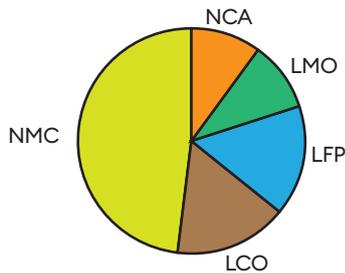


Kathodenmaterialien der Lithium-Batterie

Bildquellen: uwa

Die Kathode ist gemäss Definition die Elektrode, welche reduziert, also an welcher Elektronen aufgenommen werden. Je nachdem, ob die Batterie geladen oder entladen wird, ist dies der Plus- oder Minuspol. Im allgemeinen Sprachgebrauch hat sich aber durchgesetzt, dass mit Kathode der Pluspol gemeint ist. Zur Zeit werden fünf verschiedene Materialien eingesetzt, die unterschiedliche Vor- und Nachteile haben. Bei allen laufen intensive Forschungen und Weiterentwicklungen.



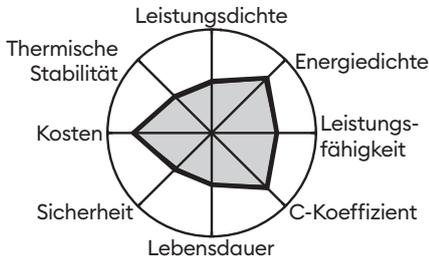
Das Joint Research Centre (JRC) der EU rechnet damit, dass im Jahr 2025 etwa die Hälfte aller Kathoden aus NMC bestehen. Der Rest wird unter den vier anderen Materialien aufgeteilt.

Lithium-Kobaltdioxid (LCO)

LCO ist das Kathodenmaterial der ersten, von Sony 1991 verkauften Lithium-Ionen-Batterie. Vor allem in Smartphones und Laptops ist LCO der Standard und damit weit verbreitet. Die Vorteile liegen in der hohen Spannung und Energiedichte. Bezüglich Lebensdauer, Sicherheit und thermischer Stabilität sind jedoch Schwächen vorhanden. Oberhalb von 150°C können exotherme Reaktionen stattfinden, die Sauerstoff freisetzen und zu einem Brand führen.

Ein weiteres Problem ist das verwendete Kobalt. Kobalt ist ein seltenes Element, welches in einem aufwendigen Verfahren meist aus Nickel- oder Kupfererzen gewonnen wird. Der grösste Teil des abgebauten Kobalts stammt aus der Demokratischen Republik Kongo. Weil dieser Abbau einerseits kostspielig ist und andererseits die Arbeitsbedingungen für die Bergleute und die Auswirkungen auf die Natur problematisch sind, wird versucht, den Anteil von Kobalt zu verringern.

LCO

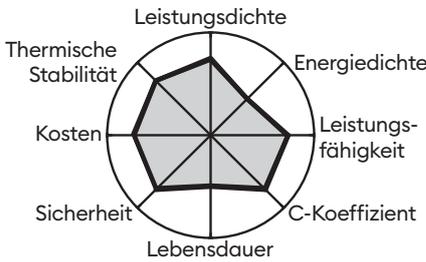


Lithium-Manganoxid (LMO)

Die chemische Formel lautet LiMn_2O_4 . LMO hat Vorteile bezüglich Sicherheit, thermischer Stabilität und Preis. Mangan ist ein häufig vorkommendes Element, das in verschiedenen Regionen der Erde abgebaut wird.

Gegenüber LCO ist die Energiedichte jedoch deutlich tiefer. Weil zudem die Zyklenfestigkeit begrenzt, die Selbstentladung gross und die Leistung bei höheren Temperaturen eher tief ist, geht die Forschung weg von reinen LMO-Batterien.

LMO

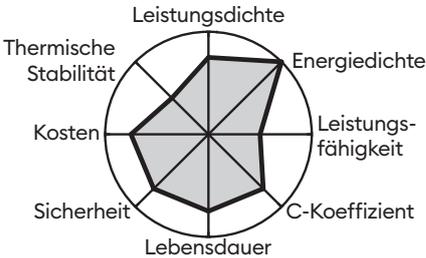


Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt (NMC)

Das am häufigsten verwendete Kathodenmaterial ist NMC, mit der chemischen Formel LiNiMnCoO_2 . Es stellt einen guten Kompromiss zwischen guter Energiedichte, hoher Spannung und günstigem Preis dar.

Der Anteil der verschiedenen Metalle beeinflusst die Eigenschaften. Allgemein wird versucht, den Nickelanteil zu Lasten des Kobalts zu erhöhen. Kobalt erhöht jedoch die Stabilität. Dem Anteil von Nickel sind deshalb Grenzen gesetzt.

NMC

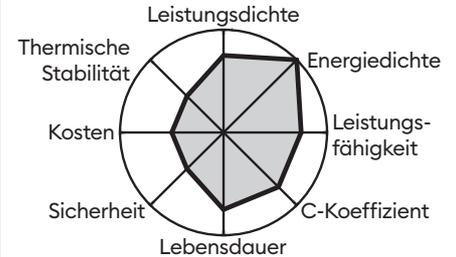


Bei der klassischen NMC-Batterie wird gleich viel Nickel, Mangan und Kobalt eingesetzt, was zu ausgeglichenen Eigenschaften führt. Soll jedoch das Augenmerk auf eine bestimmte Eigenschaft, wie beispielsweise eine sehr hohe Lebensdauer oder hohe Lade-/Entladeströme gelegt werden, lässt sich das Verhältnis der Metalle verändern. Die Batteriehersteller haben deshalb für jede Anwendung die passende Mischung. NMC finden wir in vielen Elektrofahrzeugen, aber auch in Heimspeichern von Photovoltaikanlagen und in Smartphones.

Lithium-Nickel-Kobalt-Aluminium (NCA)

Liegt der Fokus auf Leistung, Energie und Lebensdauer, bietet sich die NCA-Batterie (LiNiCoAlO_2) an. Sie findet sich beispielsweise in den Panasonic-Zellen, die bei Tesla verbaut werden. Nachteilig sind aber die hohen Kosten und die geringere Sicherheit, welche wiederum aufwendige Schutzmassnahmen notwendig macht. Problematisch wird es bei einem Überladen der Batterie, weil diese dann schon ab einer Temperatur von 65°C thermisch durchgehen kann. Wie bei NMC kann durch das Verändern der Zusammensetzung entweder die Leistung oder die Sicherheit erhöht werden. In der Regel wird NCA dort verwendet, wo die Leistungsfähigkeit, die Schnellademöglichkeit und die Reichweite bei geringem Gewicht wichtig sind.

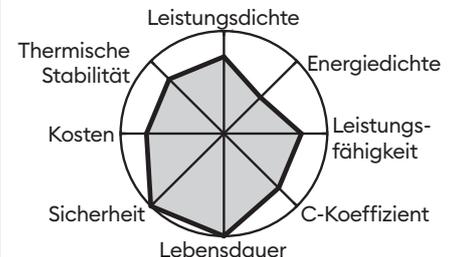
NCA



Lithium-Eisenphosphat (LFP)

LFP (LiFePO_4) wird eingesetzt, wenn die Kosten, die Sicherheit und die Lebensdauer wichtiger sind als die Energiedichte. Mit vier LFP-Zellen in Serieschaltung können zudem die üblichen 12-V-Bleibatterien auf einfache Weise ersetzt werden. Im Gegensatz zu den anderen Kathodenmaterialien entwickelt LFP auch bei Temperaturen bis 300°C keine Neigung zu Bränden oder Explosionen. Zudem sind Eisen und Phosphor ungiftig und ökologisch unbedenklich. Auch bei einem Unfall ist es wenig wahrscheinlich, dass es zu einem Brand kommen kann. Weil die Energiedichte sehr viel tiefer als bei NCA oder NMC liegt, wird Eisenphosphat bei BEV-Fahrzeugen nicht bevorzugt. Die beiden chinesischen Batteriehersteller CATL und BYD produzieren aber im grossen Stil LFP-Batterien für Busse im Linienverkehr. Hier ist keine grosse Reichweite, jedoch eine hohe Sicherheit nötig. Zudem laufen Bestrebungen, die Eigenschaften mit Zugabe von Mangan, Magnesium oder Kobalt zu verbessern.

LFP



Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / uwa