



Bericht der AG-2 Batterietechnologie
für den Zwischenbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität



1.0 Sachstand aus der Arbeitsgruppe 2

1.1 Selbstverständnis und Aufgabenbeschreibung

Das Batteriesystem für den Antrieb von Fahrzeugen ist die Schlüsselkomponente in einem alternativen, zukünftigen elektrifizierten Antriebsstrang. Es liefert wesentliche Eigenschaften für die Leistungsfähigkeit der Elektrofahrzeuge und stellt das Element mit dem mit Abstand höchsten Wertschöpfungsanteil dar. Die Batterie besteht aus den Zellen, dem Batteriemanagement einschließlich Zellmonitoring, der Elektrik/Elektronik, der Sensorik, den Sicherheitselementen, der Kühlperipherie und dem Gehäuse. 60–80 % der Wertschöpfung wird durch die Zellen bestimmt.

Die AG2 Batterietechnologie beschäftigt sich mit dem Status und den Entwicklungschancen der Antriebsbatterien für Elektrofahrzeuge. Kernaufgabe der Arbeitsgruppe ist die Entwicklung einer Roadmap entlang relevanter Key Performance Indikatoren für Zelle und Batteriesystem von 3 Referenzfahrzeugen zur Ableitung von Forschungs- und Entwicklungsprogrammen für Batteriezellen und Batteriesysteme einschließlich deren industrieller Fertigung in Deutschland. Basis für die Bewertung der Zelle sind die Aktivmaterialien, deren Bewertung in enger Abstimmung mit der AG5 erfolgte. Darüber hinaus werden auf Basis einer umfassenden Wettbewerbsanalyse Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte identifiziert unter Benennung von Projektthemen um kurzfristig Technologiedefizite im internationalen Vergleich aufzuholen bzw sich Alleinstellungsmerkmale zu erarbeiten.

1.2 Allgemeine Betrachtungen

Je nach Einsatzzweck werden unterschiedliche Batterie- und Zelltypen genutzt. Aktuell wird in der Automobilindustrie für Hochleistungsbatterieanwendungen (Hybridanwendungen) auf Grund des Reifegrades der Technologie und verfügbarer Fertigungskapazitäten fast ausschließlich die Nickel-Metall-Hybrid Technologie eingesetzt (z. B. Toyota Prius, VW Touareg, Porsche Cayenne). Ein Technologiesprung konnte mit der Einführung der Li-Ionen Technologie im Mercedes S 400 HYBRID (2009) und im BMW 7er Hybrid (2010) erreicht werden (Halbierung des Batteriegewichtes sowie 1/3 des Batterievolumens bei gleicher Leistung), die bis dato ausschließlich im Konsumerbereich eingesetzt wurde (Laptops, Handys, Powertools, Skooter). Für eine schnelle Umsetzung von Elektromobilitätskonzepten auf Basis reiner Elektro-, Plug-in- oder Range-Extender-Fahrzeuge wird auf eine Weiterentwicklung der Li-Ionen Technologie gesetzt. Während Hybridanwendungen in erster Linie die Aufgabe haben, Energie durch Rekuperation sehr schnell aufzunehmen oder zur Unterstützung des Verbrennungsmotors sehr schnell abzugeben, besteht die Aufgabe für Lithium-Ionen-Batterien in den reinen Elektro-, Plug-in- und Range-Extender-Fahrzeugen darin, einen möglichst hohen Energieinhalt vorzuhalten, der als Reichweite in gefahrene Kilometer umgesetzt werden kann.

1.3 Wettbewerbsanalyse

1.3.1 Benchmark Zelltechnologie

Der Einsatz der Li-Ionen Technologie erfolgt heute fast ausschließlich in der Unterhaltungs- und Industrieelektronik. Dabei fallen nahezu 90% der Marktanteile auf Unternehmen aus Asien: Japan (ca. 58 %), Korea (ca. 18 %) und China (ca. 12 %). Während im Jahr 2000 Japan noch die TOP 5 Unternehmen stellte, haben insbesondere koreanische Unternehmen (u.a. Samsung) und chinesische Unternehmen (u.a. BYD) massiv aufgeholt. Ein weiterer Trend der japanischen Zellhersteller ist die Verlagerung der Fertigung nach China. Bereits 50% der Consumerzellen werden heute in China gefertigt. Aufgrund der hohen Marktanteile haben diese Länder zur Unterstützung ihrer Industrie eine breit aufgestellte und intensive Zellforschung. Darüber hinaus liegen dort langjährige, tiefe Kenntnisse und Praxiserfahrungen in Produktion und Anlagenbau vor.

Das Rennen um Marktanteile für mobile Hochleistungsbatterieanwendungen auf Basis der Li-Ionen Technologie ist erst am Anfang. Beispiele sind Kleinserien mit Hochleistungszellen der Firma Hitachi (Fuso – Canter) und der Firma Johnson Controls Saft (Mercedes-Benz S-Klasse und BMW 7er). Weitere Unternehmen stehen kurz vor dem Markteintritt mit Hochleistungszellen (Sanyo - Japan, Samsung/Bosch – Korea/D, SKEnergy – Korea, LGChem – Korea, Enderel – USA). Rein deutsche Zellhersteller spielen im Bereich der Hochleistungszellen für Hybridanwendungen aktuell keine Rolle.

Der Einsatzzweck für den Antrieb in Plug-in-Fahrzeugen und in reinen Elektrofahrzeugen verlangt große Batterien als Energiespeicher mit einer spezifischen Chemie. Basiselemente sind im Vergleich zu den Consumer- und Hybridanwendungen große Zellen. Die Anforderungen an die Lithium-Ionen-Großzellen unterscheiden sich wesentlich von denen an die Consumer-Zellen und den Zellen für die Hybridanwendungen. Sie müssen eine vielfach höhere Energiedichte bieten, sollten mindestens 2500 Vollladezyklen aushalten und eine dem Auto angemessene kalendarische Lebensdauer aufweisen. Aufgrund des Umfangs der gespeicherten Energie müssen Zellen und Batterien für den Einsatz in Elektrofahrzeugen sehr viel weitergehenden Sicherheitsanforderungen genügen. Die Entwicklungsreife von Energiezellen, die die Grundlage für Traktionsbatterien (batteriebetriebene Elektrofahrzeuge) bilden, liegt im Vergleich zu den Hochleistungszellen etwa 2–3 Jahre zurück. Einige Hersteller in Japan und Korea, die sich bisher auf Hochleistungszellen konzentriert haben, können im Bereich der Energiezellen noch keine fertigen Produkte anbieten. Chinesische Hersteller konzentrieren sich mit aller Kraft insbesondere auf diesen Zelltyp (BYD, Lishen). Hier können die deutschen Unternehmen die Chance wahrnehmen, einen schnellen Anschluss an die Weltspitze zu finden und eine stabile Lieferkette von der Materialproduktion bis hin zur Zell- und Batterieherstellung zu etablieren. Für die Herstellung von Zellmaterialien gibt es bei deutschen Unternehmen wie BASF, Bayer, Chemetall, H. C. Stark, Merck, SGL Carbon, Südchemie und anderen eine hohe Kompetenz, die in den Aufbau entsprechender Produktionen in Deutschland münden sollten. Ohne Zellproduktion in Deutschland ist der entscheidende Beitrag der Materialherstellung nur schwierig herbeizuführen und umgekehrt. Erste Zelltypen sollen zur Serienanwendung kommen:

- 2011 im Opel Ampera mit Zellen von LGChem
- 2012 im Elektro-smart mit Zellen der Firma Li-tec/Litarion
- 2013 im BMW Megacityvehicle mit Zellen der Firma SBLiMotive

Für das Segment schwerer Nutzfahrzeuge (LKW und Bus > 7,5 t) stehen für Hybridanwendungen ebenfalls Energiezellen im Fokus, falls diese Fahrzeuge im städtischen Verkehr Teilstrecken rein elektrisch zurücklegen sollen.

1.3.2 Benchmark Batterietechnologie

Die Wettbewerbsanalyse zeigt, dass bereits viele Automobilhersteller eine strategische Lieferantenspartnerschaft eingegangen sind, wobei der Großteil der Lieferanten aus Asien kommt. Es kann festgestellt werden, dass beim Thema Batteriesystem und Batterieintegration ins Fahrzeug asiatische Lieferanten über keine kompletten Inhauskenntnisse verfügen. Darüber hinaus sind deutsche Unternehmen bereits im Batteriesystemgeschäft sehr gut positioniert (Continental AG mit asiatischem Zellpartner & JCS, Bosch im Joint Venture für Zellen mit Samsung, Deutsche ACCUotive mit Zellpartner Li-tec). Für die Anwendung im schweren Nutzfahrzeug bietet der kanadisch/österreichische Zulieferer Magna bereits erste Systeme an.

1.3.3 SWOT-Analyse

Die Stärken/Schwäche-Analyse des Batteriestandortes Deutschland liefert folgende Erkenntnisse:

Stärken

- Hohe Kompetenz für das Gesamtsystem Automobil
- Starke Automobilhersteller als Kunden
- Innovative Chemieindustrie für elektrochemische Anwendungen
- Gute Forschungsinfrastruktur
- Gut vernetzte Hochschullandschaft

Schwächen und Handlungsbedarf

- Mangel an Batterieexperten → Gründung und Bündelung von Lehrstühlen zur Batteriesystemtechnik und Batterieintegration. Ausbau Kernkompetenz Elektrochemie.
- Geringer Anteil Zell/Batterie-Produktion auf dem Gebiet Li-Ion im Vergleich zum internationalen Wettbewerb → Stärkung der Produktionstechnologie und des Anlagenbaus für Zellen und Batterie
- Kaum Materialentwicklung → Abhängigkeit von Patenten amerikanischer und asiatischer Unternehmen bei Schlüsselkomponenten der Zelle → Ausbau der LIB 2015 Initiative
- Rohstoffverfügbarkeit (Li, Co, etc) → Aufbau Recyclingwirtschaft

Dem gegenüber stehen folgende Chancen und Risiken für den Batteriestandort Deutschland:

Chancen

- Komponentenmarkt E-Mobility
- Anwendungsfeld stationäre Speicher für erneuerbare Energien
- Kernkompetenz Hochenergiezellen
- Schaffung neuer Arbeitsplätze E-Mobility

Risiken

- Asiatische Monopolstellung bei Traktionszellen
- Fehlende Risikokapitalförderung und fehlende Investitionsunterstützung
- Ernüchterung im Thema E-Mobility, wenn Geschäftsmodelle nicht positiv darstellbar sind

1.3.4 Förderprogramme International

Die Auswertung der internationalen Förderprogramme zeigt insbesondere für die Staaten USA und China milliardenschwere, staatlich gestützte Programme mit kurzen Laufzeiten von 2 Jahren. Schwerpunkt der Förderprogramme ist die schnelle Industrialisierung von Zellen und Batterien zur Schaffung einer Batterieindustrie für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.

Japan

Die Förderung der technischen Entwicklung für die nächste Generation von Batterien beträgt 102 Mio. € in 2010. Die Förderung der Grundlagenforschung für die Entwicklung einer neuen Generation von Batterien betrug 2009 25 Mio. € und für 2010 ist 25 Mio. € angesetzt. Auf Basis des METI Regional Development Förderprogramms konnten „grüne“ Unternehmen, die Fabriken für Batterien, umweltfreundliche Fahrzeuge, „grüne“ Fahrzeugkomponenten bauen, in 2009 Zuschüsse in Höhe von bis 45 Mio. € erhalten.

Korea

Die Förderung ist eine finanzielle Unterstützung der Industrie und bezieht sich auf die Entwicklung von Hochleistungsbatterien und weiterer Systeme, um Elektroautos produzieren zu können. Die koreanische Regierung plant, Fördermittel in der Höhe von etwa 340 Mio. € bis 2014 bereitzustellen. Der Budgetanteil für Hochleistungsbatterien beträgt 37 Mio. €.

China

Das Programm der Zentralregierung sieht Fördermittel für 60.000 Elektrofahrzeuge im Rahmen von EV-Pilotprogrammen in 11 Städten im Zeitraum 2009 bis 2011 mit einem Budgetrahmen von 2.4 Mrd. € vor. Darüber hinaus starke lokale Unterstützung in Shanghai und anderen Provinzen (Shandong, Anhui, Guangdong). Ab dem 1.6.2010 wird in 5 Pilot-Städten (Shanghai, Changchun, Shenzhen, Hangzhou, Hefei) der private Erwerb (einschließlich Leasing) von PHEV und BEV mit einem Zuschuss von bis zu 6.100 € respektive 7.300 € gefördert. Jede kWh der Batterie wird finanziell mit 370 € unterstützt. Darüber hinaus gelten bei PHEV und BEV im öffentlichen Dienst die gleichen Subventionen wie für den privaten Gebrauch. Die Beschaffung von Hybridbussen wird im 20 Städte -1000 Fahrzeuge – Programm staatlich koordiniert.

Frankreich

Frankreich hat ein öffentliches Beschaffungsprogramm für 50.000 BEV ausgeschrieben. Es bietet eine Kaufprämie von 5000 Euro für Fahrzeuge mit einem CO₂-Ausstoß von weniger als 50 g/km.

USA

Das Funding des Department of Energy für die Jahre 2010–2011 sieht den klaren Schwerpunkt bei der Industrialisierung von Zellen und Batterien. Hierzu wird ein Betrag von insgesamt 5,4 Mrd. US\$ zur Verfügung gestellt. Dabei entfallen 5 Mrd. US\$ auf das Thema Produktion und Anlagenbau, 100 Mio. US\$ auf die Grundlagenforschung und 300 Mio. US\$ auf F&E-Arbeiten. Seit mehr als 10 Jahren wird die Beschaffung von Hybridbussen für den ÖPNV mit bis zu 90% des Anschaffungspreises subventioniert.

1.4 Roadmap

Die Abbildung 1.4.1 zeigt die Roadmap der Batterie im Markthochlauf der nächsten 10 Jahre mit dem Etappenmeilenstein 1 Mio. Elektrofahrzeuge in 2020 (Phase 1). Der Markteintritt von 1. Kleinserien beginnt Ende 2011/2012 (Batterie der Generation 0) auf Basis heute verfügbarer Aktivmaterialien. Die Serienentwicklung einer neuen Batteriegeneration wird unter Berücksichtigung der notwendigen Entwicklungs- und Qualitätsprozesse im Automobilbau mindestens 36 Monate betragen. Zudem kann für die Entwicklung von neuartigen Zellen bis zum B-Muster und deren Aktivmaterialien eine Zeitspanne von 5 Jahren veranschlagt werden. Somit ist nur von einer leicht evolutionären Verbesserung von Zellmaterialien in der Phase 1 bis 2020 auszugehen. Die Abbildung zeigt darüber hinaus, dass zwischen 2014 und 2020 für das Erreichen des Etappenzieles höchstens 2 Batteriegenerationen dargestellt werden können. Die Auswahl und Validierung der Zellen mit B-Muster-Charakter für die 1. Batteriegeneration, einschließlich Materialien und Zelldesign, muss bereits 2012 festliegen, um einen Markteintritt eines neuen Elektrofahrzeuges Ende 2014 zu erreichen. Für die Forschung und Vorentwicklung der Zellen für die 2. Batteriegeneration bleiben ca. 4 Jahre. Der früheste Zeitpunkt um Verbesserung auf der Materialseite einzubringen ist das Jahr 2018 (Generation 3 mit Markteintritt eines Elektrofahrzeuges Ende 2020). Ohne Zellproduktion in Deutschland ist eine Materialherstellung nur schwierig abzubilden wie auch umgekehrt.

Post Li-Ionen Technologien (z. B. Li-Schwefel Batterien) befinden sich zurzeit noch im Forschungsstadium und werden erst nach 2025 im Serieneinsatz erwartet. Das NEDO in Japan gibt Einsatzzeiten ab 2030 an. Insbesondere stellt das Thema Wiederaufladbarkeit im Sinne ausreichender Zyklenstabilität eine große Herausforderung dar. Die technische Machbarkeit der Post Li-Ionen Technologien ist in den nächsten 5 Jahren durch intensive Forschungsarbeit aufzuzeigen.

Eine Beschleunigung auf dem Gebiet der Li-Luft Batterien könnte durch das Nutzen der in Deutschland ausgeprägten Brennstoffzellenkenntnisse erreicht werden.

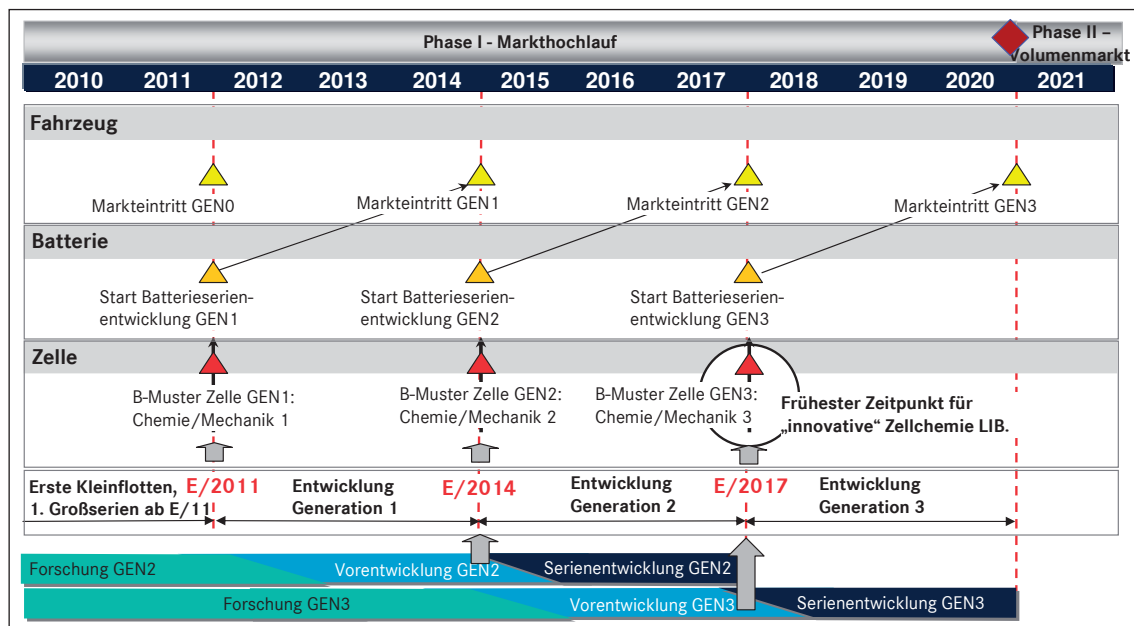


Abbildung 1.4.1: Beispielhafte Darstellung der Batterieroadmap

Das Etappenziel von 1 Mio. Elektrofahrzeugen in 2020 wird insbesondere von der Einführung der Generation 2 ab 2017 geprägt. Allein 500.000 Einheiten zwischen 2017 und 2020 sind zum Erreichen des Meilensteines notwendig. Unter der Annahme eines Serienentwicklungsstartes für diese Generation in 2014/15 bleiben als Förderzeitraum die Jahre 2011 – 2014 mit dem Schwerpunkt des Aufbaus von Pilotanlagen über die gesamte Prozesskette hinweg (Aktivmaterialien/Elektroden/Zellen/Batteriesysteme).

Materialien	Kurzbezeichnung	E 2014 (Gen 1)	E 2017 (Gen2)	E 2020 (Gen3)
Kathodenmaterialien				
$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$	NCA	x	x	x
$\text{LiMn}_{1/3}\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{O}_2$	NCM	x	x	x
$\text{LiMn}_x\text{Ni}_y\text{Co}_z\text{O}_2$	NCM+xyz	x	x	x
LiMn_2O_4	LMO	x	x	x
LiFePO_4	LFP	x	x	x
NCM + LMO blend	NCM+LMO	x	x	x
$\text{LiFe}_x\text{Mn}_{1-x}\text{PO}_4$ oder andere Dotierungen	LFMP		x	x
$x \times \text{Li}_2\text{MnO}_3 \times (1-x) \times \text{LiMO}_2$ o.ä.	HV-NCM			x
HV-Spinell				x
Anodenmaterialien				
Graphite (incl. div. Modifikationen)		x	x	x
CARBON			x	x
$\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$	LTO	x	x	x
Si-haltige Anoden				x

Abbildung 1.4.2: Materialoptionen im Zeitraum 2014 – 2020

Die Abbildung 1.4.2 zeigt die Einschätzung der Arbeitsgruppen 2 und 5, welche Aktivmaterialien für die Generationen 1 bis 3 im Zeitraum 2014 – 2020 zur Verfügung stehen. Mit Blick auf die besonders wichtigen Kathodenmaterialien kristallisieren sich zwei Entwicklungsstoßrichtungen für Elektrofahrzeuge heraus: Nickel/Cobalt/Mangan-Materialien (NxCyMz) vs. Eisenphosphat-Materialien (LiFePO_4). Ein wesentlicher Vorteil von LFP gegenüber NCM besteht in der höheren intrinsischen Sicherheit. Zellen auf Basis NCM-Materialien haben im Vergleich zu LFP höhere Energiedichten (140 W/kg vs. 110–120 W/kg) sowie eine höhere thermische Stabilität bei Temperaturen größer 50 Grad. Nickel-Cobalt-Aluminium Materialien (NCA) für Hochvoltbatterien mit Energieinhalten > 2 kWh scheidet auf Grund des Sicherheitsaspektes aus. Mangan-Spinelle (LMO) erreichen heute nicht die Lebensdaueranforderungen auf Grund verminderter thermischer Stabilität. Thermisch stabile Hochvolt-NCM's in Kombination mit neuen Hochvoltelektrolyten ab 2020 erlauben eine Erhöhung der Energiedichte von 25–30 % (s. auch Abbildung 1.4.3).

Die Anodenseite wird bis 2020 weiterhin bestimmt durch kohlenstoffbasierte Materialien: Graphit, graphitische Modifikationen sowie ab 2017 Carbonmaterialien (Hard/Soft). Titanoxidmaterialien als Alternative stehen bereits heute zur Verfügung. Diese zeichnen sich durch ein sehr sicheres Verhalten in der Zelle aus, scheidet aber in Energiezellen wegen der deutlichen Einbußen beim Parameter Energiedichte auf Grund von Zellspannungen < 2 V aus. Si-haltige Anoden mit Verbesserungen in der Speicherkapazität werden frühestens 2020 erwartet. Bisher ist der Einsatz an der notwendigen Zyklenstabilität gescheitert.

Bei der Entwicklung von Li-Ionen Batterien für die Automobilindustrie sind 8 Kriterien gleichermaßen zu erfüllen, um langfristig die Batterietechnologie in den entsprechenden Elektrofahrzeugen im Markt zu etablieren (s. Abbildung 1.4.3). Dieses Anforderungsspektrum unterscheidet die Batterien für den mobilen Einsatz erheblich von den Zellpacks im Consumerbereich. Daher stellen das Verständnis des Gesamtsystems Batterie und die Kenntnis über die Integrationsmöglichkeiten im Fahrzeug ein Schlüssel-Know-How dar.

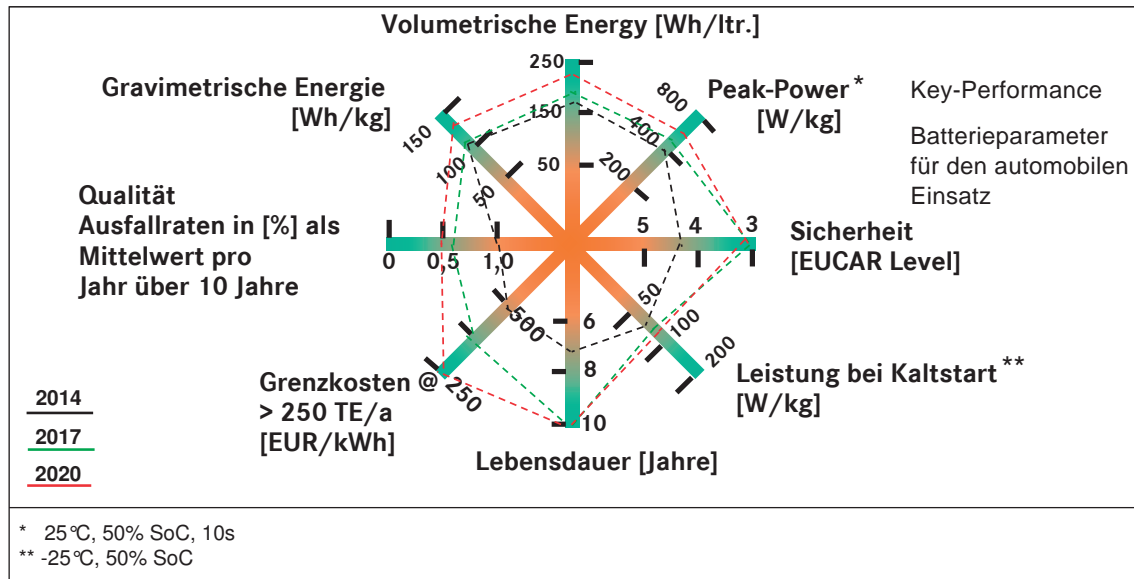


Abbildung 1.4.3: Key-Performance Parameter Batteriesysteme für das Referenzfahrzeug 1 2014–2020

Dieses Wissen ermöglicht erst eine zielgerichtete Entwicklung von Zellmaterialien und Zellmechaniken und ist in Deutschland in ausgeprägtem Zustand vorhanden.

Das Spinnendiagramm 1.4.3 zeigt die Weiterentwicklung der 8 Kriterien im Zeitraum 2014 – 2020 für das Referenzfahrzeug 1 (batterieelektrisches Stadtfahrzeug). Daraus wird ersichtlich, dass insbesondere die Energie- und Leistungsdichte bis 2020 sich aus heutiger Sicht nur geringfügig verbessern werden. Deutliche Verbesserungen sind auf Seiten der Sicherheit und Lebensdauer zu erwarten. Darüber hinaus werden die Batteriepreise infolge Stückzahlerhöhung und Produktionstechnologieverbesserungen im Jahre 2020 deutlich gesunken sein und sich in einer Bandbreite von 250 bis zu 300 Euro pro kWh bewegen.

1.5 Aktivitätenplanung zum Erreichen der Milestones (Handlungsfelder)

Die Analyse der bereits in Deutschland laufenden Förderprogramme zeigt, dass wesentliche Teilaspekte der Batterietechnologie wie Prozesstechnologien für Zellen- und Batteriefertigung, Grundlagen der Batteriesicherheit, Erprobungskonzepte sowie Modellierung und Simulation für die in den nächsten Jahren zur Marktreife zu entwickelnden Batterien derzeit nicht oder nur unzureichend adressiert sind um eine führende Position Deutschlands im Bereich der Batterietechnologien für Elektrofahrzeuge zu erreichen. Zur Erlangung der Technologieführerschaft bei Batterien und Zellen und der Schaffung von Voraussetzungen zum Aufbau großer Anteile der Wertschöpfung für Batterien am Standort Deutschland oder durch deutsche Unternehmen ist aus Sicht der AG2 der durch zusätzliche Fördermittel zu unterstützende zügige und parallele Aufbau von Kompetenzen in zwei Handlungsfeldern erforderlich:

A.) Tiefgehendes Verständnis der Mechanismen entlang der gesamten Wirkkette Batterie

B.) Industrialisierung von Zell- und Batterietechnologien

Die Materialienentwicklung vor Anlieferung Zellfabrik inkl. Materialverfügbarkeiten, Ökobilanzierungen und Recyclingkonzepte wird durch die AG5 abgedeckt. Für die Bearbeitung der beiden Themenfelder sind nachstehend aufgeführte FuE-Schwerpunkte erforderlich mit dem Fokus einer Umsetzung zwischen 2012 und 2017:

Tiefgehendes Verständnis der **Mechanismen entlang der gesamten Wirkkette** Batterie mit den **PRI01-Themen Sicherheit und Lebensdauer**

- Funktionale Sicherheit von Batteriesystemen (ISO 26262)
 - Modellierung, Detektion und Vermeidung sicherheitskritischer Zustände von großformatigen Zellen auch unter missbräuchlichen Nutzungsbedingungen
 - Erarbeitung von Konzepten zur Vermeidung exothermischer Ereignisse auf Zell- und Batterieebene.
 - Entwicklung von sicheren Gesamtsystemen (innovatives BMS, innovative Elektronik, Gehäuse)
 - Modellierung und Entwicklung von effizienten Temperaturmanagementkonzepten
 - Untersuchung und Modellierung von Fehlermechanismen (elektrisch und mechanisch)
 - Untersuchung und Bewertung von primären und sekundären Fehlervermeidungselementen: Vents, Sicherungen, Stromunterbrechung, Strombegrenzer, Shutdown Separatoren
- Untersuchung Eigensicherheit und Crashverhalten von Batterien.
- Optimierte Kathodenmaterialien für höchste Sicherheit
- Nicht brennbare Elektrolyte, neuartige Leitsalze
- Sicherheitsaspekte in der Zell/Batterie-Fertigung (inkl. Sicherheitscontainer)
- Lebensdauereinflüsse auf Zell- und Batterieebene entlang der gesamten Wirkkette: Erarbeitung des Verständnisses von Mechanismen der zyklischen und kalendarischen Alterung und deren Modellierung. Erarbeitung einer Bewertungsmethodik zur Lebensdauerprognose für Li-Ionen Batterien.
- Entwicklung von Erprobungskonzepten für Zelle und Batterie auf Basis verstandener Alterungs- und Versagensmechanismen sowie der Reihenfolge des Auftretens von Versagensmoden. Erarbeitung von Raffmechanismen und deren Parametrierung als Basis für die Ableitung beschleunigter Lebensdauer-erprobungen (Hinweis: die Erprobungsdauer ist ein wesentlicher Faktor für die zeitliche Dauer von Musterphasen und damit die Zeitspanne bis zur Markteinführung serientauglicher Batterien).
- Modellierung und Entwicklung von Algorithmen für elektrochemische Reaktionen (Batteriemodelle).
- Untersuchung der Entstehung von Plating in Abhängigkeit der Lastprofile.
- Ableitung standardisierter Lebensdauererprobungen als Basis für Freigabe von Zellen/Batterien.

- Bi- oder sonstige Zellverbundkonzepte.
- Optimierte Materialien für höchste Lebensdaueransprüche (Kathode/Anode/Elektrolyt-Redox Shuttle).
- Rollenversuche mit elektrischem Antriebsstrang oder Fahrzeugen mit Fokus auf Batterietechnologie, insbes. zur Ermittlung des Batteriehaltens in Fahrzyklen und Extremsituationen.
- Erarbeitung von Untersuchungs-/Messverfahren sowie zugehöriger Hardwarekonzepte für Formierung und Deckschichtbildung.
- Technische Bewertung aktuell verfügbarer und zu optimierender Formulierungen für Zellmaterialien (Elektroden, Elektrolyt, Leitsalze und Additive) und deren Herstellungstechniken. Darüber hinaus ist die Überführung von Grundlagenthemen in die Anwendung zu forcieren sowohl auf Hochschul- als auch Industrieseite mit dem Blickfeld einer Einführung bis 2020.
- Normung von Standardmaterialien wie Metallfolien und Grundchemikalien für den Einsatz in Zellen und Batterien sowie Normung der Zellmechanik.
- Definition von Freigabekriterien für Batterien gem. eines zu erarbeitenden Standardpflichtenhefts für den Batterieeinsatz in Elektrofahrzeugen.
- Technische und kommerzielle Bewertung und Entwicklung von mechanischen und funktionalen Aufbaukonzepten für Zellen und Batterien/Batteriesystemen.
- Schaffung von anerkannten Maßnahmen im Umgang mit beschädigten Batterien (z. B. nach Fahrzeugcrash, ggf. Rettungsmaßnahmen, Löschmittel, Ausbau und Handhabung defekter Batterien)
- Erarbeitung eines einheitlichen Konzeptes zur Nachverfolgbarkeit von Batterien/Zellen über den Lebenszyklus (von der Entstehung über die erste bzw. zweite Nutzung bis zum Recycling)
- Transport von defekten Batterien
- Zur Erhaltung einer offenen Wettbewerbssituation und zur Überprüfung der Ergebnisvalidierung: Aufbau nationaler Referenzzentren/Prüfzentren für Zelle, Batterie. Durchführung von Benchmarktests und Konkurrenzanalysen durch diese Stellen.

Industrialisierung von Zell- und Batterietechnologien

- Investition in Prototypanlagen zur Herstellung von Aktivmaterialien, Elektroden und Zellen.
- Intensivierung Zellherstellungsprozessentwicklung von heute zur Verfügung stehenden und im Weiteren zu optimierenden Zellkomponenten.
- Optimierung bestehender Batteriesysteme hinsichtlich Technologie und Produktionstechnik.
- Optimierung von Anlagen- und Verfahrenstechnik für Elektroden, Zellen und Module und die Implementierung zugehöriger Fertigungskonzepte zur Erreichung wettbewerbsfähiger Zellen- und Batterieproduktionen auch an Hochkostenstandorten.
- Entwicklung innovativer Batteriemagementsysteme und deren Umsetzung in die Fertigung sowie Standardisierung von Schnittstellen und Datenprotokollen für die Kommunikation mit der Fahrzeugebene.
- Entwicklung innovativer Kühlkonzepte und deren Umsetzung in die Fertigung.
- Erarbeitung von Integrations- und Montagekonzepten für Zelle, Modul, Batterie und deren Umsetzung in eine Fertigung.
- Entwicklung von modularen Batteriesystemen für unterschiedliche Anwendungen.
- Definition einheitlicher Fertigungsmanagementsysteme (MES) über alle Fertigungsschritte hinweg.

Während sich die Handlungsfelder der AG2 an Lithium-Ionen Technologien der 1. Generation (Einführung in die Serie ab E/2014) und der 2. Generation (Einführung in die Serie ab E/2017) orientieren und damit kurz- und mittelfristigen Charakter haben, ergibt sich parallel die Notwendigkeit zur Förderung von Forschungsarbeiten für die Weiterentwicklung der Lithium-Ionen-Technologie und für die Forschung zu den Post-Lithium-Ionen Technologien, um die Technologieführerschaft zu sichern. Dazu zählen der Forschungs- und Entwicklungsaufwand, um die technischen Herausforderungen bezüglich Zyklisierbarkeit, Stabilität und Sicherheit zu lösen. Es sind weitere Schritte bis zur Nutzung im Fahrzeug zu erarbeiten. Darüber hinaus ist die Stärkung der universitären Forschung, die Ausbildung und Weiterbildung von Batterieexperten, die Stärkung der Elektrochemie und der Materialwissenschaften sowie der Batteriesystemkompetenz wesentlich.

2.0 Empfehlungen an die Bundesregierung

Die integrierte Batterieproduktion für Elektrofahrzeuge in Deutschland ist möglich, sinnvoll und erforderlich. Bei Lithium-Ionen-Zellen für Elektrofahrzeuge gibt es in der Technologie eine offene Wettbewerbssituation. Bei der Produktionstechnik besteht Aufholbedarf. Bei der Post-Lithium-Ionen Technologie ist die Technologieführerschaft möglich. Bei der Batteriesystemtechnik ist Deutschland führend. Die Produktion von Zellen und Batterien folgt der Fahrzeugproduktion, wenn die politischen Förderbedingungen international vergleichbar sind.

Zwischen 2012 und 2014 fallen die Entscheidungen, ob in Deutschland eine Produktionsbasis für Zell- und Batterietechnologie dauerhaft entstehen wird. Für die 1. und 2. Generation der Lithium-Ionen Technologien gelten:

- Wenn die Erforschung der Wirkmechanismen für die Batterie durch entsprechende Beteiligung öffentlicher Institutionen gestärkt werden kann und
- wenn unter Beteiligung der öffentlichen Institutionen zum Aufbau von Pilot- und Demonstrationsproduktionsanlagen der Weg zur Entwicklung automatisierter, industrieller Massenproduktionsstraßen geebnet werden kann,

wird die komplette Wertschöpfungskette für die Produktion von 100 000 E-Fahrzeugen bis Ende 2014 auch mit seinem wichtigsten Element in Deutschland vorhanden sein. Auf Basis der Analyse des Status Quo und der identifizierten Handlungsfelder empfehlen wir aus Sicht der AG2:

- Zusammenfassung der zahlreichen vorhandenen Förderprogramme in drei große nationale Förderprogramme als Themenfelder.
 - 1. Themenfeld: Wirkkette Batterie
 - 2. Themenfeld: Industrialisierung
 - 3. Themenfeld: Materialien für Lithium-Ionen-Technologie und Post-Lithium-Ionen-Technologien

Das 3. Themenfeld sollte sich mit der Weiterentwicklung von Materialien für die Lithium-Ionen-Technologie und der Forschung zu den Post-Lithium-Ionen-Technologien (z. B.: Li-Luft, Li-S, Festkörperbatterien) befassen, um die Anschlussfähigkeit zu künftigen Batterietechnologien zu sichern.

Die Stärkung der Kompetenz der universitären Forschung, insbesondere auch zur Aus- und Weiterbildung von Batterieexperten, zur Erhöhung der Elektrochemiekompetenz (inklusive den dazugehörigen Materialwissenschaften) sowie Systemkompetenz und die Beschleunigung der Ausbildung im gewerblichen Bereich sind notwendig (Stärkung des Langfristzeitraumes 2020+).

- Bestehende Projekte, die unter dem Konjunkturprogramm II gestartet wurden, zu Ende zu führen. Nach Beendigung dieser Programme sind nach einer kritischen Evaluation die „besten“ Vorhaben weiter zu fördern und einem der 3 Themenfelder zuzuordnen.
- Wir empfehlen, das Programmmanagement an einer zentralen, von der Bundesregierung zu benennenden Stelle anzusiedeln und dort die erforderlichen Qualifikationen aufzubauen. Durch Synchronisation der Themenfelder zur Batterietechnologie und Koordinieren von einer zentralen Stelle wird gewährleistet, dass das unabdingbare Zusammenwirken der beiden Themenfelder zur Batterie zusammen mit dem Themenfeld Grundlagenforschung in einer effizienten Weise erfolgt.

3.0 Finanzmittel AG2

Nachstehend sind die notwendigen Finanzierungsvolumina [in Mio. €] für die Themencluster 1 und 2 aus Sicht der AG2 für den Zeitraum 2011-2014 aufgeführt. Es ergibt sich an der Gesamtsumme der notwendigen Ausgaben i. H.v. 1260 Mio. Euro und ein Anteil der öffentlichen Hand von rund 600 Mio. Euro.

	2011	2012	2013	2014	Summe
Cluster 1: Wirkkette Batterie	90	110	100	100	400
Cluster 2: Industrialisierung	180	250	230	200	860
Cluster 3: Materialforschung für Batterien	in AG5 enthalten	in AG5 enthalten	in AG5 enthalten	in AG5 enthalten	in AG5 enthalten
Summe	270	360	330	300	1260

Bei den in der Tabelle aufgeführten Werten handelt es sich um Gesamtvolumina.

Im Rahmen der Arbeitsgruppe 2 wurde die Wertschöpfungskette Batteriesystem (siehe Abbildung 1.4.4) in einzelne Komponentenbausteine untergliedert:

- Rohstoffe/Materialien
- Aktivmaterialien
- Zellkomponenten/Zelle
- Zellmodule mit Kühlung
- Elektrik/Elektronik
- Batteriemodule
- Batteriegehäuse

Jeder Komponentenstufe sind die Kriterien „Lebensdauer“, „Sicherheit“, „Design“ und „Produktionstechnologie“ zugeordnet. Auf der Basis dieser Struktur entwickeln die Wissenschaftsinstitutionen und Unternehmen der AG2 entsprechende Projektbeschreibungen unter Darstellung von Inhalten und benötigten Finanzmitteln.

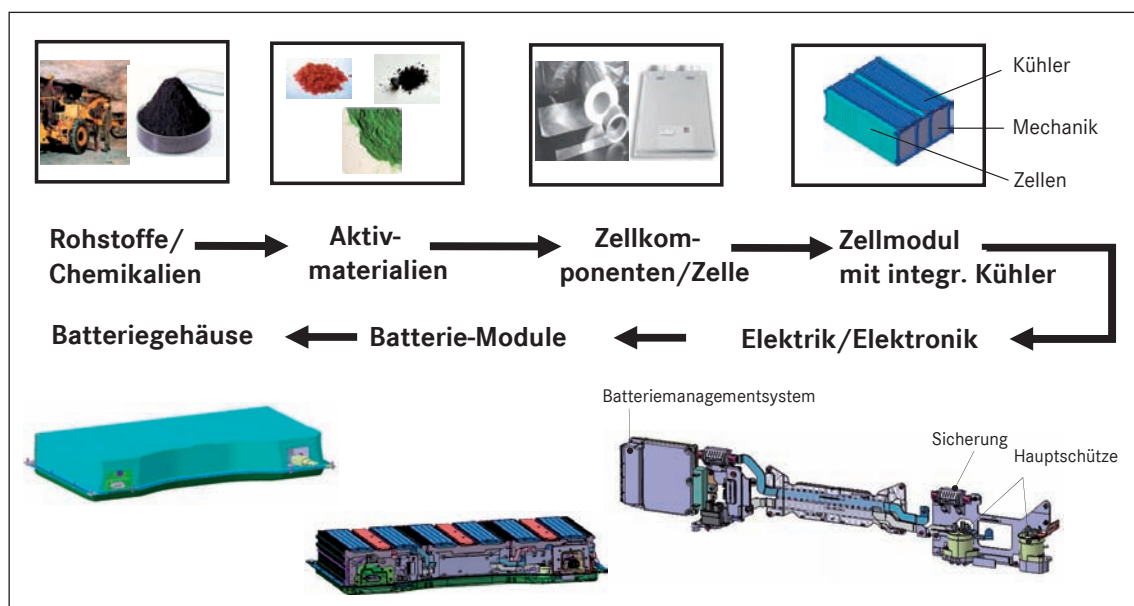


Abbildung 1.4.4: Darstellung der Wertschöpfungskette Batterie

Verfasser:

Arbeitsgruppe 2 „Batterietechnologie“
der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE)

Redakteure:

Dr. Arnold Lamm
Leiter Charakterisierung HV-Batteriesysteme
Daimler AG
059 NAB
Neue Straße 95
73230 Kirchheim unter Teck (Nabern)

Markus Schulz
Leiter Konzernrepräsentanz Berlin
Konzernkoordinator Elektromobilität
Evonik Industries AG
Friedrichstraße 171
10117 Berlin

Herausgeber:

Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität
der Bundesregierung (GGEMO)
Scharnhorststraße 34–37
10115 Berlin

Grafik/Design:

Theim Kommunikation GmbH
Carl-Thiersch-Str. 3
91052 Erlangen

Druck:

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie