

Branchenanalysen

Eine Research-Publikation der DZ BANK AG

Klimafreundliche Autos als Investitionsprogramm

- » **Klimawandel zwingt Politik und Autohersteller zum Handeln. Dadurch kommen immer mehr umweltfreundliche Fahrzeuge auf die Straße.**
- » **Reine Verbrennermodelle werden bis 2030 zwar an Bedeutung verlieren. Sie werden aber bis dahin nicht von den Straßen verschwinden.**
- » **Die „Artenvielfalt“ an Antriebstechnologien auf der Straße wird uns noch eine ganze Weile erhalten bleiben.**

Zusammenfassung

Viele Jahre dominierte die Angst vor versiegenden Ölquellen die Vorstellungen vom Ende des Verbrennungsmotors. Mittlerweile wurde die Revolution des Kfz-Antriebs aber schon eingeläutet. Lag der Anteil alternativer Techniken an den PKW-Neuzulassungen in Deutschland 2015 noch bei 1,7 Prozent, erreichte er 2019 bereits 8,8 Prozent. Antreiber für das steigende Angebot an „Stromern“ und Hybriden und die ebenfalls zunehmende Nachfrage sind der Klima- und Umweltschutz. Aktuell geht es dabei um Dieselfahrverbote, Vorgaben für den Flottenverbrauch der Autohersteller sowie den Umweltbonus beim Erwerb von Elektrofahrzeugen.

Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung automobiler Antriebskonzepte rechnen wir für die nächsten zehn Jahre zwar mit einer spürbaren Zunahme von elektrifizierten Fahrzeugen, sehen aber auch weiterhin einen hohen Anteil von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Im Jahr 2030 dürfte der Anteil von batteriebetriebenen Fahrzeugen (Battery Electric Vehicles: BEV) am weltweiten Produktionsvolumen 30% betragen. Der Anteil von Hybriden einschließlich Plug-in-Hybriden wird auf 40% im Jahr 2030 zulegen. Für reine Verbrenner wird dagegen ein deutlicher Rückgang auf allerdings immer noch 30% erwartet.

Noch steht nicht fest, ob sich bei einem Blick über 2030 hinaus ein einziges Antriebskonzept durchsetzen wird oder ob mehrere Technologien parallel bestehen werden. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Antriebskonzepte könnten dabei für jeweils unterschiedliche Nutzungen sorgen. Batteriebetriebene Fahrzeuge könnten ihre Vorteile auf Kurzstrecken innerhalb der Stadt oder im Pendelverkehr besonders gut ausspielen, während Brennstoffzellen-Fahrzeuge ihren Einsatz auf der Langstrecke oder im Frachtverkehr haben werden. (Plug-in)Hybride werden zudem dafür sorgen, dass uns fossile Brennstoffe als Treibstoff noch eine ganze Weile begleiten werden. Vorerst ist noch von einer „Artenvielfalt“ auf der Straße auszugehen.

VOLKSWIRTSCHAFT

Fertiggestellt:
19.3.2020 08:54 Uhr

INHALT

VON DER MONOKULTUR ZUR „ARTENVIELFALT“ IN DER KFZ-ANTRIEBSTECHNIK	2
Alternative Techniken mit Vor- und Nachteilen	2
Von der Monokultur zur „Artenvielfalt“	4
Welche Techniken setzen sich durch?	5
Aufbruch in eine klimafreundliche Zukunft des Autos	5
WASSERSTOFFANTRIEB – WAS IST DAS EIGENTLICH?	6
Nicht neu, aber zukunftssträftig	6
Die Brennstoffzelle und was sie leistet	7
Infrastruktur-Ausbau ist ein Muss	8
EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT DER DEUTSCHEN AUTOMOBILINDUSTRIE	9
Autokonzerne setzen eigene Schwerpunkte	10
In der Vielfalt liegt die Kraft	11
Besser als gedacht	12
ALLER ANFANG IST SCHWER	13
I. IMPRESSUM	14

Ersteller:
Dr. Claus Niegsch, Economist
Michael Stappel, Economist
Michael Punzet, Analyst

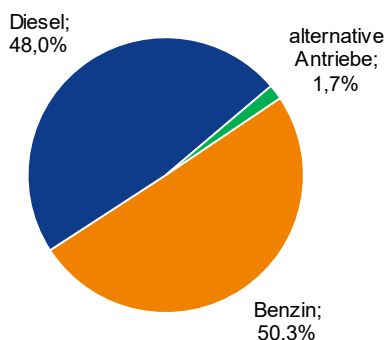
VON DER MONOKULTUR ZUR „ARTENVIELFALT“ IN DER KFZ-ANTRIEBSTECHNIK

Lange Zeit dominierte die Angst vor versiegenden Ölquellen die Vorstellungen vom Ende des Verbrennungsmotors. Inzwischen wurde die Revolution des Kfz-Antriebs jedoch bereits eingeläutet. Lag der Anteil alternativer Techniken an den PKW-Neuzulassungen in Deutschland 2015 noch bei 1,7 Prozent, erreichte er 2019 schon 8,8 Prozent. Antreiber für die sich anbahnende Verdrängung von Otto- und Dieselmotoren durch „Stromer“ und Hybride ist jedoch nicht Ölknappheit, sondern Klima- und Umweltschutz. Aktuell geht es dabei um Dieselfahrverbote, Vorgaben für den Flottenverbrauch der Autohersteller sowie den Umweltbonus beim Erwerb von Elektrofahrzeugen. Bei längerfristiger Perspektive dürfte insbesondere die geplante Verteuerung und Begrenzung von CO₂-Emissionen den Umbruch in der Kfz-Technik bewirken. Das Thema ist vor allem auch wichtig, weil die deutsche Autoindustrie bisher sehr erfolgreich Diesel- und Benzinfahrzeuge entwickeln und vermarkten konnte. Sie hat so nicht nur wertvolle Arbeitsplätze geschaffen, sondern auch ganz wesentlich zu den Exporterfolgen unserer Volkswirtschaft beigetragen.

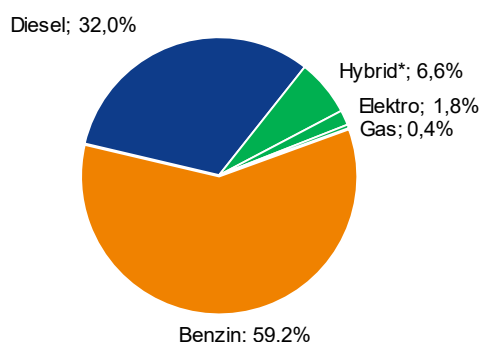
Antreiber für die Verdrängung von Verbrennungsmotoren ist nicht Ölknappheit, sondern Umweltschutz

PKW-NEUZULASSUNGEN NACH ANTRIEBSARTEN

2015



2019



*einschließlich Plug-in-Hybrid
Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt

Alternative Techniken mit Vor- und Nachteilen

Noch werden die Kfz-Neuzulassungen von Autos mit traditionellem Verbrennungsmotor dominiert. So sind Benzin und Diesel trotz Mineralöl- und Mehrwertsteuer preiswerte Treibstoffe, die durch ein dichtes Tankstellennetz leicht verfügbar sind und kurze Tankzeiten sowie hohe Reichweiten garantieren. Dazu kommen Fahrzeugpreise, die trotz großer Marken- und Modellvielfalt dank Massenproduktion und Wettbewerb vergleichsweise günstig sind. Allerdings geraten Otto- und Dieselmotoren enorm unter Druck durch EU-Vorgaben, die den durchschnittlichen Spritverbrauch der Fahrzeugflotten der Hersteller stark begrenzen. Ohne massive Einschränkungen am Komfort und bei der Sicherheit lässt sich das nur durch einen höheren Anteil an Elektro- und Hybridfahrzeugen erreichen.

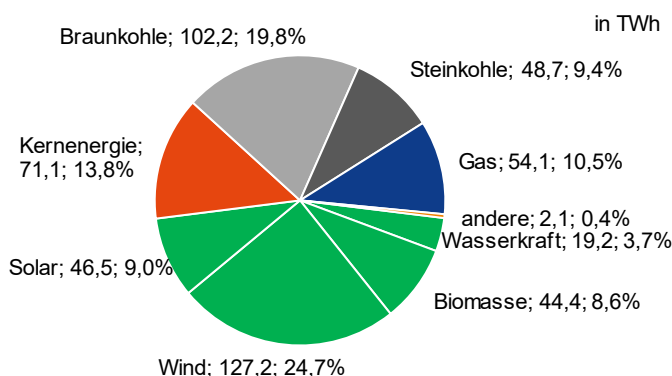
Elektrofahrzeuge haben unter Klimaschutzaspekten vor allem den Vorteil, dass sie beim Energieverbrauch nahezu CO₂-neutral sind. In der sogenannten „Well-to-Wheel“-Betrachtung, d.h. von der ursprünglichen Energiequelle bis zum Rad, gilt das freilich nur, wenn der eingesetzte Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Wasser oder Sonne stammt. Das ist beim aktuellen Strommix, der in Deutschland

Noch dominieren Verbrennungsmotoren die Kfz-Neuzulassungen

Elektrofahrzeuge haben den Vorteil, dass sie beim Energieverbrauch nahezu CO₂-neutral sind

trotz großer Fortschritte bei der Energiewende immer noch zu fast 40 Prozent aus fossilen Brennstoffen kommt, bisher nicht der Fall. Aber während auch die sparsamsten Benzin- und Dieselmotoren immer eine negative CO₂-Bilanz haben werden, verbessert sich diese beim Elektroantrieb automatisch mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien am Strommix. Außerdem werden keine Emissionen ausgestoßen, die vor allem in den Städten die Luftqualität verschlechtern und teils Dieselfahrverbote nach sich ziehen. Das gilt für batterie-elektrische Fahrzeuge, die i.d.R. einen Lithium-Ionen-Akku als Energiespeicher nutzen. Und das gilt für brennstoffzellen-elektrische Fahrzeuge, die Energie in Form von Wasserstoff speichern, der dann in einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt wird. Technische Anlagen zur Erzeugung des hierfür erforderlichen Wasserstoffs aus grünem Strom mittels Elektrolyse werden bereits von Siemens angeboten. Wenn es um die Wasserstofflogistik und -tankstellen geht, kann auf Angebote von Linde zurückgegriffen werden.

STROMMIX 2019 AUS DEUTSCHEN STECKDOSEN*



*Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung
 Quelle: vorläufige Jahresauswertung von Energy Charts des Fraunhofer ISE

Die Umwandlung von Strom in Wasserstoff (Elektrolyse) und die Rückumwandlung in Strom für den Elektromotor des Autos bewirken allerdings Energieverluste. Der Primärenergieverbrauch der Brennstoffzellentechnik ist daher höher als bei batteriebetriebenen Autos, aber besser als bei traditionellen Verbrennungsmotoren. Dafür hat der in Drucktanks komprimierte Wasserstoff eine extrem hohe Energiedichte. Das macht ihn als Energiespeicher interessant, auch weil auf Strom zurückgegriffen werden kann, der an windreichen oder sonnigen Tagen im Überfluss bereitsteht. Bei der Steuerung der Akkuladezeiten für batterie-elektrische Autos ist man dagegen deutlich weniger flexibel. Die Vorteile von Wasserstoff als Energiespeicher sorgen auch für größere Reichweiten der Autos im Vergleich zu den sehr schweren Akkus batterie-elektrischer Antriebe. Außerdem lässt sich Wasserstoff ähnlich schnell tanken wie Benzin oder Diesel, auch wenn die Tanktechnik durch den hohen Druck aufwendiger ist. Das ist ein wichtiger Vorteil gegenüber der Batterietechnik, die selbst bei Schnellladevorgängen vergleichsweise lange Ladezeiten erfordert. Dadurch wird der Langstreckeneinsatz solcher Fahrzeuge unattraktiv. Dazu kommt ein weiterer Nachteil der Lithium-Ionen-Akkus: Die energieaufwendige Batterieproduktion verhängt in den ersten Jahren die CO₂-Bilanz, wenn nicht nur der Energieverbrauch der Fahrzeuge, sondern auch deren Herstellung einbezogen wird. Nach Berechnungen des ADAC wird der Nachteil der Batterieautos bei der Gesamt- CO₂-Bilanz gegenüber Benzin- oder Dieselfahrzeugen erst ab Fahrleistungen von 50.000 bis 100.000 Km ausgeglichen.

Wasserstoff lässt sich schnell tanken wie Benzin oder Diesel und ermöglicht große Reichweiten

Von der Monokultur zur „Artenvielfalt“

Bisher hat die gute Versorgung mit günstigem Benzin und Diesel für eine Monokultur in der Antriebstechnik gesorgt. So konnten sich neben dem Verbrennungsmotor – als Otto- oder Dieselmotor – kaum andere Techniken durchsetzen. Die Massenproduktion solcher Autos hält deren Preise niedrig und auch die Infrastruktur hat sich, was Tankstellen und Kfz-Werkstätten anbelangt, voll auf Diesel und Benziner ausgerichtet. Das verschafft dem Verbrennungsmotor einen enormen Wettbewerbsvorteil, der die Verbreitung alternativer Antriebstechniken erschwert.

Bisher hat die gute Versorgung mit billigem Öl für eine Monokultur in der Antriebstechnik gesorgt

Mit der Verteuerung und Begrenzung des CO₂-Ausstoßes sowie der Förderung erneuerbarer Energien dürfte sich das ändern, weil der Kostenvorteil fossiler Energieträger schwindet. Unter der Voraussetzung, dass Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechniken größere Produktionsmengen erreichen, so dass die Anschaffungskosten sinken, und die notwendige Infrastruktur bereitgestellt wird, dürfte sich ein Nebeneinander verschiedener Techniken entwickeln. Wie bereits skizziert, unterscheiden sich die Antriebstypen im Hinblick auf CO₂-Bilanz, Energieverbrauch, Reichweite und Tankzeiten teils erheblich. Wenn der dominante Wettbewerbsvorteil billigen Öls nach und nach schwindet, können alternative Antriebstechniken ihre technisch bedingten jeweiligen Stärken besser ausspielen. Beim brennstoffzellen-elektrischen Fahrzeug sind das neben der guten CO₂-Bilanz die schnelle Tankzeit und höhere Reichweite, die für Langstrecken und Vielfahrer wichtig sind. Batterie-elektrische Autos eignen sich eher für den Stadtverkehr sowie die Kurz- und Mitteldistanz. Und beim Transport schwerer Güter wird man da, wo Schiene oder Schiff ausfallen, vielleicht weiterhin auch auf möglichst saubere LKW mit Verbrennungsmotoren setzen, die z.B. Biogas oder Wasserstoff tanken.

Wenn der Wettbewerbsvorteil billigen Öls schwindet, können alternative Antriebstechniken ihre technischen Stärken besser ausspielen

DER WEG IN ALTERNATIVE ANTRIEBSTECHNIKEN

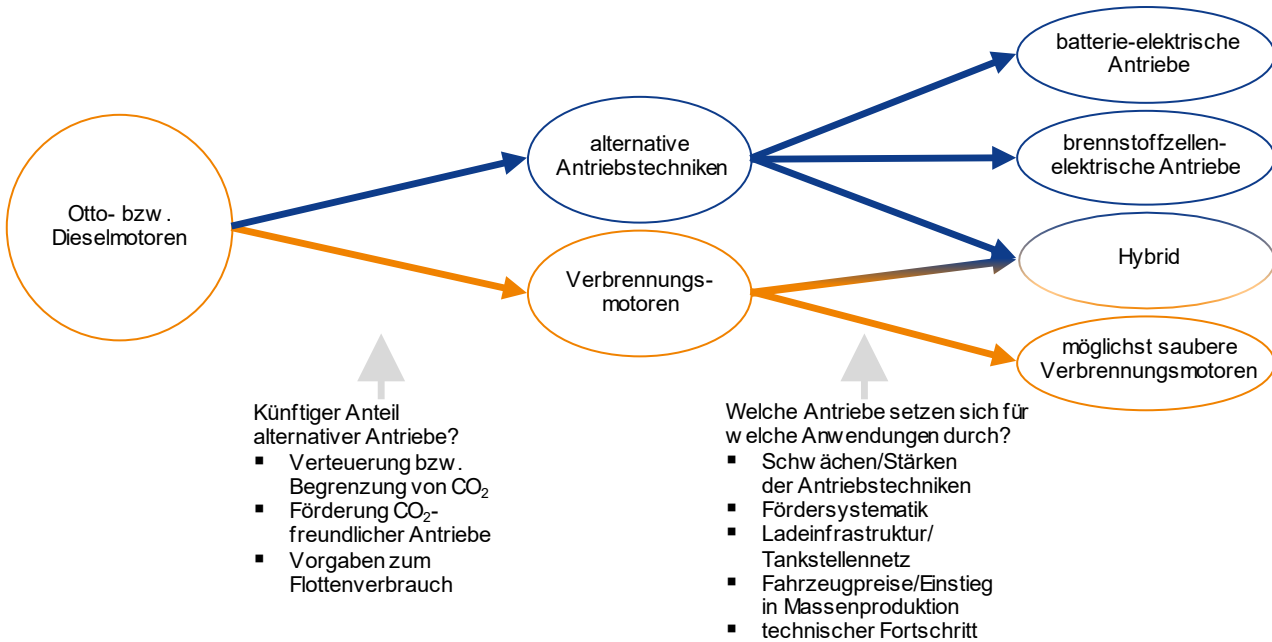


Abbildung: DZ BANK

Der Straßenverkehr dürfte also nicht nur „grüner“, d.h. klimafreundlicher, sondern auch „bunter“, d.h. vielfältiger werden. Allerdings verändern sich die Leistungsprofile der unterschiedlichen Antriebsarten durch technischen Fortschritt. Sollte es bei-

Der Straßenverkehr dürfte nicht „grüner“ und „bunter“ werden

spielsweise gelingen, deutlich kleinere und leichtere Akkus zu entwickeln, die sich ähnlich schnell laden lassen, wie eine Benzinbetankung dauert, würden gravierende Nachteile batterie-elektrischer Antriebe entfallen.

Welche Techniken setzen sich durch?

Dass alternative Antriebstechniken bisher auf eine eher schwache Nachfrage stießen, liegt auch an vergleichsweise hohen Fahrzeugpreisen und unzureichender Ladeinfrastruktur für die Akkus bzw. fehlenden Tankstellen für Wasserstoff. Bei der bisherigen Entwicklung liegt der batterie-elektrische Antrieb klar vor der Brennstoffzellen-Technologie: Das betrifft die Produktionsmengen und Angebotsvielfalt der Fahrzeuge. Das betrifft aber auch die ergänzende Infrastruktur, die, was Wasserstoff-Tankstellen angeht, praktisch nicht vorhanden ist. Außerdem ist CO₂-neutraler Wasserstoff derzeit noch zu teuer. Hier soll die kürzlich vom Wirtschaftsministerium angekündigte „Nationale Wasserstoffstrategie“ Fortschritte bringen. Aber auch das Netz öffentlicher Akku-Ladestellen weist Mängel auf und ist vor allem für den angestrebten Ausbau der Batteriefahrzeuge längst nicht gerüstet. Dabei geht es nicht nur darum, die notwendige Zahl an Ladepunkten zu errichten, sondern auch darum, jederzeit eine sichere Versorgung mit sauberem Strom zu gewährleisten.

Eine „Nationale Wasserstoffstrategie“ könnte Fortschritte bringen

Bei mittelfristiger Perspektive sind insbesondere die EU-Vorgaben zur Absenkung des Flottenverbrauchs der Autohersteller die bestimmende Größe. Die skizzierten Probleme bei der Infrastruktur für batterie- und vor allem für brennstoffzellen-elektrische Fahrzeuge lassen sich nicht kurzfristig lösen. Damit die restriktiven EU-Vorgaben zum Flottenverbrauch der Autoproduzenten bis 2030 erreicht werden, setzen die Hersteller daher insbesondere auf Fahrzeuge mit Hybrid-Antrieb und batterie-elektrische Autos. Der Anteil dieser beiden Antriebstechniken könnte zusammengekommen bis Ende des Jahrzehnts auf bis zu 70 Prozent aller Neuzulassungen steigen.

Bis 2030 setzen die Autohersteller vor allem auf Hybrid- und Batterie-Fahrzeuge

Wie stark bei langfristiger Perspektive der traditionelle Verbrennungsmotor durch alternative Antriebstechniken verdrängt wird, hängt vor allem davon ab, wie sehr sich Benzin und Diesel durch eine CO₂-Bepreisung bzw. –Begrenzung verteuern und wie stark klimafreundliche Alternativen gefördert werden. Die Frage, welche neuen Techniken sich für welche Anwendungen durchsetzen, wird von den Leistungsprofilen der Antriebstechniken, der Systematik öffentlicher Förderung, den Strategien der Autohersteller und dem weiteren technischen Fortschritt bestimmt.

Aufbruch in eine klimafreundliche Zukunft des Autos

Die Automobilindustrie einschließlich Zulieferbetriebe sowie Kfz-Handel und –Werkstätten ist eine Schlüsselbranche der deutschen Wirtschaft. Nicht nur, dass je nach Abgrenzung bis zu 1,8 Mio. Arbeitsplätze direkt oder indirekt vom Auto abhängen. Die Branche steht auch wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig für Ingenieurskunst, Innovationskraft und ein starkes Markenimage. Das trägt zur Exportstärke der Branche und der gesamten deutschen Volkswirtschaft bei.

Autoindustrie steht wie kaum eine andere Branche für Ingenieurskunst, Innovationskraft und Markenimage

Der oben skizzierte Wandel ist jedoch mit gewaltigen Herausforderungen für den Sektor verbunden. Wichtige Bestandteile der Autos, die heute vom Band laufen, sind bei elektrischen Autos unnötig. Nicht nur, dass Elektromotoren im Vergleich zu modernen Selbstzündern oder Ottomotoren viel einfacher zu bauen sind. Elektrofahrzeuge benötigen auch weder Auspuff noch Katalysator, weil keine Abgase entstehen. Ein Sechs-Gang-Getriebe oder eine Automatikschaltung ist genauso überflüssig wie Kupplung, Kardanwelle oder Lichtmaschine. Das schafft Platz im Auto, aber

auch in den Fabrikhallen. Der kürzlich von verschiedenen Autoherstellern angekündigte Arbeitsplatzabbau wird insbesondere mit dem Wandel der Antriebstechniken begründet.

Andererseits ist die Revolution der Fahrzeug-Antriebstechnik auch ein gewaltiges Investitionsprogramm. Das betrifft Forschungsinvestitionen, die Entwicklung neuer Modelle, den Umbau der Autofabriken, Zulieferbetriebe und Werkstätten sowie den Aufbau ergänzender Infrastruktur wie Stromladepunkte oder Wasserstofftankstellen. Der künftige Anteil des Autos an der deutschen Wertschöpfung und am Export wird vor allem davon abhängen, ob es den hiesigen Kfz-Herstellern gelingt, ihre Rolle als Innovationstreiber aus der Welt der Verbrennungsmotoren in eine klimafreundliche Zukunft des Autos zu transformieren. Der Staat kann diesen Prozess durch Forschungs- und Entwicklungsförderungen, Kaufanreize für klimafreundliche Fahrzeuge, die den Einstieg in die günstige Massenproduktion öffnen, sowie Unterstützungen beim Aufbau der Versorgungsinfrastruktur bestärken.

Michael Stappel, Economist

Die Revolution der Fahrzeug-Antriebstechnik ist ein gewaltiges Investitionsprogramm

WASSERSTOFFANTRIEB – WAS IST DAS EIGENTLICH?

Der Energieverbrauch wird heute noch von herkömmlichen Energieträgern wie Erdöl, Kohle oder Erdgas bestimmt. In Zukunft wird der Einsatz fossiler Energieträger aber immer mehr mit zwei Problemen konfrontiert werden: die bei der Umwandlung in Energie entstehenden umwelt- und klimaschädlichen Emissionen und der (sehr) langfristig begrenzte Vorrat. Als eine Treibstoffalternative für Benzin und Diesel bietet sich Wasserstoff an. Mit Wasserstoff kann man entweder einen Verbrennungsmotor direkt antreiben oder daraus mit Hilfe einer Brennstoffzelle schadstofffrei Elektrizität erzeugen und so einen Elektromotor betreiben.

Wasserstoff bietet sich als Treibstoffalternative für Benzin und Diesel an

Nicht neu, aber zukunftssträftig

Obwohl die Brennstoffzelle heute eine moderne Hightech-Anwendung ist, dauert ihre Entwicklungsgeschichte nun schon fast 200 Jahre. Erste Anwendungen von Brennstoffzellen fanden sich im Apollo-Programm der NASA. Auch bei den Space-Shuttles wurden Brennstoffzellen eingesetzt, die als positiven Nebeneffekt das einzige „Abfallprodukt“ Wasser als Reserve für die Astronauten nutzen konnten. Seit Anfang der 1980er-Jahre werden Brennstoffzellen zudem in U-Booten genutzt. Im zivilen Bereich sind beispielsweise Gabelstapler- und Flurförderfahrzeugflotten im Einsatz, die etwa Kion mit den Marken Still und Linde Material Handling, Jungheinrich sowie Toyota anbieten. Bei größeren Flotten sind die kurzen Tankzeiten im Drei-Schicht-Betrieb ein Vorteil gegenüber den Ladezeiten der Lithium-Ionen-Akkus oder dem Batterietausch bei Bleibatterien.

Die Entwicklungsgeschichte der Brennstoffzelle dauert schon fast 200 Jahre

Mittlerweile gibt es Gabelstapler- und Flurförderfahrzeugflotten, ...

Auch für den Linienbetrieb im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) werden immer mehr Busse mit dieser Technik angeschafft, um langfristig zusammen mit Batteriebusen die Dieselflotten zu ersetzen. Solche Busse werden beispielsweise von Mercedes-Benz („Citaro FuelCELL-Hybrid“) oder Van Hool („A330 fuel cell“ in Zusammenarbeit mit Ballard Power Systems) angeboten. Sogar dieselbetriebene Züge können auf nicht elektrifizierten Bahnstrecken durch Brennstoffzellen-Züge ersetzt werden. Der weltweit erste dieser Art „Coradia iLint“ wurde von Teams der Firma Alstom in Salzgitter und Tarbes (Frankreich) entwickelt. Zwischen Cuxhaven, Bremerhaven, Bremervörde und Buxtehude fahren Brennstoffzellen-Züge schon seit Sep-

... Busse und Züge, ...

tember 2018. Auch im Rhein-Main-Gebiet ist zum Fahrplanwechsel 2022/23 ein Einsatz vorgesehen.

Die Nutzung von Wasserstoff als Energiequelle für eine Brennstoffzelle ist keine neue Erfindung. Heute geht es jedoch in erster Linie darum, diese Technologie preiswert genug zu machen, um sie in (Groß-)Serienprodukten wie Autos nutzen zu können. Auch dies ist nicht neu: Vor rund zwanzig Jahren standen wir schon einmal an dem Punkt, dass viele Autohersteller die Produktion und den Verkauf von Brennstoffzellenfahrzeugen vorbereiteten. Letztlich scheiterte dieser Anlauf dann vor allem an den Kosten.

Die Brennstoffzelle und was sie leistet

Es wäre falsch nur von „der“ Brennstoffzelle als „einer“ Zukunftstechnologie zu sprechen. Vielmehr gibt es verschiedene Varianten der Brennstoffzelle, die alle ihre speziellen Einsatzgebiete sowie ihre Vor- und Nachteile haben. Allen Varianten gemein ist ihre grundsätzliche Wirkungsweise: Aus Wasserstoff erzeugen sie Elektrizität und Wärme. Im Grunde handelt es sich um die Umkehrung der elektrolytischen Zersetzung von Wasser und somit um die Umkehrung der Herstellung von Wasserstoff aus Wasser. In Verbindung mit einem Elektromotor stellt die Brennstoffzelle eine neue Antriebstechnologie dar, mit der Schadstoffe in Autoabgasen vermieden werden können. Analog zu batteriebetriebenen Fahrzeugen sind Brennstoffzellen-Autos ebenfalls „Zero-Emission“-Fahrzeuge. Wird auch der Wasserstoff durch regenerative Energien erzeugt, könnte sogar der gesamte Prozess emissionsfrei ablaufen. Für den Einsatz als Energiequelle eines Elektromotors in einem Kraftfahrzeug oder sogar für Mobilgeräte prädestiniert ist die sogenannte Proton-Exchange-Membrane-Brennstoffzelle (PEMFC). Sie arbeitet bei einer vergleichsweise niedrigen Betriebstemperatur von unter 100 °C. Außerdem bietet sich diese Variante für den Einsatz in Heizungen und Mini-Blockheizkraftwerken an. Für größere Blockheizkraftwerke sind dagegen Brennstoffzellenvarianten mit höheren Temperaturen vorteilhafter. Diese Varianten könnten Erdgas oder Biogas sogar direkt als Brennstoff verwenden, so dass hier keine neue Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut werden müsste.

Die grundsätzliche Funktionsweise eines Brennstoffzellenfahrzeugs ist vergleichsweise einfach erklärt: In voneinander getrennte Bereiche der Brennstoffzelle fließen Wasserstoff aus den Fahrzeugtanks und Sauerstoff aus der Außenluft. Durch eine Reaktion dieser beiden Stoffe entsteht in der Brennstoffzelle Elektrizität und Wärme sowie als einziges „Abfallprodukt“ Wasserdampf. Die so gewonnene Elektrizität wird zum Betrieb eines Elektromotors genutzt. Wie bei einem batteriebetriebenen Auto kann auch bei einem Brennstoffzellenfahrzeug über eine Rekuperationsbremse und eine Batterie zusätzliche Energie aus Bremsvorgängen zurückgewonnen werden, um den Verbrauch zu reduzieren.

Für den Einsatz als Energiequelle eines Elektromotors in einem Kraftfahrzeug, aber auch für Mobilgeräte prädestiniert ist die sogenannte Proton Exchange Membrane-Brennstoffzelle (PEMFC), da sie bei einer vergleichsweise niedrigen Betriebstemperatur von unter 100 °C arbeitet. Außerdem bietet sich diese Variante für den Einsatz in Heizungen und Mini-Blockheizkraftwerken an. Bei größeren Blockheizkraftwerken sind dagegen Brennstoffzellenvarianten mit höheren Temperaturen vorteilhafter. Bei diesen Varianten ließe sich sogar Erdgas oder Biogas direkt als Brennstoff verwenden, so dass hierzu keine neue Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut werden müsste.

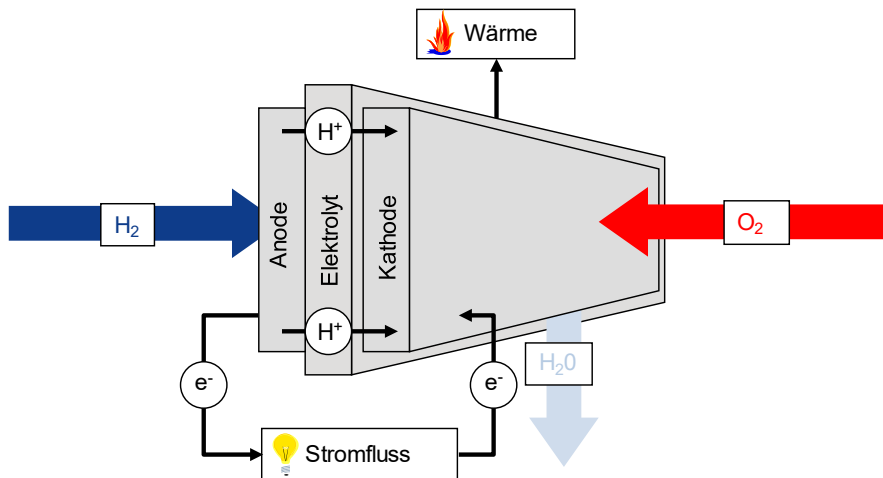
Für (Groß-)Serienprodukte wie Autos muss die Technologie preiswerter werden

Analog zu batteriebetriebenen Autos sind auch Brennstoffzellen-Autos „Zero-Emission“-Fahrzeuge

In einem Brennstoffzellenfahrzeug treibt durch Wasserstoff und Sauerstoff erzeugte Energie einen Elektromotor an

Dafür prädestiniert ist die Proton Exchange Membrane-Brennstoffzelle (PEMFC)

FUNKTIONSWEISE EINER BRENNSTOFFZELLE (PEMFC)



Quelle: DZ BANK

Infrastruktur-Ausbau ist ein Muss

Um Wasserstoff als Energieträger umfassend nutzen zu können, muss dessen Versorgung sichergestellt sein. Zwar ist Wasserstoff das am häufigsten vorkommende Element im Weltall. Auf der Erde existiert er aufgrund seiner Reaktionsfreudigkeit aber fast nur in Verbindungen wie Wasser oder Kohlenwasserstoffen und muss daher in seiner reinen Form erst produziert werden. Die Wasserstoff-Gewinnung kann durch elektrolytische Spaltung aus Wasser oder durch chemische Umwandlungsprozesse aus fossilen Energieträgern erfolgen. Vor allem die elektrolytische Spaltung aus Wasser erfordert - eben aufgrund der Reaktionsfreudigkeit - einen hohen Energieaufwand und verursacht dementsprechend hohe Kosten. Dafür ließe sich bei Nutzung erneuerbarer Energien der Wasserstoff umweltfreundlich produzieren.

Neben den Kosten für die Erzeugung von Wasserstoff und den noch hohen Kosten der Brennstoffzellentechnologie liegt eine wichtige Voraussetzung für einen erfolgreichen Einstieg in eine Wasserstoffwirtschaft in der flächendeckenden Versorgung. Dabei haben wir es mit einem Henne-Ei-Problem zu tun: Ein schneller Marktdurchbruch im Automobilbereich lässt sich nur mit einer vorhandenen Wasserstoffinfrastruktur erzielen. Das Beispiel der Gabelstaplerflotten zeigt es bereits: Derzeit sind Brennstoffzellenfahrzeuge trotz ihrer an Verbrenner heranreichenden Reichweite noch eher für den Flotteneinsatz mit eigener H_2 -Station geeignet. Eine flächendeckende Wasserstoffinfrastruktur wird erst bei genügender Nachfrage in Form von Brennstoffzellenfahrzeugen aufgebaut werden. Aktuell stehen deutschlandweit allerdings noch weniger als 100 Wasserstofftankstellen bereit. Noch in diesem Jahr soll aber die hundertste H_2 -Tankstelle in Deutschland ihren Betrieb aufnehmen. Anbieter von Wasserstofftankstellen für Fahrzeugflotten oder für öffentliche Tankstellen sind etwa Air Liquide, Air Products, Linde oder Resato.

Herstellung von Wasserstoff erfordert hohen Energieaufwand, ...

... umweltfreundliche Produktion ist aber möglich

Marktdurchbruch lässt sich nur mit vorhandener Infrastruktur erzielen

EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT DER DEUTSCHEN AUTOMOBILINDUSTRIE

Politische Maßnahmen rund um das Thema Klimaschutz haben starken Einfluss auf die deutsche Automobilindustrie. Die geforderte Umstellung auf emissionsarme Konzepte, im besten Falle auf alternative Antriebe, verlangt ihr einiges ab. Deshalb die Frage: Sind Hersteller und Zulieferunternehmen zukunftsfest und in der Lage, sich neu aufzustellen?

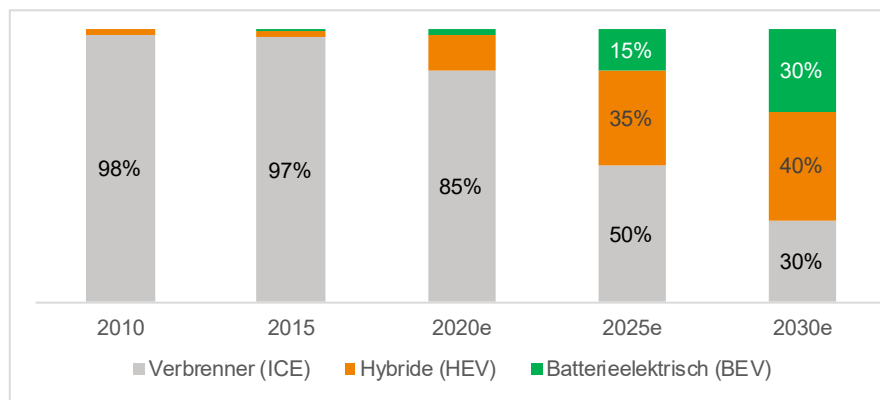
Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung automobiler Antriebskonzepte rechnen wir für die nächsten zehn Jahre zwar mit einer spürbaren Zunahme von elektrifizierten Fahrzeugen, sehen aber auch weiterhin einen hohen Anteil von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Betrachtet man sämtliche Prognosen der Unternehmen aus der Automobilbranche einschließlich der Zulieferer, kommt Schaeffler unseren Erwartungen für das angebrochene Jahrzehnt am nächsten. Dieses Szenario prognostiziert für das Jahr 2030 einen Anteil von batteriebetriebenen Fahrzeugen (Battery Electric Vehicles: BEV) an dem weltweiten Produktionsvolumen von 30% – eine Verdoppelung gegenüber 2025. Der Anteil von Hybriden (Hybrid Electric Vehicle, kurz: HEV) – einschließlich Plug-in-Hybriden (PHEV) – soll in diesem Zeitraum deutlich geringer zulegen: von 35% für 2025 auf 40% im Jahr 2030. Für reine Verbrenner (Internal Combustion Engine: ICE) wird dagegen ein deutlicher Rückgang von 50% im Jahr 2025 auf allerdings immer noch 30% für 2030 erwartet.

Politische Maßnahmen zum Klimaschutz haben starken Einfluss auf die deutsche Automobilindustrie

Bis 2030 spürbare Zunahme von elektrifizierten Fahrzeugen, ...

... aber weiter hoher Anteil von Verbrennern

ANTRIEBSMIX-SZENARIO (ANTEIL AM WELTWEITEN PRODUKTIONSVOLUMEN)



Quelle: Schaeffler (Präsentation „Automotive“, Kapitalmarkttag Juli 2017)

Somit würden 2030 jeweils 70% der weltweit produzierten Fahrzeuge über einen E-Antrieb (BEV + HEV) beziehungsweise einen Verbrennungsmotor (ICE + HEV) verfügen. Getrieben durch staatliche Maßnahmen – wie Auf- und Ausbau der Infrastruktur oder Bonus-/Malus-Systeme – dürfte sich die Bedeutung einzelner Antriebskonzepte regional stark unterschiedlich entwickeln. Aus heutiger Sicht lässt sich allerdings nicht absehen, ob und welches der bestehenden Antriebskonzepte sich weltweit durchsetzt. Möglicherweise behauptet sich längerfristig sogar ein bislang wenig beachtetes Antriebskonzept wie die Brennstoffzelle.

Nach Berechnungen des Center of Automotive Management (CAM) stagnierte 2019 der weltweite Absatz von elektrifizierten Fahrzeugen (batterieelektrisch (BEV) und Plug-in-Hybride (PHEV)). In China sank die Zahl von elektrifizierten Fahrzeugen um 5% (E-Anteil am Gesamtabsatz 2019: 6%) und in den USA um 10% (E-Anteil: 2%).

2030 sollen jeweils 70% der globalen Fahrzeugproduktion über E-Antrieb (BEV + HEV) beziehungsweise Verbrennungsmotor (ICE + HEV) verfügen

Weltweiter Absatz elektrifizierter Fahrzeuge stagnierte 2019

Hierzulande dagegen stiegen diese um 60% auf 109.000 Fahrzeuge (E-Anteil: 3%), womit Deutschland 2019 zum drittgrößten Absatzmarkt für E-Fahrzeuge aufstieg.

Ab diesem Jahr ist vor allem in Europa mit einer spürbaren Zunahme beim Verkauf von elektrifizierten Fahrzeugen zu rechnen. Dies resultiert einerseits aus strengeren EU-Grenzwerten für die Flottenemissionen, andererseits aus der Einführung neuer E-Modelle. Mit Blick auf die bestehenden Bedenken hinsichtlich Reichweite und der zum Teil (noch) fehlenden Ladeinfrastruktur erwarten wir bis 2024/25 eine stärkere Zunahme bei Hybridfahrzeugen wie Plug-in-Hybride und Fahrzeuge mit 48V-Bordnetzen.

Autokonzerne setzen eigene Schwerpunkte

Im aktuellen Umfeld von Klimadiskussion und strengeren Emissionsvorgaben müssen Hersteller und Zulieferer nicht nur die Effizienz der „alten“ Verbrenner-Konzepte steigern. Es gilt auch, „neue“ Antriebskonzepte (weiter) zu entwickeln beziehungsweise voranzubringen. Hierbei verfolgen die Hersteller allerdings unterschiedliche Strategien.

So setzt BMW neben reinen batterieelektrischen Fahrzeugen wie dem i3 auf eine Elektrifizierung der bestehenden Modellpalette. So wird der X3 ab 2020 als erstes Fahrzeug mit vier Antriebsvarianten – als Benziner, Diesel, PHEV und BEV – verfügbar sein. Es obliegt also dem Kunden, das für ihn passende Antriebskonzept zu wählen, unabhängig vom präferierten Modell. Aktuell umfasst die BMW-Modellpalette zwölf elektrifizierte Fahrzeuge, die bis 2023 auf mindestens 25 – davon mindestens 13 BEV – mehr als verdoppelt werden soll. Lag der weltweite Absatz von elektrifizierten BMW-Modellen 2019 bei rund 6%, so strebt BMW allein in Europa für 2025 einen Anteil von rund 33% an und rund 50% im Jahr 2030.

Daimler adressiert das Thema E-Mobilität bei Mercedes-Benz neben einer fortschreitenden Hybridisierung der Flotte auch durch den umfassenden Einsatz von 48-Volt-Bordnetzen mit der eigenen Marke „EQ“. Der Anteil von elektrifizierten Fahrzeugen am Gesamtabsatz soll, ausgehend von rund 2% im vergangenen Jahr, bis 2030 auf mehr als 50% steigen. Bereits komplett umgestellt auf E-Antrieb wurde die Modellpalette der Marke Smart.

Der VW-Konzern verfolgt das Thema E-Mobilität auf unterschiedlichen Wegen: neben der Hybridisierung bestehender Modelle unter anderem mit der Modell-Familie „ID“ sowie einem eigens entwickelten Baukasten, dem „MEB“. Entsprechend umfangreich sind die geplanten Investitionen bis 2023. Rund 44 Mrd. Euro sind für die Themen autonomes Fahren und Mobilitätsdienstleistungen vorgesehen; der Löwenanteil von rund 30 Mrd. Euro soll in die E-Mobilität fließen. Ziel ist, bis 2025 rund ein Viertel der Angebotspalette zu elektrifizieren. Deutlich skeptischer als einige andere Hersteller sieht VW die Bedeutung von Wasserstoff/Brennstoffzelle als Energiespeicher in PKW. Eine kommerzielle Nutzung hält der Konzern eher in der Industrie beziehungsweise im LKW-Bereich für realistisch.

Als Vergleich zu den Etablierten lohnt ein Blick zu Tesla: Der US-Autokonzern, der ausschließlich auf batteriebetriebene Elektromotoren setzt, ist schon einen Schritt weiter und verfügt sogar über eine autonome Ladesäulenstruktur („Supercharger“) für seine Fahrzeugfamilie. Um die nötigen Fertigungskapazitäten für die steigende Nachfrage zu erreichen, sind allerdings deutliche Investitionsanstrengungen in bestehende und künftige Produktionsstandorte nötig. Nach einem Gesamtabsatz von 367.500 Fahrzeugen im vergangenen Jahr strebt der Konzern für 2020 eine Auslie-

Ab 2020 ist in Europa mit einer spürbaren Zunahme beim Verkauf elektrifizierte Fahrzeuge zu rechnen

Hersteller verfolgen unterschiedliche Strategien bei Antriebskonzepten:

BMW

Daimler

VW-Konzern

Tesla

ferungszahl deutlich oberhalb von 500.000 PKW an. Wir rechnen für 2021 unter anderem dank neuer Fertigungskapazitäten, beispielsweise in Grünheide/Brandenburg, mit einem Absatzwachstum von rund 50%. Und künftig will Tesla zusätzliche Fahrzeugsegmente bedienen: Neben dem Kompakt-SUV „Y“ sollen ein leichtes Nutzfahrzeug, der „Cybertruck“, der Sattelzug „Semi“ sowie der Luxus-Sportwagen „Roadster“ gefertigt werden.

In der Vielfalt liegt die Kraft

Die aktuellen Entwicklungen auf Herstellerseite beim Thema E-Mobilität führen auch bei den Zulieferern zu einer deutlichen Ausweitung der Angebotspaletten. Einzelnen Unternehmen eröffnen sie sogar neue Absatzmöglichkeiten. Jedoch dürfen die „alten“ Technologien nicht aus dem Blick verloren werden. Schließlich werden in dem von uns favorisierten Szenario 2030 noch rund 70% der weltweit produzierten Fahrzeuge – Verbrenner wie Hybride – einen Verbrennungsmotor an Bord haben.

Bosch hat ein entsprechend umfangreiches Angebot: neben Komponenten und Systemen für Verbrennungsmotoren auch Lösungen für Benzin- und Diesel-Hybride sowie reine E-Fahrzeuge und sogar für Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb. Im Frühjahr 2019 hat Bosch für den Bereich Elektromobilität eine Verzehnfachung des Umsatzes auf 5 Mrd. Euro im Jahr 2025 prognostiziert. 2018 erwirtschaftete der Bereich Mobility Solutions einen Umsatz von rund 47,6 Mrd. Euro – das sind 61% des Konzernumsatzes. Bosch verfolgt einen technologieoffenen Weg zur emissionsfreien Mobilität. Das heißt, das Unternehmen konzentriert sich neben der Batterie als Energieträger auf Antriebstechnologien wie die Brennstoffzelle beziehungsweise Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe, aber auch weiterentwickelte Verbrennungsmotoren.

Auch Continental hat in den letzten Jahren seine Angebotspalette im Bereich Powertrain sukzessive ausgebaut und bietet neben Lösungen für die klassischen Verbrennungskonzepte umfangreiche Lösungen zum Thema E-Mobilität an. Da sich die bisherige Nachfrage- und Umsatzentwicklung jedoch negativ auf die Ergebnisqualität beziehungsweise das Margenniveau der letzten Jahre ausgewirkt hat, hat Continental entschieden, sich mittels eines Spin-offs zu 100% von seinen Antriebsaktivitäten (Vitesco) zu trennen.

Ebenso wie Bosch und Continental hat Schaeffler in den letzten Jahren sein Portfolio um Lösungen für die E-Mobilität erweitert und zahlreiche Aufträge für komplette Systemlösungen sowie einzelner Komponenten erhalten. Schaeffler trägt der zunehmenden Bedeutung des Themas E-Mobilität dadurch Rechnung, dass seit Ende 2017 die E-Aktivitäten des Konzerns in einem eigenen Unternehmensbereich namens „E-Mobilität“ zusammengefasst werden. Dieser umfasst sämtliche Komponenten und Systemlösungen für Hybride (Mild-Hybrid (48-Volt), Plug-in-Hybrid) sowie rein elektrische Fahrzeuge.

Andere Hersteller, wie HELLA, waren bei ihrer Geschäftsentwicklung in der Vergangenheit kaum von der jeweiligen Antriebsart abhängig, profitierten aber von der zunehmenden Elektrifizierung. So sieht sich HELLA bei DC/DC-Wandlern, die bei Fahrzeugen mit 48-Volt-Bordnetzen zum Einsatz kommen, als einer der führenden Hersteller in Europa.

E-Mobilität führt auch bei Zulieferern zu deutlicher Ausweitung der Angebotspaletten:

Bosch

Continental

Schaeffler

HELLA

Besser als gedacht

Für die kommenden Jahre gehen wir von einer steigenden Nachfrage nach alternativen Antriebssystemen aus, rechnen aber mit einer regional sehr unterschiedlichen Entwicklung der jeweiligen Antriebssysteme Hybrid-, Batterie- und Brennstoffzellen-Lösungen. Für die deutschen Hersteller liegt der Fokus derzeit auf der Reduzierung des durchschnittlichen CO₂-Ausstoßes der verkauften Fahrzeuge, um Strafzahlungen in Europa zu vermeiden. Mithilfe von Batterie- und Hybridfahrzeugen sowie der Car-Sharing-Aktivitäten dürfte dies nach unserer Einschätzung zur Feinsteuerung des Absatzes von E-Fahrzeugen auch gelingen. Ohnehin ist der Zuliefersektor deutlich stärker vom Wandel zur E-Mobilität betroffen, weil deren Produkte in stärkerem Maße von der Wahl der Antriebstechnologie abhängig sind.

Mit Blick auf die Erfahrungen beim Thema E-Mobilität sehen wir leichte Wettbewerbsvorteile aufseiten von BMW, bei Daimler dagegen Risiken hinsichtlich des planmäßigen Anlaufs neuer E-Modelle. Aus wirtschaftlicher Perspektive dürften die notwendigen Vorleistungen sowie die anfangs überschaubaren Stückzahlen die Margen der deutschen Hersteller noch einige Zeit belasten. Kurzfristig, und auf Sicht unseres einjährigen Prognosehorizonts bei der Unternehmensbewertung dominierend, lasten darüber hinaus die Nachwirkungen aus dem Dieselgate auf der Branche. Mittelfristig könnten der Aus- beziehungsweise Aufbau von neuen Geschäftsfeldern in Form von Mobilitätsdienstleistungen und On-Demand-Funktionalitäten zu einer Margenerholung führen.

Auf Basis des von uns favorisierten Antriebsmix-Szenarios für 2030 (nur 30% reine Batteriefahrzeuge) sehen wir die deutschen Hersteller insgesamt besser positioniert als in vielen Untergangsszenarien skizziert. Führen gesellschaftliche Entwicklungen oder externe Maßnahmen zu einem erheblich stärkeren Anstieg der Nachfrage nach E-Fahrzeugen – und hierbei insbesondere den rein batteriebetriebenen – dürfte dies zwar Kapazitäts- beziehungsweise Beschaffungsprobleme nach sich ziehen. Allerdings wurden die bisherigen Planungen diesbezüglich („eine Million E-Autos in Deutschland 2020“ war utopisch) regelmäßig kassiert. Zudem haben die Unternehmen in der Historie mehr als einmal bewiesen, dass sie nicht Pioniere sein mussten, um hochwertige Fahrzeuge mit großem wirtschaftlichem Erfolg zu vermarkten.

Michael Punzet, Analyst

Steigende Nachfrage nach alternativen Antrieben, aber regional sehr unterschiedliche Entwicklung

Notwendige Vorleistungen sowie anfangs überschaubare Stückzahlen belasten Margen der deutschen Hersteller noch einige Zeit

Deutsche Hersteller insgesamt besser positioniert, als vielfach erwartet

ALLER ANFANG IST SCHWER

Noch ist nicht abzusehen, ob sich bei einem Blick über das Jahr 2030 hinaus ein einziges modernes Antriebskonzept durchsetzen wird oder ob auch auf diese lange Sicht hin mehrere Technologien parallel existieren werden. Aber selbst bei einer solchen Parallellösung könnten die Vor- und Nachteile der verschiedenen Antriebskonzepte für jeweils unterschiedliche Nutzungen sorgen. So würden etwa batteriebetriebene Fahrzeuge ihre Vorteile auf Kurzstrecken innerhalb der Stadt oder im Pendelverkehr besonders gut ausspielen, während Brennstoffzellen-Fahrzeuge ihren Vorteil auf der Langstrecke oder im Frachtverkehr zeigen dürfen. Vorerst ist ohnehin von einer „Artenvielfalt“ auszugehen.

(Plug-in)Hybride werden dabei dafür sorgen, dass uns fossile Brennstoffe als Treibstoff noch eine ganze Weile begleiten werden, ganz abgesehen vom Altfahrzeugbestand. Sie haben sowohl gegenüber batterie-, als auch gegenüber brennstoffzellenbetriebenen Autos den großen Vorteil, dass sie auf die bestehende Tankstelleninfrastruktur zurückgreifen können, wenn gerade einmal keine (freie) Ladesäule zur Verfügung stehen sollte.

Mit der Errichtung einer flächendeckenden Infrastruktur steht und fällt letztendlich auch der Erfolg des Energieträgers Wasserstoff. Darüber hinaus müssen für einen Marktdurchbruch aber auch eine Auswahl an vergleichsweise preiswerten Fahrzeugmodellen sowie kostengünstiger Wasserstoff zur Verfügung stehen. Mit ähnlichen Problemen muss sich aber auch die Elektromobilität noch herumschlagen. Auch hier geht es darum, dass die Infrastruktur für eine ausreichende flächendeckende Versorgung noch nicht vorhanden ist. Nur handelt es sich dabei eben um eine Ladeinfrastruktur. Immerhin kommt so nach und nach eine große Auswahl an Fahrzeugmodellen in allen Klassen auf den Markt. Preislich wettbewerbsfähig sind die meisten dieser Modelle aber dennoch vorerst nur mit staatlicher Förderung.

„Artenvielfalt“ wird vorerst das Bild auf der Straße bestimmen

(Plug-in)Hybride werden dafür sorgen, dass uns fossile Brennstoffe noch eine ganze Weile begleiten

Voraussetzung für Erfolg von Brennstoffzellenfahrzeugen ist das Vorhandensein einer Infrastruktur, ...

... dies gilt aber auch für den Erfolg reiner Elektroautos

Dr. Claus Niegsch, Economist

I. IMPRESSUM

Herausgeber:

DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main, Platz der Republik, 60265 Frankfurt am Main

Telefon: +49 69 7447 - 01

Telefax: + 49 69 7447 - 1685

Homepage: www.dzbank.de

E-Mail: mail@dzbank.de

Vertreten durch den Vorstand: Uwe Fröhlich (Co-Vorstandsvorsitzender), Dr. Cornelius Riese (Co-Vorstandsvorsitzender), Uwe Berghaus, Dr.Christian Brauckmann, Ulrike Brouzi, Wolfgang Köhler, Michael Speth, Thomas Ullrich

Aufsichtsratsvorsitzender: Henning Deneke-Jöhrens

Sitz der Gesellschaft: Eingetragen als Aktiengesellschaft in Frankfurt am Main, Amtsgericht Frankfurt am Main, Handelsregister HRB 45651

Aufsicht: Die DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main wird durch die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin) und die Europäische Zentralbank (EZB) beaufsichtigt.

Umsatzsteuer Ident. Nr.: DE114103491

Sicherungseinrichtungen: Die DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main ist der amtlich anerkannten BVR Institutssicherung GmbH und der zusätzlich freiwilligen Sicherungseinrichtung des Bundesverband der Deutschen Volksbanken und Raiffeisenbanken e.V. angeschlossen:

www.bvr-institutssicherung.de

www.bvr.de/SE

Verantwortlich für den Inhalt: Stefan Bielmeier, Bereichsleiter Research und Volkswirtschaft

© DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main, 2020 Nachdruck, Vervielfältigung und sonstige Nutzung nur mit vorheriger Genehmigung der DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main

II. PFLICHTANGABEN FÜR SONSTIGE RESEARCH-INFORMATIONEN UND WEITERFÜHRENDE HINWEISE

1. Verantwortliches Unternehmen

1.1 Diese **Sonstige Research-Information** wurde von der **DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main (DZ BANK)** als Wertpapierdienstleistungsunternehmen erstellt. **Sonstige Research-Informationen** sind **unabhängige Kundeninformationen**, die **keine Anlageempfehlungen für bestimmte Emittenten** oder **bestimmte Finanzinstrumente enthalten**. Sie berücksichtigen **keine** persönlichen Anlagekriterien.

1.2 Die **Pflichtangaben für Research-Publikationen** (Finanzanalysen und Sonstige Research-Informationen) sowie **weitere Hinweise, insbesondere zur Conflicts of Interest Policy** des **DZ BANK Research** sowie zu **Methoden** und **Verfahren** können **kostenfrei eingesehen** und **abgerufen** werden unter: **www.dzbank.de/Pflichtangaben**.

2. Zuständige Aufsichtsbehörden

Die DZ BANK wird als Kreditinstitut bzw. Wertpapierdienstleistungsunternehmen beaufsichtigt durch die:

– **Europäische Zentralbank - www.ecb.europa.eu**

Sonnemannstraße 20 in 60314 Frankfurt / Main bzw.

– **Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht - www.bafin.de**
Marie-Curie-Straße 24 - 28 in 60439 Frankfurt / Main

3. Unabhängigkeit der Analysten

3.1 **Research-Publikationen** (Finanzanalysen und Sonstige Research-Informationen) der DZ BANK werden von ihren angestellten oder von ihr im Einzelfall beauftragten sachkundigen Analysten unabhängig und auf der Basis der verbindlichen **Conflicts of Interest Policy** erstellt.

3.2 Jeder Analyst, der in die Erstellung dieser Sonstigen Research-Publikation inhaltlich eingebunden ist, bestätigt, dass

- diese Research-Publikation seine unabhängige fachliche Bewertung des analysierten Objektes unter Beachtung der Conflicts of Interest Policy der DZ BANK wiedergibt sowie
- seine Vergütung weder vollständig, noch teilweise, weder direkt, noch indirekt von einer in dieser Research-Publikation vertretenen Meinung abhängt.

4. Aktualisierungen und Geltungszeiträume für Sonstige Research Informationen

4.1 Die Häufigkeit der **Aktualisierung** von **Sonstigen Research-Informationen** hängt von den jeweiligen makroökonomischen Rahmenbedingungen, den aktuellen Entwicklungen der relevanten Märkte, von Maßnahmen der Emittenten, von dem Verhalten der Handelsteilnehmer, der zuständigen Aufsichtsbehörden und der relevanten Zentralbanken sowie von einer Vielzahl weiterer Parameter ab. Die nachfolgend genannten Zeiträume geben daher nur einen **unverbindlichen Anhalt** dafür, wann mit einer Aktualisierung gerechnet werden kann.

4.2 Eine **Pflicht zur Aktualisierung** Sonstiger Research-Informationen **besteht nicht**. Wird eine Sonstige Research Information aktualisiert, **ersetzt** diese **Aktualisierung** die bisherige **Sonstige Research Information mit sofortiger Wirkung**.

Ohne Aktualisierung **enden / verfallen Bewertungen / Aussagen mit Ablauf von sechs Monaten**. Diese Frist **beginnt** mit dem **Tag der Publikation**.

4.3 Auch aus Gründen der Einhaltung aufsichtsrechtlicher Pflichten können im Einzelfall Aktualisierungen Sonstiger Research-Informationen **vorübergehend** und **unangekündigt unterbleiben**.

4.4 Sofern Aktualisierungen **zukünftig unterbleiben**, weil ein Objekt / Aspekt nicht weiter analysiert werden soll, wird dies in der letzten Publikation mitgeteilt oder, falls eine abschließende Publikation unterbleibt, werden die Gründe für die Einstellung der Analyse gesondert mitgeteilt.

5. Vermeidung und Management von Interessenkonflikten

5.1 Das DZ BANK Research verfügt über eine verbindliche **Conflicts of Interest Policy**, die sicherstellt, dass relevante Interessenkonflikte der DZ BANK, der DZ BANK Gruppe, der Analysten und Mitarbeiter des Bereichs Research und Volkswirtschaft und der ihnen nahestehenden Personen vermieden werden oder, falls diese faktisch nicht vermeidbar sind, angemessen identifiziert, gemanagt, offengelegt und überwacht werden. Wesentliche Aspekte dieser Policy, die **kostenfrei** unter **www.dzbank.de/Pflichtangaben eingesehen** und **abgerufen** werden kann, werden nachfolgend zusammengefasst.

5.2 Die DZ BANK organisiert den Bereich Research und Volkswirtschaft als Vertraulichkeitsbereich und schützt ihn durch Chinese Walls gegenüber anderen Organisationseinheiten der DZ BANK und der DZ BANK Gruppe. Die Abteilungen und Teams des Bereichs, die Finanzanalysen erstellen, sind ebenfalls mittels Chinese Walls, räumlichen Trennungen sowie durch eine Closed Doors und Clean Desk Policy geschützt. Über die Grenzen dieser Vertraulichkeitsbereiche hinweg darf in beide Richtungen nur nach dem Need-to-know-Prinzip kommuniziert werden.

5.3 Insbesondere durch die in **Absatz 5.2** bezeichneten und die weiteren in der Policy dargestellten Maßnahmen werden auch weitere, theoretisch denkbare informationsgestützte persönliche Interessenkonflikte von Mitarbeitern des Bereichs Research und Volkswirtschaft sowie der ihnen nahestehenden Personen vermieden.

5.4 Die Vergütung der Mitarbeiter des Bereichs Research und Volkswirtschaft hängt weder insgesamt, noch in dem variablen Teil direkt oder wesentlich von Erträgen aus dem Investmentbanking, dem Handel mit Finanzinstrumenten, dem sonstigen Wertpapiergeschäft und / oder dem Handel mit Rohstoffen, Waren, Währungen und / oder von Indizes der DZ BANK oder der Unternehmen der DZ BANK Gruppe ab.

5.5 Die DZ BANK sowie Unternehmen der DZ BANK Gruppe emittieren Finanzinstrumente für Handel, Hedging und sonstige Investitionszwecke, die als Basiswerte auch vom DZ BANK Research gecoverte Finanzinstrumente, Rohstoffe, Währungen, Benchmarks, Indizes und / oder andere Finanzkennzahlen in Bezug nehmen können. Diesbezügliche Interessenkonflikte werden im Bereich Research und Volkswirtschaft insbesondere durch die genannten organisatorischen Maßnahmen vermieden.

6. Adressaten und Informationsquellen

6.1 Adressaten

Sonstige Research-Informationen der DZ BANK richten sich an **Geeignete Gegenparteien** sowie **professionelle Kunden**. Sie sind daher **nicht** geeignet, an **Privatkunden** weitergegeben zu werden, **es sei denn**, (i) eine Sonstige Research-Information wurde von der DZ BANK **ausdrücklich** als auch für Privatkunden geeignet bezeichnet oder (ii) ihre ordnungsgemäße Weitergabe erfolgt durch ein in einem Mitgliedstaaten des Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder der Schweiz zugelassenes Wertpapierdienstleistungsunternehmen an Privatkunden, die nachweisbar über die erforderlichen Kenntnisse

und Erfahrungen verfügen, um die relevanten Risiken der jeweiligen Sonstigen Research-Information verstehen und bewerten zu können.

Sonstige Research-Informationen werden von der DZ BANK für die Weitergabe an die vorgenannten Adressaten in den **Mitgliedstaaten des Europäischen Wirtschaftsraum und der Schweiz** freigegeben.

Sonstige Research-Informationen dürfen nicht in die **Vereinigten Staaten von Amerika (USA)** verbracht und / oder dort für Transaktionen mit Kunden genutzt werden.

Die Weitergabe von Sonstigen Research Informationen in der **Republik Singapur** ist in jedem Falle der DZ BANK AG, Niederlassung Singapur vorbehalten.

6.2 Wesentliche Informationsquellen

Die DZ BANK nutzt für die Erstellung ihrer Research-Publikationen ausschließlich Informationsquellen, die sie selbst als zuverlässig betrachtet. Sie kann jedoch nicht alle diesen Quellen entnommene Tatsachen und sonstigen Informationen selbst in jedem Fall nachprüfen. Sofern die DZ BANK jedoch im konkreten Fall Zweifel an der Verlässlichkeit einer Quelle oder der Richtigkeit von Tatsachen und sonstigen Informationen hat, wird sie darauf in der Research-Publikation ausdrücklich hinweisen.

Wesentliche Informationsquellen für Research-Publikationen sind: Informations- und Datendienste (z. B. Refinitiv, Bloomberg, VWD, IHS Markit), zugelassene Rating-Agenturen (z.B. Standard & Poors, Moody's, Fitch, DBRS), Fachpublikationen der Branchen, die Wirtschaftspresse, die zuständigen Aufsichtsbehörden, Informationen der Emittenten (z.B. Geschäftsberichte, Wertpapierprospekte, Ad-hoc-Mitteilungen, Presse- und Analysten-Konferenzen und sonstige Publikationen) sowie eigene fachliche, mikro- und makroökonomische Recherchen, Untersuchungen und Auswertungen.

III. RECHTLICHE HINWEISE

1. Dieses Dokument richtet sich an **Geeignete Gegenparteien** sowie **professionelle Kunden**. Es ist daher nicht geeignet, an **Privatkunden** weitergegeben zu werden, **es sei denn**, (a) es ist ausdrücklich als auch für Privatkunden geeignet bezeichnet oder (b) die ordnungsgemäße Weitergabe erfolgt durch ein in Mitgliedstaaten des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) oder der Schweiz zugelassenes Wertpapierdienstleistungsunternehmen an Privatkunden, die nachweisbar über die erforderlichen Kenntnisse und Erfahrungen verfügen, um die relevanten Risiken der jeweiligen Bewertung und / oder Empfehlungen verstehen und einschätzen zu können.
Es wurde von der DZ BANK AG Deutsche Zentral-Genossenschaftsbank, Frankfurt am Main, Deutschland („DZ BANK“) erstellt und von der DZ BANK für die ausschließliche Weitergabe an die vorgenannten Adressaten in den **Mitgliedstaaten des EWR und der Schweiz** genehmigt.
Ist dieses Dokument in **Absatz 1.1** der Pflichtangaben ausdrücklich als **„Finanzanalyse“** bezeichnet, gelten für seine Verteilung gemäß den Nutzungsbeschränkungen in den Pflichtangaben die folgenden ergänzenden Bestimmungen:
In die **Republik Singapur** darf dieses Dokument ausschließlich von der DZ BANK über die DZ BANK Singapore Branch, nicht aber von anderen Personen, gebracht und dort ausschließlich an ‚accredited investors‘, and / oder ‚expert investors‘ weitergegeben und von diesen genutzt werden.
Finanzanalysen dürfen nicht in die **Vereinigten Staaten von Amerika (USA)** verbracht und / oder dort für Transaktionen mit Kunden genutzt werden.
Ist dieses Dokument in **Absatz 1.1** der Pflichtangaben ausdrücklich als **„Sonstige Research-Information“** bezeichnet, gelten für seine Verteilung nach den Pflichtangaben die folgenden ergänzenden Bestimmungen:
Sonstige Research-Informationen dürfen nicht in die **Vereinigten Staaten von Amerika (USA)** verbracht und / oder dort für Transaktionen mit Kunden genutzt werden.
Die Weitergabe von Sonstigen Research Informationen in der **Republik Singapur** ist in jedem Falle der DZ BANK AG, Niederlassung Singapur vorbehalten.
Dieses Dokument darf in allen zuvor genannten Ländern nur in Einklang mit dem jeweils dort geltenden Recht verteilt werden, und Personen, die in den Besitz dieses Dokuments gelangen, sollen sich über die dort geltenden Rechtsvorschriften informieren und diese befolgen.
2. Dieses Dokument wird lediglich zu Informationszwecken übergeben und darf weder ganz noch teilweise vervielfältigt, noch an andere Personen weitergegeben, noch sonst veröffentlicht werden. Sämtliche Urheber- und Nutzungsrechte, auch in elektronischen und Online-Medien, verbleiben bei der DZ BANK.
Obwohl die DZ BANK Hyperlinks zu Internet-Seiten von in diesem Dokument genannten Unternehmen angeben kann, bedeutet dies nicht, dass die DZ BANK sämtliche Daten auf der verlinkten Seite oder Daten, auf welche von dieser Seite aus weiter zugegriffen werden kann, bestätigt, empfiehlt oder gewährleistet. Die DZ BANK übernimmt weder eine Haftung für Verlinkungen oder Daten, noch für Folgen, die aus der Nutzung der Verlinkung und / oder Verwendung dieser Daten entstehen könnten.
3. Dieses Dokument stellt weder ein Angebot, noch eine Aufforderung zur Abgabe eines Angebots zum Erwerb von Wertpapieren, sonstigen Finanzinstrumenten oder anderen Investitionsobjekten dar und darf auch nicht dahingehend ausgelegt werden.
Einschätzungen, insbesondere Prognosen, Fair Value- und / oder Kurserwartungen, die für die in diesem Dokument analysierten Investitionsobjekte angegeben werden, können möglicherweise nicht erreicht werden. Dies kann insbesondere auf Grund einer Reihe nicht vorhersehbarer Risikofaktoren eintreten. Solche Risikofaktoren sind insbesondere, jedoch nicht ausschließlich: Marktvolatilitäten, Branchenvolatilitäten, Maßnahmen des Emittenten oder Eigentümers, die allgemeine Wirtschaftslage, die Nichtrealisierbarkeit von Ertrags- und / oder Umsatzziele, die Nichtverfügbarkeit von vollständigen und / oder genauen Informationen und / oder ein anderes später eintretendes Ereignis, das sich auf die zugrundeliegenden Annahmen oder sonstige Prognosegrundlagen, auf die sich die DZ BANK stützt, nachteilig auswirken können. Die gegebenen Einschätzungen sollten immer im Zusammenhang mit allen bisher veröffentlichten relevanten Dokumenten und Entwicklungen, welche sich auf das Investitionsobjekt sowie die für es relevanten Branchen und insbesondere Kapital- und Finanzmärkte beziehen, betrachtet und bewertet werden.
Die DZ BANK trifft keine Pflicht zur Aktualisierung dieses Dokuments. Anleger müssen sich selbst über den laufenden Geschäftsgang und etwaige Veränderungen im laufenden Geschäftsgang der Unternehmen informieren.
Die DZ BANK ist berechtigt, während des Geltungszeitraums einer Anlageempfehlung in einer Analyse eine weitere oder andere Analyse mit anderen, sachlich gerechtfertigten oder auch fehlenden Angaben über das Investitionsobjekt zu veröffentlichen.
4. Die DZ BANK hat die Informationen, auf die sich dieses Dokument stützt, aus Quellen entnommen, die sie grundsätzlich als zuverlässig einschätzt. Sie hat aber nicht alle diese Informationen selbst nachgeprüft. Dementsprechend gibt die DZ BANK keine Gewährleistungen oder Zusicherungen hinsichtlich der Genauigkeit, Vollständigkeit oder Richtigkeit der in diesem Dokument enthaltenen Informationen oder Meinungen ab.
Weder die DZ BANK noch ihre verbundenen Unternehmen übernehmen eine Haftung für Nachteile oder Verluste, die ihre Ursache in der Verteilung und / oder Verwendung dieses Dokuments haben und / oder mit der Verwendung dieses Dokuments im Zusammenhang stehen.
5. Die DZ BANK, und ihre verbundenen Unternehmen sind berechtigt, Investmentbanking- und sonstige Geschäftsbeziehungen zu dem / den Unternehmen zu unterhalten, die Gegenstand der Analyse in diesem Dokument sind. Die Analysten der DZ BANK liefern im Rahmen des jeweils geltenden Aufsichtsrechts ferner Informationen für Wertpapierdienstleistungen und Wertpapiernebenleistungen.
Anleger sollten davon ausgehen, dass (a) die DZ BANK und ihre verbundenen Unternehmen berechtigt sind oder sein werden, Investmentbanking-, Wertpapier- oder sonstige Geschäfte von oder mit den Unternehmen, die Gegenstand der Analyse in diesem Dokument sind, zu akquirieren, und dass (b) Analysten, die an der Erstellung dieses Dokumentes beteiligt waren, im Rahmen des Aufsichtsrechts grundsätzlich mittelbar am Zustandekommen eines solchen Geschäfts beteiligt sein können.
Die DZ BANK und ihre verbundenen Unternehmen sowie deren Mitarbeiter könnten möglicherweise Positionen in Wertpapieren der analysierten Unternehmen oder Investitionsobjekte halten oder Geschäfte mit diesen Wertpapieren oder Investitionsobjekten tätigen.
6. Die Informationen und Empfehlungen der DZ BANK in diesem Dokument stellen keine individuelle Anlageberatung dar und können deshalb je nach den speziellen Anlagezielen, dem Anlagehorizont oder der individuellen Vermögenslage für einzelne Anleger nicht oder nur bedingt geeignet sein. Mit der Ausarbeitung dieses Dokuments wird die DZ BANK gegenüber keiner Person als Anlageberater oder als Portfolioverwalter tätig.
Die in diesem Dokument enthaltenen Empfehlungen und Meinungen geben die nach bestem Wissen erstellte Einschätzung der Analysten der DZ BANK zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments wieder; sie können aufgrund künftiger Ereignisse oder Entwicklungen ohne Vorankündigung geändert werden oder sich verändern. Dieses Dokument stellt eine unabhängige Bewertung der entsprechenden Emittenten beziehungsweise Investitionsobjekte durch die

DZ BANK dar und alle hierin enthaltenen Bewertungen, Meinungen oder Erklärungen sind diejenigen des Verfassers des Dokuments und stimmen nicht notwendigerweise mit denen der Emittentin oder dritter Parteien überein.

Eine (Investitions-)Entscheidung bezüglich Wertpapiere, sonstige Finanzinstrumente, Rohstoffe, Waren oder sonstige Investitionsobjekte sollte nicht auf der Grundlage dieses Dokuments, sondern auf der Grundlage unabhängiger Investmentanalysen und Verfahren sowie anderer Analysen, einschließlich, jedoch nicht beschränkt auf Informationsmemoranden, Verkaufs- oder sonstige Prospekte erfolgen. Dieses Dokument kann eine Anlageberatung nicht ersetzen.

7. Indem Sie dieses Dokument, gleich in welcher Weise, benutzen, verwenden und / oder bei Ihren Überlegungen und / oder Entscheidungen zugrunde legen, akzeptieren Sie die in diesem Dokument genannten Beschränkungen, Maßgaben und Regelungen als für sich rechtlich ausschließlich verbindlich.

Ergänzende Information von Markit Indices GmbH

Weder IHS Markit noch deren Tochtergesellschaften oder irgendein externer Datenanbieter übernehmen ausdrücklich oder stillschweigend irgendeine Gewährleistung hinsichtlich der Genauigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität der hierin enthaltenen Daten sowie der von den Empfängern der Daten zu erzielenden Ergebnisse. Weder IHS Markit noch deren Tochtergesellschaften

oder irgendein Datenanbieter haften gegenüber dem Empfänger der Daten ungeachtet der jeweiligen Gründe in irgendeiner Weise für ungenaue, unrichtige oder unvollständige Informationen in den IHS Markit-Daten oder für daraus entstehende (unmittelbare oder mittelbare) Schäden.

Seitens IHS Markit besteht keine Verpflichtung zur Aktualisierung, Änderung oder Anpassung der Daten oder zur Benachrichtigung eines Empfängers derselben, falls darin enthaltene Sachverhalte sich ändern oder zu einem späteren Zeitpunkt unrichtig geworden sein sollten.

Ohne Einschränkung des Vorstehenden übernehmen weder IHS Markit noch deren Tochtergesellschaften oder irgendein externer Datenanbieter Ihnen gegenüber irgendeine Haftung - weder vertraglicher Art (einschließlich im Rahmen von Schadenersatz) noch aus unerlaubter Handlung (einschließlich Fahrlässigkeit), im Rahmen einer Gewährleistung, aufgrund gesetzlicher Bestimmungen oder sonstiger Art - hinsichtlich irgendwelcher Verluste oder Schäden, die Sie infolge von oder im Zusammenhang mit Meinungen, Empfehlungen, Prognosen, Beurteilungen oder sonstigen Schlussfolgerungen oder Handlungen Ihrerseits oder seitens Dritter erleiden, ungeachtet dessen, ob diese auf den hierin enthaltenen Angaben, Informationen oder Materialien beruhen oder nicht.

Die in Texten und Grafiken enthaltenen Preisnotierungen sowie Rendite- und Spreadangaben sind bei IHS Markit regelmäßig auf den Stand zum Vorabend aktualisiert.

Dieses Dokument darf in der Bundesrepublik Deutschland an Privatkunden weitergegeben werden.