

■ Vorwort zur 6. Auflage

Die positive Entwicklung der Elektromobilität hat sich auch zu Beginn des Jahres 2022 fortgesetzt. Allerdings führt die stark gewachsene Nachfrage nach Elektroautos zu zunehmend langen Lieferzeiten. Hinzu kommt, dass durch Probleme in den Lieferketten und den sogenannten Chipmangel die Produktion empfindlich verzögert wird. Dies führt dazu, dass die Zuwächse der Zulassungszahlen im Jahr 2022 nicht das Wachstum zeigen, wie es ursprünglich zu erwarten war. Auch zunehmende Probleme bei der Energieversorgung und stark gestiegene Energiepreise führen zu erheblichen Unsicherheiten im Marktgeschehen.

Daneben rücken steigende Rohstoffpreise und die immer kritischer werdende Verfügbarkeit von Materialien, insbesondere für die Herstellung der Fahrzeugbatterie, in den Fokus. Mit der Konsequenz, dass die Hersteller auch auf Alternativen bei der Zellchemie setzen, die mit weniger problematischen Rohstoffen auskommen. So werden vermehrt Lithium Eisenphosphat-Akkus (LFP-Zellen) eingesetzt. Die haben zwar eine geringere Energiedichte als die bisher vorrangig verwendeten NMC-Zellen, kommen aber ohne die kritischen Stoffe Kobalt oder Nickel aus. Und, ein weiterer Vorteil, sie sind deutlich kostengünstiger.

Auch hinsichtlich des Rohstoffes Lithium bahnt sich eine gangbare Alternative durch die Verwendung von Natrium-Ionen-Akkus an, die wohl bereits 2023 auf den Markt kommen können. Zwar haben diese Zellen eine nochmals geringere Energiedichte, bieten aber hinsichtlich Kosten und Verwendung bei tiefen Temperaturen deutliche Vorteile. Für eine Anwendung für Fahrzeugtypen, bei denen es nicht auf die ganz große Reichweite ankommt, kann das eine wirtschaftliche Alternative sein.

Kritisch gesehen wird inzwischen auch die Abhängigkeit bei den Akkuzellen für die Fahrzeugbatterie, die derzeit praktisch allein aus China, Südkorea und Japan geliefert werden.

Hier zeichnen sich Lösungen ab, da in den nächsten Jahren auch in Europa sogenannte Giga-Fabriken zur Zellherstellung gebaut werden. Diese werden nicht nur von den etablierten Herstellern aus Asien erstellt. Auch Zellfabriken europäischer Hersteller wie Northvolt entstehen. Und Fahrzeughersteller, beispielsweise VW und Stellantis, treiben eine eigene Zellentwicklung und Zellproduktion voran. So können einseitige Abhängigkeiten deutlich reduziert und die Batterieproduktion breiter, lokaler und somit auch sicherer aufgestellt werden.

Furtwangen, Juni 2022

Anton Karle

1

Einführung

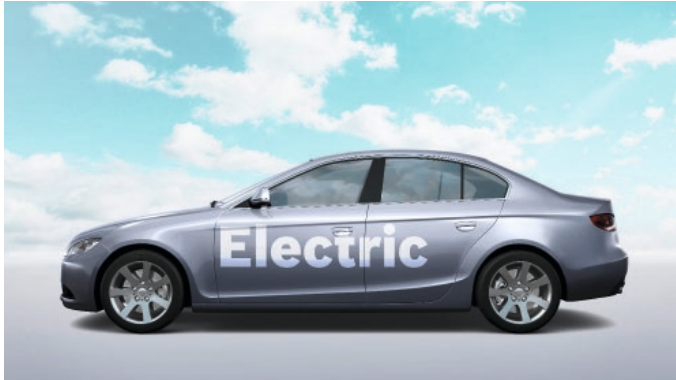
Was ist Elektromobilität, was sind Elektrofahrzeuge?

Unter Elektromobilität versteht man den Personen- und Güterverkehr mit Fahrzeugen, die mit elektrischer Energie angetrieben werden. Strenggenommen zählt dazu auch die Eisenbahn, die in dieser Arbeit nur eine untergeordnete Rolle spielt. Schwerpunktmäßig befasst sich das Buch mit Elektrofahrzeugen/Elektroautos/Elektromobilen/E-Fahrzeugen, wie sie häufig etwas uneinheitlich bezeichnet werden. Aber auch Elektrofahrräder und -motorräder sowie Elektrobusse gehören dazu, sie werden kurz beschrieben.

Zur genauen Definition der Elektrofahrzeuge wird eine Aufteilung angeführt, die im *Nationalen Entwicklungsplan zur Elektromobilität* der Bundesregierung von 2009 festgelegt ist. Es sind danach folgende Fahrzeuge, die von (mindestens) einem Elektromotor angetrieben werden:

Tabelle 1.1 Typen von Elektrofahrzeugen

Fahrzeugtyp	Englische Bezeichnung	Beschreibung
(Reines) Elektrofahrzeug	Battery Electric Vehicle (BEV)	Antrieb mit Elektromotor und mit am Netz aufladbarem Akku (Batterie)
Elektrofahrzeug mit Reichweitenverlängerung (= mit Range Extender, REX)	Range Extended Electric Vehicle (REEV)	Elektrofahrzeug mit zusätzlichem Verbrennungsmotor oder Brennstoffzelle zur mobilen Aufladung des Akkus
Plug-in-Hybridfahrzeug	Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV)	Kombination Elektroantrieb und Verbrennungsmotor, Akku am Netz aufladbar
Hybridfahrzeug	Hybrid Electric Vehicle (HEV)	Verbrennungsmotor plus Elektromotor, Akku nicht am Netz aufladbar
Brennstoffzellenfahrzeug	Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle (FCHEV)	Elektromotor plus Brennstoffzelle zur Energieerzeugung

**Bild 1.1**

Studie eines Elektrofahrzeugs. Quelle: Robert Bosch GmbH

Warum und wie unterstützt die Bundesregierung Elektromobilität?

Nach Ansicht der Bundesregierung ist die Elektrifizierung der Antriebe ein ganz wesentlicher Baustein für eine zukunftsfähige Mobilität. Sie bietet die Chance, die Abhängigkeit vom Öl zu reduzieren, die Emissionen zu minimieren und die Fahrzeuge besser in ein multimodales Verkehrssystem zu integrieren.

Dazu wurde gemeinsam mit Fachleuten der bereits erwähnte *Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität* ausgearbeitet. Sein Ziel war und ist es, die Forschung und Entwicklung, die Marktvorbereitung und die Markteinführung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland voranzubringen. Der Plan ist im Einklang mit ähnlichen Umsetzungsplänen unserer europäischen Nachbarländer sowie der USA, Japan und China.

Gegenstand des *Nationalen Entwicklungsplans* sind die reinen Elektrofahrzeuge, Elektrofahrzeuge mit Reichweitenverlängerung und die Plug-in-Hybridfahrzeuge. Hybridfahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge sind zwar nicht direkt Gegenstand des Nationalen Entwicklungsplans, allerdings entsteht auch für sie ein Nutzen durch entsprechende Synergieeffekte.

Zur Unterstützung der Umsetzung des Entwicklungsplans wurde 2010 als Beratungsgremium der Bundesregierung die *Nationale Plattform Elektromobilität*, NPE, gegründet. Das Gremium beobachtete und analysierte die Entwicklungen im Bereich Elektromobilität. Daraus wurden Empfehlungen abgeleitet, wie die Ziele des *Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität* erreicht werden können. Zusammengefasst wurden die Erkenntnisse in Fortschrittsberichten an die Bundesregierung, im Juni 2012 und im Dezember 2014 sowie zuletzt im Jahr 2018. Die Tätigkeit der *Nationalen Plattform Elektromobilität* wurde **zum 31. Dezember 2018 beendet** und die Themen in die Struktur der *Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM)* überführt.

Mitglieder waren etwa 20 hochrangige Experten, die in Arbeitsgruppen folgende wichtige Themen bearbeiteten:

- Antriebstechnologie,
- Batterietechnologie,
- Ladeinfrastruktur und Netzintegration,
- Normung, Standardisierung und Zertifizierung,
- Materialien und Recycling,
- Nachwuchs und Qualifizierung,
- Rahmenbedingungen.

Gibt es auf dem Markt alltagstaugliche Elektrofahrzeuge?

Bezogen auf reine Elektrofahrzeuge ist diese Frage eindeutig mit „Ja“ zu beantworten. Bereits seit der **Internationalen Automobil-Ausstellung 2013**, auf der BMW mit dem *i3*, VW mit dem *e-up* und *e-Golf* (2014) reine Elektrofahrzeuge präsentiert haben, gilt die Aussage, dass mittlerweile praktisch alle namhaften Automobilhersteller serientaugliche Elektrofahrzeuge mit steigender Modellvielfalt im Programm haben.

Die Alltagstauglichkeit solcher Fahrzeuge wurde seither durch zahlreiche Flottenversuche belegt und durch Serienfahrzeuge (z. B. dem *smart electric drive* und dem *Nissan Leaf*, bereits seit 2010 auf dem Markt) im täglichen Betrieb getestet.

Diese Fahrzeuge haben durchzugsstarke Motoren, sind wie herkömmliche Fahrzeuge hervorragend ausgestattet und erreichen inzwischen Reichweiten, die für die meisten Alltagsfahrten ausreichend sind.

Neben dem Angebot an reinen Elektrofahrzeugen gibt es ein steigendes Angebot an Plug-in-Hybriden, die sowohl mit einem herkömmlichen Verbrennungsmotor ausgestattet sind als auch mit Elektroantrieb und Akku. Mit diesen Fahrzeugen können Kurzstrecken bis typischerweise mehr als 50 km rein elektrisch gefahren werden. Für größere Reichweiten kommt dann der konventionelle Antrieb zum Einsatz. Insbesondere ab dem Jahr 2020 hat das Angebot an solchen Fahrzeugen mit stetig verbesserten Verbrauchs- und Reichweitendaten nochmals deutlich an Dynamik gewonnen.

Woher kommt der Strom für Elektrofahrzeuge?

Elektrofahrzeuge haben bezüglich dieser Frage einen grundsätzlichen Vorteil: Sie können im Prinzip an jeder Steckdose geladen werden und können damit auf eine vorhandene Infrastruktur zurückgreifen. Auch Strom ist derzeit ausreichend verfügbar. Überschlagsrechnungen zeigen, dass im Jahr 2021 der Stromverbrauch für etwa eine Million Elektrofahrzeuge (reine und Plug-in) auf deutschen Straßen weniger als 0,6% der Nettostromerzeugung in Deutschland betrug. Betrachtet man die von der Bundesregierung für das Jahr 2030 angestrebte Zahl von 15 Millionen Elektrofahrzeugen, so steigt der Anteil auf knapp 10% (bezogen auf die Stromerzeugung).