
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Zielsetzung der Arbeit	5
3	Grundlagen	7
3.1	Betriebsfestigkeitsanalyse	7
3.1.1	Beanspruchung	9
3.1.2	Beanspruchbarkeit	13
3.1.3	Schadensakkumulation	16
3.1.4	Bemessung	18
3.2	Elektrifizierte Fahrzeuge	22
3.2.1	Bedeutung und zukünftige Entwicklung	23
3.2.2	Einteilung elektrifizierter Antriebsstränge	26
3.2.3	Komponenten elektrifizierter Fahrzeuge	29
3.3	Multilevel-Ansätze	33
3.3.1	Multilevel-Simulation in der Materialentwicklung	34
3.3.2	Multilevel-Prinzip in der Festigkeitsanalyse von Fahrzeugen	36
4	Konzept zur Betriebsfestigkeitsanalyse von Hochvoltspeichern	39
4.1	Hochvoltspeicher als integraler Bestandteil des elektrifizierten Fahrzeugs	39
4.2	Modularer Aufbau von Hochvoltspeichern	42
4.3	Belastungen auf Hochvoltspeicher im Fahrbetrieb	44
4.4	Mechanische Beanspruchungen im Inneren des Hochvoltspeichers	48
4.5	Anforderungen an ein Analysekonzept	50

4.6	Stand der Technik: Prüfstände zur Beanspruchbarkeitsanalyse auf Systemebene	51
4.7	Multilevel-Ansatz zur Analyse von Hochvoltspeichern.	53
4.7.1	Strukturfestigkeit und Fahrzeugintegration	57
4.7.2	Strukturfestigkeitserprobung mittels Shaker	59
4.7.3	Herausforderungen bei der Erprobung auf Systemebene.	62
4.7.4	Einbindung in den Produktentwicklungsprozess.	66
4.7.5	Verbindung der Ebenen des Multilevel-Ansatzes	67
5	Konzept zur Betriebsfestigkeitsanalyse von elektrischen Steckkontakten	69
5.1	Herausforderungen bei der Beurteilung und Absicherung.	69
5.2	Aufbau und Komponenten von Steckkontakten.	72
5.3	Belastungen auf Steckkontaktsysteme.	75
5.4	Mechanische Beanspruchungen und Schädigungsmechanismen.	77
5.5	Festigkeitsauslegung von Steckkontaktsystemen	81
5.6	Ermittlung der Beanspruchungen	83
5.6.1	Messungen am Kontaktsystem.	84
5.6.2	Computertomografische Analysen.	84
5.6.3	Messung der Vorgänge im Inneren des Steckkontakts.	88
5.6.4	Beanspruchungsermittlung durch Simulation	90
5.7	Stand der Technik: Standardisierte Freigabeversuche und Tests am Motor	94
5.8	Multilevel-Ansatz zur Analyse elektrischer Steckkontakte	96
5.8.1	Beanspruchbarkeitsanalysen am Shaker	97
5.8.2	Grundlagenversuche für verbessertes Systemverständnis	100
6	Thesen	103
6.1	These 1: Hochvoltspeicher als integraler Bestandteil der Fahrzeugstruktur	103
6.2	These 2: Quasistatische Leitungsbewegung zur Nachbildung des Schwingungsverhaltens von Steckkontakten.	104
6.3	These 3: Schädigende Wirkung des Schubstangeneffekts bei Steckkontakten.	104
6.4	These 4: Betriebsfestigkeitsanalyse von Komponenten durch Multilevel-Ansätze.	105

Inhaltsverzeichnis	XI
--------------------	----

7 Zusammenfassung und Ausblick	107
8 Summary and Outlook	115
Abkürzungsverzeichnis	123
Literatur	129
Publikationen des Autors	139