

CO₂-Reduktion zu Wasser, zu Lande und in der Luft

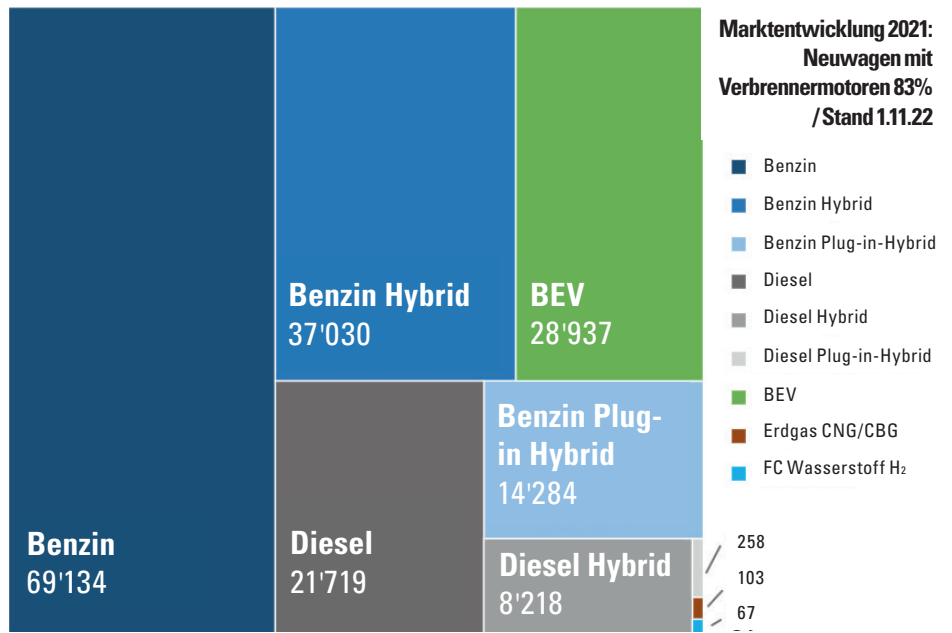
Die Potentiale der Technik

Die Energiekrise und der Klimawandel zwingen Hersteller von Automobilen, Flugzeugen und Helikoptern wie auch Schiffen die Möglichkeiten der Technik auszuschöpfen, um die CO₂-Emissionen nachhaltig zu senken. Alternative Treibstoffe stehen wie die Elektrifizierung, aber auch die Hybridisierung im Fokus. **Andreas Senger**

Zum Jahresausklang lohnt es sich, das Vergangene zu reflektieren und Gedanken zur Zukunft zu machen. Um Wohlstand und Klimaschutz als grundsätzlich gegensätzliche Ziele unter einen Hut zu bringen, sind Forschung und Entwicklung in alternative Antriebssysteme unabdingbar. Auch die Technologieoffenheit sollte im Fokus stehen. Die Energiekrise inkl. Strommangellage haben auch die breite Bevölkerung zum Thema sensibilisiert. Doch welche Technikentwicklung ist im 2023 und in den folgenden Jahren zu erwarten?

Bei Strassenfahrzeugen ist die Stossrichtung zur Defossilisierung und Dekarbonisierung durch die EU vorgegeben: Ab 2035 dürfen keine Verbrennungsmotoren mehr für Neufahrzeuge (PW/leichte NFZ) in Europa verkauft werden. Der Weg mit batterieelektrischem Antrieb ist die am raschesten umzusetzende Lösung, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Aufgrund der Tank-to-wheel-Betrachtung emittiert ein BEV 0 g/km, egal wie schwer und wie ineffizient der Antrieb ist. Der Auspuff der aktuellen BEV im europäischen Strommix mit vielen thermischen, fossil betriebenen Treibstoffen ist somit im Ausland. Der in der Schweiz produzierte Strom ist grundsätzlich CO₂-arm.

Anlässlich der Mobility and Transportation Conference (MaT-Conference) in Bern wurde diese Thematik breit analysiert und beleuchtet. Die politische Reduktionsvorgabe setzt die Vereinigung der Schweizer Automobilimporteure um. In einer aktuellen Umfrage sind die Importeure überzeugt, dass bis 2025 über 50% der Neuwagenverkäufe Steckerfahrzeuge sein werden. Allerdings macht der Direktor Andreas Burgener klar: «Wenn Sie keine Kunden haben, funktioniert die Übung nicht». Die Kundinnen und Kunden müssen mitziehen. Auch Christoph Schreyer vom Bundesamt für Energie setzt ein klares Statement: «Plug-in-Hybride sind eine Fahr-



Im 2022 wurden bis am 1. November 2022 diese Antriebsarten in Neufahrzeugen mengenmässig von Herr und Frau Schweizer gekauft. Die Hybrid- und Plug-in-Hybridarten finden wie BEV regen Zuspruch. Foto: BFE, auto schweiz

Vergleich der Fahrzeugspeicher/Energie für eine Fahrstrecke von 100 km eines Personenwagens

Treibstoff	Benzin	Batterie	Wasserstoff H ₂
Verbrauch pro 100 km	6 L	18 kWh	1 kg
Masse Energiespeicher	5 kg	100 - 150 kg (Hochvoltbatterie komplett)	20 - 25 kg (Hochdrucktank 700 bar)
Emissionen	17 kg CO ₂ 13 kg (combustion) + 4 kg (upstream)	1,2 - 3,7 kg CO ₂ 0,2 - 1,9 kg (hydro - mix CH) + 1 - 1,8 kg (battery manufacturing)	0,9 - 5,4 kg CO ₂ 0,5 - 5 kg (hydro - mix CH) + 0,4 (H ₂ tank manufacturing)
Zeit, um 100 km Reichweite zu tanken/laden	< 15s	7 - 22 min (150 kW - 50 kW)	< 30s

In Kundenhand entscheidend: Wie lange dauert die Einspeicherung der Energie im Fahrzeug und wie viel Energie kann mitgeführt werden? Der Wasserstoff hätte viel Potential zur CO₂-Einsparung. Foto: GreenGT/Bearbeitung Se

zeugtechnologie, die als Brückentechnologie immer wieder im Fokus steht. Diese macht aber nur dann Sinn, wenn die Technologie artgerecht, also hauptsächlich elektrisch gefahren wird.» Die Marktzahlen zeigen deutlich, dass Hybrid- und Plug-in-Hybride bei den Neuwagenverkäufen die klare Nummer

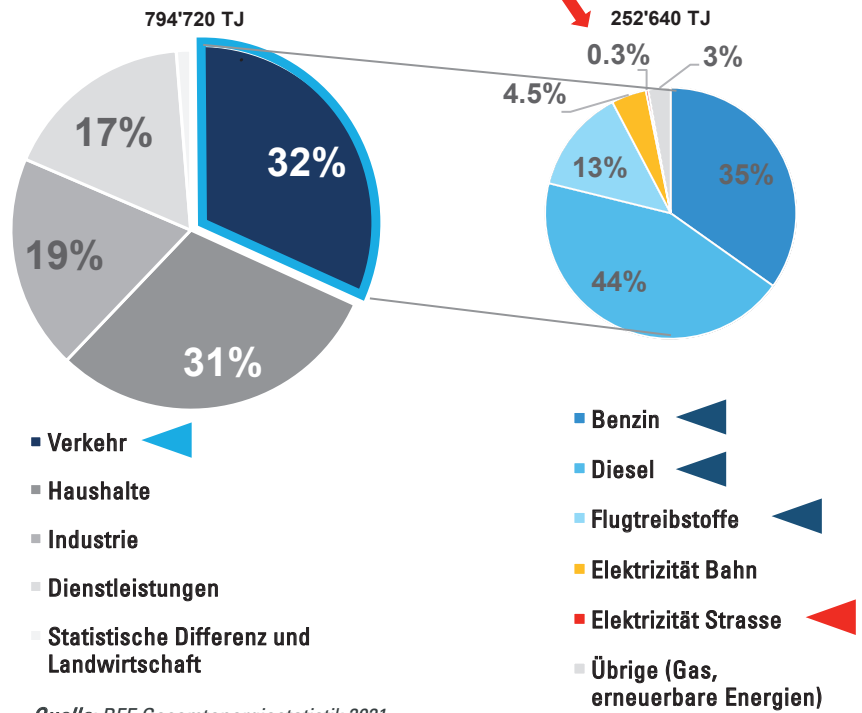
eins bei den CO₂-ärmeren Antrieben darstellen. Und damit sind wir bei der Misere, welche aktuell die Fahrzeugantriebsdiskussion auf technischer Ebene bestimmt: Steckerfahrzeuge, also Plug-in-Hybrid und BEV, sind nur sinnvoll, wenn 100% sauberer Strom verwendet wird. Um die Elektrifizierung voran-

zutreiben, fehlen in Europa, aber auch in der Schweiz, entsprechende Produktionskapazitäten für Bandenergie. Die schwärmerische Lösung, die fehlende elektrische Energie mit Photovoltaik und Windanlagen produzieren zu können, scheitert an der fehlenden Speichermöglichkeit und dem fehlenden, kontinuierlichen Angebot (24/7/365). Erst wenn Haushalte ihren auf dem Dach selbstproduzierten Strom direkt nutzen und auch speichern können, wird die viel zitierte Abhängigkeit vom Ausland (von fossilen wie elektrischer Energie) abgewendet.

Doch die Speicherung stellt die Herkulesaufgabe dar. Als Alternativen gelten Wasserstoff oder e-fuels. Beide synthetisch hergestellten Treibstoffe werden der niedrige Produktionswirkungsgrad vorgeworfen. Wasserstoff lässt sich aktuell nur mittels Elektrolyse und grünem Überschussstrom sinnvoll herstellen. Bei e-fuels, also künstlich hergestellten Treibstoffen aus Wasserstoff und Kohlenstoff aus der Atmosphäre (Carbon Air Capture), ist der Energieaufwand und die CO₂-Bilanz noch geringer. Aber beide Varianten lassen sich speichern. Letztgenannter könnte durch Beimischung in Diesel oder Benzin auch die Bestandesflotte schlagartig CO₂-ärmer werden lassen. Und das global ohne Veränderung der Energieverteilung und Tankinfrastruktur.

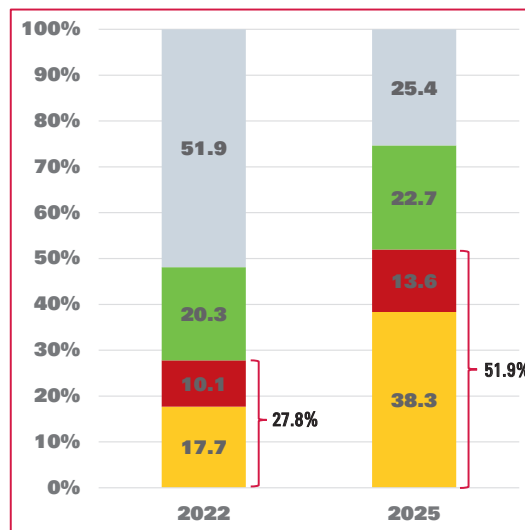
Die aktuell gewählte E-Antriebsstrategie mit Batterien weist viele Vorteile auf. Nebst der lokalen Emissionsfreiheit ist der Wirkungsgrad im Fahrzeug bestechend hoch. Die Tabelle auf der vorangehenden Seite zeigt, dass das CO₂-Einsparpotential trotz hohem Energieeinsatz in der Produktion der Akkus unter dem Strich eine deutliche Treibhausgasreduktion hervorbringt. Auch Wasserstoff als Energieträger für Brennstoffzellenantriebe lässt sich CO₂-ärmer darstellen. Die Krux ist einzig die fehlende, regenerative Stromproduktion. Das Manko der längeren Betankungszeit lässt sich mit Schnellladesystemen kaschieren. Allerdings leidet dadurch die Batterie (verkürzte Lebensdauer) und die Stabilität des Stromnetzes. Das Recycling der Batterien ist zudem erst grob skizziert und es fehlt an Grundlagenforschung. Erfreulich, dass in der Schweiz wie mit der Kyburz AG hier Firmen aktiv sind, Geld in Forschung und Entwicklung investieren und punkto Forschung weltweit die Nase vorn haben. Auch Start-ups wie die Librec, welche im solothurnischen Biberist in Zukunft grosse Mengen an

Endenergieverbrauch 2021



Quelle: BFE Gesamtenergiestatistik 2021

Ohne Energie kein Wohlstand: 32% der Energie in der Schweiz wird im Verkehr eingesetzt. Der elektrische Stromverbrauch für die Steckerfahrzeuge beträgt aktuell lediglich 0,3%. Die Tendenz ist künftig deutlich steigend. Foto: BFE



BENZIN, DIESEL, ANDERE

HEV (Hybrid) + MHEV (Mild-Hybrid)

PHEV (Plug-in-Hybrid)

BEV (batterieelektrische Fz)

STECKERFAHRZEUGE

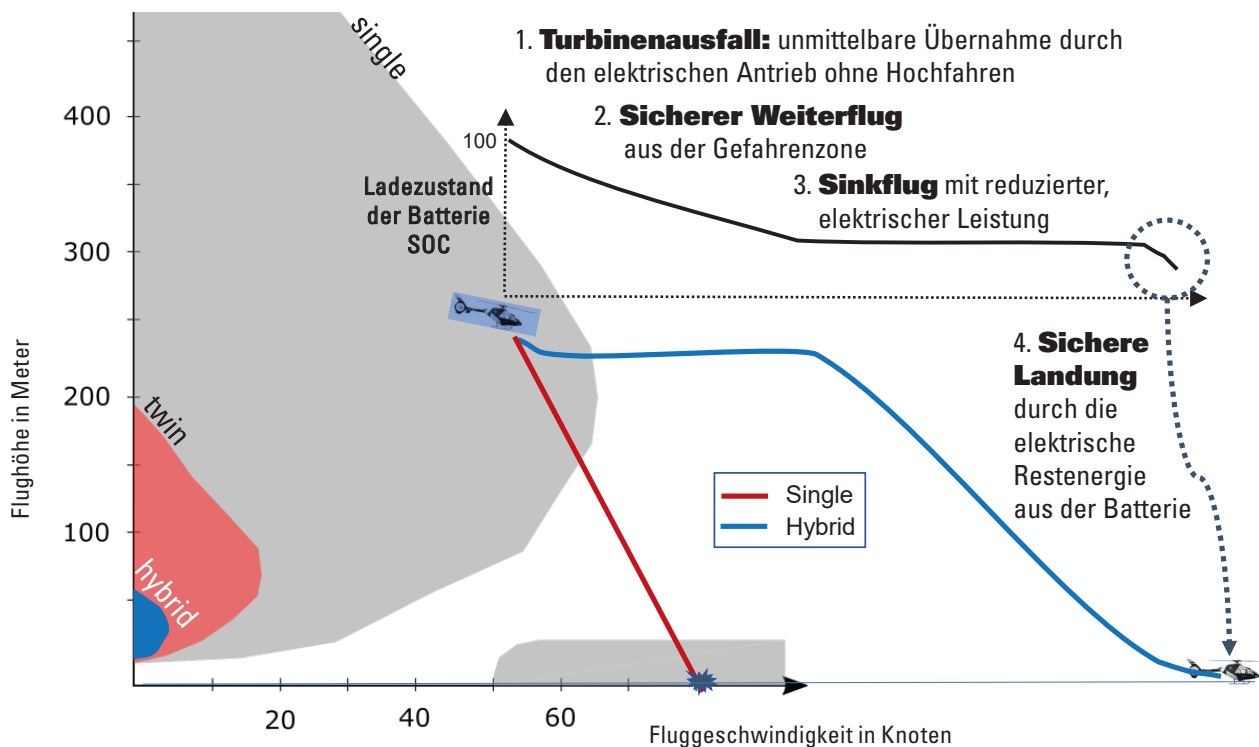
Die Schweizer Fahrzeugimporteure zeigen sich laut einer Umfrage optimistisch. Schon 2025 sollen über die Hälfte der Neuwagen als Steckerfahrzeuge zur Reduktion der CO₂-Emissionen beitragen. Foto: auto schweiz

Batterien auch aus der Fahrzeugwelt recyceln will, verdienen Respekt und Unterstützung, um die Rohstoffsituation für neue Batterien zu verbessern. Aktuell sind bei Kyburz in Zusammenarbeit mit der Empa Versuche im Gange, Recyclingmaterial für neue Plus- und Minus-Platten einzusetzen und deren Anteil zu erhöhen. Das Vorhaben stösst bei den globalen Batterieplayern auf grosses Interesse.

Doch nicht nur auf der Strasse gilt es, mit intelligenten technischen Lösungen zu dekar-

bonisieren. Auch im Schiffsverkehr werden Entwicklungen vorangetrieben. Bei Binnenschiffen suchen die Entwickler das Optimum, um den Verbrauch zu reduzieren und je nach Einsatz und Lastfenster den wirkungsgradoptimierten Antrieb einzusetzen. Dabei kommen rein batterieelektrische über hybridisierte Antriebe bis zum Wasserstoff-Brennstoffzellen-E-Antrieb die ganze Palette

Fortsetzung Seite xx



Selbst bei Helikoptern sorgt die Hybridisierung nicht nur für einen Effizienzgewinn, sondern spürbare Sicherheit. Die Firma Kopter entwickelt ein Einturbinenhelikopter, der dank hybridem Antrieb bei Ausfall der Turbine sicher landen kann. Wird der Hybridisierungsgrad gesteigert, kann der Antrieb auch leiser werden. Foto: Kopter/Leonardo

zusammen. Komplexer ist es für die Hochseeschifffahrt. Peter Krähenbühl, Head Digital Transformation & Technology des Winterthurer Unternehmens WinGD, verhehlt nicht: «Die Transportkapazität im Güterverkehr auf den Meeren wird weiter steigen. Einzig durch Effizienzoptimierungen können wir den CO₂-Ausstoss konstant halten.» WinGD arbeitet mit der ETH Zürich aktuell an einer Hybridisierung der Grossschiffsdieselantriebe: Dank Hybridisierung wird derselbe Effekt erreicht wie im Automobil. Durch Lastanhebung der E-Maschine im Generatormodus können die riesigen Verbrennungsmotoren in einem optimaleren Betriebspunkt betrieben werden. Bei Manövern oder beim Beschleunigen unterstützt die E-Maschine den Propellerantrieb.

Auch in der Luft wird an Hybridisierungskonzepten gearbeitet. Für Flugzeuge werden aktuell eher Wasserstoffantriebe (Triebwerke direkt mit Wasserstoff versorgen und verbrennen) oder e-fuels in Betracht gezo-

gen. Bei Helikoptern könnte es aber in Zukunft die Paarung von Turbinenantrieb und E-Maschine geben. Handicap ist einzig das Leistungsgewicht der Batterien. Mit einer 600 kg schweren Batterie kann ein 2,8 Tonnen schwerer Helikopter theoretisch rund 20 Minuten fliegen oder eine Reichweite von 50 km realisieren. Werden 600 kg Treibstoff getankt, ist der Heli 5 Stunden in der Luft und hat eine Reichweite von 800 km.

Die Schweizer Firma Kopter, welche zur italienischen Firma Leonardo gehört, ist aber vom Hybridkonzept überzeugt. Statt zwei Turbinen, die als Ausfallsicherheit beim Überflug über bewohntes Gebiet vorgeschrieben sind, soll künftig eine Turbine und zur Ausfallsicherheit eine E-Maschine an Bord sein. Für Soeren Suesse, Abteilung Entwicklung und Forschung der Kopter AG, liegen die Vorteile auf der Hand: «Statt zwei Turbinen wollen wir mit nur einer Turbine und zusätzlich mit einem 600 kW E-Motor für 2-3 Minuten Notbetrieb fliegen, um im Notfall sicher

landen zu können.» Bei Ausfall einer Turbine übernimmt die zweite Turbine den Antrieb der Rotoren. Mittels E-Antrieb würde im Notfall ein sicheres Landen ohne Autorotation (Antreiben der Rotoren beim Sturzflug) möglich sein und die Absturzgefahr deutlich reduziert. Wie alle Neuentwicklungen in der Flugbranche dauert aber das Bewilligungsverfahren sehr lange, bis es auch in der Realität umgesetzt werden kann.

Das neue Jahr bringt der Mobilität technologisch neue Impulse. An vielen Fronten werden CO₂-Reduktionen realisiert und damit Schritt für Schritt der Verkehrssektor dekarbonisiert und defossilisiert. Das alles braucht aber seine Zeit. Das Garagengewerbe trägt den Technologiewandel mit und dank Weiterbildung der Mitarbeitenden kann er auch gestemmt werden. Die Attraktivität der Automobilbranche auch für angehende Berufsleute wird durch die Antriebsvielfalt und Digitalisierung weiter steigen und die Spezialisierung im Gewerbe nötig sein. <

Neu: FGS, der Anhänger mit Liftachse und 100%-Achsausgleich
Nutzlast bis 2,9 t

Autotransport-Anhänger und Aufbauten
 Besuchen Sie unsere Ausstellung oder verlangen Sie eine Vorführung.
 Auch in Kommunalanführung lieferbar.

T&W Technik
 Dammstrasse 16, 8112 Otelfingen
 Tel. 044 844 29 62
 www.fgs-fahrzeuge.ch

seit 1964 **CORTELLINI & MARCHAND AG**
 061 312 40 40
 Rheinfelderstrass 6, 4127 Birsfelden

Der umfassendste Auto-Steuergeräte-Reparatur-Service von Cortellini & Marchand AG.
 www.auto-steuergeraete.ch

Sie suchen, wir finden – Ihr Suchservice für Auto-Occasionsteile
 www.gebrauchte-fahrzeugteile.ch