

Inhaltsverzeichnis

Anglizismen	1
Abstract	2
Zusammenfassung	4
1 Einleitung	6
1.1 Motivation	6
1.2 Aufbau der Arbeit	8
2 Stand der Technik	10
2.1 Grundlagen des Aufbaus einer Batteriezelle	10
2.1.1 Bauformen	13
2.1.2 Elektrolyt	14
2.1.3 Anode	15
2.1.4 Kathode	15
2.1.5 Alterungseffekte	16
2.2 Aufbau einer Traktionsbatterie	19
2.2.1 Komponenten	19
2.2.2 Energiedichte	21
2.3 Thermal Runaway	22
2.3.1 Ablauf eines TRs	22
2.3.2 Triggertemperatur	24
2.3.3 Ventinggas	29
2.4 Thermal Propagation	30
2.4.1 Konduktion und Konvektion	31
2.4.2 Beschreibende Größen	33
2.4.3 Maßnahmen gegen TP	36

2.5	Lichtbögen	38
3	Material und Methoden	41
3.1	Verwendete Batteriezelle	42
3.2	Statistische Versuchsplanung	43
3.2.1	Aufbau der Vorversuche zum Trigger „Nagel“	43
3.2.2	Entwicklung der Versuchsmatrix	45
3.3	Versuchsstand für TP-Untersuchungen	47
3.3.1	Beschreibung des Aufbaus	47
3.3.2	Beschreibung Durchführung	54
3.4	Lichtbogentests	56
3.4.1	Gaszusammensetzung Autoklav	56
3.4.2	Aufbau zur Messung der Paschenkurve	57
3.4.3	Lichtbogenuntersuchungen in realem Ventinggas	60
4	Ergebnisse und Diskussion	64
4.1	Ergebnisse Vorabuntersuchungen	64
4.1.1	Vorversuche zum Trigger Nagel	64
4.1.2	Zyklisierung der Zellen	67
4.2	Ergebnisse ARC Vorversuche	72
4.3	Einfluss der Gaszusammensetzung in der Batterie	73
4.4	Untersuchungen zu TP	77
4.4.1	Optimale Triggermethode	77
4.4.2	Qualifizierung Prüfstand	82
4.4.3	Einfluss SoC und T auf Propagationsparameter	87
4.4.4	Propagationsverhalten für gealterte Zellen	93
4.5	Lichtbögen	98
4.5.1	Ermittelte Paschenkurven in Gas ohne Partikel	98
4.5.2	Verwendung von realem Ventinggas ohne Partikelfilter	99
4.5.3	Partikelanalyse	107
5	Ausblick	114
A	Zyklisierung der Zellen, SoC 50 %	116
B	Übersicht über eingesetzte Messmittel	117

Abkürzungsverzeichnis	118
Tabellenverzeichnis	122
Abbildungsverzeichnis	123
Literaturverzeichnis	133
Veröffentlichungen	142
Curriculum Vitae	143
Danksagung	144
