

# Inhalt

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Forschungsaufgaben für das InnoLogBat</b> .....	<b>12</b>
1.1 Batterielogistik im Kontext der Circular Economy .....	12
1.2 Batterielogistik im Kontext der Verkehrswende .....	13
1.3 Herausforderungen für die Batterielogistik .....	13
1.4 Struktur und Themenfelder des Forschungsprojekts .....	19
1.5 Arbeitspakete des Forschungsprojekts .....	20
1.6 Arbeitsablauf im Forschungsprojekt .....	22
1.7 Transfer in Unternehmen .....	23
<b>2 Status quo der Batterielogistik zu Beginn des Vorhabens</b> .....	<b>24</b>
2.1 Wissenschaftliche und technische Ansätze .....	24
2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen .....	27
2.3 Transport von Lithium-Ionen-Batterien auf dem Verkehrsträger Straße .....	28
2.4 Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien .....	29
2.5 Entsorgung von Lithium-Ionen-Batterien auf dem Verkehrsträger Straße .....	31
<b>3 Anforderungen an die Forschung</b> .....	<b>32</b>
3.1 Stand der Technik während der Projektlaufzeit: Whitepaper »Batterie-Logistik« .....	32
3.2 Logistikprozess .....	34
3.3 Risikobewertungsanalyse .....	35
3.4 Kompetenzmodell und Anforderungskatalog .....	38
3.5 SOLL-Konzept für logistische Komponenten .....	40
3.5.1 SOLL-Konzept »Batterieentwicklung« .....	40
3.5.2 SOLL-Konzept »Transport von Batterien« .....	40
3.5.3 SOLL-Konzept »Neue Transportbehälterstrategien« .....	40
3.5.4 SOLL-Konzept: Entwicklung von neuen Lagerstrategien .....	41
3.5.5 SOLL-Konzept »Strategie bei Havarie von Batterien« .....	41
3.6 Leitfaden zur Batteriezustandsdefinition .....	43
<b>4 Lagerung von Batterien</b> .....	<b>44</b>
4.1 Herausforderungen für die Lagerung .....	44
4.2 Anforderungen an die Sicherheit von Lagern .....	44
4.3 Sicherheits- und Brandschutzkonzepte in Theorie und Praxis .....	46
4.4 Bedeutung präventiver Maßnahmen .....	47
4.5 Qualitätsbewertung von Lagerlösungen: »Battery Safety Awareness Training« (BSAT) .....	48
<b>5 Inner- und außerbetrieblicher Transport von Batterien</b> .....	<b>50</b>
5.1 Herausforderungen für den Transport .....	50

5.2	Anforderungsgerechte Ladehilfsmittel	52
5.3	Brandversuche mit Ladehilfsmitteln	53
5.3.1	Versuchsmatrix	53
5.3.2	Versuchsdurchführung	53
5.3.3	Auswertung	54
5.4	Anforderungsgerechte Fördertechnik	58
5.5	Checklisten zur Batteriebewertung	59
5.6	Handlungsanweisungen für Schutzmaßnahmen	60
5.7	Schulungskonzept für beteiligtes Personal	63
<b>6</b>	<b>Supply Chain Management für Batterien</b>	<b>64</b>
6.1	Anforderungen und Indikatoren für eine nachhaltige Batterielogistik	64
6.1.1	Relevanz von KPIs in der Batterielogistik	66
6.1.2	Ableitung und Klassifizierung von KPIs	66
6.1.3	Reverse Logistics und R-Strategien	66
6.1.4	Reparaturraten	66
6.1.5	Wiederverwendungsrate	66
6.1.6	Herausforderungen bei der Datenerhebung und Bewertung	67
6.2	Systemkonzeptionierung als Steuerungselement zur Optimierung von Transportwegen in der Logistik	67
6.3	Konzept für regionale Wertschöpfungsnetzwerke	71
<b>7</b>	<b>Technologien für die Batterielogistik</b>	<b>74</b>
7.1	Anforderungen und Indikatoren an eine sichere Batterielogistik	74
7.2	IoT-Device zur Batterieüberwachung	76
7.2.1	Herausforderungen	76
7.2.2	Entwicklung des IoT-Sensors	76
7.2.3	Firmware	79
7.3	Machine Learning-Modell zur intelligenten Risikofrüherkennung	80
7.4	Blockchain als lückenlose Dokumentation von Transaktionen	83
<b>8</b>	<b>Wissenstransfer in die Praxis – Transferprojekte</b>	<b>86</b>
8.1	Ausschreibungs- und Begutachtungsregeln	86
8.1.1	Auswahl geeigneter Vorhaben	86
8.1.2	Umsetzungs- und Monitoringleitfäden	87
8.1.3	Verwertungsperspektiven	87
8.2	Ergebnisse	88
8.2.1	BATSAFE	88
8.2.2	CLiX	88
8.2.3	Gasdetektion	89
8.2.4	LIBELLE	90
8.2.5	SiLage	90
<b>9</b>	<b>Die Batterielogistik von morgen: Herausforderungen, Perspektiven, Erfolgsfaktoren</b>	<b>92</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>94</b>
<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis</b>		<b>100</b>