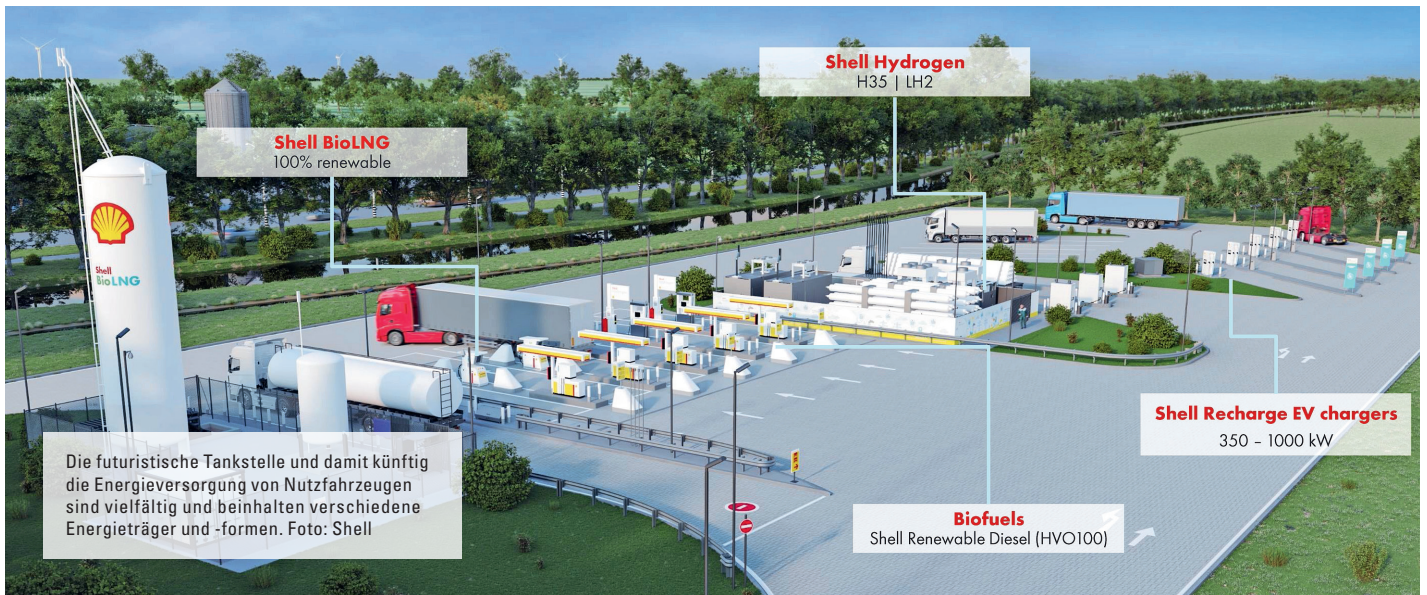


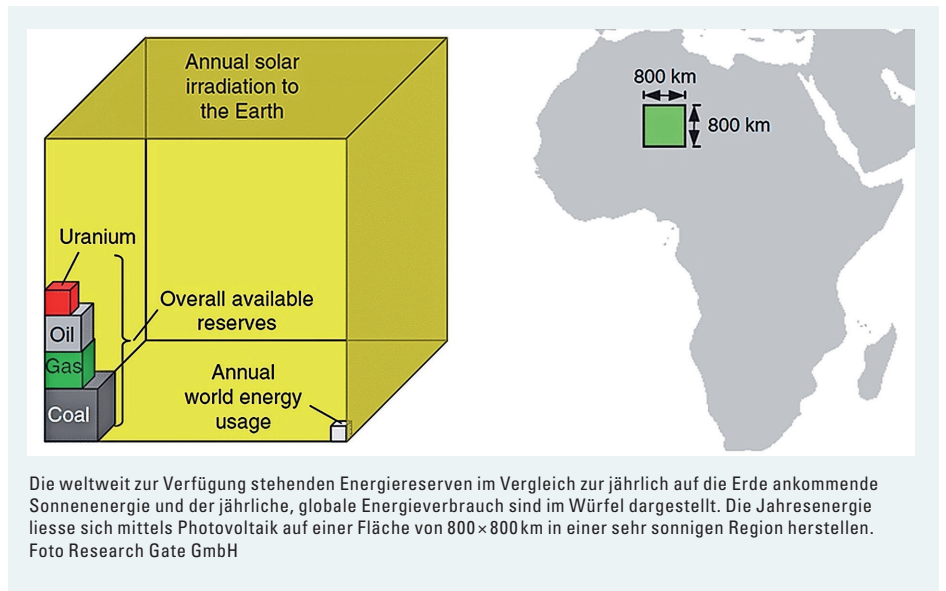
Potenzial alternativer Treibstoffe und deren Speichermöglichkeiten

# Die rationale Auslegeordnung

Die fossilen Treibstoffe abzulösen durch alternative Energieformen ist rational begründet. Die weltweit zunehmende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft ist messtechnisch belegt. Welche Energieträger künftig zu Lande, auf dem Wasser und in der Luft für den Antrieb von Strassenfahrzeugen, Schiffen und Flugzeugen sorgen werden, diskutierten Experten an der mat-conference.ch. Ein Überblick über die Tagungserkenntnisse. **Andreas Senger**



Wenn sich im November jeweils die führenden Köpfe aus der Schweizer Forschung und Entwicklung an der jährlich stattfindenden mat-conference.ch (Mobility and Transportation) treffen, wird ein bunter Strauss von technischen Innovationen aufgezeigt. Die Referate zeigen den Tagungsteilnehmenden technische Lösungsansätze auf, um Herausforderungen anzugehen und Ideen zu kanalisieren. Dass dabei nicht nur Strassenfahrzeuge, sondern auch Schiffe, Flugzeuge, Busse, Züge oder andere Verkehrsträger im Fokus stehen, zeugt von der hohen Innovationskraft und dem breiten Spektrum der schweizerischen Hochschulen. Aber auch Exponenten aus der Industrie zeigen Neuentwicklungen auf.



An der Tagung vom 7. November 2023 fokussierten die Referierenden auf alternative Energie und damit Treibstoffvarianten. Um die E-Mobilität voranzutreiben, benötigt die Schweiz deutlich mehr sauberen Strom: Zusätzlich sollen 70 bis 90 TWh regenerativer Strom bereitgestellt werden und 30 bis 60 TWh synthetische, erneuerbare, chemische

Energieträger sind notwendig, um die Energiewende im Verkehrssektor voranzubringen. Die Dekarbonisierung und die Defossilisierung sind nur mit grössten Anstrengungen umsetzbar. Die höchste Priorität hat dabei die Solarenergie. Der Grund: Nur mit dem Zubau von Solarenergie kann dezentral und lokal genügend elektrische Energie zur Verfügung ge-

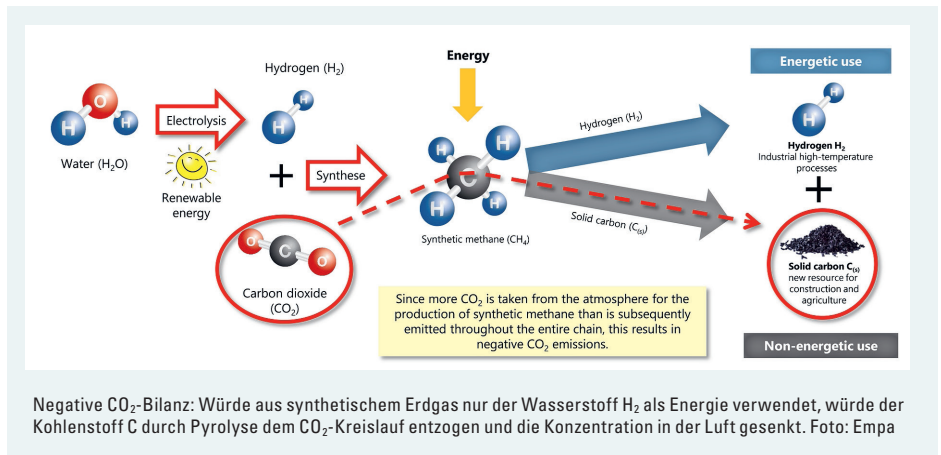
stellt werden, um die Elektrifizierung der individuellen Mobilität voranzutreiben. Der Netzausbau oder der Zubau anderer, regenerativer Stromquellen (bspw. neue Laufwasserkraftwerke) dauert schlicht zu lange. Die Schweiz hat ein grosses Potenzial: rund 1100 kWh elektrische Energie pro m<sup>2</sup> Photovoltaikfläche und Jahr sind realisierbar. Das ist zwar wirkungs-

gradetechnisch nicht top. In Wüstengegenden wie im Oman sind 2200 kWh/m<sup>2</sup>/a möglich. Entsprechend muss die elektrische Energie konsequenterweise im Inland erzeugt und müssen synthetische Treibstoffe aus dem Ausland importiert werden.

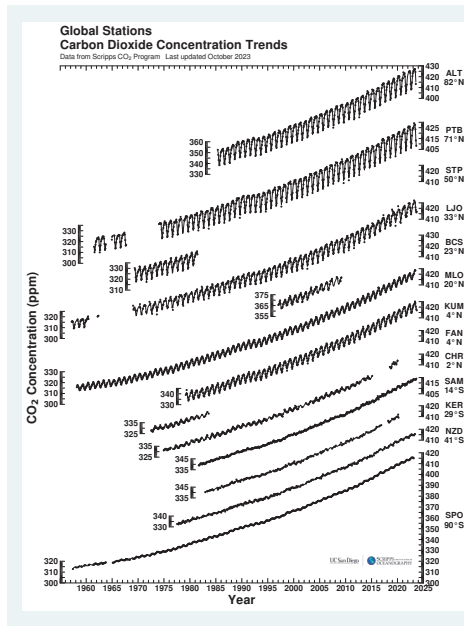
Die Endlichkeit der fossilen Energieträger zwingt die Menschen dazu, auf Alternativen zu setzen. Bei der Energie spielen das Angebot und die Nachfrage eine grosse Rolle. Solange fossile Energie günstig ist, werden es Alternativen schwer haben. Die einfache Marktwirtschaft, um dies zu beschleunigen: Ein globaler CO<sub>2</sub>-Preis auf Emissionen könnte den Wandel beschleunigen, ist allerdings nur schwer oder kaum umsetzbar. Was die Referenten unisono aufzeigten: Es gibt nicht nur einen Lösungsansatz. Der grundsätzliche Verzicht oder die Einschränkung der Mobilität (was gegen liberale Grundhaltungen verstösst), der Ausbau der Elektromobilität, die Förderung der Energie des Wasserstoffs sowie Power-to-X-Möglichkeiten und Wärmespeicher müssten umgesetzt werden.

Als Beispiel zeigte der Referent Philipp Haudenschild auf, wie die SBB durch den Einsatz von hydriertem Pflanzenöl und damit biobasiertem Diesel die aktuell fossil betriebenen Lokomotiven und Notstromgeneratorflotte CO<sub>2</sub>-ärmer betreiben will. Das HVO (Hydro-treated Vegetable Oil) hat zuerst als Dieselbeimischung und später als Ersatz das Potenzial, die CO<sub>2</sub> Emissionen der SBB um bis zu 85% zu senken. Die verfügbare Menge auf dem Markt ist allerdings limitiert.

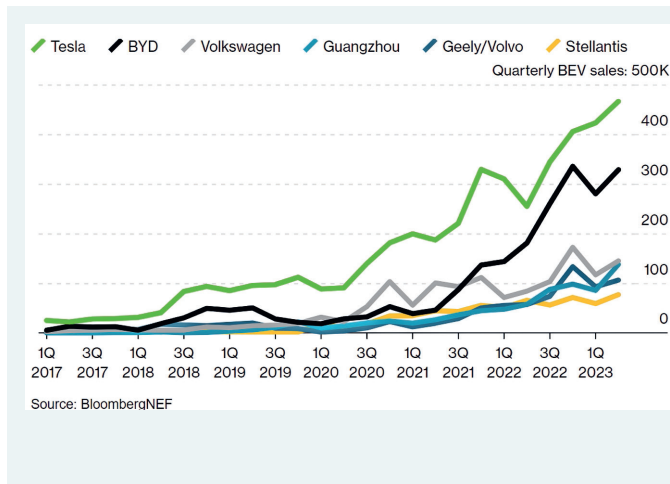
Auch im Flugbereich wird an Alternativen zum fossilen Kerosin geforscht und werden Einsatzmöglichkeiten ausprobiert. Urs Thomann vom Schweizer Flugzeughersteller Pilatus zeigte anhand von ein paar Zahlen die Herausforderung auf: Im Jahr 2019 betankte der Flughafen Zürich 1,4 Millionen Tonnen Jet A-1, den konventionellen Flugzeugtreibstoff Kerosin. Bei 43,1 GJ/t enthält diese Menge Kerosin 61,6 PJ Energie. Unter der Annahme einer optimistischen Effizienz von 80% des Power-to-Liquid-Prozesses werden 77 PJ Strom benötigt, um diese Treibstoffmenge synthetisch zu produzieren. Dies entspricht einer kontinuierlichen Stromentnahme aus dem Netz von 2,44 GW Leistung, was mehr als die Produktionsleistung der Kernkraftwerke Beznau und Gösgen zusammen entspricht. Synthetische Treibstoffe, also E-Fuels, in dieser Menge in der Schweiz herzustellen, ist schlicht nicht reali-



Negative CO<sub>2</sub>-Bilanz: Würde aus synthetischem Erdgas nur der Wasserstoff H<sub>2</sub> als Energie verwendet, würde der Kohlenstoff C durch Pyrolyse dem CO<sub>2</sub>-Kreislauf entzogen und die Konzentration in der Luft gesenkt. Foto: Empa



Die einzelnen Buchstabenkürzen zeigen die CO<sub>2</sub>-Messstationen, welche über Jahre die lokale Konzentration messen. Der Trend nach oben ist unbestritten und Massnahmen zur Reduktion auch in der Mobilität sind zwingend notwendig. Wichtig: CO<sub>2</sub>-Emissionen machen an der Landesgrenze nicht Halt. Die Messstationen mit dem Buchstabencode: ALT = Alert, NWT, Canada, PTB = Point Barrow, STP = Station P, LJO = La Jolla, BCS = Baja California Sur, Mexico, MLO = Mauna Loa Observatorium, KUM = Cape Kumukahi, Hawaii, FAN = Fanning Island, CHR = Christmas Island, SAM = Samoa, KER = Kermadec Island, NZD = Baring Head, New Zealand, and SPO = South Pole. Foto: Scripps CO<sub>2</sub> Program

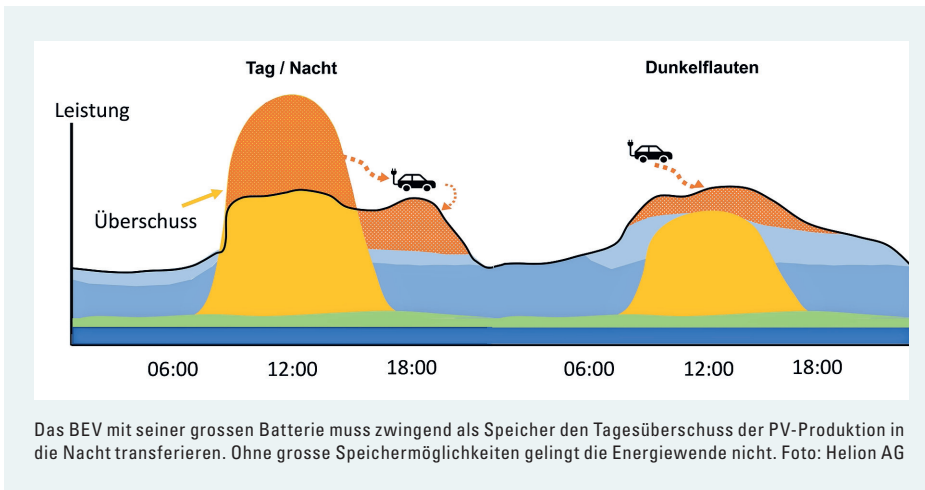


Die «neuen» Automobilhersteller wie Tesla oder auch die chinesischen Hersteller überholen die etablierten, europäischen Hersteller beim weltweiten BEV-Verkauf deutlich. Der Trend dürfte auch in diesem Jahr anhalten und die europäischen OEMs vor grosse Herausforderungen stellen. Gelingt die Transformation vom Verbrenner zum BEV ungenügend, könnten auch einigen Automobilhersteller mit klingenden Namen verschwinden. Foto Bloomberg, BFH

sierbar. Somit sind auch Ideen, die E-Fuel-Produktion in der Schweiz für Benzin und Diesel hochzufahren utopisch. Die benötigten Strommengen könnten in sonnigen Regionen der Welt effizienter zur Verfügung gestellt werden.

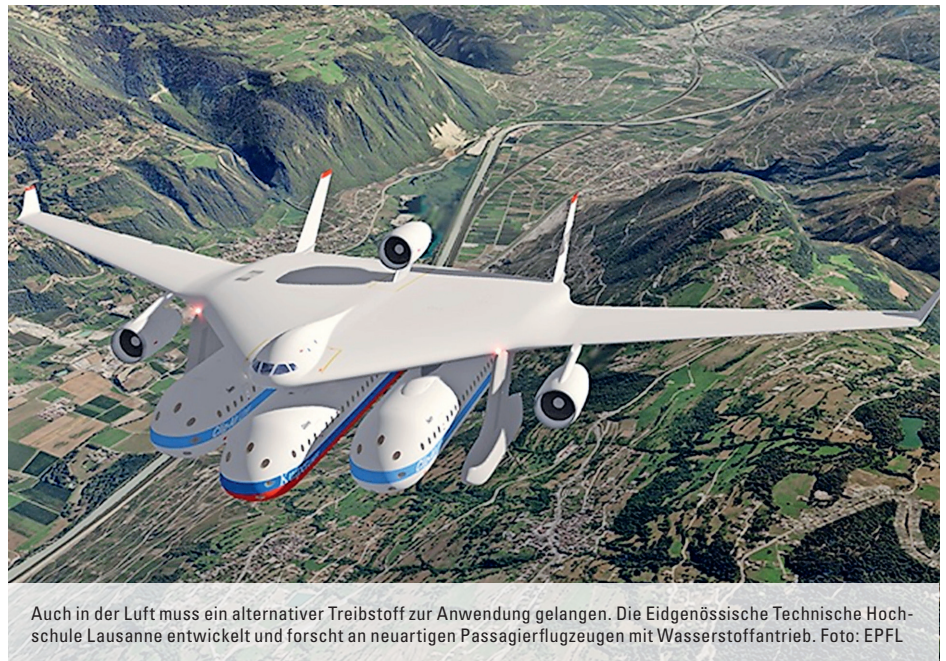
Die Achillesferse für die Energieversorgung der Schweiz ist und bleibt die saubere Stromproduktion. Im Jahr 2019 verbrauchten Frau

und Herr Schweizer 221 PJ (61,5 TWh) elektrische Energie. Der Zuwachs für die E-Mobilität auf der Strasse kann nur durch Zubau von PV- oder anderer, regenerativer Produktion gestemmt werden. Eine wichtige Überlegung dazu: Die Durchschnittsdistanz beträgt pro



Die mat-conference.ch war am 7. November 2023 mit 110 Tagungsteilnehmenden gut besucht. Foto: M. Nellen

Tag rund 35 km von 600 km durchschnittlich zur Verfügung stehender BEV-Reichweite. Sie stehen zudem über 90% der Zeit auf einer Abstellfläche. Ein Einfamilienhaus kann etwa vier Tage mit einer HV-Fahrzeugbatterie versorgt werden. Wenn die Speicherkapazität des zu erwarteten BEV-Fahrzeugpark aktiv genutzt wird, wäre dieser rund zweimal grösser als alle Pumpspeicherkraftwerke der Schweiz zusammen. Die Stromproduktion wird geglättet, aus «volatilem Strom» wird «Bandenergie». Auch die Tag-/Nacht-Unterschiede sowie mehrtägige Dunkelflauten können überbrückt werden. Es würden weniger Importe in Zeiten hoher Marktpreise benötigt. Allerdings ist die Abgeltung für die Batteriespeichernutzung von privaten BEV noch nicht geklärt.



Auch in der Luft muss ein alternativer Treibstoff zur Anwendung gelangen. Die Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne entwickelt und forscht an neuartigen Passagierflugzeugen mit Wasserstoffantrieb. Foto: EPFL

Steckerfahrzeuge sollen, wenn immer möglich, an privaten Ladestationen auf bestehenden Abstellplätzen zu Hause laden können. Das Laden zu Hause entspricht auch in Zukunft dem Bedürfnis der Halterinnen und Halter von Steckerfahrzeugen. Dazu sollen möglichst alle privaten Abstellplätze in Wohngebäuden mit einer privaten Ladeinfrastruktur ausgerüstet werden. Bis 2035 sollen bis zu zwei Millionen private Ladepunkte in der Schweiz entstehen. Der Aufbau der privaten Ladeinfrastruktur in Gebäuden ist kein Selbstläufer. Neben Anreizen braucht es Planungs- und Investitionssicherheit.

Im Jahr 2035 werden 400 000 bis 1 000 000 Steckerfahrzeuge in der Schweiz über keine private Lademöglichkeit verfügen (zu Hause oder am Arbeitsplatz). Für Halterinnen und Halter von Fahrzeugen ohne private Abstellplätze und ohne private Lademöglichkeit braucht es ein allgemein zugängliches Ladenetz, möglichst in der Nähe zum Wohnort. Eine weitge-

hende Elektrifizierung erfordert eine flächendeckende Grundabdeckung an allgemein zugänglicher Ladeinfrastruktur (zum Laden am Zielort oder Schnellladen unterwegs). Bis im Jahr 2035 steigt der Bedarf an allgemein zugänglichen Ladepunkten in der Schweiz auf 19 000 bis 84 000, davon 11 000 bis 23 000 Ladepunkte mit mindestens 50 kW. Es wird in jedem Fall einen Mix verschiedener Ladeoptionen in der Schweiz brauchen (Laden zu Hause, am Arbeitsplatz, im Quartier, am Zielort und Schnellladen). Die Ausprägung und Bedeutung des allgemein zugänglichen Ladenetzes werden regional unterschiedlich sein. Damit die Elektromobilität Teil der Lösung des zukünftigen Stromsystems der Schweiz wird, sollen Steckerfahrzeuge primär während langen Standzeiten flexibel laden (bezüglich Leistung und Zeitpunkt). Die Ladevorgänge sollen über tarifliche Anreize und die Vermarktung der Flexibilität gesteuert werden können. Die für die Mobilität im Jahr 2030 benötigte Bat-

teriekapazität beträgt das Siebenfache von 2022. Die Elektrifizierung des Verkehrssektors schreitet durch politische Unterstützungsstrategien voran. Das Recycling und eine damit verbundene Kreislaufwirtschaft sind Schlüsselstrategien zur Förderung der Nachhaltigkeit der Liefer-/Wertschöpfungskette. Nur mit verfügbaren Lebensdauerdaten ist es möglich, Kreislaufwirtschaft zu erreichen und die erste Lebensdauer der Batterie zu verlängern. ●

### Veranstaltung

Die nächste Veranstaltung findet am 6. November 2024 statt.



Die Referate der Ausgabe 2023 zum Nachlesen