

# Vorwort

Das Jahr 2013 markiert einen Wendepunkt bei der Elektromobilität – zumindest was die öffentliche Wahrnehmung in Deutschland betrifft. Zwar hat die Bundesregierung bereits 2009 das Ziel formuliert, im Jahr 2020 sollen 1 Million Elektrofahrzeuge in Deutschland fahren. Aber erst die bei der **Internationalen Automobil-Ausstellung** im Jahr 2013 vorgestellten bzw. angekündigten Elektrofahrzeuge u. a. von BMW und VW machten deutlich, dass Elektrofahrzeuge keine Nischenprodukte mehr sind, sondern in der Mobilität eine zunehmend wichtige Rolle spielen werden.

Ob das ehrgeizige Ziel, 1 Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen im Jahr 2020 erreicht wird, ist derzeit noch offen. Welche Gründe hauptsächlich für oder gegen solche Fahrzeuge sprechen, lässt sich in wenigen Worten zusammenfassen:

Wesentliche Vorteile sind: Elektroautos sind vor Ort emissionsfrei, haben einen geringen Verbrauch und sind leise. Dem stehen die Nachteile einer derzeit zu geringen Reichweite und eines hohen Anschaffungspreises entgegen. Allerdings lässt sich aus diesen schlaglichtartigen Argumenten noch nicht ableiten, ob Elektromobilität sinnvoll und zukunftsfähig ist, oder ob es sich – mal wieder – nur um eine Modeerscheinung handelt.

Um das beantworten zu können, ist eine differenziertere Betrachtung erforderlich. Natürlich ist es wichtig, die Antriebstechnik und die derzeitigen Verkaufskosten zu beachten. Jedoch haben weitere Felder einen gravierenden Einfluss auf die künftigen Entwicklungen: Dazu gehört beispielsweise die Frage, woher der Strom für das Aufladen der Akkus kommt. Damit ist man bei einem weiteren Großthema, das eng mit Elektromobilität verbunden ist, der sogenannten Energiewende. Denn erst wenn man die Gesamtenergiebilanz, in Fachkreisen **Well-to-Wheel** (von der Quelle bis zum Rad) betrachtet, kann man fundierte Aussagen über die tatsächliche Umweltfreundlichkeit der Technik machen. Weiter ist zu überlegen, wie es mit der Infrastruktur der „Strom“-Tankstellen derzeit bestellt ist und wie sie sich entwickeln wird.

Wie anfangs angedeutet, spielt auch die Politik eine entscheidende Rolle für die künftige Entwicklung. Nicht nur wegen der erwähnten Zielvorgabe, die begleitet wird von entsprechenden Fördermaßnahmen. Viel einflussreicher wirken sich entsprechende gesetzliche Vorgaben und Verordnungen aus. Hier wären zu nennen die Bestimmungen zum Flottenverbrauch und dem dazugehörenden zulässigen CO<sub>2</sub>-Ausstoß der Fahrzeugflotten der Hersteller. Fachleute sagen, dass die dort festgelegten Grenzwerte ohne eine verbreitete Elektrifizierung des Antriebsstrangs wohl nicht erreicht werden können. Solche Vorgaben werden nicht mehr nur national bestimmt, sondern von der EU europaweit festgelegt. Vergleichbare Vorschriften gibt es auch in den meisten Nicht-EU-Ländern, in welche die Fahrzeuge der wichtigsten Hersteller verkauft werden. Hier zeigt sich sehr deutlich eine internationale Verflechtung von Politik, Industrie und dem Marktgeschehen.

Und gleichzeitig wandelt sich das gesamte Umfeld in der Autoindustrie. Google – um nur einen Namen beispielhaft für die zunehmende Vernetzung des Autos mit dem Internet zu nennen – hält Einzug in unsere Autos. Dies ist sowohl Chance als auch Herausforderung für die etablierten Fahrzeughersteller.

Diese erste Übersicht der unterschiedlichen Einflussfelder macht deutlich: Man kann mögliche Entwicklungen nur sachgerecht einschätzen, wenn man nicht allein Einzelkomponenten betrachtet, vielmehr muss das gesamte System in seiner Komplexität fundiert analysiert werden.

Die Grundlagen für eine solche Analyse sollen in diesem Buch aufbereitet werden. Neben einem Überblick über die Fahrzeuge, die unter den Begriff „Elektromobilität“ fallen, und den technischen Grundlagen des elektrifizierten Antriebsstrangs, wird der Berechnung der zu erwartenden Verbrauchsvorteile ein Abschnitt gewidmet. Das Laden von Elektrofahrzeugen, einschließlich der notwendigen Infrastruktur, wird ebenso beleuchtet wie die Herkunft und Bereitstellung des Stromes für Elektromobilität. Natürlich werden die Kosten beachtet, wie auch das Marktgeschehen insgesamt. Die politischen Randbedingungen und der Einfluss auf die Umwelt werden dargestellt.

Auf Basis der Grundlagen und aktueller Forschungsarbeiten werden künftige Entwicklungen abgeschätzt. Damit bietet dieses Buch die Möglichkeit, sich einen fundierten Gesamteindruck zu verschaffen. Zudem kann es als Einstiegswerk für die Ausbildung im Bereich E-Mobilität genutzt werden.

Furtwangen, März 2015

*Anton Karle*

## ■ 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*