

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VII
Abkürzungen	XV
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.2 Ziel der Arbeit.....	5
1.3 Wissenschaftstheoretische Einordnung der Arbeit	6
1.3.1 Grundlegende Erkenntnisperspektive	6
1.3.2 Forschungsmethodologisches Vorgehen	8
1.4 Forschungsfrage	11
1.5 Aufbau der Arbeit	13
2 Grundlagen des Betrachtungsbereichs	17
2.1 Grundlagen der Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen.....	20
2.1.1 Arten von Lithium-Ionen-Batteriezellen	20
2.1.2 Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen	24
2.1.2.1 Rohstoffklassifizierung der Transportmaterialien	24
2.1.2.2 Produktionsprozess der Lithium-Ionen Batteriezele	26
2.1.2.3 Fertigungsressourcen in der Batteriezellproduktion	34
2.1.3 Zwischenfazit.....	37
2.2 Logistik in der Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen.....	39
2.2.1 Das Materialflusssystem	39
2.2.1.1 Ordnungen im Materialflusssystem.....	40
2.2.1.2 Funktionsweise des Materialflusssystems.....	42
2.2.1.3 Transportobjekte im Materialflusssystem	44
2.2.2 Materialfluss- und Logistikprozesse	47
2.2.2.1 Fördermittel im Materialflusssystem.....	50
2.2.2.2 Lager und Lagermittel im Materialflusssystem	52
2.2.2.3 Die Informationslogistik im Materialflusssystem	53
2.2.3 Transport von Lithium-Ionen-Batteriezellen.....	56
2.2.4 Zwischenfazit.....	62

2.3	Werkstückträger in der Produktion von Lithium-Ionen-Batteriezellen	64
2.3.1	Funktionen des Werkstückträgers	64
2.3.2	Übersicht über Werkstückträger für Kleinteile	69
2.3.3	Klassifizierung von Werkstückträgern	72
2.3.4	Zwischenfazit	82
2.4	Handlungsbedarf aus der Praxis	83
2.4.1	Studie zur Entwicklung von Werkstückträgern in der Batteriezellproduktion	84
2.4.2	Herausforderungen im Betrachtungsbereich	89
3	Grundlagen des Gestaltungsbereichs	93
3.1	Anforderungen an das Gestaltungsmodell	93
3.1.1	Vorgaben aus der Modelltheorie	94
3.1.2	Konzeption eines Modells mittels der Systemtechnik	95
3.1.3	Formale Anforderungen an das Gestaltungsmodell	96
3.2	Inhaltliche Anforderungen an das Gestaltungsmodell	97
3.2.1	Modellierungssprache	97
3.3	Ansätze zur Gestaltung integrierter Entstehungssysteme (Dimension „Time“)	98
3.3.1	Methoden zur Gestaltung des Produkts	101
3.3.1.1	VDI Norm 2221 des Vereins Deutscher Ingenieure e.V.	105
3.3.1.2	Stage-Gate-Modell	107
3.3.1.3	Integrated Design Engineering nach VAJNA	107
3.3.2	Methoden zur Gestaltung der Produktionsressourcen	109
3.3.3	Bestehende Ansätze einer gemeinsamen Produkt-, Produktionsprozess- und Logistikprozessgestaltung	114
3.3.3.1	Methodik zur integrierten Projektgestaltung für die situative Umsetzung des Simultaneous Engineering nach LAUFENBERG	114
3.3.3.2	Integrierte Produkt- und Prozessgestaltung nach EVERSHEIM und SCHUH.	116
3.3.3.3	Integrierte Produktentwicklung nach EHRENSPIEL	118
3.3.3.4	Logistikgerechte Produktentwicklung nach SCHULZE	120
3.3.3.5	Logistikintegrierte Produktentwicklung nach SCHULZ	121
3.4	Ansätze zur Herstellung von Kostentransparenz im Entstehungsprozess (Dimension „Cost“)	122
3.4.1	Hilfsmittel in der Kostenermittlung	122
3.4.2	Entwicklungsbegleitende Kostenmodelle	126
3.5	Ansätze zur anforderungsbasierten, phasenadäquaten Vernetzung von Entstehungsprozessen (Dimension „Performance“)	129
3.5.1	Grundlagen des Anforderungsmanagements	130
3.5.2	Bestehende Ansätze zum Anforderungsmanagement	133

3.5.3 Anforderungvalidierung durch frühe Prototypisierung in der Produktentwicklung.....	136
3.5.3.1 Agile Entwicklungs- und Validierungsprozesse.....	137
3.5.3.2 Nutzung additiver Fertigungsverfahren für das Rapid Prototyping	140
3.6 Zusammenfassende Bewertung bestehender Ansätze und weiterer Forschungsbedarf	142
4 Entwurf eines Gestaltungsmodells für die Werkstückträgerentwicklung.....	147
4.1 Definition der Aufbaustruktur.....	147
4.2 Definition der Ablaufstruktur	156
4.3 Zwischenfazit	159
5 Detaillierung der Gestaltungselemente.....	161
5.1 Integration der Entwicklungsprozesse.....	161
5.1.1 Integrationsmodul I1: Erstkonfiguration Entwicklungssystem	161
5.1.2 Integrationsmodul I2: Der Werkstückträgerentstehungsprozess zur Integration in die Batterie- und Produktionsprozessentwicklung.....	165
5.2 Funktionsmodule Anforderungsmanagement	170
5.2.1 Funktionsmodul A1: Werkstückträger Null als definiertes Initialdesign	170
5.2.2 Funktionsmodul A2: Prozessübergreifendes Reifegradmanagement	176
5.2.3 Funktionsmodul A3: Phasenadäquates Anforderungsmanagement	181
5.2.4 Funktionsmodul A4: Agiles Validierungsmanagement.....	185
5.3 Funktionsmodule Kostenmanagement	187
5.3.1 Funktionsmodul K1: Analyse einer ökonomischen Funktionsbreite	189
5.3.2 Funktionsmodul K2: Kostenausprägungen einzelner Funktionalitäten	193
5.3.3 Funktionsmodul K3: Reifegradbasierte Kostenermittlung des gesamten Werkstückträgers	205
5.3.4 Funktionsmodul K4: Zusatzfunktionen im Werkstückträger	211
5.4 Zusammenfassung.....	214
6 Validierung des Gestaltungsmodells.....	217
6.1 Umsetzung für Werkstückträger in der Batteriekleinserienfertigung.....	217
6.1.1 Erstkonfiguration des Entwicklungssystems.....	217
6.1.2 Definition der Synchronisierungszyklen und Modulaufrufe	220
6.2 Kritische Reflexion	227
7 Zusammenfassung	229
8 Literaturverzeichnis.....	233
9 Anhang	247

9.1 Anhang A: Zukünftige Produkt- und Produktionstechnologien als Treiber von Prozessalternativen	247
9.2 Anhang B: Ansätze der integrierten Produkt- und Prozessentwicklung.....	258
9.2.1 Logistikmanagement in der Automobilindustrie nach KLUG	258
9.2.2 Anlaufmanagement in der Automobilindustrie erfolgreich umsetzen nach SCHUH ET AL.	260
9.2.3 Projektierung von Batterieproduktionssystemen – SCHURER ET AL.	262
9.2.4 Entwicklung eines Kostenmodells für die Montage nach HARTMANN	262
9.2.5 Kostengünstig Entwickeln und Konstruieren nach EHRENSPIEL	263
9.2.6 Kostenmodell zukünftiger technischer Systeme nach SIMON.....	264
9.2.7 Kosten- und nutzenoptimale Behälterwahl nach BERBIG	265
9.2.8 Integration der Logistikkosten in die Produktionskosten nach BOKOR	265
9.2.9 Modulare Produktentwicklung nach GÖPFERT	266
9.3 Anhang C: Anforderungskategorien nach PAHL/BEITZ	268