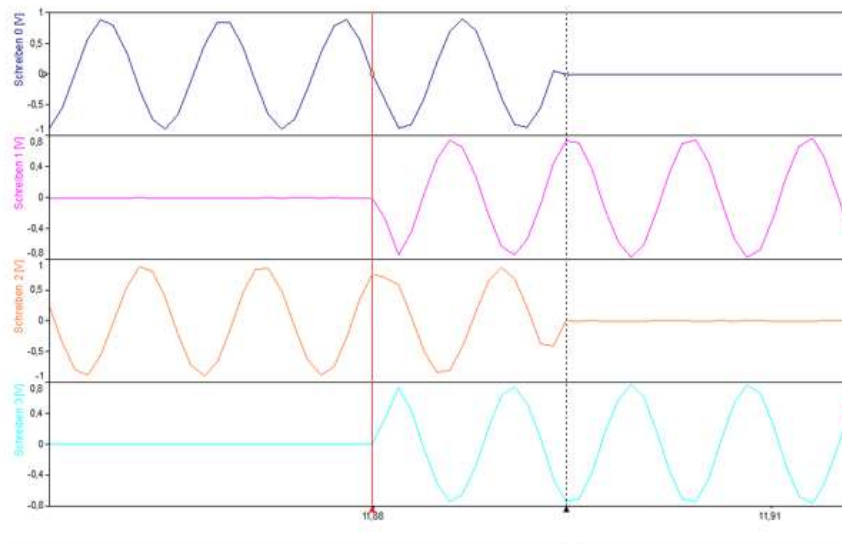


Abb. 16: Umschalten von zwei Phasen mit Zeitverzögerung

## 2.5 Bewertung der Ergebnisse aus den Versuchen

Im Projekt wurden gezeigt, dass ein Umschalten zwischen verschiedenen Steuergeräten und Motor auch im Betrieb innerhalb der festgelegten Zeit möglich ist. Die Redundanz für zwei Steuergeräte durch ein Reservesteuergerät ist daher gegeben.

Als Schwachstelle hat sich jedoch die geforderte Sicherheit für den Zu/Trennschalter erwiesen. Der elektronische Leistungsschalter ist ein zentrales Element in der Wirkungskette bis zum Aktuator. Eine Fehlfunktion führt daher zu einem nicht korrigierbaren Fehler. Dies ist für den Betrieb in autonom fahrenden Autos nicht akzeptabel. Aus diesem Grund müssen Redundanzen bei den Schaltern geschaffen werden. Als Alternative wurde eine Diagnosefunktion implementiert. Bei Beginn einer Fahrt und bei Fahrtunterbrechungen kann die korrekte Funktionalität der Schaltung durch die übergeordnete Steuereinheit abgefragt werden.

Die Abwägung Redundanz – Diagnose kann nur im Gesamtsystem „Autonomes Fahren“ getroffen werden, da auch weitere Systeme, wie z.B. eine redundante Energieversorgung der zentralen Funktionen „Lenkung“ und „Bremse“ mitberücksichtigt werden müssen (4).

Die Eignung des Schalters zum schnellen, verlustarmen, richtungsunabhängigen Schalten von Strömen im Kfz.-Bordnetz ermöglicht auch das Zuschalten und Trennen von räumlich verteilten Energiespeichern. Damit kann ein redundantes System von Energiequellen im Auto aufgebaut werden.

Für die Anwendungen der entwickelten Schalter beim autonomen Fahren ist jedoch die bereits erwähnte Redundanz zu berücksichtigen. Die technische Möglichkeit besteht, den Schalter redundant auszuführen (Abb.17). Der notwendige Aufwand und die Analyse der



funktionalen Sicherheit zusammen mit der fehlertoleranten Ansteuerung der elektronischen Schalter erfordert einen erheblichen Aufwand.

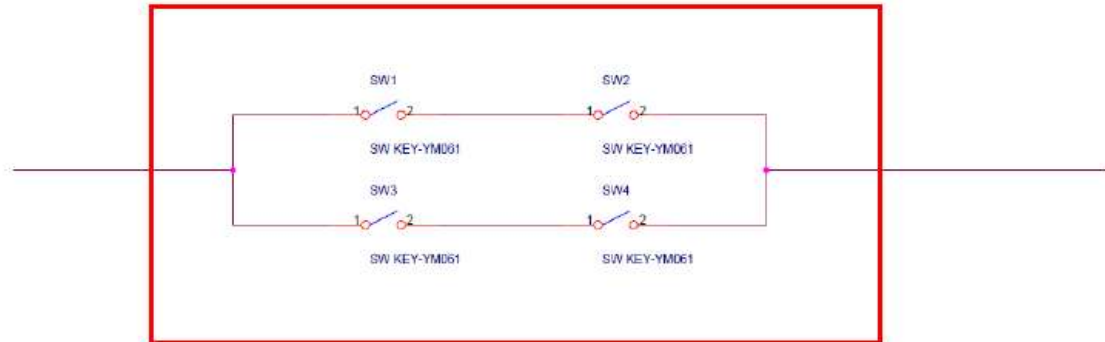


Abb. 17: Schematische Darstellung eines redundanten Schalters  
Jeder einzelne Schalter kann im Fehlerfall offen oder geschlossen sein

## 2.6 Weiter Verwendung der Schalter

In einem geplanten Projekt (6) sollen die dargestellten Schalter zusammen mit einer intelligenten Ansteuerung als elektronische Sicherung verwendet werden. Die notwendige schnelle Schaltfunktion ist aus diesem Projekt nachgewiesen. Das verlustarme Schalten ermöglichen die modernen MOSFET-Transistoren.

Auch im geplanten Bereich stößt man auf die Forderungen nach funktionaler Sicherheit. Neben den Schaltzuständen An/Aus gibt es bei Halbleitern beim Ausfall noch die Funktion „Leitend“ ohne Ansteuerung. Das sichere Einschalten und Ausschalten ist bisher im Schadensfall ohne Redundanz nicht gelöst.

## 3 Patentrecherche MOSFET Wechselstromschalter

Der Grundgedanke zum verlustarmen Schalten von Wechselstrom mit antiseriell verbundenen MOSFET wurde bereits 2006 im Mikrokontroller-Forum schematisch veröffentlicht (Abb. 18). Im Rahmen der Automotive-spezifischen Diskussionen zur Segmentierung von Bordnetzenergieversorgungen wurden verschiedenen Firmen Patente angemeldet. Es handelt sich meist um das Trennen von Kfz-Batterieleitungen und das Zuschalten von Redundanz-Energiequellen (Abb. 19).

Eine Einschränkung durch die Patente (siehe Anhang) wird nicht gesehen, da die Grundlage seit langem bekannt ist und die Gate-Source Ansteuerung im Projekt spezifisch auf den Umschalter angepasst wurde. Das Timing-Diagramm für den Umschaltprozess ist für den technischen Erfolg wesentlich.

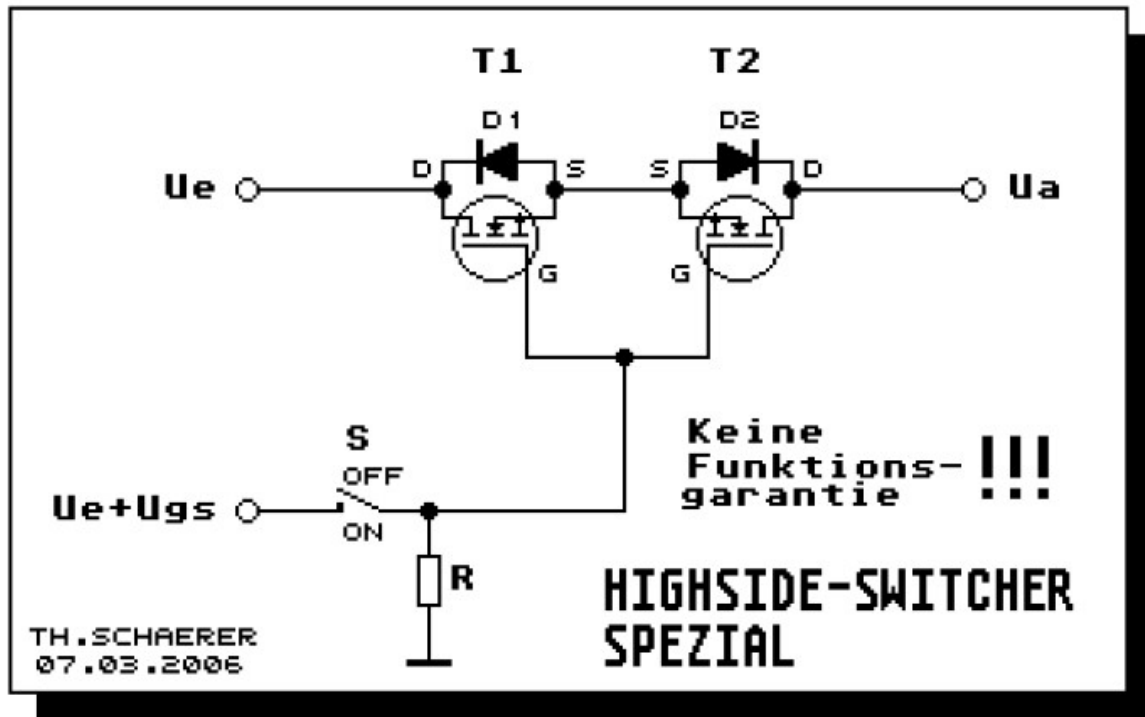


Abb. 18: schematischer Wechselstromschalter aus „Mikrocontroller-Forum“

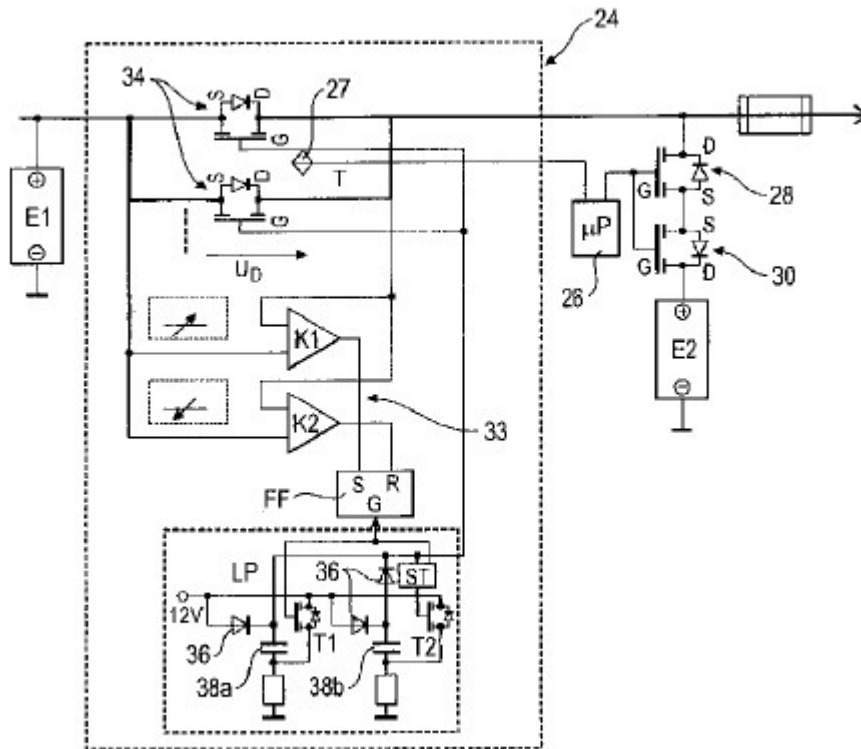


Abb. 19: Schematischer Aufbau zum Schalten von Bordnetzweigen (DE 10 2014 203 030 A1) mit antiseriell geschalteten MOSFET (28, 30)

weitere Quellen:

**Offenlegungsschrift Az: 10 2014 203 030.7** Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover

Verfahren zur gesteuerten Verbindung mehrerer Bordnetzweige eines Fahrzeuges, Steuereinheit zur Ausführung des Verfahrens sowie Fahrzeugbordnetz

**Offenlegungsschrift Az: 10 2007 062 955.0** catem DEVELEC GmbH & Co. KG, 76863 Herxheim, DE

Lisa Dräxlmaier gmbH, 84137 Vilsbiburg, dE

Schaltung zur Spannungsstabilisierung eines Bordnetzes

## 4 Veröffentlichungen

Das Projekt wird und auf der Homepage der Fraunhofer EMFT beschrieben.

<https://www.emft.fraunhofer.de/de/anwendungen/ausfallsichere-elektronik-autonomes-fahren.html>

Der Animationsfilm des Gesamtprojektes wird auf der Homepage des Fraunhofer EMFT angeboten.

[https://www.emft.fraunhofer.de/de/mediathek/Presse\\_und\\_Medien/19-10-22-autokonf.html](https://www.emft.fraunhofer.de/de/mediathek/Presse_und_Medien/19-10-22-autokonf.html)

## Literaturverzeichnis

1. **Kennel, Prof. Dr.-Ing.** Funktionsweise Synchronmaschine II. *Vorlesung Elektrische Aktoren und Sensoren in geregelten Antrieben.*
2. **Jetter, Datenblatt.** [Online]
3. **Ulrich Tietze, Christoph Schenk.** *Halbleiter-Schaltungstechnik.* s.l. : Springer, 2002. ISBN 3-54042849-6.
4. **Infineon.** *Ultimate power - perfect control Vehicle safety, body and powertrain applications.* s.l. : Infineon, 2016.
5. **Johann Mayer, Audi Ingolstadt.** Neues Redundanzkonzept für elektrische Antriebssysteme. 2011.
6. **ESA Artes Advanced Technology Statement of Work.** Electronic Circuit Breaker for Telecom platforms . Open Tender 04/2020.

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) <b>Schlussbericht</b>
3. Titel <b>Rekonfigurationsmodul für intelligente Steckverbinder</b>	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] <b>Karl Ring Franz Wenninger</b>	5. Abschlussdatum des Vorhabens <b>30.09.2019</b>
	6. Veröffentlichungsdatum <b>18.05.2020</b>
	7. Form der Publikation <b>Pdf Datei und Ausdruck</b>
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  <b>Fraunhofer EMFT Hansastraße 27d  80686 München</b>	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen <b>16EMO0187</b>
	11. Seitenzahl <b>20</b>
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  <b>Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn</b>	13. Literaturangaben <b>6</b>
	14. Tabellen <b>0</b>
	15. Abbildungen <b>19</b>
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) <b>VDI/VDE Innovation und Technik GmbH, Steinplatz 1 10623 Berlin</b>	
18. Kurzfassung  <b>Für das Gesamtprojekt „Automatische rekonfigurierbare Aktoriksteuerung für ausfallsichere automatisierte Fahrfunktionen“ wurde eine elektronische Umschalteinheit zwischen Aktorik und Ansteuerung entwickelt und an die erarbeiteten Systemanforderungen angepasst. Mit dem Schaltmodul können innerhalb von 1ms Aktoren (permanenterregte Synchronmaschinen) zwischen zweit Steuermodulen umgeschaltet werden. Die Synchronisierung erfolgt durch die Steuergeräte.</b>  <b>Eine Diagnose kann vom übergeordneten Steuergerät durchgeführt werden. Die dazu notwendigen Funktionen sind implementiert. Ein Schalten in verbotene Bereiche wird durch eine Logikmatrix sicher verhindert.</b>	
19. Schlagwörter <b>Schalter, Wechselstrom, Kzf. Bordnetz, autonomes Fahren</b>	
20. Verlag	21. Preis

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final Report
3. title Reconfiguration assembly for intelligent Connectors	
4. author(s) (family name, first name(s)) Karl Ring Franz Wenninger	5. end of project 30.09.2019
	6. publication date 18.05.2020
	7. form of publication electronic pdf
8. performing organization(s) (name, address)  Fraunhofer EMFT Hansastraße 27d  806856 München	9. originator's report no.
	10. reference no. 16EMO0187
	11. no. of pages 20
12. sponsoring agency (name, address)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references 6
	14. no. of tables 0
	15. no. of figures 19
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) VDI/VDE Innovation und Technik GmbH, Steinplatz 1 10623 Berlin	
18. abstract  A electronic reversing switch was developed for switching AC-driven actuators between two control units. The switching unit is necessary to connect an additional electronic control unit (ECU) when the original unit was detected as defect. The safety requirements for autonomous car driving requires a fault-free system to avoid uncontrolled functions. The main goal of the project was the implementation of an universal electronic control unit to be the reserve of either the steering control unit or the brake control unit. When a defect in one of the main ECUs was detected, the third universal unit parameters were loaded with the same parameters as the defect unit and the actuator was switched to the universal unit. This must also be possible under operation in a limited time.  The developed switching unit was able to switch the high power (100A) current in 1ms. A control logic prevents the switch for not allowed switching states. A diagnostic of the switch performed by the electronic control unit was possible.	
19. keywords Switch AC-power, autonomous driving, safety requirements	
20. publisher	21. price