

# Inhalt

|  |    |  |    |
|--|----|--|----|
| <b>Abkürzungen</b> .....   | 6  | <b>3.2 Auswirkungen von Alterung, Verschleiß und Beschädigung auf die identifizierten Bauteile eines elektrischen Antriebsstrangs</b> .....                                      | 21 |
| <b>1 Einführung</b> .....  | 7  | <b>3.2.1 Auswirkungen auf die Sensorik</b> .....   | 21 |
| <b>1.1 Aufgabenstellung</b> .....  | 7  | <b>3.2.2 Auswirkungen auf die Aktorik</b> .....  | 28 |
| <b>1.2 Methodisches Vorgehen</b> .....   | 7  | <b>3.2.3 Auswirkungen auf die Steuergeräte</b> .....   | 34 |
| <b>1.3 Technisch-organisatorische Umsetzung</b> .....  | 8  | <b>3.2.4 Auswirkungen auf sonstige Bauteile</b> .....  | 36 |
| <b>2 Identifikation der sicherheits- bzw. umweltrelevanten Bauteile und Funktionen bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen</b> .....   | 8  | <b>3.3 Betrachtung der Auswirkungen auf das Gesamtsystem mit softwaregestützten Modelluntersuchungen</b> .....   | 41 |
| <b>2.1 Identifikation aller Komponenten eines elektrischen Antriebsstrangs</b> .....   | 8  | <b>3.3.1 Vorberachtungen</b> .....   | 41 |
| <b>2.2 Identifikation der Bauteile der Komponenten</b> .....   | 9  | <b>3.3.2 Aufbau des Strukturmodells des elektrischen Antriebsstrangs</b> .....   | 42 |
| <b>2.2.1 Bauteile des Energiespeichers</b> .....   | 9  | <b>3.3.3 Umsetzung des Ausfallmodells mit Matlab/Simulink und Auswertung der Simulationsergebnisse</b> .....   | 45 |
| <b>2.2.2 Bauteile der Elektromaschine</b> .....  | 12 | <b>3.3.4 Validierung des Ausfallmodells des elektrischen Antriebsstrangs</b> .....   | 46 |
| <b>2.2.3 Bauteile der Spannungswandler</b> .....   | 13 | <b>3.4 Allgemeine theoretische Betrachtung zur Manipulation der sicherheits- und umweltrelevanten Bauteile</b> .....   | 51 |
| <b>2.2.4 Hochvoltkabel und -stecker</b> .....  | 14 |  |    |
| <b>2.2.5 Bauteile des Hochvoltklimakompressors</b> .....   | 14 |  |    |
| <b>2.2.6 Bauteile der Hochvoltheizung</b> .....  | 14 |  |    |
| <b>2.2.7 Sonstige Bauteile</b> .....   | 14 | <b>4 Ermittlung der möglichen Auswirkungen der Elektrifizierung des Antriebsstrangs auf konventionelle Bauteile hinsichtlich der Verkehrssicherheit</b> .....                    | 51 |
| <b>2.2.8 Übersicht der Bauteile</b> .....  | 15 | <b>4.1 Beeinflusste Fahrzeugparameter</b> .....  | 51 |
| <b>2.3 Integration der Identifizierungs ergebnisse im Erhebungsbogen des Feldversuchs</b> .....  | 17 | <b>4.2 Rückwirkungen der beeinflussten Fahrzeugparameter auf konventionelle Bauteile</b> .....   | 52 |
| <b>3 Ermittlung möglicher Auswirkungen von Alterung, Verschleiß, Beschädigung und Manipulation von Bauteilen sowie Funktionen des elektrischen Antriebsstrangs auf die Verkehrssicherheit und Umwelt</b> ..... | 17 | <b>5 Einschätzung des Gefährdungspotenzials für die Verkehrssicherheit des Fahrzeugs sowie für den Sachverständigen bzw. Prüfingenieur im Rahmen der Hauptuntersuchung</b> ..... | 54 |
| <b>3.1 Allgemeine theoretische Betrachtungen zu Alterung, Verschleiß und Beschädigung elektrischer Bauelemente</b> .....   | 17 | <b>5.1 Simulationsergebnisse</b> .....   | 54 |

|       |  | <b>Abkürzungen</b> |   |
|-------|--|--------------------|---|
| 5.2   | Klassifizierung der sicherheits- bzw. umweltkritischen Bauteile nach Gefährdungspotenzial. ....  | 56                 | ABS      Antiblockiersystem   |
| 5.3   | Ergebnisse aus dem Feldversuch ....  | 62                 | AC      Alternating Current, Wechselstrom   |
| 5.4   | Auswirkungen von Manipulationen an ausgewählten sicherheits- und umweltrelevanten Bauteilen ....   | 65                 | AP      Arbeitspaket  |
|       |  |                    | ASM      Asynchronmaschine  |
|       |  |                    | BASt      Bundesanstalt für Straßenwesen  |
|       |  |                    | BKV      Bremskraftverstärker   |
| 6     | <b>Erarbeitung und Beschreibung allgemeiner und spezieller Anforderungen an die periodisch technische Überwachung von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen</b> .... | 69                 | BMS      Batteriemanagementsystem   |
| 6.1   | Ableitung von Untersuchungen und Vorgaben der sicherheits- und umweltkritischen Bauteile, selbstständigen technischen Einheiten sowie Systeme ....                 | 69                 | CAN      Controller Area Network, Netzwerk der Steuergeräte                         |
| 6.2   | Untersuchungen zu Auswirkungen auf die HU- und SP-Vorschriften ....  | 71                 | DC      Direct Current, Gleichstrom   |
| 6.2.1 | Änderungen im § 19 StVZO ....  | 71                 | DSK      Doppelschichtkondensator   |
| 6.2.2 | Änderungen im § 29 StVZO und den Anlagen VIII bis VIIId ....   | 72                 | ESP      Elektronisches Stabilitätsprogramm   |
| 6.2.3 | Änderungen der HU- und SP-Richtlinien ....   | 73                 | ETA      Event Tree Analysis, Ereignisbaumanalyse                                   |
| 6.3   | Änderungsvorschläge über die PTI hinaus ....   | 75                 | EV      Electric Vehicle, Elektrofahrzeug   |
|       |  |                    | FMEA      Failure Mode and Effect Analysis, Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse |
| 6.2   | Untersuchungen zu Auswirkungen auf die HU- und SP-Vorschriften ....  | 71                 | FSD      Fahrzeugsystemdaten GmbH, Dresden  |
| 6.2.1 | Änderungen im § 19 StVZO ....  | 71                 | FTA      Failure Tree Analysis, Fehlerbaumanalyse                                   |
| 6.2.2 | Änderungen im § 29 StVZO und den Anlagen VIII bis VIIId ....   | 72                 | GSM      Gleichstrommaschine  |
| 6.2.3 | Änderungen der HU- und SP-Richtlinien ....   | 73                 | HEV      Hybrid Electric Vehicle, hybridelektrisches Fahrzeug                       |
| 6.3   | Änderungsvorschläge über die PTI hinaus ....   | 75                 | HMI      Human-Machine Interface, Mensch-Maschine-Schnittstelle                     |
| 7     | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b> ....   | 76                 | HTW      Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden                              |
| 8     | <b>Literatur</b> ....  | 77                 | HUA      HU-Adapter   |
|       |  |                    | HV      High Voltage, Hochvolt  |
|       |  |                    | LV      Low Voltage, Niedrigspannung  |
|       |  |                    | MOSFET      Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor                       |
|       |  |                    | MR      Magnetoresistiv   |
|       |  |                    | OBD      On-Board-Diagnose  |
|       |  |                    | PMSM      Permanentmagnetenerregte Synchronmaschine                                 |
|       |  |                    | SG      Steuergerät   |
|       |  |                    | SOC      State of Charge, Ladezustand der Batterie                                  |
|       |  |                    | SOH      State of Health, Alterungszustand der Batterie                             |
|       |  |                    | StVZO      Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung                                       |
|       |  |                    | VM      Verbrennungsmotor   |
|       |  |                    | WR      Wechselrichter, Inverter  |

Die Anlagen A bis C sind im elektronischen BASt-Archiv ELBA unter: <http://bast.opus.hbz-nrw.de> abrufbar.