

Aktualisierung der Studie zu den möglichen Auswirkungen der Elektromobilität auf die Automobilzulieferindustrie in Südwestfalen

B.Eng. Dennis Golombek
B.Eng. Philip Lemcke
Prof. Dr.-Ing. Andreas Nevoigt
Dipl.-Wirt.-Ing. Sonja Pfaff
B.Eng. Nils-Hendrik Ziegler

Labor für Fahrwerktechnik
FH Südwestfalen

30.04.2021

Studie zu den Auswirkungen der Elektromobilität

Übersicht

Vorbemerkungen und Methodik

- 1 *Aktualisierung:*
Politische Rahmenbedingungen
- 2 *Aktualisierung:* Technologische Trends
Aktivitäten potenzieller Marktquereinsteiger
Purpose- vs. Conversion-Design
- 3 *Aktualisierung:* Zulassungszahlen
- 4 *Aktualisierung:*
Batterieentwicklungen und Ladeinfrastruktur
- 5 *Aktualisierung:* Wasserstoffmobilität
- 6 *Neu:* Produktionsbedingungen und Ressourcen



Studie zu den Auswirkungen der Elektromobilität

Vorbemerkungen

- Die Studie knüpft an die Ergebnisse der „Studie zu den Auswirkungen der Elektromobilität auf die Zulieferindustrie in Südwestfalen“ vom Februar 2020 und deren Aktualisierung vom Dezember 2020 an.
[Link zur Vorgängerstudie vom Februar 2020](#)
[Link zur Aktualisierung vom Dezember 2020](#)
- Die Studie liefert in den Abschnitten 1 - 5 Aktualisierungen zu ausgewählten Inhalten der Vorgängerstudie.
- Auswirkungen der Corona-Pandemie spiegeln sich in veränderten Förderanreizen und damit verbundenen Auswirkungen auf Zulassungszahlen wieder.

Studie zu den Auswirkungen der Elektromobilität

Methodik

- Review / Meta-Studie durch Auswertung von externen Quellen:
 - veröffentlichte Studienergebnisse,
 - Fachbeiträge aus Wissenschaft, Industrie und von Verbänden,
 - Mitteilungen aus Politik und Verwaltung,
 - öffentlich zugängliche Statistiken,
 - Pressemitteilungen, etc.
- Links zu ausführlichen Fließtextversionen zum Abschnitt
 - 1 (Politische Rahmenbedingungen)
Ausführliche Textversion zum Kapitel 1
mit Angaben zu den Quellen in der ausführlichen Textversion.
- Erhebungsstand ist der **31.03.2021**

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

Konjunkturprogramm des BMWi

§ 35: Zukunftspaket

A

Konjunktur- und
Krisenbewältigungs-
paket

B

Zukunftspaket –
Zukunfts-
investitionen und
Investitionen in
Klimatechnologien
§§ 32ff

C

Europäische und
internationale
Verantwortung

- Innovationsprämie beim Kauf eines E-Fahrzeugs
- Ausbau der Ladesäulen-Infrastruktur
- Kfz-Steuer-Ausrichtung nach CO₂-Emissionen
- Flottenaustauschprogramme
- Bus- und LKW-Modernisierung
- Austauschprogramm für LKW
- zusätzliches Eigenkapital für die Deutsche Bahn
- Bonus-Programm in der Autoindustrie: § 35c

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

§ 35c

Modul a: Modernisierung der Produktion	Modul b: Neue innovative Produkte als Schlüssel für die Zukunft	Modul c: Innovationscluster aufbauen
<p>Investitionen in neue Anlagen inkl. Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Industrie 4.0 ➤ Umweltschutz, Energie- und Ressourceneffizienz ➤ Beratung und Schulung, Qualifizierung 	<p>Investitionen in neue Produkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Vorwettbewerbliche F&E-Projekte im Rahmen des <u>laufenden</u> Förderprogramms „Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien“ ➤ Experimentelle Entwicklung ➤ Demonstratoren und Transfermaßnahmen 	<p>Investitionen in Clustermanagement:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Gemeinsame Investitionen, z.B. in Teststände oder Aufbau von Reallaboren ➤ Organisation von Weiterbildung ➤ Transfermaßnahmen

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

Green Deal der EU

- 55 % CO₂-Reduktion bis 2030 (vergl. mit 1990)
- Klimaneutralität bis 2050
- Formulierung diverser Aktionspläne innerhalb der Unterstrategien:
 - EU-Klimagesetz
 - Fit für 55 % CO₂-Reduktion
 - Ökodesign-Richtlinie
 - Batterien-Gesetz
 - Reform des Chemikalienrechts
 - etc.
- Fonds zur Finanzierung für einen gerechten Übergang
- EU-Taxonomie als neuer Bewertungsmaßstab!

Unterstrategien

- circular Economy / Kreislaufwirtschaft
- saubere Energie
- nachhaltige Industrie
- Gebäude und Renovierung
- nachhaltige Mobilität
- Beseitigung der Umweltverschmutzung
- Klimaschutz
- Biodiversität
- nachhaltige Landwirtschaft

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

China

- Förderprogramme wurden verlängert
- Investitionen in Ladeinfrastruktur
- Investitionen in öffentliche Verkehrsmittel und Hochgeschwindigkeitsstrecken
- Busse, Taxen werden elektrifiziert
- ab 1.1.21 mussten Hersteller NEV-Punkte sammeln (auch Hybride können Punkte bringen!)
- ab 2035 evtl. Zulassung reiner Verbrenner verboten

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

USA

- Rückkehr zum Klimaschutzabkommen von Paris
- Finanzpaket für Dekarbonisierung
- Steuervergünstigungen für BEV
- Förderung von Ladestationen
- Autobranche steht hinter Biden (globaler Wettbewerb)
- Analysten erwarten in 4 Jahren 25-30 % Anteil an Neuzulassungen

1 Aktualisierung Politische Rahmenbedingungen

Investitionsprogramme pushen Nachfrage

Covid-Effekte

- Mobilitätsverhalten wandelt sich
 - weniger Mobilität insgesamt
 - Stellenwert des eigenen Fahrzeugs nimmt zu (gegenüber Sharing oder öffentlichen Verkehrsmitteln)
 - Bikeboom
- Prognose: schnelle Erholung der Märkte durch Fördermaßnahmen (alternative Antriebe!)

2 Aktualisierung Technologische Trends

Aktivitäten potenzieller Marktquereinsteiger

Marktquereinsteiger kommen sowohl aus der Elektronik-Branche als auch aus der IT-Branche: Apple, Sony, Xiaomi, Alibaba, Baidu, Foxconn. Zum Teil werden Entwicklungen in Kooperationen mit bestehenden Herstellern von Elektrofahrzeugen eingegangen, z.B. Alibaba mit SAIC oder Baidu mit Geely. Andere Hersteller entwickeln eigene Elektrofahrzeuge und arbeiten mit etablierten Zulieferern aus der Automobilbranche zusammen.

Mögliche Intentionen:

- Chancengleichheit zwischen Quereinsteigern und etablierten OEM hinsichtlich Entwicklungsstand von Sensorik für autonomes Fahren, Vernetzung und Infotainment (Elektroantriebsstrang, Akkutechnik, Batteriemanagement), da für etablierte OEM diese Themen ebenfalls relativ neu sind
- Verschiebung der Bedeutung von klassischer Fahrzeugtechnik (Know-how etablierter OEM) hin zu elektronischen und computertechnischen Komponenten und Systemen (Know-how Quereinsteiger)
- Zukauf von kompletten Plattformen (Chassis) mit Antriebsstrang von Zulieferern, oder etablierten OEM möglich -> dies wird durch die im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungskraftmaschinen einfache Bauweise bei Plattformen mit Elektroantriebsstrang unterstützt
- weltweit hohe Subventionen seitens der Politik

2 Aktualisierung Technologische Trends

Aktivitäten potenzieller Marktquereinsteiger

Ein gutes Beispiel für die Verschiebung der Bedeutung von klassischer Fahrzeugtechnik hin zu elektronischen und computertechnischen Komponenten und die sich somit ergebenden Chancen für Quereinsteiger aus der Elektronik- und IT-Branche bietet Sonys schon weit entwickelter Prototyp Vision S. Mit dem Vision S möchte Sony demonstrieren, welche Möglichkeiten in den technischen Entwicklungen aus eigener Hand stecken in den Bereichen Software, Sensorik, Sicherheitstechnik und Entertainmentsystemen. Dabei arbeitet Sony u.a. mit folgenden etablierten Zulieferern aus der klassischen Automobilbranche zusammen: Magna Steyr, Bosch, Continental und Benteler. Somit kann Sony selbst einen Großteil der Entwicklung mit dem eigenen Know-how aus eigener Hand verwirklichen, die fahrzeugtechnische Entwicklung findet in Zusammenarbeit mit den Zulieferern statt.

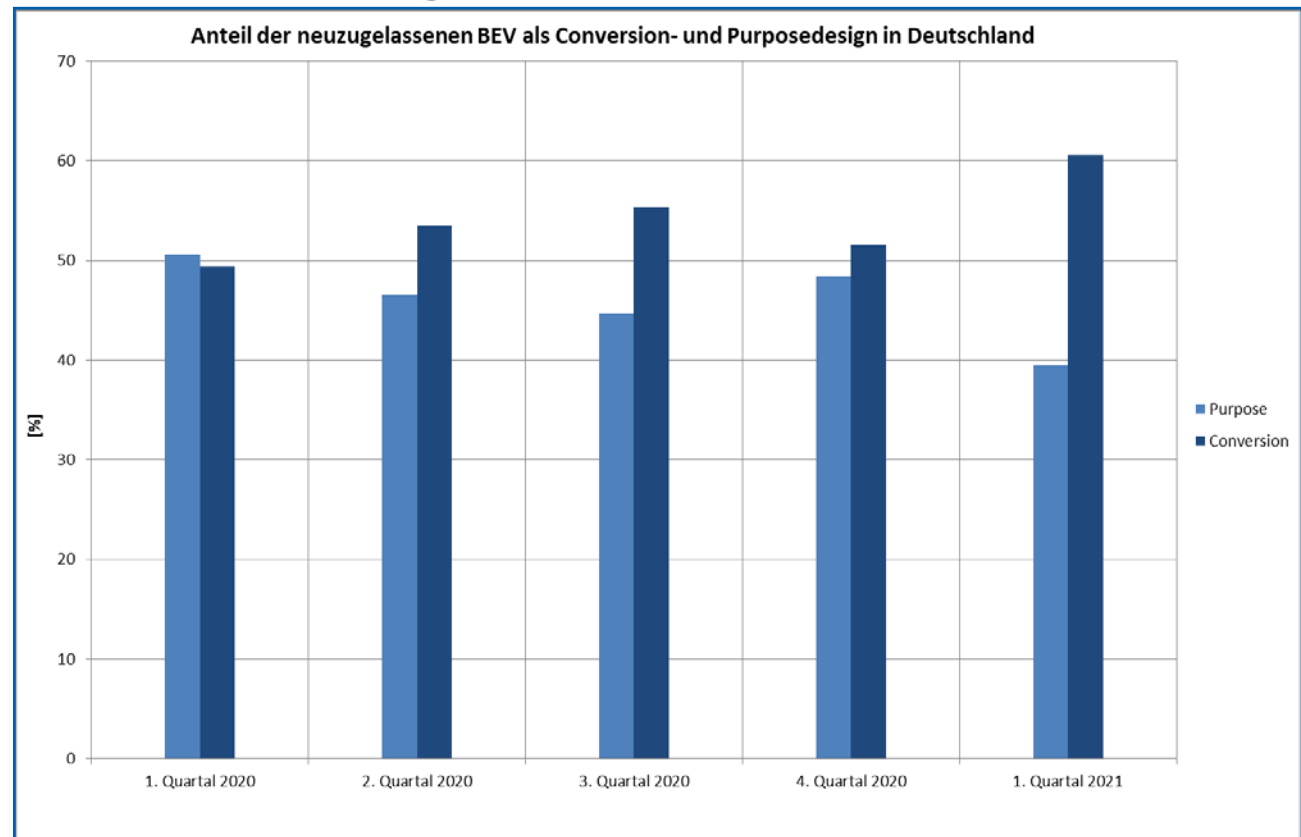
Eine wirtschaftliche Serienproduktion scheint eine große Herausforderung für Quereinsteiger darzustellen, wie das Beispiel von DYSON zeigt. Nach zweijähriger intensiver Entwicklung eines eigenen Elektroautos wurde das Projekt frühzeitig beendet. Am Ende sieht Firmengründer James Dyson keine Möglichkeit das Auto gewinnbringend bauen und verkaufen zu können.

2 Aktualisierung Technologische Trends

Plattformstrategien der OEM – Conversion- vs. Purpose-Design

Trendbewertung auf der Grundlage von Zulassungszahlen für BEV in 2020/2021

- Der Trend hin zum Conversion-Design scheint sich im ersten Quartal 2021 fortzusetzen
- Beispiele für Fahrzeuge im Conversion-Design wie Opel Corsa und Mokka, Peugeot 208, Mini, Hyundai Kona, Smart Fortwo, MB GLA und VW Up scheinen dabei besonders gefragt zu sein

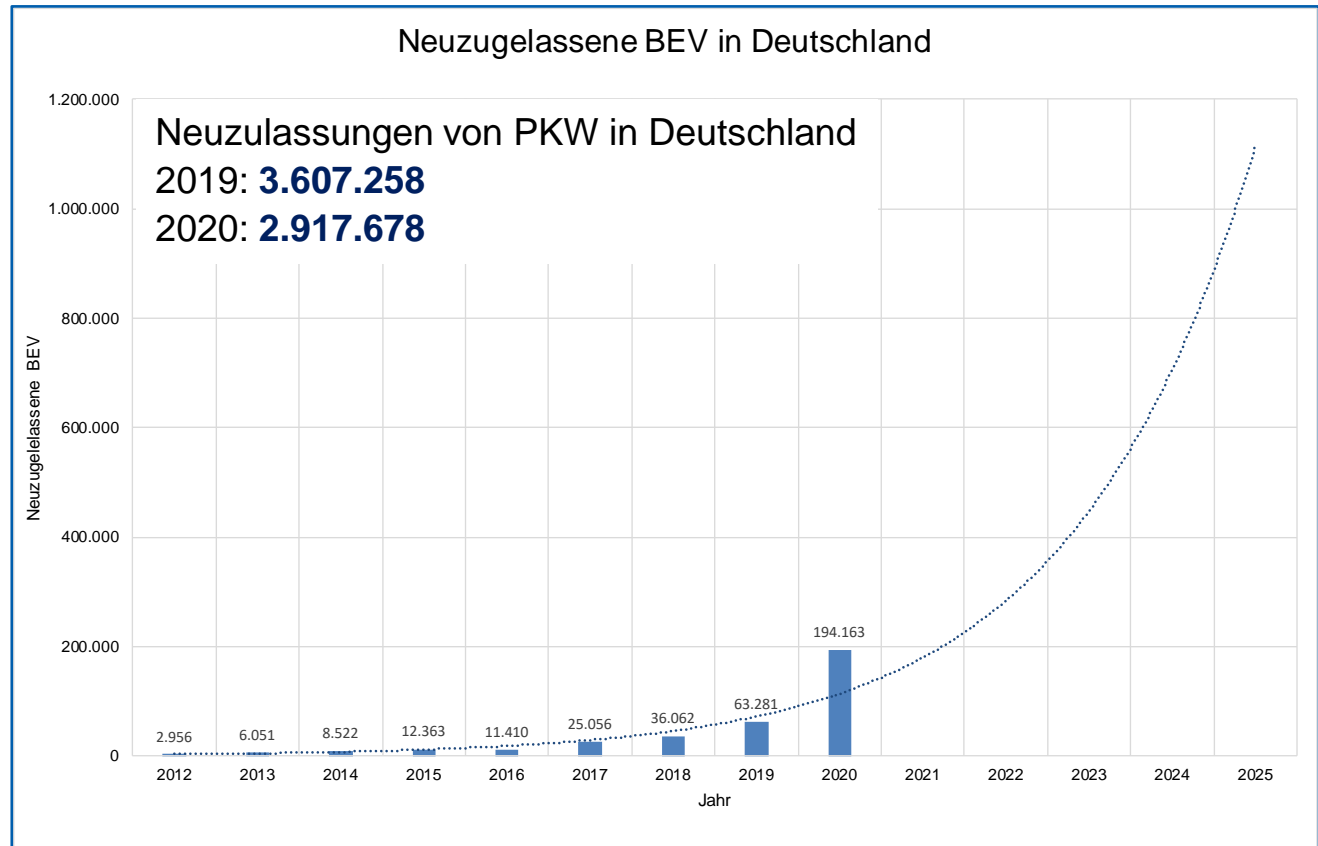


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Neuzugelassene BEV in Deutschland

- Die auf der Datenbasis von 2012 – 2020 erstellte Trendlinie zeigt ein stark exponentielles Wachstum.
- Sollte sich dieser Trend weiter fortführen, ist Mitte der 2020er Jahre mit einem BEV-Anteil von 30 % der neuzugelassenen Fahrzeuge zu rechnen.
- Der starke Anstieg der Zulassungszahlen im Jahr 2020 von BEV lässt sich auf die im Abschnitt 1 genannten Prämien zurückführen.

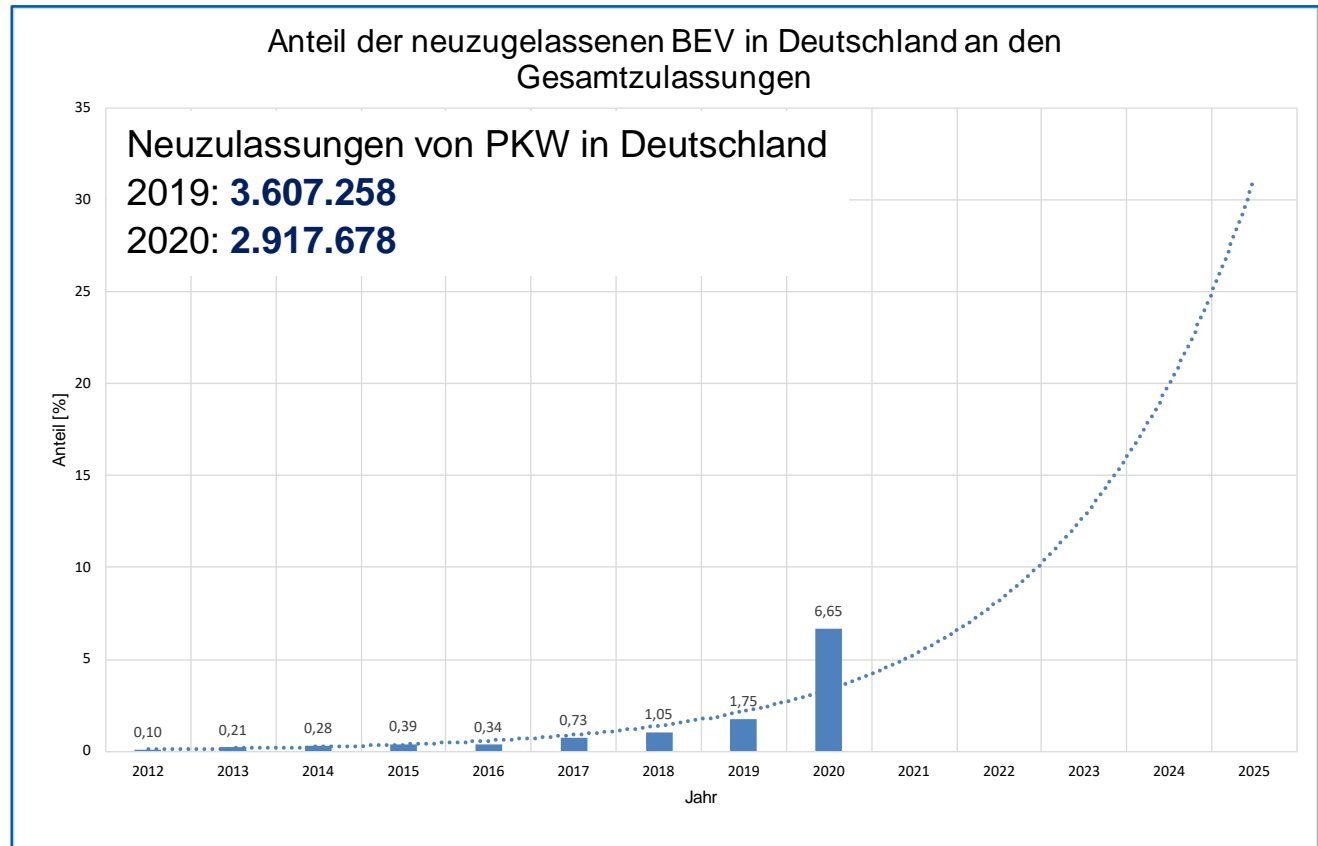


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Anteil der neuzugelassenen BEV in Deutschland an den Gesamtzulassungen

- prozentual ein starker Zuwachs der neuzugelassenen BEV auf 6,65 % in Deutschland 2020
- Insgesamt ist ein Einbruch der Zulassungszahlen erkennbar, bei weiterhin steigendem Absatz von BEV führt dies zu einem hohen prozentualen Anteil.

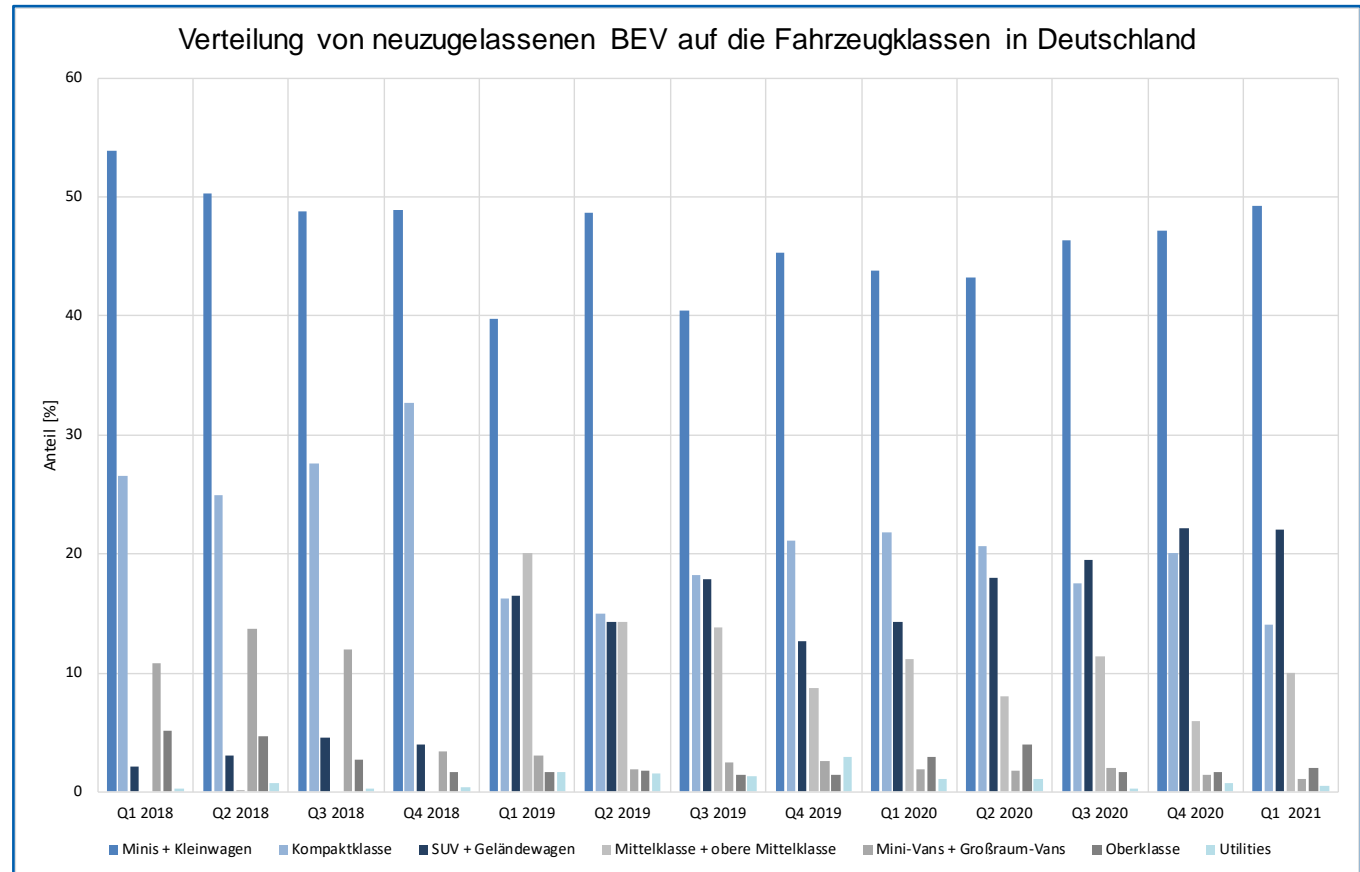


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Verteilung von neuzugelassenen BEV auf die Fahrzeugklassen in Deutschland

- Es zeigt sich weiterhin bei den BEV eine große Marktakzeptanz im Bereich der Kleinst- und Kleinwagen.
- Erst mit Abstand folgen die Kompaktwagen sowie SUV / Geländewagen.

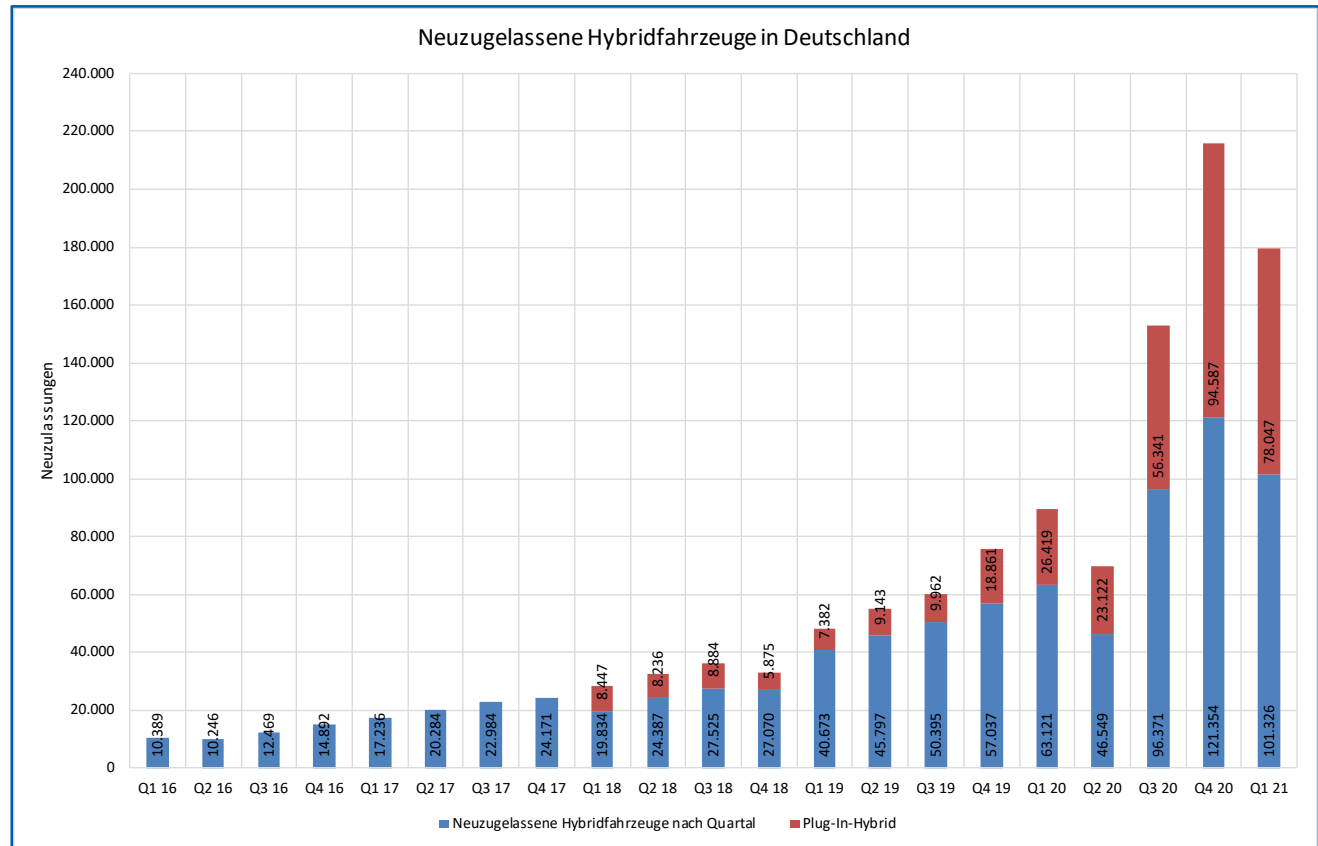


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Neuzugelassene Hybridfahrzeuge in Deutschland

- Es ist ein deutlicher Anstieg der neuzugelassenen Hybridfahrzeuge in den letzten Jahren feststellbar.
- Nach dem starken Q4 2020 gibt es einen leichten Einbruch im Q1 2021. Allerdings liegen die Zahlen noch weit über denen des Vorjahres.
- Die Aufschlüsselung zwischen PHEV und HEV (inkl. MHEV) ist seit 2018 möglich.

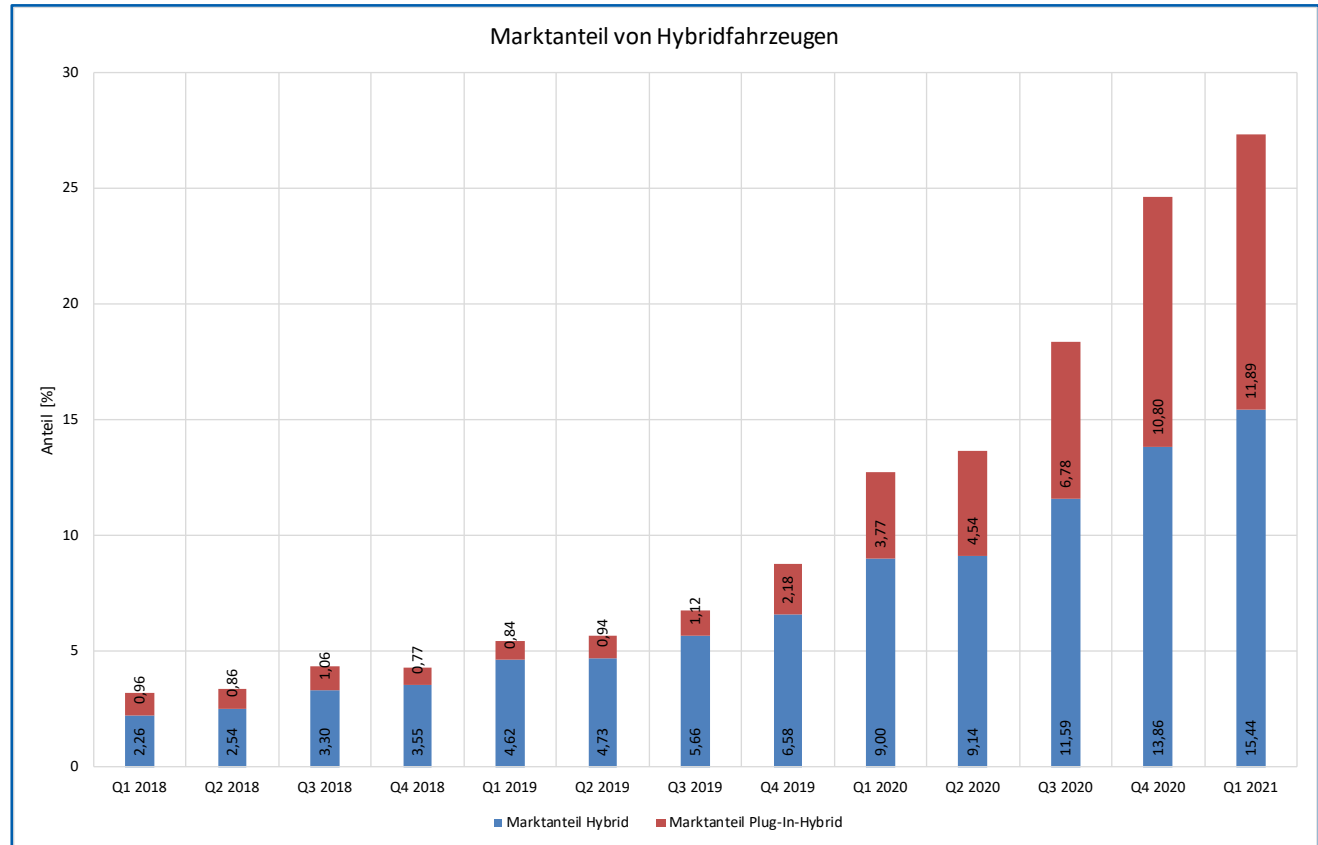


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Anteil der neuzugelassenen Hybridfahrzeuge in Deutschland an den Gesamtzulassungen

- Prozentual betrachtet ist an den Neuzulassungen ein zunehmender Anteil an Hybridfahrzeugen sichtbar. Der Rückgang in Q1 2021 bleibt hier aus.
- In Q1 2021 liegt der Anteil der Hybridfahrzeuge bei gut 27 % der Neuzulassungen.
- Zusammen mit den BEV ist mehr als jedes dritte neuzugelassene Fahrzeug in Q1 2021 elektrifiziert.

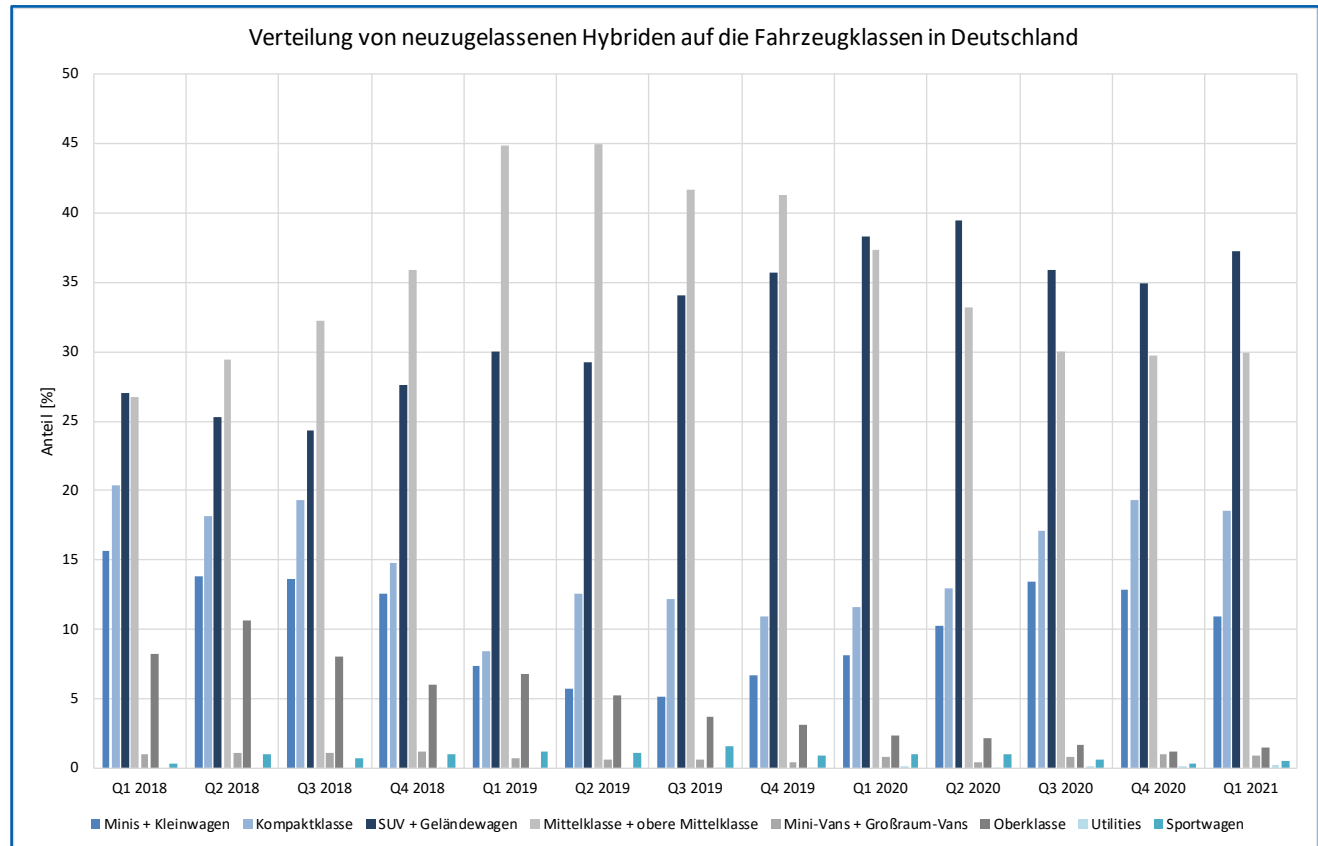


Datenbasis: KBA

3 Zulassungszahlen bis 1. Quartal 2021

Verteilung von neuzugelassenen Hybriden auf die Fahrzeugklassen in Deutschland

- Wie bereits in der Vergangenheit, zeigt sich, dass die Hybridantriebe weiterhin hauptsächlich in den größeren Fahrzeugklassen, wie den SUV/Geländewagen und der Mittelklasse, auf den Markt kommen.



Datenbasis: KBA

4 Neue Akkutechnologien

Einleitung

Vor einiger Zeit machte NIO auf sich aufmerksam, indem sie ankündigten, in naher Zukunft ein BEV zu planen, welches eine Reichweite von 1000 km erzielen kann. Toyota präsentierte einen fast serienreifen Akku, welcher in 10 Minuten vollgeladen werden kann. Diese Ankündigungen werden präsentiert und mit bald folgenden Modellen relevanter OEM verglichen.

Hierzu werden BEV mit hohen Reichweiten den OEM nach vorgestellt. Sollte es interessante Neuigkeiten im Bezug auf Akkutechnologien geben, finden diese ebenfalls Erwähnung.

Daneben werden Schnellladesäulen analysiert, um zu prüfen, ob ein Nachladen innerhalb von 10 Minuten realistisch ist.

Zuletzt wird die Batterieschädigung der Nutzung von BEV als Pufferspeicher eines Stromnetzes betrachtet.

4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

NIO

NIO ist ein recht neuer OEM, welcher erst 2014 gegründet wurde. Die Verkaufszahlen sind noch gering (40.000 Fahrzeuge in 2020, Tesla hat zur gleichen Zeit 500.000 Fahrzeuge absetzen können). Analysten sehen in der Marke jedoch ein hohes Potenzial im Bereich der Akkuentwicklung, was sich im vergleichsweise hohen Börsenwert widerspiegelt.

Aktuell sind bereits Fahrzeuge mit 100 kWh-Li-Ion-Akku bestellbar. Diese sollen eine Reichweite von ca. 600 km ermöglichen. Eine 150 kWh-Feststoffbatterie ist für das Jahr 2022 angekündigt. Hiermit sollen Reichweiten von ca. 1000 km realisierbar sein.

Hierbei ist zu beachten, dass in China zur Verbrauchs- und Reichweitenmessung der NEFZ-Standard genutzt wird, während in der EU der WLTP-Standard gilt, welcher in der Regel geringere Reichweiten ausweist.

4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

NIO

Daneben plant NIO Batteriewechselstationen an Chinas Hauptverkehrsstraßen. Hierbei wird der Slogan „Battery As A Service“ propagiert. Dieser sieht eine Batteriemiete statt des Eigentums vor. Damit ist ein Upgrade auf größere Batterien möglich, was vor allem bei jungen Käufern Anklang finden könnte.

Toyota

Der erste Prototyp mit Feststoffbatterie ist für dieses Jahr geplant. Dieser soll ein Vollladen in 10 min statt einer halber Stunde ermöglichen.

Ein Serienfahrzeug soll „kurz danach“ erscheinen. Dieses soll eine Reichweite von „nur“ 500 km besitzen. Es ist denkbar, dass Toyota Käufer mit einer leistungsfähigen Schnellladefunktion statt einer extrem hohen Reichweite überzeugen möchte.

4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

Volkswagen

Beim „Power Day“ am 15.3.21 wurden einige interessante Ankündigungen getätigt. So ist der prognostizierte Batterie-Zellbedarf im Jahr 2030 von 150 GWh auf 240 GWh gestiegen, liefern sollen vor allem eigene Werke.

Darüber hinaus sollen neue, standardisierte Zellen hohe Einsparungen bringen. Das Batteriegehäuse sowie der modulare Aufbau sollen in Zukunft im gesamten Konzern identisch sein, die Zellchemie jedoch unterscheidet sich weiterhin.

Das Angebot von VW wird in China um den Großraum-SUV ID.6 erweitert. Dieser besitzt eine recht hohe Reichweite von 588 km, welche jedoch nach dem alten NEFZ-Verfahren ermittelt wurde.

4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

Hyundai

Hyundai hat für seine zukünftigen Elektrofahrzeuge die Submarke IONIQ gegründet. Das erste Fahrzeug der neuen Marke, der IONIQ 5, besitzt die aus dem Porsche Taycan bekannte 800-Volt-Technik sowie einen konventionellem Li-Ion-Akku und lädt in 18 Minuten von 20 auf 80% auf. Hierbei wird eine maximale Ladeleistung von 350 kW genutzt.

BMW

Mit dem iX hat BMW ein SUV vorgestellt, welches mit einem ungewöhnlich großen, konventionellen Akku mit ca. 130 kWh eine Reichweite von ca. 600 km realisiert. Aufgrund der Akkugröße wird der Verbrauch nicht wesentlich unter dem des Wettbewerbers Mercedes EQC liegen, obwohl weitreichende Maßnahmen zur Verbrauchsoptimierung ergriffen wurden.

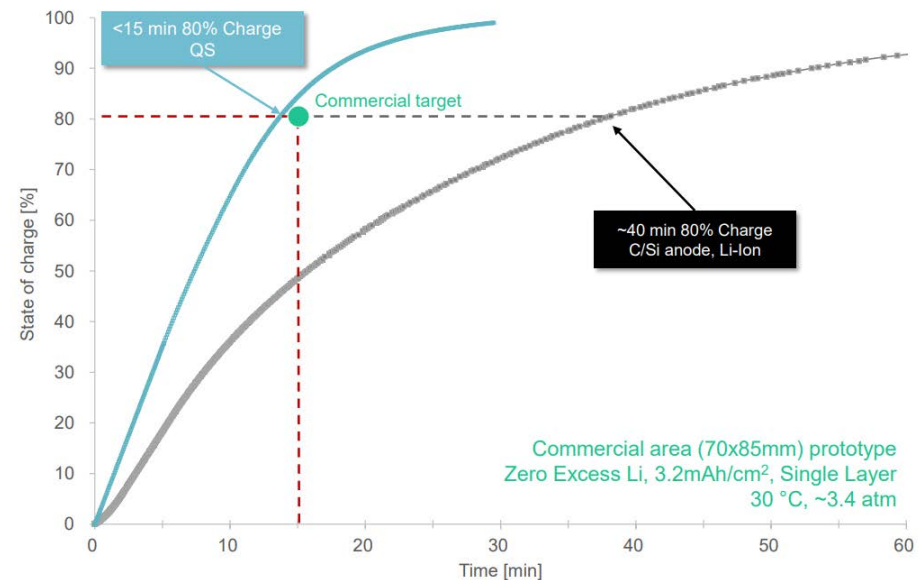
4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

Ladeverhalten von Feststoffbatterien

Eine Feststoffbatterie erzielt beim Schnellladen eine höhere Maximalleistung, welche länger aufrecht erhalten werden kann, da der Feststoffakku eine geringere thermische Empfindlichkeit besitzt.

Ein Aufladen von 0 % auf 80 % soll nach Angaben der Firma QuantumScape in ca. 10 – 15 Minuten realisiert werden können. Konventionelle Li-Ion-Akkus benötigen hierfür 40 – 60 Minuten.



4 Neue Akkutechnologien

1000 km mit einer Batterieladung?

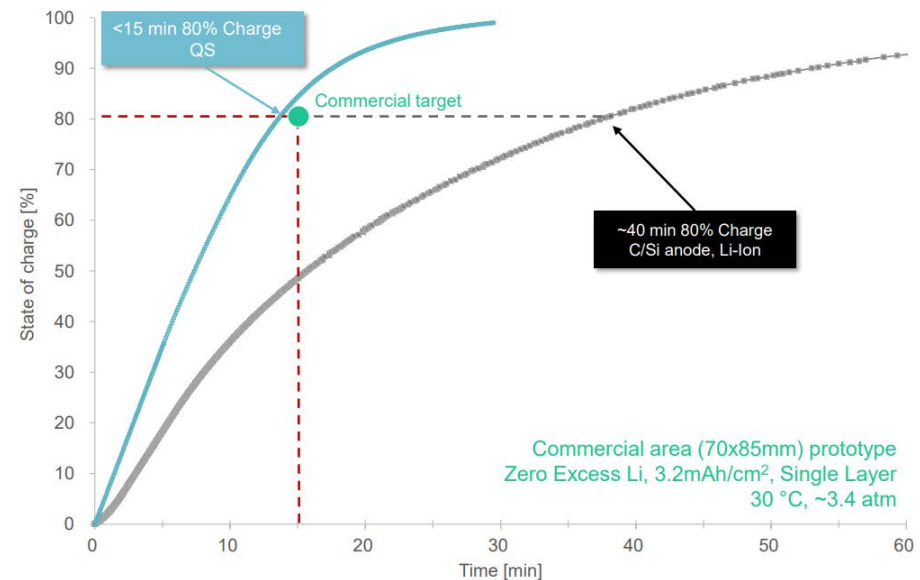
Ladeverhalten von Feststoffbatterien

Für die Akkugröße eines Tesla Model 3 (75 kWh) wird eine Aufladung von 0 % – 80 % in 35 Minuten realisiert. Dies entspricht einer Dauerladeleistung von ca. 100 kW. Übertragen auf die Ladekurve des Feststoffakkus wäre die Dauerladeleistung.

$$P = \frac{0,8 * 75 \text{ kWh}}{1/4 \text{ h}} = 240 \text{ kW}$$

Diese Ladeleistung lässt sich mit aktuellen Schnellladesäulen realisieren.

Mit dem Verbrauch des Model 3 von 15 kWh/ 100 km (WLTP) ergibt sich eine Reichweite von 400 km, welche in 15 min nachgeladen werden könnte.



4 Neue Akkutechnologien

Vollladen in 10 Minuten?

Schnellladenetz

Bei einer Akkugröße von 77 kWh (aktuell größte Batterie VW ID.3) wird für ein Aufladen von 0 % auf 80 % innerhalb von 15 min eine Leistung von

$$\frac{77 \text{ kWh} * 0,8}{\frac{1}{4} \text{ h}} = 77 * 0,8 * 4 \text{ kW} \approx 250 \text{ kW}$$

benötigt. Für ein vollständiges Aufladen innerhalb von 10 min werden

$$\frac{77 \text{ kWh}}{\frac{1}{6} \text{ h}} = 77 * 6 \text{ kW} \approx 500 \text{ kW}$$

benötigt. => **Wie hoch sind aktuelle Ladeleistungen?**

4 Neue Akkutechnologien

Vollladen in 10 Minuten?

Schnellladenetz

- Deutschland
 - Wie in ganz Europa gilt der Steckerstandard CCS Typ 2, welcher AC- und DC-Laden (Schnellladen) unterstützt.
 - Der Ausbau läuft schleppend, deshalb baut der Bund nun selber. Vor allem hohe Ladeleistungen sind nur vereinzelt verfügbar.
 - Erste Phase bis 2030
 - Ladeleistung mindestens 150 kW
 - EnBW hat momentan Schnellladesäulen mit maximal 300 kW im Angebot.

4 Neue Akkutechnologien

Vollladen in 10 Minuten?

Schnellladenetz

- Deutschland
 - IONITY (Daimler, BMW, Ford, VW AG) liegt aktuell bei maximal 350 kW
 - Bisher wird die mögliche Ladeleistung von bis zu 350 kW von den meisten Fahrzeugen noch deutlich unterschritten
- China
 - GB/T-Standard erlaubt maximal 237,5 kW Ladeleistung
- USA
 - Nutzt den CCS Typ 1
 - Tesla Supercharger V3 mit maximal 250 kW Ladeleistung
 - „Electrify America“ Spitzenreiter mit 350 kW Ladeleistung

4 Neue Akkutechnologien

Vollladen in 10 Minuten?

Schnellladesäulen in der Forschung

- Bereits 2018 bis zu 450 kW Ladeleistung im Forschungsprojekt „FastCharge“ realisiert.
 - Gekühlte Kabel notwendig
 - Gekühlte Kabel für 500 kW Laden sind bereits verfügbar
- Bei einer Nettokapazität von 57 kWh der Batterie konnte ein Ladevorgang von 10 – 80 % state of charge (SOC) in 15 Minuten durchgeführt werden.
- Die ersten 100 km Reichweite konnten innerhalb von 3 Minuten geladen werden.

4 Neue Akkutechnologien

Ist Vehicle to Grid (V2G) akkuschädigend?

Vehicle to Grid (V2G)

- V2G nutzt den Akku eines Elektrofahrzeuges, um temporär Energie des Stromnetzes zu speichern und sie später wieder an das Stromnetz abzugeben (bidirektionales Laden).
- Nutzen:
 - Energie aus erneuerbaren Quellen wird gespeichert und dann wieder abgegeben, wenn sie benötigt wird, z.B. Energie aus eigener Solaranlage oder aus öffentlichen Windrädern.
 - Wenn „fremde“ Energie gespeichert wird, muss der Energieproduzent den BEV-Besitzer für seinen Dienst bezahlen. Hierdurch kann der Fahrzeugbesitzer wirtschaftlichen Nutzen ziehen.

4 Neue Akkutechnologien

Ist Vehicle to Grid (V2G) akkuschädigend?

Vehicle to Grid (V2G)

- Problematik: Bei jedem Lade- und Entladevorgang tritt Batterieverschleiß auf. Wie hoch ist dieser, wenn V2G genutzt wird?
- Forschung hierzu von Uddin, Dubarry, Glick
 - Batterieverschleiß bei V2G ist vorhanden und muss miteinbezogen werden, wenn BEV-Besitzer für das Bereitstellen ihrer Fahrzeuge entlohnt werden.
 - Verschleiß stark variierend zwischen unterschiedlichen Fahrzeugtypen
 - Für korrekte Vorhersage müsste optimalerweise der OEM ein Verschleißmodell mit allen relevanten Einflussgrößen bereitstellen, hierzu wäre eine entsprechende Gesetzgebung notwendig.

4 Neue Akkutechnologien

Ist Vehicle to Grid (V2G) akkuschädigend?

Vehicle to Grid (V2G)

- Forschung hierzu von Uddin, Dubarry, Glick
 - Wenn ein Batterieverschleißmodell vorhanden ist, kann die vorhandene Technik in Kombination mit Berechnungsalgorithmen dazu genutzt werden, das Fahrzeug bedarfsgerecht zu laden.
 - Zum Beispiel kann das Fahrzeug über den Abend auf einem Ladezustand (SoC, state of charge) von ca. 40 % gehalten werden. Dies ist ein optimaler Ladezustand für eine maximale Lebensdauer der Batterie. Erst am nächsten Morgen, kurz bevor der Besitzer zur Arbeit fährt, wird ein SoC von 100 % erreicht. So kann die vorhandene Technik genutzt werden, um die Batterieschädigung durch V2G auszugleichen.

4 Neue Akkutechnologien

Ist Vehicle to Grid (V2G) akkuschädigend?

Vehicle to Grid (V2G)

Zur Akzeptanz von V2G wurde von van Heuveln et al. eine ausführliche Befragung unter niederländischen Nutzern durchgeführt.

Hier wird deutlich, dass die Batterieschädigung einer der Hauptbedenken im Bezug auf V2G darstellt.

Daneben wurde die finanzielle Kompensierung häufig genannt, welche teilweise auch auf die Batterieschädigung bezogen wurde.

Es wird deutlich, dass die Batterieschädigung signifikant ist und dass diese Problematik unter den Nutzern bekannt ist. Das Erstellen von individuellen Batterieschädigungsmodellen sowie eine entsprechende Kompensation sind also Schlüsselfaktoren, um V2G flächendeckend einführen zu können.

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Aktualisierung

Status Quo gemäß Teil 2 der Studie vom Dezember 2020

- Eigenschaften von Wasserstoff als Energieträger
- Herstellungspfade und Nutzungsrouten
- nationale Wasserstoffstrategie der Bundesregierung vom Juni 2020
- internationale Wasserstoffstrategien

Aktualisierung

- EU-Hydrogen-Strategy
- Wasserstoff-Roadmap NRW

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

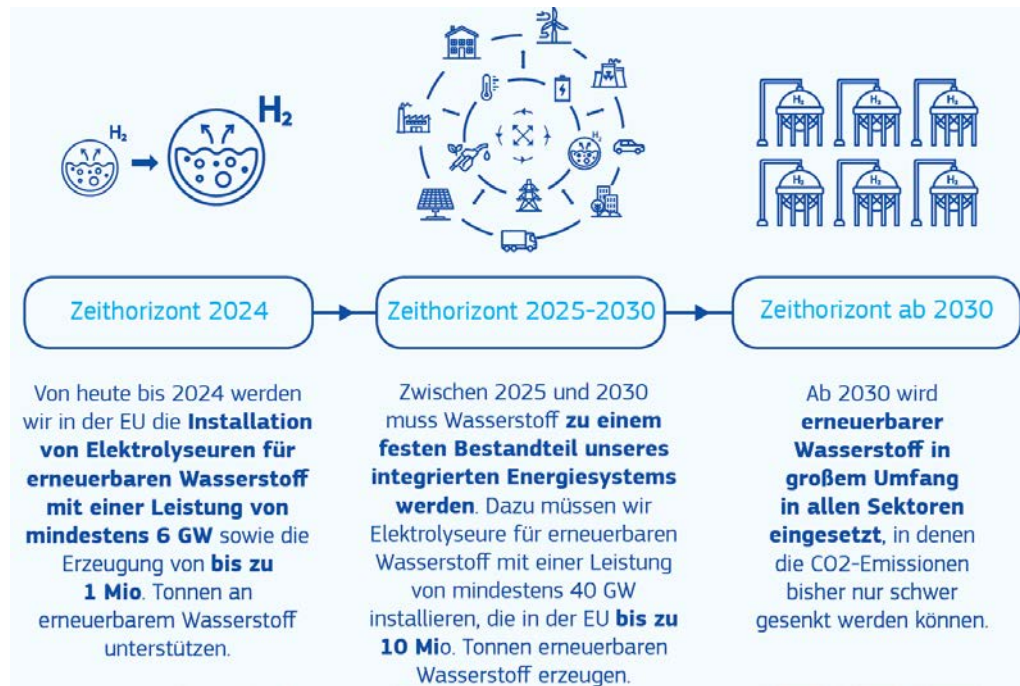
EU-Hydrogen-Strategy – Grundzüge und Motivation der Strategie

- Die EU-Kommission hat in ihrem Aufbauplan „Next Generation EU“ **Wasserstoff als Investitionspriorität** hervorgehoben.
- Wasserstoff kann als **Grundstoff, als Energieträger und Kraftstoff** sowie zur **Energiespeicherung** in den Bereichen **Industrie, Mobilität und Verkehr**, im **Energiesektor** und im **Gebäudesektor** genutzt werden.
- Perspektivisch muss Wasserstoff in einem größeren Maßstab verfügbar gemacht und vollständig klimaneutral hergestellt werden.
- Elektrizität aus erneuerbaren Quellen kann bis 2050 den wesentlichen Beitrag für Klimaneutralität liefern. Wasserstoff hat die Aufgabe, neben Batterien die Energiespeicherung zu leisten und saisonale Schwankungen auszugleichen.
- Da Investitionen im Energiesektor einen Zeithorizont von 25 Jahren aufweisen, muss nach Ansicht der EU-Kommission bereits jetzt gehandelt werden.
- Grundlage der Strategie ist ein Stufenplan mit den Etappenzielen 2024 – 2030 und 2050.
- Erwartet werden notwendige Investitionen in grünen Wasserstoff bis 2050 in der Höhe von 180 – 470 Mrd. €.

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

EU-Hydrogen-Strategy – Fahrplan bis 2050

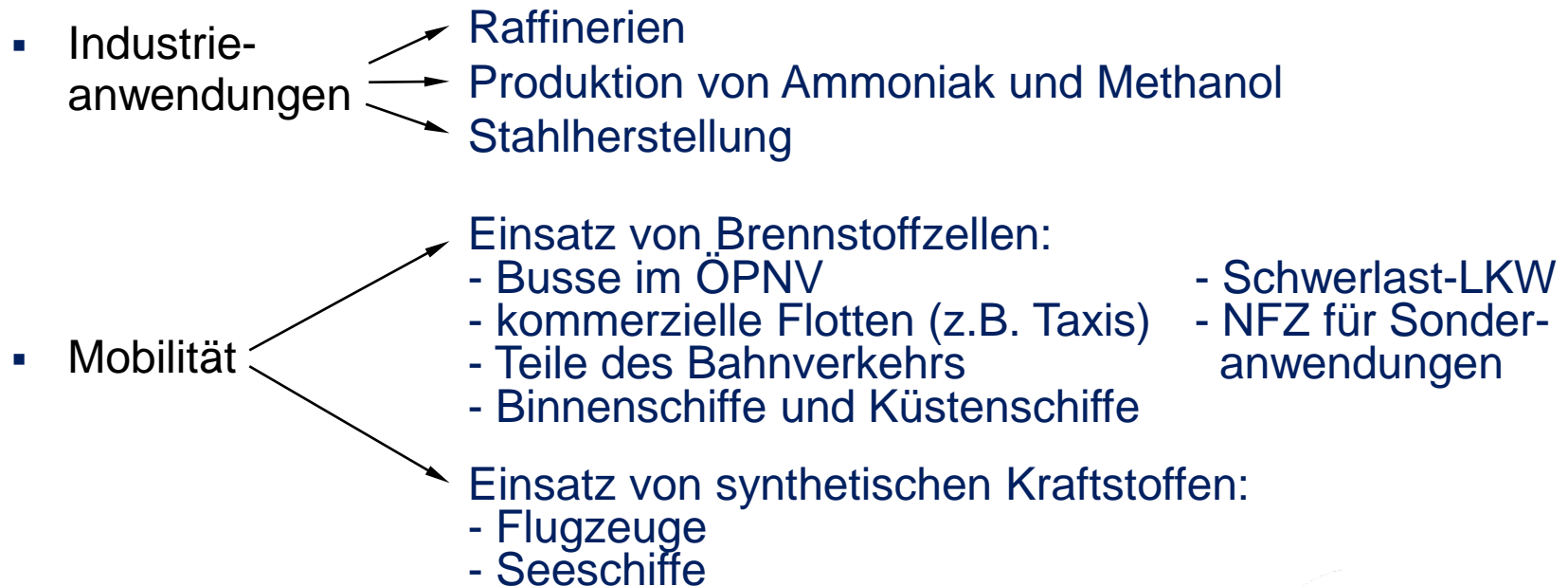
- Priorität hat für die EU die Erzeugung von Wasserstoff mit Strom aus erneuerbaren Quellen, vorzugsweise Wind und Solarenergie.
- Für eine Übergangsphase werden alternative Wege zur Erzeugung von „low-carbon-hydrogen“ (blauer Wasserstoff) benötigt zur Reduktion der Emissionen existierender Erzeugungswege auf der Grundlage von Erdgas.
- Fahrplan und Meilensteine für ein europäisches Wasserstoff-Ökosystem:



5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

EU-Hydrogen-Strategy – Zielmärkte und Angebotsaufbau

- Der Aufbau einer wasserstoff-basierten Wirtschaft in der EU benötigt einen Ansatz, der Wasserstoffproduktion, Wasserstoffinfrastruktur und den Aufbau einer Marktnachfrage umfasst.
- Entscheidend ist das Erreichen einer Kostenreduktion bei Produktion und Logistik mit dem Ziel der mittelfristigen Kostenneutralität zu fossilen Energieträgern.
- Zwei Zielmärkte:



5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

EU-Hydrogen-Strategy – Innovation, Forschung, internationale Kooperation

Forschung und Innovation

- angestrebte Technologieführerschaft der EU in Zukunftstechnologien
 - Elektrolyseure und Brennstoffzellen im MW-Bereich
 - Wasserstoff-Tankstationen
- Forschungsaktivitäten über die gesamte Bereitstellungskette
 - Wasserstoffherstellung und Wasserstoffinfrastruktur
 - Endnutzung von Wasserstoff im Industrie- und Transportsektor
 - Standardisierung und Sicherheitsstandards
 - Rohmaterialbeschaffung und Reduktion von ressourcenkritischen Materialien

Internationale Kooperation

- Kooperation mit Staaten, die die EU schon heute mit Erdgas beliefern und mit Staaten, die besonders gute Voraussetzungen für die Produktion von grünem Wasserstoff besitzen. Insbesondere genannt werden Nachbarstaaten in Osteuropa, (speziell Ukraine) und Nachbarstaaten im Süden (speziell Nordafrika)
- Förderung von internationalen Standards sowie Definitionen und Methoden zur Emissionsbewertung

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Wasserstoff-Roadmap NRW – Prämissen und Handlungsfelder für NRW

Stärkung von Forschung und Innovation

- neues Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft
- erstes Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC) Testfeld in industriellem Maßstab
- Aufbau von Wasserstoff-Start-Ups

LOHC = Liquid Organic Hydrogen Carriers
≡ organische Speichermedien für Wasserstoff, die den Wasserstoff durch chemische Reaktion aufnehmen und wieder abgeben können

Potenziale im Maschinenbau heben

- Brennstoffzellen-Systeme und Elektrolyseure
- Drucktanks, Gasturbinen, Sensoren

Technologieoffenheit

- Für einen schnellen und kostengünstigen Markthochlauf sind blauer, grauer und türkiser Wasserstoff notwendige Übergangslösungen.

Gasbasierte Versorgung H2-ready machen

- Weiterentwicklung der Wasserstoffverträglichkeit von Anlagen wie z.B. Gasturbinen und KWK-Anlagen und deren Komponenten

Weiterentwicklung vorhandener Erdgasspeicher in Richtung Wasserstoffspeicherung

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Wasserstoff-Roadmap NRW – „Farbpalette“ und Priorisierung

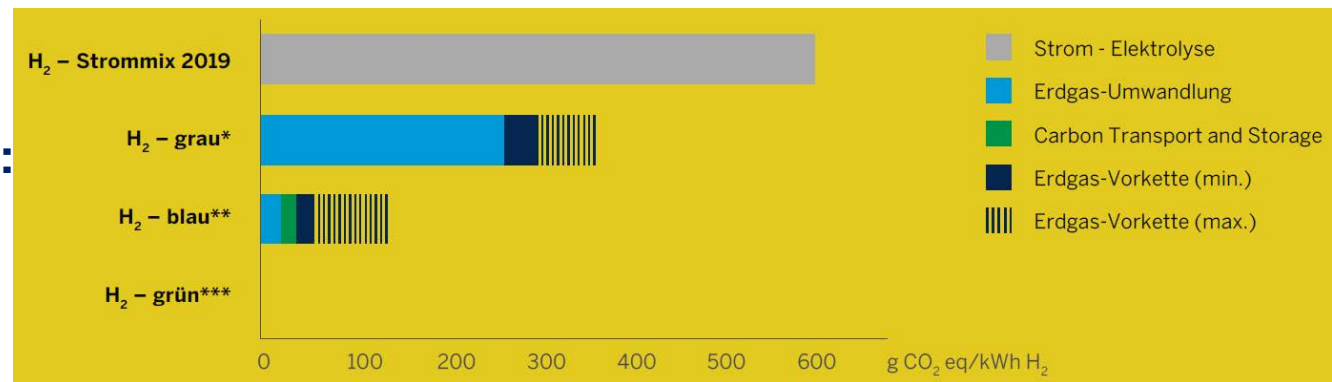
▪ Farbpalette:

- **Grauer Wasserstoff:** Gewinnung aus Erdgas durch Dampfreformierung
- **Türkiser Wasserstoff:** entsteht bei der Pyrolyse von Erdgas, es wird kein CO₂ frei sondern es entsteht fester Kohlenstoff, noch viel Forschungsbedarf
- **Blauer Wasserstoff:** Abscheidung des bei der Dampfreformierung entstehenden CO₂ und langfristige Speicherung (ca. 95 % CO₂ können abgeschieden werden); mit dem heutigen Strom-Mix ca. 80 % weniger CO₂-Emission als mit Elektrolyse
- **Grüner Wasserstoff:** wird durch Strom aus erneuerbaren Energien in Elektrolyseuren hergestellt. Für Klimaneutralität darf ab 2050 nur noch grüner Wasserstoff zum Einsatz kommen.

▪ Prämisse:

Da blauer Wasserstoff auf der Zeitskala am ehesten mit grauem Wasserstoff konkurrieren kann, soll er den Weg für zukünftige Wasserstoffanwendungen ebnen.

▪ Emissionen verschiedener Wasserstofffarben:



5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Wasserstoff-Roadmap NRW – Zielmarken und Maßnahmen für NRW

Zielmarken in NRW

- formuliert für Industrie, Mobilität, Energie und Infrastruktur

Auszug Mobilität:

- Mobilität 2025:
 - mehr als 400 Brennstoffzellen-LKW
 - mindestens 20 LKW-Tankstellen
 - 60 PKW-Tankstellen
 - 500 Wasserstoff-Busse für den ÖPNV
 - erste wasserstoffbetriebene Binnenschiffe
- Mobilität 2030:
 - mehr als 11.000 Brennstoffzellen-LKW über 20 Tonnen
 - 200 Tankstellen für LKW und PKW
 - 3.800 Wasserstoff-Busse für den ÖPNV
 - 1.000 Brennstoffzellen-Abfallsammler

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Wasserstoff-Roadmap NRW – Zielmarken und Maßnahmen für NRW

- **Stärkung von Forschung und Innovation**
 - Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft im rheinischen Revier
 - erstes LOHC-Testfeld in industrieller Größenordnung
 - Aufbau von Wasserstoff-Start-ups und Fortsetzung von Projektinitiierungen
- **Wasserstoffeinsatz in der Gießereitechnik**
- **Entwicklung klimafreundlicher Kraftstoffe**
 - bis 2025 Demonstrationsanlage für PtL mit einer Kapazität von mehreren 100 Tonnen / Tag
- **Integrierter Einsatz von synthetischen Brennstoffen und CCU in der Fliesen- und Ziegelindustrie im industriellen Maßstab**
- **Potenziale im Maschinen- und Anlagenbau heben**
 - Weiterentwicklung und Umsetzung der Wasserstoff-Revier-Projekte im rheinischen Revier
 - Aufbau eines Forschungszentrums für industrielle Elektrolisetechnologien im Ruhrgebiet
- **Beschleunigung des Markthochlaufes**
 - weltweit erste Direktreduktionsanlage zur Herstellung von Stahl in Duisburg
 - Markteinführung von Wasserstoffsystemen im Gebäudebereich
- **Ausbau und Intensivierung internationaler Partnerschaften**
 - Beitritt von NRW zur European Clean Hydrogen Alliance
 - Partnerschaften mit den Niederlanden

5 Aktualisierung Wasserstoffmobilität

Fazit – Strategien und Zielmärkte für eine wasserstoffbasierte Mobilität

- Die Wasserstoffstrategien der Bundesregierung, der europäischen Union sowie die Wasserstoff-Roadmap des Landes NRW kommen hinsichtlich der Strategien und Zielmärkte für eine wasserstoffbasierte Mobilität zu weitgehend gleichen Bewertungen.
- Potenziale für den Einsatz von Brennstoffzellen im Verkehrssektor:
 - Busse im ÖPNV
 - Schwerlast-LKW und NFZ für Sonderanwendungen
 - Teile des Bahnverkehrs
 - Binnenschiffe und Küstenschiffe
- Potenziale für den Einsatz von synthetischen Kraftstoffen im Verkehrssektor:
 - Flugzeuge
 - Seeschiffe
- Zielsetzung ist der vollständige Einsatz von grünem Wasserstoff, nur für eine Übergangsphase wird der Einsatz von blauem Wasserstoff in einigen Strategien als zielführend angesehen.

6 Ressourcen und Produktionsbedingungen

Batterien für Elektrofahrzeuge als Schlüsselkomponenten für BEV

Kernaussagen aus der Studie des Fraunhofer ISI:

Faktencheck für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf

- Umweltbilanz von BEV und Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren
 - Bereits heute weisen BEV in Deutschland über ihre Nutzungsdauer eine positive THG-Bilanz gegenüber Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor auf.
 - Dieser Vorteil vergrößert sich mit weiter voranschreitendem Ausbau an erneuerbaren Energien.
- Maßnahmen zur Verbesserung sozialer und ökologischer Auswirkungen von BEV
 - In der Wertschöpfungskette von BEV und PHEV stellen die Auswirkungen der Batterieproduktion und Ressourcengewinnung ökologische Schwerpunkte dar.
 - Ökologische und soziale Risiken fallen umso gravierender aus, je schwächer die Gesetzgebung und die staatlichen Institutionen in den produzierenden Ländern sind.
- Verfügbarkeit benötigter Rohstoffe
 - Benötigte Rohstoffe für Batterien (Li, Co, Ni, Mn, Graphit) sind global ausreichend vorhanden.
 - Die Entwicklung hin zu Co-reduzierten und Ni-reichen Batterien ist aktuell im Gange.
 - Für einzelne Rohstoffe sind temporäre Verknappungen oder Preissteigerungen möglich.

6 Ressourcen und Produktionsbedingungen

Batterien für Elektrofahrzeuge als Schlüsselkomponenten für BEV

Kernaussagen aus der Studie des Fraunhofer ISI: Faktencheck für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf

- **Potenzielle Lieferengpässe entlang der Wertschöpfungskette**
 - vereinzelte temporäre Lieferengpässe bestehen heute noch
 - Unternehmen begegnen dem Risiko temporärer Lieferengpässe durch Diversifikation der Lieferanten, strategischen Kooperationen, Joint Ventures und Eigenfertigung
- **Zweitnutzung und Recycling von Fahrzeugbatterien**
 - die Umsetzung einer Zweitnutzung von Batterien für stationäre Speichersysteme ist heute noch nicht abzuschätzen
 - das Recycling gilt heute als technisch machbar und wird industriell in Pilotanlagen umgesetzt
- **Kapazität von Strommenge und Stromnetzen**
 - die Strommenge reicht in den nächsten Jahren für Elektrofahrzeuge aus
 - die Stromnetze müssen nur partiell für BEV ausgebaut werden, ein Lademanagement wirkt sich zusätzlich positiv aus

Literaturquellen

Kapitel 1

Zu Kapitel 1 existiert ein gesondertes, ausführliches Textdokument. Hier finden Sie alle Quellenangaben.

Folie 11f: Aktivitäten potenzieller Marktquereinsteiger

- <https://www.elektroauto-news.net/elektroautos/saic-alibaba-stellen-erste-elektroauto-modelle-vor>
- <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/elektroauto-geely-und-baidu-wollen-kuenftig-gemeinsam-e-autos-bauen-a-81fd6cfe-b54a-41ed-9b20-fdc720481a4e>
- https://www.strom-magazin.de/strommarkt/handy-hersteller-xiaomi-will-e-autos-herstellen_224699.html
- <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/auto-verkehr/neues-elektromodell-auch-sony-geht-unter-die-autohersteller-16569240.html>
- <https://www.next-mobility.de/chancen-von-e-auto-newcomern-wird-ein-miteinander-geben-a-996051/>
- <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/konzeptstudie-vision-s-sony-stellt-sein-erstes-auto-vor/>
- <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-misserfolge-von-quereinsteigern-wie-dyson-zeigen-nicht-jeder-kann-ein-e-auto-bauen/25113782.html?ticket=ST-1744606-DQtmwe2jmQTyYq7M1Eq-ap5>

Literaturquellen

Kapitel 3

Folie 14ff.: Neuzulassungen

- https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/neuzulassungen_inhalt.html?nn=2601598

Folie 21: Nio

- <https://www.iwr.de/news/aktienrausch-droht-tesla-bei-e-autos-konkurrenz-durch-chinesische-nio-news37177#:~:text=Im%20Jahr%202020%20lieferte%20Nio,dürften%20die%20Verkaufszahlen%20nicht%20rechtfe rtigen>
- <https://www.elektroauto-news.net/2020/nio-100-kwh-akku-ermoeslicht-nio-fahrer-upgrade-miete-kauf>
- <https://ecomento.de/2020/11/02/nio-150-kwh-batterie-geplant-bericht/>
- <https://www.electrive.net/2020/11/06/nio-bietet-seine-fahrzeuge-mit-100-kwh-batterie-an/>

Folie 22: Toyota

- <https://www.intelligentliving.co/toyota-fast-charging-solid-state-battery-2021/>
- <https://electrek.co/2020/12/11/toyota-electric-car-solid-state-battery-10-min-fast-charging/>

Folie 23: Volkswagen

- <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/alternative-antriebe/vw-gigafabrik-power-day-einheitsbatterie-zellen-schnellladenetz-e-auto-pufferspeicher/>
- <https://www.businessinsider.de/wirtschaft/sieben-auf-einen-streich-zu-welcher-neuen-welt-vw-mit-dem-elektrisch-angetriebenen-raumschiff-id-6-aufbricht-a/>

Folie 24: Hyundai/IONIQ

- <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/hyundai/hyundai-ioniq-5/>

Folie 24: BMW

- <https://insideevs.de/news/487048/bmw-ix-ende-2021-antrieb-daten-preis/>

Literaturquellen

Kapitel 4

Folie 25f.: Feststoffbatterien

- <https://www.electronicdesign.com/markets/automotive/article/21150718/electronic-design-solidstate-batteries-advancing-toward-promise-of-fast-charging-long-life-safer-use#:~:text=Charge%20time%3A%20It%20takes%20more,with%20a%20solid-state%20battery>
- <https://www.quantumscape.com/wp-content/uploads/2021/02/Data-Launch-Updated-Post-Presentation-20210107-2.pdf>

Folie 27ff.: Schnellladen

- <https://www.auto-motor-und-sport.de/tech-zukunft/mobilitaetsservices/1000-staatliche-supercharger-geplant/>
- <https://www.enbw.com/blog/elektromobilitaet/laden/schnellladen/>
- <https://ionity.eu/de/design-und-technik.html>
- <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Charging%20ahead%20Electric-vehicle%20infrastructure%20demand/Charging-ahead-electric-vehicle-infrastructure-demand-final.pdf>
- <https://www.greenbiz.com/article/look-inside-chinas-timely-charging-infrastructure-plan>
- <https://cleantechnica.com/2020/08/06/the-us-fast-charging-landscape-charts/>
- <https://www.electrifyamerica.com/how-ev-charging-works/>
- <https://cleantechnica.com/2019/03/08/supercharger-v3-shocking-power-smart-strategy-by-tesla-charts/>
- https://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/file-uploads/EV_ChargingChina-CGEP_Report_Final.pdf

Literaturquellen

Kapitel 4

Folie 27ff.: Schnellladen

- <https://www.golem.de/news/ladesaeule-tesla-bringt-supercharger-v3-mit-wasserkuehlung-in-position-1903-139870.html>
- <https://www.greenbiz.com/article/what-china-can-teach-us-about-ev-fast-charging-rollouts>

Folie 29: Schnellladenetz

- <https://www.store-charge.com/service-und-ratgeber/wissenswertes/ladestecker/ccs/>

Folie 30: Schnellladesäulen in der Forschung

- https://www.phoenixcontact.com/online/portal/de?1dmy&urile=wcm:path:/dede/web/main/products/subcategory_page_s/DC_charging_cables_for_fast_charging_stations_P-29-03-01/a68bc024-c9cb-44b8-a38b-5707cb32727d/a68bc024-c9cb-44b8-a38b-5707cb32727d
- <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0288583DE/forschungsprojekt-%E2%80%9Efastcharge:-ultra-schnellladetechnologie-bereit-fuer-die-elektrofahrzeuge-der-zukunft?language=de>

Folie 31ff: Vehicle To Grid (V2G)

- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421517307619>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378779620301139>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214367X20302519>

Folie 36ff: EU-Hydrogen-Strategy – Grundzüge und Motivation der Strategie

- EU Hydrogen Strategy
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/hydrogen_strategy.pdf

Folie 40ff: Wasserstoff-Roadmap NRW – Prämissen und Handlungsfelder für NRW

- Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen
https://broschuerenservice.land.nrw/mwide/shop/MWIDE_BR_Wasserstoff-Roadmap-NRW_web.pdf/928

Folie 44:

- Die Nationale Wasserstoff-Strategie
<https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>

Folie 45f: Kernaussagen aus der Studie des Fraunhofer ISI

- Autorenkollektiv Fraunhofer ISI:
Batterien für Elektroautos: Faktencheck und Handlungsbedarf
Karlsruhe, Januar 2020
<https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2020/Faktencheck-Batterien-fuer-E-Autos.pdf>