

Defossilisierung/Dekarbonisierung – Stand der Technik

Der Weg weg vom Erdöl

Das neue Jahr bringt den Automobilimporteuren viele Sorgen: Lieferengpässe, CO₂-Bussen und deutlich weniger verkaufte Fahrzeuge. Auch der Garagist spürt die Auswirkungen. Doch wohin steuert die Schweiz mit dem Beschluss, bis zum Jahr 2050 fossilfrei und CO₂-neutral unterwegs und mobil zu sein? Wie wirkt sich der Entscheid der Politik auf die Mobilität und den Garagisten aus? Wir beleuchten die technischen Entwicklungen. **Andreas Senger**



Die Produktion von Lithium-Ionen-Akkus läuft in Europa langsam an. Für das aktuelle Jahr plant beispielsweise Volkswagen eine deutliche Steigerung der Zahlen im Werk Salzgitter, das neu Batterien produziert. Quelle: VW



Immer noch viel Handarbeit und nur Teilautomatisierung: Die Batteriezellen werden zu Modulen zusammengefügt. Um konkurrenzfähig zu sein, wird oft in Niedriglohnländern produziert. Quelle: Mercedes-Benz

Die Schlagworte «Defossilisierung» und «Dekarbonisierung» sind Treiber der Automobilindustrie. Die künftige individuelle Mobilität soll ohne das endliche Erdöl und dessen Raffinate Benzin und Diesel stattfinden und wenig oder kein CO₂ emittieren. Der Wandel weg vom Erdöl erscheint konsequent: Rohöl ist endlich vorhanden, wertvoll für viele Anwendungen der Industrie und als Energieträger aktuell (zu) günstig und mit vielen Vorteilen gesegnet (hohe Energiedichte, flüssig wie gasförmig vorhanden). Der politische Druck in Europa zwingt die Automobilindustrie, schadstoffärmere und verbrauchsgünstigere Fahrzeuge zu entwickeln und zu produzieren.

Dabei stellt sich keine Technologieoffenheit ein. Insbesondere von der Politik wird als Königsweg die Elektromobilität angesehen. Forschungsgelder für alternative Energieträger wie synthetische, CO₂-arme Treibstoffe (E-Fuels), welche die bisherige Tankstelleninfrastruktur und Motorentechnik

nutzen liesse, sind rar. Der rasche Umbau der individuellen Mobilität auf elektrische Energie hat allerdings diverse technische Herausforderungen zu bewältigen.

Gemäss einer Schätzung der globalen Batterieallianz des World Economic Forums werden im Jahr 2030 rund 10 Mal mehr Akkumulatoren für elektrische Geräte benötigt als im vergangenen Jahr. Die Consumer-Electronic-Geräte wie Smartphones benötigen bis ins Jahr 2030 insgesamt 69 GWh (heute 43 GWh), der Bedarf für stationäre Energiespeicher für beispielsweise dezentrale Stromproduktion steigt von 10 auf 221 GWh und im Bereich elektrische Mobilität von 229 auf 2333 GWh. Die Verzehnfachung der jährlich produzierten Akku-Kapazität ist nur mit einem massiven Ausbau der Produktion realisierbar. Aktuell wird der grösste Teil der Batterien im asiatischen Raum gefertigt.

Damit die europäische Automobilindustrie den Weg weg vom Erdöl meistern kann, muss

eine eigene Batterieproduktion aus dem Boden gestampft werden. VW ist einer der Konzerne, die radikal den Weg zur elektrischen Mobilität gehen. Allerdings darf nicht verschwiegen werden, dass die Rohstoffsituation schwierig und aufwendig ist. Die Lieferketten sind nicht immer nachvollziehbar und viele Schürfrechte für die benötigten Hauptbestandteile wie beispielsweise Kobalt sind in chinesischer Hand.

Eine zweite Herausforderung ist die benötigte Energie zum Laden der Steckerfahrzeuge. Herr und Frau Schweizer sollen nicht nur BEV (batterieelektrische Fahrzeuge) kaufen und fahren, auch Plug-in-Hybride sollen den Verbrauch und damit die CO₂-Emissionen reduzieren. Dass dies auch aus Expertensicht nicht vollumfänglich gelingt, haben wir in der AUTOINSIDE-Ausgabe 12/20 thematisiert. Es hapert deutlich am Ausbau der Stromproduktion wie auch am Bau von Ladeinfrastruktur. Sollten der Boom eintreffen und die E-Fahrzeuge massiv zulegen, müssten bereits jetzt Stromkraftwerke gebaut, Fotovoltaik, dezentrale Stromproduktion sowie

-speicherung gefördert und die Ladeinfrastruktur auch für Mieter und auf öffentlichen Parkplätzen ausgebaut werden.

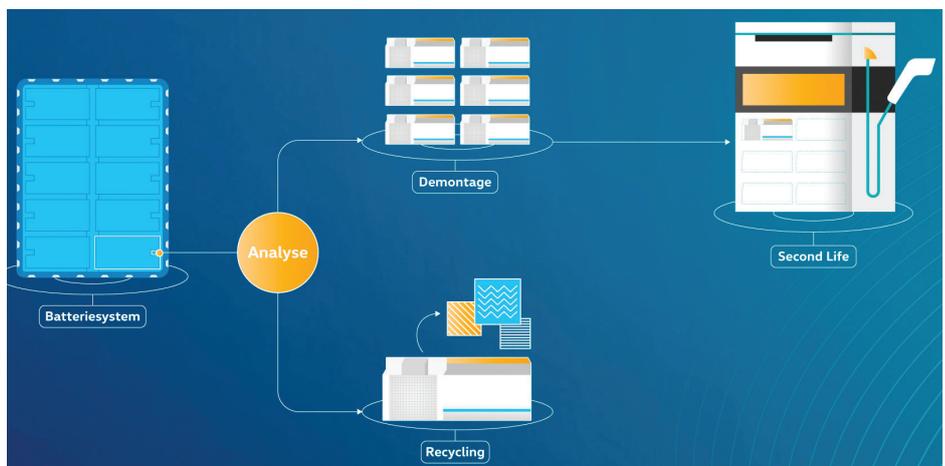
Die grösste technische Herausforderung stellt sich auf Fahrzeugseite physikalischer Natur: Die Autos werden immer schwerer, je mehr Batterie mitgeschleppt werden muss. Sind für eine Reichweite eines BEV von 500 km rund eine Tonne Batterie nötig, reicht dafür ein Benzin- oder Dieseltank mit einem Fassungsvermögen von rund 25 kg. Das Entwicklungspotenzial der Lithium-Ionen-Batterietechnik ist beschränkt. Aufgrund der elektrischen Spannungsreihe sind Anoden- und Kathodenmaterialien möglich, die eine theoretische Vergrösserung der Speicherkapazität um den Faktor 25 bieten. Experten wie Ruben Kühnel von der Empa schätzen, dass bei der nächsten Technologie, der Feststoffbatterie, eine Verdoppelung der Speicherkapazität realisierbar sein sollte.

Die grundsätzliche Frage nach dem Sinn, über 2,5 Tonnen schwere SUVs elektrisch anzutreiben, darf aktuell nicht gestellt werden. Der Aufpreis für die elektrischen Antriebe, die teuren Speicher und der hohe Entwicklungsaufwand können nur in diesem Fahrzeugsegment einigermaßen wirtschaftlich dargestellt werden. Technisch betrachtet macht E-Mobilität grundsätzlich nur bei Kleinwagen Sinn. Die durchschnittliche Pendlerstrecke von aktuell rund 30 km lässt sich sinnvollerweise mit einem kleinen BEV mit kurzer Ladezeit realisieren.

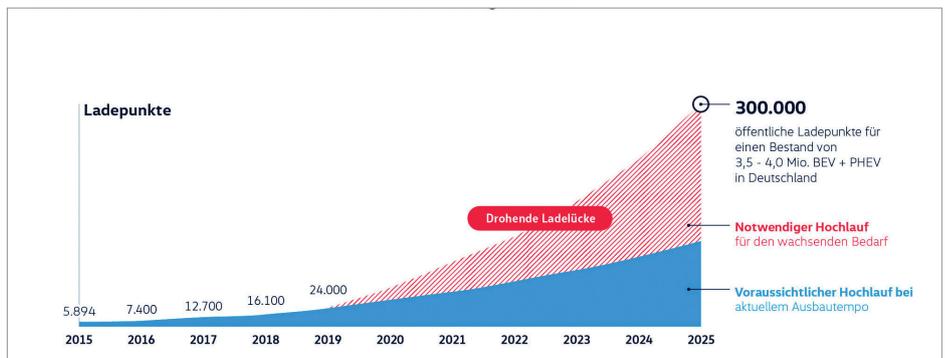
Mazda traut sich beim MX-30 als einer der wenigen Hersteller, den Kunden in der Kommunikation reinen Wein einzuschenken und auf die Herausforderung «schwere Batterie = grosse Reichweite, aber dafür viel Masse und hohe Anschaffungskosten» aufmerksam zu machen. Der japanische Hersteller versucht, die technischen Vorzüge der E-Mobilität (hoher Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung) und geringer Verbrauch (weil kleiner Akku und damit eingeschränkte Reichweite) schmackhaft zu machen.



Etablierte Automobilhersteller wollen und müssen die komplette Wertschöpfungskette überblicken: Die Produktion eines Lithium-Ionen-Akkus benötigt neue Lieferantenpartner und treibt die Globalisierung weiter an. Quelle: VW



Sinnvoll, sich jetzt schon Gedanken zur Wiederverwertung zu machen. Soll das Batteriesystem recycelt oder einer Zweitverwendung zugeführt werden? Die Entscheidungskriterien werden aktuell definiert. Quelle: VW



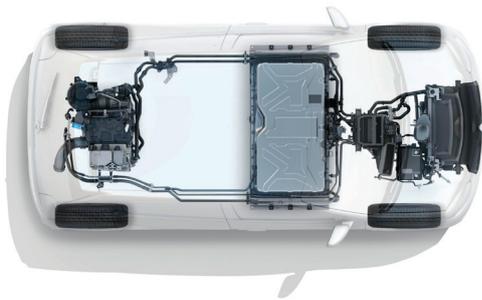
Die Statistik beruht auf Schätzungen von VW in Deutschland. Aber auch hierzulande bedarf es grosser Anstrengungen, um die öffentliche Ladeinfrastruktur insbesondere für Mieter mit Laternenparkplätzen auszubauen. Quelle: VW

Fortsetzung Seite 54

CarNet

excellence in fleet management

CarNet Management AG – Zürcherstrasse 6 – CH-8952 Schlieren Tel. +41 44 733 60 10 – www.car-net.com – info@car-net.com



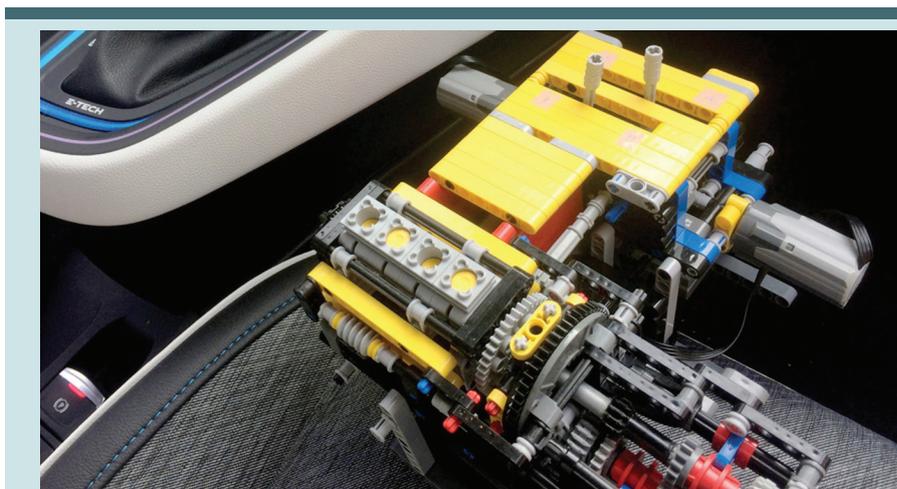
Was wird der Königsweg sein? Für die Dekarbonisierung und Defossilisierung führt kein Weg an der reinen E-Mobilität (mit Batterie- oder Brennstoffzellentechnik) vorbei. Kurz- und mittelfristig werden Hybrid- und Plug-in-Hybridantriebe auch aus Kundensicht die interessantesten Alternativen sein. Quellen: Renault, Porsche

Auch eine technisch optimierte Hybridisierung würde ein deutliches Einsparpotenzial bieten. Nicht immer sind grössere Batterien in Plug-in-Hybriden die Lösung, sondern ein sinnvoller Hybridisierungsgrad, um im täglichen Verkehr mitzuschwimmen. Viele Power-Plug-in-SUV bieten zwar viel Fahrspass, der Antrieb beschleunigt aber auch bei jedem Anfahren aufgrund grosser Batterien über 2,5 Tonnen Masse. Kleinere Hybridantriebe, wie sie Toyota oder jetzt auch Renault im Portfolio hat, sind energieeffizient und unter dem Strich verbrauchsrmer.

Doch wie man es dreht oder wendet: Der Kunde muss von einer Technologie überzeugt sein, den Nutzwert erhalten, den er sich wünscht, und beim Kauf der teuren Investition Automobil ein Gesamtpaket erhalten, das auch künftig politisch «korrekt» ist. Die Dieselthematik in Deutschland mit der Quasi-Enteignung der Fahrzeugbesitzer sitzt noch vielen in den Knochen.

Dass in der Schweiz kontinuierlich am Ausbau der Wasserstoffmobilität gearbeitet wird und im Fokus das Nutzfahrzeug steht, zeigt auf, dass mit privater Initiative mehr erreicht werden kann, als mit staatlich verordneten Technologievorgaben. Dass sich auch Bundesämter zum Teil punkto E-Mobilität vor der Realität verschliessen, zeigt, dass keine Technologieoffenheit vorherrscht.

Beispielsweise nimmt man beim Bundesamt für Energie (BFE) zur Kenntnis, dass sich über die nächsten Jahre eine Stromlücke auftut und der importierte Kohlestrom aus Deutschland CO₂-belastet ist. Trotzdem hält man daran fest, dass ein BEV in jedem Fall 0 g/km CO₂ emittiert. Die vorgelagerte graue Energie für die Herstellung sowie das Recycling werden in der Betrachtung ebenfalls ausgeklammert. Es bleibt zu hoffen, dass die Weichen für zukunftsgerichtete Mobilität technologieoffen gestellt werden. <



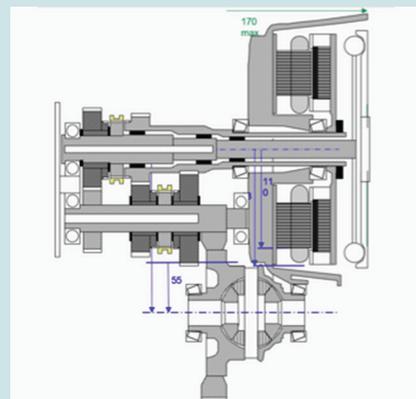
Auch Kleinwagen sind mit Hybridantrieb CO₂-ärmer unterwegs. Was Toyota schon lange vormacht, findet jetzt auch bei europäischen Herstellern Gefallen. Renault hybridisiert bis hinunter zum Modell Clio. Quelle: Renault

Wenn Ingenieure Lego Technic spielen – E-Hybrid von Renault

se. Nicolas Fremau, ein Getriebeentwicklungsingenieur bei Renault, spielte 2010 Lego Technic. Was als unglaubliche Geschichte angesehen werden kann, ebnete beim französischen Automobilhersteller den Weg zur kompakten und innovativen E-Hybrid-Technologie. Eigentlich war die Internetbestellung der farbigen Legoteile für seine Kinder gedacht. Aber Fremau wollte eine Idee, die sich in seinem Kopf festgesetzt hatte, mit den Kunststoffteilen auf seine Machbarkeit hin untersuchen. Im Konzern wurde in diesen Jahren die E-Mobilität hochgefahren und in der Formel 1 feierte Renault mit seinem Hybridantrieb Siege.

und das Fahrzeug rein elektrisch antreiben. Die E-Maschine muss nicht übermässig leistungsfähig sein, da über das Zweigang-Getriebe das Drehmoment/die Drehzahl gewandelt wird. Schaltet der Verbrenner zu, kann über eine der beiden E-Maschinenübersetzungen der E-Motor als Generator betrieben oder via Drehmomentzugabe die Geschwindigkeit stufenlos durch Übereinanderlagern der beiden Antriebe erreicht werden. Die Betätigung der Schaltmuffen erfolgt ohne Synchronisierung. Unglaublich, aber wahr: Legospielen kann markante Innovationen hervorbringen.

Der leistungsverzweigte Hybridantrieb, bei dem ein oder mehrere E-Maschinen sowie ein Verbrennungsmotor in optimaler Weise und stufenlos zusammenarbeiten, gab es bereits seit längerer Zeit bei Toyota. Fremau wollte die Idee aber anders umsetzen und kreierte ein mechanisches Dreigang-Getriebe mit elektronisch gesteuerter Aktuatorik. Der Verbrennungsmotor (aktuell ein Vierzylinder-Reihenmotor) treibt eine Vollwelle an und ist mittels Schaltmuffe über eine Gangradpaarung im ungleichachsigen Getriebe verbindbar. Eine E-Maschine treibt eine Hohlwelle an, die via zwei unterschiedliche Zahnradpaarungen für mehr oder weniger Übersetzung sorgt. Das Geniale: Der Verbrenner lässt sich einfach vom Antriebsstrang lösen (Schaltmuffe in Neutralposition)



Vom Legomodell zur Konstruktionsskizze. Der Hybridantrieb «E-Hybrid» passt selbst in den Clio.