

Batteriehersteller suchen bereits nach neuen Lösungen

Alle Elektrofahrzeuge werden heute durch eine Lithium-Ionen-Batterie mit Strom versorgt (zu Aufbau und Funktionsweise vgl. Grafik). Deren interne Zusammensetzung variiert allerdings von Hersteller zu Hersteller. Unterschiedlich können insbesondere die Kathoden, die dem Strom erlauben, die Batterie zu verlassen, zusammengesetzt sein. Dabei kommen verschiedene Metallkombinationen zur Anwendung.

Die zurzeit populärste Metallkombination, die für Kathoden eingesetzt wird, ist Lithium-Nickel-Kobalt-Mangan-Oxid (NCM). Sie besteht aus annähernd gleich viel Nickel (30%), Kobalt (30%) und Mangan (28%). Lithium, das der Batterie den Namen gibt, hat einen Anteil von 12% an der Metallkombination. NCM-Kathoden gefallen Elektrofahrzeug-Herstellern wegen ihrer niedrigen Selbsterhitzungsrate. Das schmälert die Überhitzungsgefahr der Batterie und erhöht deren Betriebssicherheit. Weiter sorgt diese Metallkombination für eine gute Leistung, das heisst eine hohe Energiedichte. Batterien mit NCM-Kathoden kommen etwa in Elektrofahrzeugen von BMW, Mercedes-Benz, Hyundai oder Kia zum Einsatz.

Ein Nachteil von NCM-Kathoden ist ihr relativ hoher Kobaltgehalt. Kobalt ist ein knapper Rohstoff – sein Preis kletterte des-

halb 2017 angesichts einer steigenden Nachfrage über 120%. An der Knappheit von Kobalt, so wird prognostiziert, dürfte sich in den nächsten Jahren nichts ändern. Das setzt Hersteller von Batterien mit NCM-Kathoden einem erheblichen Preissteigerungsrisiko aus.

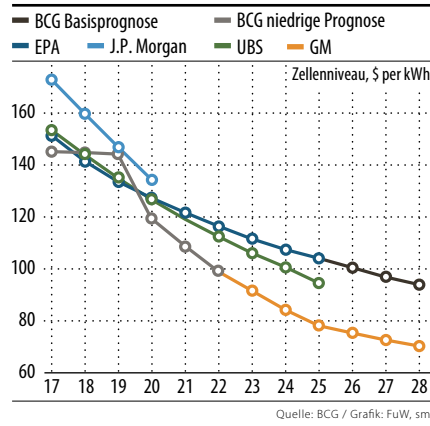
Suche nach dem besten Mix

Dieser Nachteil von NCM-Kathoden hat die Suche nach alternativen Metallkombinationen angeheizt. Ein bedeutendes Wachstumspotenzial wird dabei von Branchenanalysten der Kombination Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium-Oxid (NCA) zugebilligt. NCA-Kathoden haben zurzeit die höchste Energiedichte aller in Elektrofahrzeug-Batterien eingesetzten Kathoden.

Ein anderer Vorteil von NCA- gegenüber NCM-Kathoden ist ihre preisliche Wettbewerbsfähigkeit. Dafür verantwortlich ist ein höherer Nickelgehalt (73%) bei gleichzeitig niedrigerem Kobaltanteil (14%). Ein Nachteil von Batterien mit hohem Nickelgehalt ist, dass sie zu Instabilität neigen. Ein prominenter Verwender von Batterien mit NCA-Kathoden ist Tesla.

Eine nochmals andere Metallkombination für Kathoden in Batterien heisst Lithium-Eisen-Phosphat (LFP). Wie der

Potenzielle Entwicklung der Batteriekosten



Name sagt, verwendet diese Zusammensetzung für Kathoden Eisen und Phosphat anstelle von Nickel und Kobalt. LFP-Kathoden werden zurzeit vor allem in Batterien angewendet, die chinesische Hersteller in Elektrofahrzeuge einbauen. Grund sind die niedrigeren Kosten im Vergleich zu anderen Metallkombinationen. Dazu kommt, dass Batterien mit LFP-Kathoden ein langes Zyklusleben aufweisen und durch hohe thermale Stabilität glänzen.

Ein Nachteil von Batterien mit LFP-Kathoden ist, dass sie eine niedrigere Energiedichte aufweisen als solche mit NCM- oder NCA-Kathoden. Das macht sie weni-

ger attraktiv für die Hersteller von High-End-Elektrofahrzeugen, die wie Tesla versuchen, die Effizienz zu maximieren.

Transparency Market Research schätzt, dass der globale Markt für Lithium-Ionen-Batterien bis 2024 auf ein Volumen von 77 Mrd. \$ wachsen wird, von 30 Mrd. \$ in 2015. Wichtigste Hersteller sind zurzeit CATL (China; Kapazität in 2017: 40 Gigawattstunden), LG Chem (Südkorea; 23), BYD (China; 18), Samsung SDI (Südkorea; 12), Tesla/Panasonic (USA/Japan; 7) und Microvast (USA; 6). Alle planen in den nächsten Jahren mehr oder weniger grosse Kapazitätserweiterungen. Schlagzeilen machten in diesem Zusammenhang vor allem Tesla und Panasonic mit dem Bau der Gigafactory in den USA.

Neue Dimensionen im Visier

Die drei Kathoden-Beispiele zeigen, dass jede Art von Lithium-Ionen-Batterien ihre Beschränkungen hat. Die Forschung nach besseren Alternativen läuft deshalb auf Hochtouren. Namen, die kursieren, sind etwa Nickel-3D-Zink-, Zink-Luft-, Lithium-Luft- oder Festkörper-Batterien.

Doch die Beschränkungen der Lithium-Ionen-Batterie mit neuer Technologie zu überwinden, ist nicht einfach. Die Entwicklung einer funktionierenden Bat-

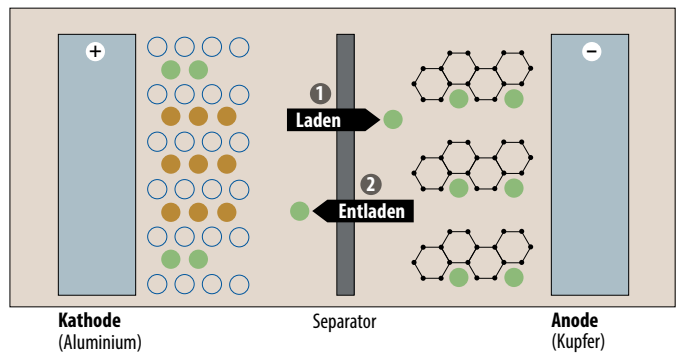
teriezelle, die sich für die Massenproduktion und den Einbau in ein Batteriepack eignet, ist harte Arbeit. Sie muss unzählige Lade-/Entladezyklen zulassen, eine hohe Leistung (Energiedichte) aufweisen, wenig Volumen und Gewicht haben, nicht überhitzen und jahrelang absolut sicher eingesetzt werden können.

Und ein neuer Batterietyp sollte preislich noch günstiger sein als der vorherige. Die Batteriekosten sind in den vergangenen Jahren stetig gefallen – von 700 \$ pro Kilowattstunde (kWh) in 2009 auf 150 bis 175 \$ pro kWh heute. Die Analysten von Boston Consulting Group (BCG) prognostizieren, dass die Kosten bis 2025 auf 80 bis 105 \$ und bis 2030 auf 70 bis 90 \$ weiter sinken werden (vgl. Grafik).

Voraussetzung, dass diese Prognose wahr wird, ist allerdings, dass es gelingt, Batterien zu entwickeln, die weniger knappe und deshalb teure Rohstoffe benötigen. Geht das nicht, so befürchten die Analysten von Berenberg, dass der Rückgang der Batteriekosten mittelfristig bei etwa 160 \$ pro kWh zum Stillstand kommen könnte. Das wäre deutlich höher als die 100 \$ pro kWh, die die Berenberg-Experten als nötig erachten, damit Elektrofahrzeuge preislich gegenüber Autos mit herkömmlichem Verbrennungsmotor konkurrenzfähig werden. **MG**

Aufbau und Funktionsweise von Lithium-Ionen-Batteriezellen

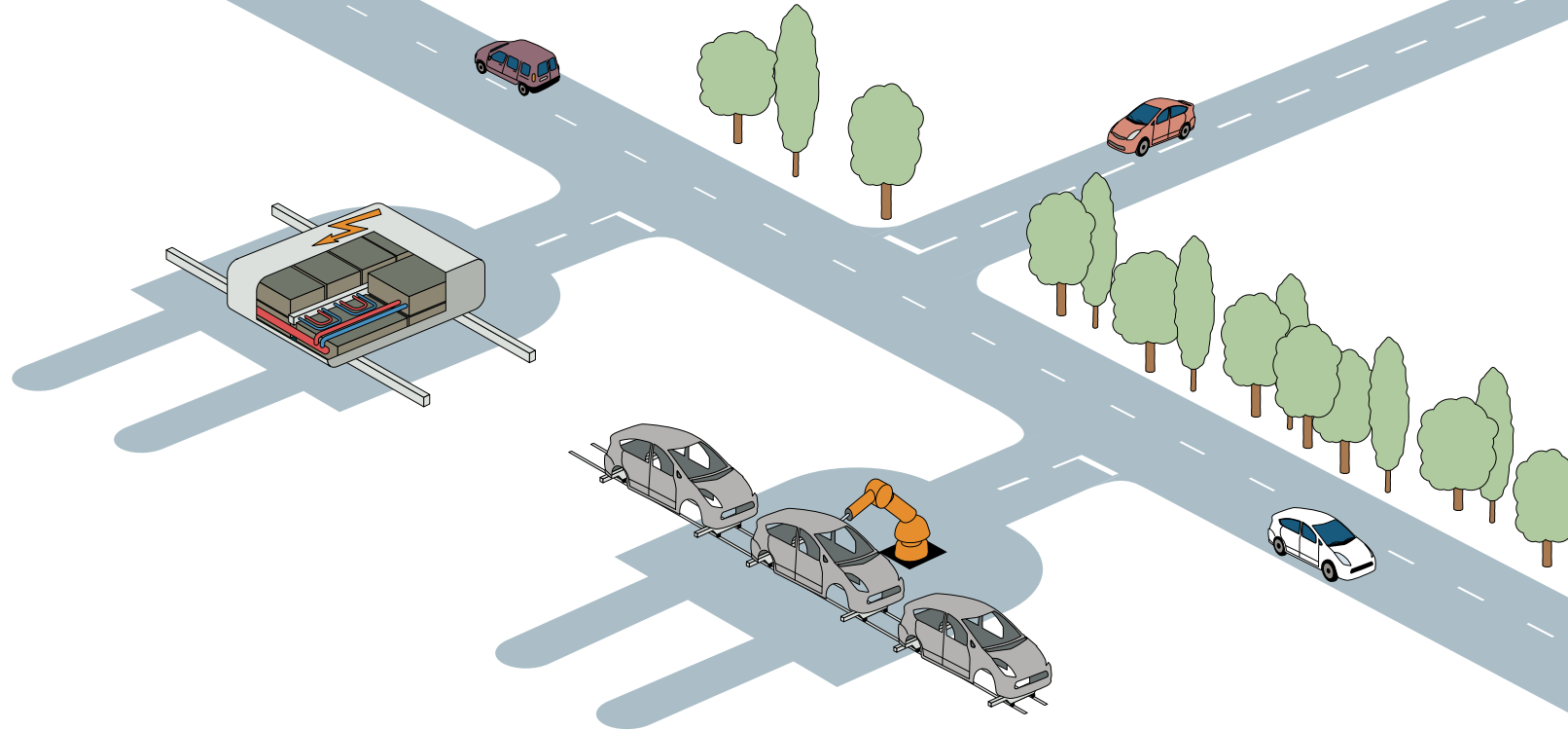
○ Sauerstoff ● Grafit ● Kobalt&Nickel ● Lithium-Ionen ■ Elektrolyt (Lösungsmittel)



1 Während des **Ladevorgangs** bewegen sich Lithium-Ionen von der Kathode zur Anode. Die Batterie benötigt elektrischen Strom.

2 Während des **Entladevorgangs** bewegen sich Lithium-Ionen von der Anode zur Kathode. Die Batterie liefert elektrischen Strom.

Quelle: Elektronik-Kompilium.de / Grafik: FuW, ck



Pläne ausgesuchter Hersteller für elektrifizierte und rein elektrische Modelle

Unternehmen	Land	Volumen	Modelle
BMW Group	D	Bis 2019: 500000 elektrifizierte Fahrzeuge (Hybride und rein elektrische)	Bis 2025: 25 elektrifizierte Modelle, davon 12 rein elektrische
Daimler	D	Bis 2025: bis 25% des Absatzes (Automobile)	Bis 2022: >50 elektrifizierte Modelle (inkl. Mildhybride), davon >10 rein elektrische
Ford	USA		Bis 2022: 56 elektrifizierte Modelle, davon 16 rein elektrische
General Motors	USA		Bis 2023: >20 neue rein elektrische Modelle
Honda	JP	Bis 2030: zwei Drittel des Absatzes elektrifiziert	
Hyundai	KR		Bis 2020: 22 elektrifizierte Modelle, davon 4 rein elektrische (2 davon mit Brennstoffzelle)
Nissan	JP	Bis 2022: 1 Mio. elektrifizierte Fahrzeuge p.a. Bis 2025: 50% des Absatzes in Europa und Japan, 35 bis 40% in China, 20 bis 30% in den USA	Bis 2022: 8 weitere rein elektrische Modelle
PSA Group	FR	Bis 2023: in 80% der Kernmodelle eine elektrifizierte Version. Bis 2025: 100%	
Renault	FR	Bis 2022: in mehr als 60% aller Modellreihen eine elektrifizierte Version	Bis 2022: 20 elektrifizierte Modelle, davon 8 rein elektrische
Toyota	JP	Bis 2030: 5,5 Mio. elektrifizierte Modelle p.a., davon >1 Mio. rein elektrische	
Volkswagen	DE	Bis 2025: 25% des Absatzes rein elektrisch. Bis 2030: gesamtes Portfolio elektrifiziert (in allen Modellreihen mindestens eine Version)	Bis 2025: 80 neue elektrifizierte Modelle, davon 50 rein elektrische

Quelle: Unternehmen

Die E-Offensive der Automobilkonzerne

Your turn, Elon – du bist dran, Elon. Der an Elon Musk, CEO und Grossaktionär von Tesla, gerichtete Ausspruch war Anfang März auf einer Werbetafel am Gebäude des Genfer Automobilsalons zu lesen. Der koreanische Anbieter Hyundai bewarb damit das erste rein elektrische Kompakt-SUV am Markt, den Hyundai Kona Electric, lieferbar im Sommer mit bis zu 470 km Reichweite.

Wir liefern, du laferst und hältst deine Zeitpläne nie ein, wird da suggeriert. Doch nicht nur Hyundai liefert. Die Elektro-Offensive der etablierten Autobauer rollt an. Der ebenfalls in Genf gezeigte Jaguar I-Pace ist ein weiteres Beispiel. Diverse andere werden folgen. Das Angebot wird attraktiver. Die Elektromobilität nimmt Fahrt auf (vgl. Tabelle links).

Und Tesla rennt die Zeit davon. Die Hoffnung, vor der Offensive des Establishments ein tragfähiges Niveau zu erreichen, schwindet. Finanziell geht es dem Hersteller, der das Elektroauto hoffähig gemacht hat, miserabel. Eine weitere Kapitalerhöhung soll es nach Musk aber nicht geben. Tesla werde im dritten und vierten Quartal profitabel und cashflowpositiv sein, twitterte er im April.

Umfangreiche Pläne

Die Pläne der Etablierten für ganz und teilweise elektrifizierte Fahrzeuge – reine E-Automobile und Hybride (vgl. Glossar, Seite 11) – sind umfangreich. Besonders schwungvoll agiert der vom Dieselskandal erschütterte Volkswagen-Konzern (vgl. Tabelle links). Ebenfalls Druck macht Daimler, wogegen die BMW Group nach mutigen frühen Vorstössen vorübergehend etwas Tempo weggenommen hatte.

In Frankreich ist Renault konsequenter als die PSA Group mit den Marken Peugeot, Citroën, DS und Opel. In Japan agiert Renault-Allianzpartner Nissan bei rein elektrischen Fahrzeugen offensiver als Toyota, und in den Vereinigten Staaten ist General Motors weiter als Ford.

Rasant sind freilich auch chinesische Anbieter unterwegs, nicht zuletzt auf staatliches Geheiss. Die Regierung verfolgt in der Elektromobilität und allem, was dazugehört – Fahrzeuge, Batterien, Zulieferer –, grosse Pläne und fördert den dafür notwendigen Strukturwandel intensiv. Dazu kommen weltweit viele Start-up-Unternehmen, die sich im Bau reiner Elektroautos versuchen.

Milliarden über Milliarden werden in das elektrische Fahren investiert. Ford zum Beispiel will bis 2022 deren elf aufwenden. Volkswagen stellt bis 2030 zwanzig «für direkte Investitionen in die Industrialisierung der Elektromobilität» bereit, unter anderem für neue Fahrzeuge auf

eigenen dafür entwickelten Plattformen, für die Anpassung der Werke sowie für Batterietechnologie und die Batterieproduktion aus zugekauften Zellen.

«General Motors glaubt an eine rein elektrische Zukunft, doch diese kommt nicht von heute auf morgen», sagte Entwicklungschef Mark Reuss im Oktober an einer Präsentation in Detroit. Das trifft die Sache gut. Die E-Mobilität wird kommen, nur schon wegen der CO₂-Normen, wann und in welchem Umfang, ist aber offen. Angesichts interessanter Gegenentwürfe wie der Power-to-Gas-Technologie – mit (überschüssigem) Solar- und Windstrom hergestelltes synthetisches Gas – wird sie zudem nicht alternativlos sein.

Viele Herausforderungen

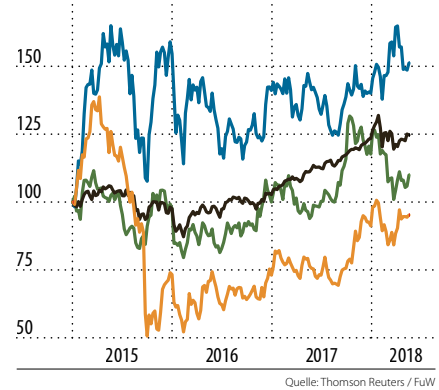
Motoki Yanase von der Ratingagentur Moody's bringt es in einer Analyse vom April auf den Punkt: «Die hohen Investitionen in alternative Antriebe tragen das Risiko in sich, dass die Produkte am Markt nicht angenommen werden.» Vielgeleistes Forschen und Entwickeln ist zudem teuer und kostet – wie das Aufkommen neuer Akteure – Marge.

Da zählen Ertrags- und Finanzkraft für Hersteller doppelt, und das umso mehr, als das elektrische Automobil nicht die einzige Herausforderung ist. Das selbstfahrende, das vernetzte und das gemeinsam genutzte Auto haben ebenfalls Potenzial, die Branche durchzuschütteln.

Um breite Akzeptanz zu finden, müssen E-Autos günstiger werden. Niedrigere Batteriekosten sind dafür das A und O. Zudem braucht es eine gute Ladeinfrastruktur, muss die Ladezeit kürzer werden und sind ökologische Bedenken auszuaräu-

Automobilhersteller

— Volkswagen Vz, indiziert — MSCI Welt, indiziert
— Renault, indiziert — General Motors, indiziert



Quelle: Thomson Reuters / F&W