

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Transport und der Lagerung von Batteriezellen in der Produktion. Der Ingenieur, der sich praxisorientiert mit der Entwicklung, Planung und Umsetzung einer Batteriezellproduktion auseinandersetzt, kommt an der Gestaltung der innerbetrieblichen Logistik nicht vorbei, betrachtet diese aber häufig unzureichend oder zu spät. Der Fokus liegt in der Ausgestaltung des Produktionssystems häufig auf den Umfängen mit Wertschöpfungscharakter.

Bei der Entwicklung von innovativen Produkten eines Technologiesektors, der einem disruptiven Wandel unterliegt, bestehen eine hohe Technologieunsicherheit sowie ein hohes Risiko bezüglich der Entwicklung der Bedarfe.¹ Bei der Batteriezellproduktion kommt in Deutschland noch die Herausforderung geringer Stückzahlen² gepaart mit dem Neuheitsgrad der Technologien³ als Hemmnis dazu. Daher wird in frühen Phasen der strategischen Vorplanung und der Produktentwicklung häufig die in ihrer Gesamtheit aufwendig zu planende Logistik nicht berücksichtigt. Die vorliegende Arbeit zeigt Wirkmechanismen einer zeitlich und inhaltlich adäquaten Planung von Werkstückträgern in der Batteriezellproduktion auf. Das Ergebnis ist ein Gestaltungsmodell für Entwicklungsprozesse von Werkstückträgern für diese Produktionssysteme.

In diesem Kapitel werden zunächst die Ausgangssituation und die Problemstellung illustriert (Kapitel 1.1). Darauf aufbauend wird die Zielsetzung der Arbeit definiert (Kapitel 1.2). Mit Kapitel 1.3 werden die zugrunde liegende Erkenntnisperspektive und die angewendete Forschungsmethodologie zur wissenschaftstheoretischen Einordnung der Arbeit dargelegt. Die daraus abgeleiteten Forschungsfragen, welche dem Erkenntnisgewinn als Antrieb zugrunde liegen, werden in Kapitel 1.4 beschrieben und führen in den Aufbau der Arbeit über, der in Kapitel 1.5 dargestellt wird.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Für den Standort Deutschland ist es ein schwerer Schlag: Ende des Jahres 2015 schließt die einzige deutsche Traktionsbatteriefertigung nennenswerten industriellen Ausmaßes.⁴ Die Anzeichen deuten aber auf einen anstehenden Anstieg der Bedarfe und damit auch der wirtschaftlichen Abbildbarkeit von Batteriezellfertigungen hin.⁵ Die dafür notwendigen Investitionen müssen allerdings langfristig realisiert und mit einer umfangreichen Förderung versehen werden, bis der Markt diese selbst tragen kann.⁶ Im Bereich der Modul- und Packfertigung bestehen bereits größere Fertigungsanlagen, die von OEM oder Zulieferern betrieben werden

¹ Deutskens (2014), Konfiguration der Wertschöpfung, S. 58

² Klink, et al. (2012), Überspannung im Batteriemarkt, S. 6

³ Kampker, et al. (2013), E-Mobilität, S. 32

⁴ Geschäftsstelle Elektromobilität (2016), Roadmap integrierte Zell- und Batterieproduktion Deutschland, S. 5

⁵ VDMA und PEM der RWTH Aachen (2015), Batteriezellproduktion in Deutschland, S. 5

⁶ Bernhart, et al. (2014), Index Elektromobilität, S. 2

und auf den Bedarf nach individuellen Batteriemodulen und -packs ausgelegt wurden.⁷ Dass die Batteriezelle als teuerste Komponente in der Wertschöpfungskette elektrifizierter Fahrzeuge für die deutsche Industrie dabei weiterhin betriebswirtschaftlich unattraktiv bleibt, ist angesichts der prognostizierten Bedarfsraten und der Wertschöpfungsstrukturen in vergleichbaren Komponentenklassen unwahrscheinlich.⁸ Um sicherzustellen, dass die europäische Industrie den technologischen Anschluss schafft, werden hohe Investitionen für die Erforschung neuer Materialien und Produktionsprozesse für Batterien gefordert.⁹

Das Ziel der deutschen Bundesregierung, eine Million Elektroautos bis zum Jahr 2020 auf deutsche Straßen zu bringen, wird durch den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität von öffentlicher Hand gestützt.¹⁰ Der nachhaltige Erfolg der Elektromobilität stellt sich aber nur auf Basis der Wettbewerbsfähigkeit ein, die eine mit konventionellen Antrieben vergleichbare Kosteneffizienz aufweisen kann.¹¹ Einen entscheidenden Einflussfaktor auf die Kostenstruktur für elektrisch betriebene Fahrzeuge stellt die Traktionsbatterie mit bis zu 50% der Gesamtfahrzeugkosten dar.¹² Die in diesem Kontext erstellten Prognosen gehen aber auch hier bereits von Batteriekostenanteilen auf Packebene von rund 25%, also einer Halbierung des Kostenanteils bei einem Drittel der absoluten Kosten aus.¹³ Das dieser Rechnung zugrunde liegende Kostenziel von rund 200 €/kWh auf Batteriepackebene für das Jahr 2020 wurde bereits im Jahr 2015 beinahe erreicht, scheint sogar noch Potenzial bis auf 150-200 € pro kWh aufzuweisen.¹⁴ Die amerikanische Firma TESLA MOTORS hat unlängst in eine Fabrik investiert, welche im US-Bundesstaat Nevada zusammen mit der Firma PANASONIC bis zum Jahr 2020 eine jährliche Produktionsmenge von 50 Gigawattstunden in diesen Preisstrukturen realisieren soll.¹⁵ Aufgrund des Preisverfalls bei Batterien im vergangenen Jahrzehnt werden aufgrund von Fortschritten in der Technologie und der Produktionstechnik für die kommende Dekade erneut große Preispotenziale gesehen.¹⁶

In den Analysen zu konkreten Fertigungskostenanteilen zeigen sich noch große Spannen, die vom Untersuchungsjahr, der hinterlegten Kostenstruktur und auch der Produkttechnologie abhängig sind. Trotz dieser unterschiedlichen Grundlagen wird doch offenbar, dass die Fertigungskosten trotz des Verhältnisses von 1:3 zu den Materialkosten ein ausreichend hohes

⁷ VDMA und PEM der RWTH Aachen (2015), Batteriezellproduktion in Deutschland, S. 14

⁸ McKinsey&Company (2016), Automotive revolution, S. 12

⁹ Nationale Plattform Elektromobilität (2014), Fortschrittsbericht, S. 54-57

¹⁰ Keichel, et al. (2013), Das Elektroauto, S. 2

¹¹ Kampker, et al. (2014), Elektromobilproduktion, S. 1

¹² Kampker, et al. (2014), Elektromobilproduktion, S. 27 und Kampker, et al. (2013), Elektromobilität, S. 47

¹³ Wallentowitz, et al. (2010), Elektrifizierung, S. 133

¹⁴ In Anlehnung an Schott, et al. (2015), Battery electric vehicles, S. 44, Wallentowitz, et al. (2010), Elektrifizierung, S. 129, McKinsey (2014), Evolution, S. 25 und Kampker, et al. (2014), Elektromobilproduktion, S. 108 (die Prognosen wurden mit dem Ende 2015 bei rund 1,10 US-\$ pro € rangierenden Wechselkurs berechnet), Schmidt-Lackner (2016), Batteriekosten geht von 228€ pro kWh in 2016 und 108 €/kWh in 2020 aus. Eine genauere Angabe, ob Zellen oder ganze Batterien bewertet wurden, ist nicht verfügbar.

¹⁵ Neckermann (2015), The mobility revolution, S. 44 und Tillemann (2015), The Great Race, S. 243

¹⁶ Pinner, et al. (2015), Solar power, S. 27

Kostensenkungspotenzial darstellen.¹⁷ Der Anteil der Abschreibungs- und Amortisationskosten ist hier mit Blick auf die Werkstückträger besonders interessant. Der Aufwand in der Fertigungslogistik sollte aufgrund seines nicht wertschöpfenden Charakters so gering wie möglich ausfallen. Neben kostengünstigen Werkstückträgern lohnt auch die Überlegung, weitere Funktionalitäten in den Werkstückträger aufzunehmen, wodurch an anderer Stelle Einsparungen möglich werden. Die Logistik kann dann z.B. außerhalb der Fertigung auch für den Kunden wertschöpfende Aspekte abbilden.¹⁸ Eine zentrale Herausforderung bei der Planung von Produktionslinien für Batterien ist in diesem Zusammenhang die Spezialisierung von Maschinen- und Anlagenbauern auf einzelne Fertigungsschritte, sodass die Abstimmung von Prozesstechnikalternativen nicht durchgängig geschieht.¹⁹

Welchen Herausforderungen steht die Logistik in der Batterieproduktion gegenüber?

Angesichts der steigenden Zahl von elektrifizierten Fahrzeugen zeichnet sich auch ein drastischer Anstieg der gefertigten Batterien sowie von Varianten großformatiger Batteriezellen ab.²⁰ Die Logistik ist hier insbesondere im Umgang mit dieser Vielzahl an Varianten betroffen.²¹ Dies schlägt sich in der Anzahl der zu bewältigenden Bauteile nieder, aber auch in den Anforderungen an den Werkstückträger, der diese adäquat transportieren muss. Werkstückträger für die Batterieproduktion sind in der Praxis zwar bereits umgesetzt, erfordern allerdings mit variantenbedingt steigenden Kompatibilitätsanforderungen einen hohen Entwicklungsaufwand.²²

¹⁷ Deutsken (2014), Konfiguration der Wertschöpfung, S. 40

¹⁸ Nee (2014), Strategien für Wertschöpfungsnetzwerke, S. 158

¹⁹ Kampker, et al. (2014), Elektromobilproduktion, S. 44

²⁰ Zielke, et al. (2011), Boost!, S. 6 und McKinsey (2014), EVolution, S. 24

²¹ Attig (2011), Komplexitätsreduktion in der Logistik, S. 2

²² Wiendahl (2004), Variantenbeherrschung in der Montage, S. 311