

Mit einem Hang zur Geschwindigkeit - und dem Bedürfnis nach einer kohlenstofffreien Wirtschaft

Elementum Metals: 17/03/2021

17/03/2021



Was ist das erste, was Ihnen in den Sinn kommt, wenn Sie an Supersportwagen denken - sei es ein McLaren, ein Ferrari oder ein Lamborghini? Höchstwahrscheinlich ist es das Brüllen dieses robusten Motors - ein Löwe im Betonschlingel, der Rauchschwaden für jeden hinterlässt, der es wagt, ihn herauszufordern.

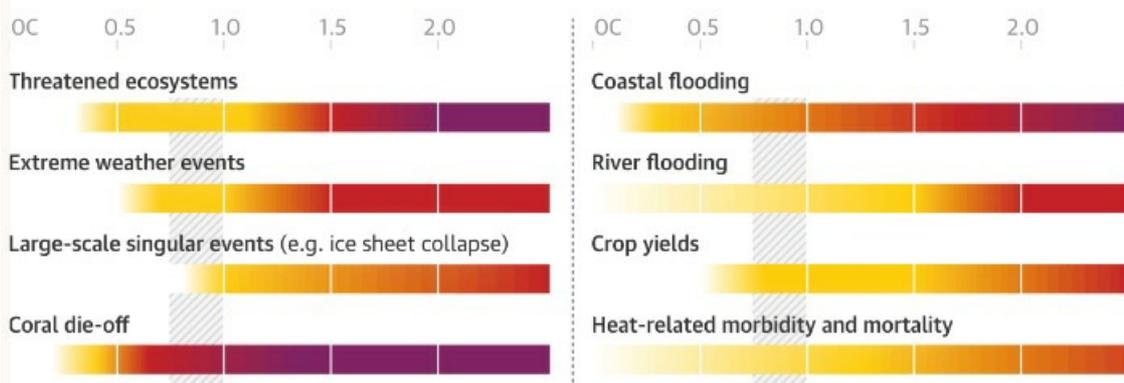
Dass diese Rauchschwaden aber nicht ohne Nachteile sind, wissen wir inzwischen sehr wohl. Kohlenstoffemissionen - ein Begriff, mit dem wir im 21. Jahrhundert nur allzu vertraut sind - bedrohen die Vitalität der Erde, wie wir sie kennen. Jahrhunderte - bedrohen die Vitalität der Erde, so wie wir sie kennen. Ein Bericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (International Panel on Climate Change, IPCC) aus dem Jahr 2018 unterstreicht, wie wichtig es ist, die Treibhausgasemissionen (vor allem CO₂) zu reduzieren, um die globale Erwärmung auf 1,5 °C zu begrenzen.¹

Rising temperatures, rising risks

Key to impacts and risks



Global mean surface temperature change relative to pre-industrial levels, C

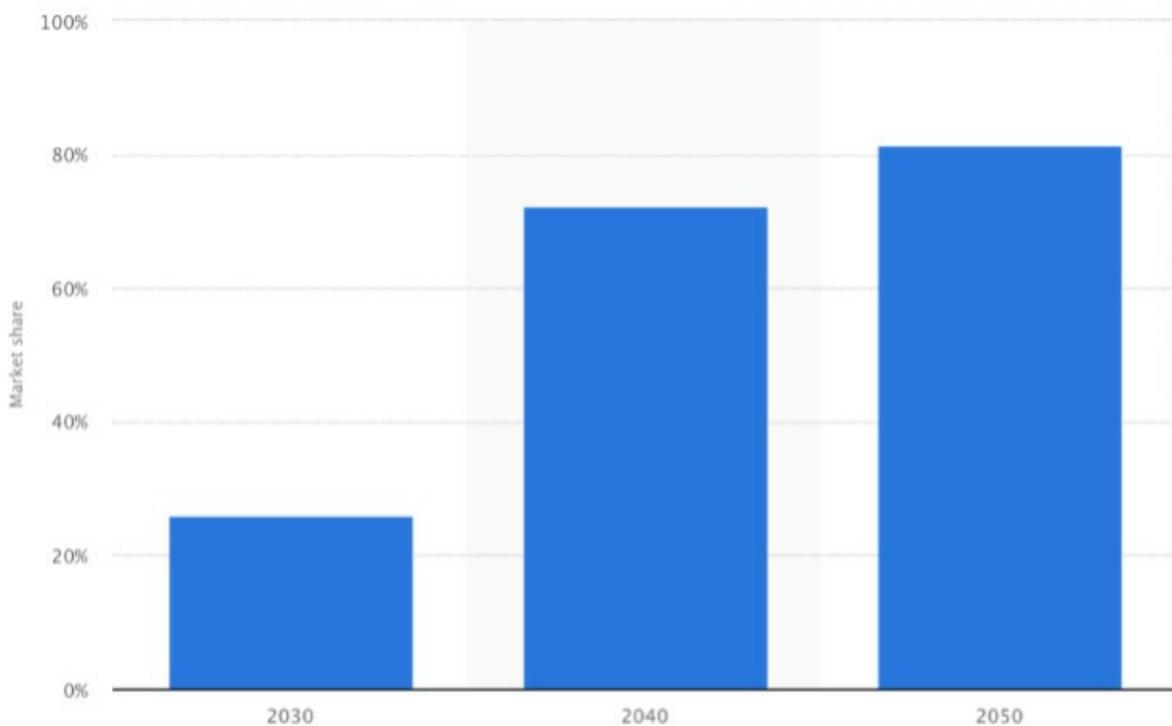




Dies hat natürlich zu einer Unzahl von Regierungsvorschriften geführt, um unsere derzeitige Umwelt zu erhalten. Der Verkehr ist für 30 % der CO₂-Emissionen in der EU verantwortlich (der größte alleinige Verursacher von CO₂), wobei 72 % davon allein auf den Straßenverkehr entfallen.² Dies macht die Regulierung der Automobilindustrie zur naheliegendsten Wahl für ökologische Nachhaltigkeitsziele. So hat die EU beispielsweise festgelegt, dass Autos und Transporter bis 2025 eine durchschnittliche Reduzierung der CO₂-Emissionen um 15 % erfüllen müssen.³

Infolgedessen hat dies zu einem Boom bei den Verkäufen von Elektrofahrzeugen (EVs) geführt. Im Jahr 2015 hatten EVs einen mickrigen Marktanteil von 0,7 % - das entsprach etwa 580.000 Einheiten. Im Jahr 2020 hatten E-Fahrzeuge jedoch bereits einen Marktanteil von 3,2 %, was 2,3 Millionen Einheiten entspricht.⁴ Dieser Anstieg der Verkaufszahlen wird auch nicht aufhören; bis 2050 wird ein Marktanteil von 81,5 % prognostiziert, und bereits 2030 könnten E-Fahrzeuge ein Viertel des Automobilmarktes kontrollieren.⁵

EV-Marktanteil am gesamten Automobilmarkt



© Statista 2021

Diese Prognosen haben dazu geführt, dass die etablierten Marktteilnehmer (wie Volkswagen, BMW und Hyundai, neben vielen anderen) sich bemühen, eine Produktlinie von Elektroautos zu produzieren, um ihre Gewinnmargen zu erhalten und mit Tesla und anderen auf Elektrofahrzeuge fokussierten Unternehmen zu konkurrieren. Das Masseninteresse an nachhaltigem Transport hat die Nachfrage nach den Komponenten dieser Fahrzeuge in die Höhe getrieben, was zu einer beispiellosen Innovation in diesen Technologien geführt hat. So weisen beispielsweise die 2018-2019er Versionen einiger gängiger EV-Modelle eine um 20-100 % höhere Batterie-Energiedichte (Energiespeicher)

auf als ihre Pendant aus dem Jahr 2012 - zudem sind die Batteriekosten seit 2010 um mehr als 85 % gesunken.⁶

Während es mehrere Alternativen für Batterietypen in E-Fahrzeugen gibt, ist der Typ, der in den Vordergrund der Diskussion um die elektrische Revolution gerückt ist, die Lithium-Ionen-Batterie. Mit einer garantierten Lebensdauer von 8-10 Jahren (~160.000 km) und einer Leistungsdichte (die Geschwindigkeit, mit der sie Energie produzieren und freisetzen kann) von etwa 1000 W/Kg,⁷ hat die Li-Ionen-Batterie eine Marktgröße von \$34,2 Mrd. im Jahr 2020, für den eine CAGR von 18 % bis 2027 prognostiziert wird, so dass in diesem Jahr ein Umsatz von \$129,3 Mrd. erzielt wird.⁸ Interessanterweise enthalten sie trotz des Namens Li-Ionen-Batterien bis zu 80 % Nickel, das das wichtigste Metall in den Kathoden ist. Da die Verkäufe von Elektrofahrzeugen in den nächsten zwei Jahrzehnten rapide ansteigen werden, wird der Bedarf an Nickel für Elektrofahrzeuge voraussichtlich von ca. 128.000 Tonnen im Jahr 2019 auf 1,23 Millionen Tonnen im Jahr 2040 ansteigen. Wenn dieses schnelle Nachfragewachstum auf die geologische Realität trifft, dass nur die Hälfte des weltweiten Nickelangebots für die Verwendung in Batterien geeignet ist, werden wir laut Wood Mackenzie bis 2027 mit einem jährlichen Defizit von 60.000 Tonnen Nickel konfrontiert.⁹

Der Fortschritt in der EV-Batterietechnologie ist sehr vielversprechend, hat aber auch seine Tücken. Der Grund, warum Li-Ionen-Batterien zu einer beliebten Option für EV-Hersteller geworden sind, ist ihre hohe Energiedichte, bei der relativ kleine Stromdichten für längere Zeiträume benötigt werden. Dies ermöglicht dem EV eine größere Reichweite - allerdings auf Kosten der Beschleunigung, da Li-Ionen unter begrenzten Leistungsdichten und einer kurzen Zyklenfestigkeit leiden.¹⁰ [Dieser Unterschied zwischen Energiedichte und Leistungsdichte ist grundlegend für das Fahrerlebnis. Je höher die Energiedichte, desto mehr Batterieenergie kann gespeichert werden und desto weiter kann ein EV fahren, bevor es wieder aufgeladen werden muss. Umgekehrt gilt: Je höher die Leistungsdichte, desto schneller kann die Energie freigesetzt werden, was sich für die Autoenthusiasten da draußen in mehr PS und schnellerer Beschleunigung niederschlägt.

Li-Ionen-Batterien haben auch eine begrenzte Anzahl von Lade-/Entladezyklen - eine typische Li-Ionen-Batterie, die mit 4,2 V/Zelle geladen wird, schafft nur 300-500 Zyklen, bis sie ausgetauscht werden muss.¹¹ Ein Ladezyklus kann für EV-Besitzer zu Schwierigkeiten führen: Sie müssen vorausschauend sein und ein Li-Ionen-EV mindestens 2 Stunden lang aufladen lassen, während sie gleichzeitig einen Ladeanschluss für ihr Fahrzeug finden. Tatsächlich benötigt das schnellste EV-Ladegerät (150 kW, das nicht einmal mit den meisten EV-Typen kompatibel ist) mindestens 1 Stunde, um ein Tesla Model S mit einer 75-kWh-Batterie aufzuladen.¹² Ohne eine massive Überholung der Infrastruktur und eine fast unglaubliche Innovation dieser Batterie werden die Tücken dieser Art die Puristen fossiler Brennstoffe weiterhin von nachhaltigen Optionen abhalten.

Was aber, wenn wir Ihnen sagen würden, dass es eine alternative Lösung gibt? Was wäre, wenn es einen Weg gäbe, die Nachhaltigkeit und die Vorteile einer Li-Ionen-Batterie beizubehalten und gleichzeitig ihre Nachteile auszumerzen (ohne auf die Infrastruktur und ähnliches warten zu müssen)?

Das Stichwort lautet "Superkondensator". Diese raffinierte Kreation funktioniert ähnlich wie eine Batterie mit einem sehr bedeutenden Unterschied: Sie speichert ihre Ladung elektrostatisch durch die Ansammlung von Elektronen an der Oberfläche ihrer Elektrodenpartikel, während eine Batterie Energie durch eine Vielzahl von chemischen Redox-Reaktionen in der Masse ihrer aktiven Materialien speichert. Während dies für

Redoxreaktionen in der Masse ihrer aktiven Materialien gespeichert. Während dies für diejenigen unter uns, die keine Chemiekennntnisse haben, ein vernachlässigbarer Unterschied ist, hat dies einen massiven Einfluss auf die Energie, die erzeugt wird. Betrachten wir zunächst den ersten Nachteil einer typischen Li-Ionen-Batterie: die geringe Leistungsdichte von 1000 W/Kg, die ihre Fähigkeit einschränkt, das von ihr angetriebene Fahrzeug zu beschleunigen, obwohl sie Energie über einen langen Zeitraum speichern kann. Ein Superkondensator hingegen erreicht eine 10-fache Leistungsdichte: bis zu 10.000 W/Kg¹³ - allerdings mit geringerer Energiespeicherung. Theoretisch könnte dies die 10-fache Beschleunigung eines Standard-Li-Ionen-EVs bedeuten. Dies ermöglicht nicht nur mehr Stromfluss, was die Beschleunigung des Fahrzeugs verbessert, sondern Superkondensatoren sind auch in der Lage, Energie zu regenerieren. Das bedeutet, dass Energie, die während der Verzögerung erzeugt wird, vom Superkondensator gespeichert und später für die Beschleunigung verwendet wird. Dadurch kann die Batterie ihre Energie für weniger intensive Zwecke aufsparen, was wiederum die Langlebigkeit der Batterie erhöht.

Außerdem haben Superkondensatoren eine Ladezeit von 1-10 Sekunden - und nicht nur das, Superkondensatoren sind auch in der Lage, kabellos zu laden. Damit entfällt der Bedarf an konventionellen Steckdosen-Ladegeräten und die Gefahr, dass man vergisst, sein Elektroauto aufzuladen, wenn man am Abend zuvor von der Arbeit nach Hause kommt. Wenn das schnelle, kabellose Laden nicht ausreicht, um Sie zu überzeugen:

Superkondensatoren sind auch in der Lage, mehr als eine Million Lade-Entlade-Zyklen zu durchlaufen.¹⁴ Leider gelten die eben genannten Statistiken nur, wenn Superkondensatoren alleine arbeiten. Es wurden jedoch Li-Ionen-Superkondensator-Hybride getestet, die unglaublich vielversprechende Ergebnisse liefern und eine maximale Energiedichte von 96 Wh/Kg erreichen, während sie gleichzeitig eine Leistungsdichte von 10,1 kW/kg erreichen! Nach 3.000 Lade-Entlade-Zyklen behält das hybride Energiesystem eine Beibehaltungsrate von etwa 86 % bei, was weit über die 500 Zyklen hinausgeht, die ein typischer Li-Ionen-Akku aushält.¹⁵

Während die Technologie für Superkondensatoren und Li-Ionen noch einen weiten Weg vor sich hat, um kommerziell im Tandem eingesetzt zu werden, werden Superkondensatoren selbst für die oben erwähnten regenerativen Bremssysteme verwendet. Am bemerkenswertesten ist der Lamborghini Sian, der einen mit Superkondensatoren betriebenen E-Motor mit einem V12-Motor kombiniert - er schafft 0-62 mph in weniger als 3 Sekunden und senkt gleichzeitig die CO₂-Emissionen um 9,6 % im Vergleich zum Murcielago Coupe und Roadster.¹⁶ Wenn die Technologie weiter voranschreitet und Superkondensatoren in den Vordergrund des Gesprächs über Elektroautos rücken, werden diese Rauchschwaden tatsächlich weniger schädlich werden. Wenn Sie uns nicht glauben, fragen Sie einfach Elon Musk. 2019 erwarb Tesla Maxwell Technologies, den drittgrößten Hersteller von Superkondensatoren der Welt - halten Sie also Ausschau nach dem nächsten Tesla mit einem Superkondensator unter der Haube.

Fußnoten

1 <https://www.theguardian.com/environment/2018/oct/08/we-must-reduce-greenhouse-gas-emissions-to-net-zero-or-face-more-floods>

2 <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infoaaphics>

emissions from cars, vans and light commercial vehicles

3 <https://www.gov.uk/government/consultations/regulating-co2-emission-standards-for-new-cars-and-vans-after-transition/co2-emission-performance-standards-for-new-passenger-cars-and-light-commercial-vehicles>

4 <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-electric-car-sales-by-key-markets-2015-2020>

5 <https://www.statista.com/statistics/1202364/ev-global-market-share/>

6 <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>

7 https://batteryuniversity.com/learn/archive/is_li_ion_the_solution_for_the_electric_vehicle

8 <https://www.prnewswire.co.uk/news-releases/lithium-ion-battery-market-size-usd-129-3-billion-by-2027-at-a-cagr-of-18-0-valuates-reports-896863595.html>

9 <https://resourceworld.com/worldwide-vehicle-electrification-to-drive-nickel-demand/>

10 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702117307988>

11 https://batteryuniversity.com/learn/article/how_to_prolong_lithium_based_batteries

12 <https://pod-point.com/guides/driver/how-long-to-charge-an-electric-car>

13 <https://www.futurebridge.com/industry/perspectives-mobility/supercapacitors-a-viable-alternative-to-lithium-ion-battery-technology/>

14 <https://www.e-motec.net/ultracapacitors-in-electric-vehicles-in-2021/>

15 <https://www.intechopen.com/books/science-technology-and-advanced-application-of-supercapacitors/performance-and-applications-of-lithium-ion-capacitors>

16 <https://www.carmagazine.co.uk/car-news/tech/what-is-supercapacitor-battery-ev-and-hybrid/>