

„DIE PHYSIK LÄSST SICH NICHT ÄNDERN“

KIT-EXPERTE OLAF TOEDTER ERKLÄRT, WIE E-FUELS UND HVO EINEN BEITRAG ZUM KLIMASCHUTZ LEISTEN UND WARUM EUROPAS REGULIERUNG AN DER REALITÄT VORBEIGEHT.

Für Dr. Olaf Toedter, Leiter neue Technologien und Zündsysteme am Karlsruher Institut für Technologie (KIT,) steht fest: Entscheidend für die Klimabilanz ist nicht der Motor, sondern die verwendete Antriebsenergie. Im Gespräch erläutert er, warum erneuerbare Kraftstoffe im Bestand sofort wirken, weshalb die EU-Regulierung an der Realität vorbeigeht – und wieso sich am Ende „die Physik nicht ändern lässt“.

Herr Toedter, mehr als 96 Prozent der Fahrzeuge im Bestand in Deutschland verfügen über einen Verbrennungsmotor. Auch bei Neufahrzeugen dominieren Verbrenner oder Hybride. Warum ist das so?

Der Verbrennungsmotor ist eine robuste Technologie, die über Jahrzehnte weiterentwickelt wurde. Wir haben es mit sehr unterschiedlichen Nutzerprofilen zu tun: vom Kurzstreckenbetrieb bis zu Langstreckentransporten, von Baumaschinen bis zu landwirtschaftlichen Anwendungen. Dieses breite Spektrum konnte bisher kein anderes Antriebskonzept so abdecken wie der Verbrennungsmotor. Mit der Hybridisierung ist er zudem noch effizienter geworden.

Wie lange wird dieser hohe Anteil Ihrer Einschätzung nach bestehen bleiben?

Wenn wir es schaffen, fossilen Kohlenstoff durch Kohlenstoff aus erneuerbaren Quellen zu ersetzen, dann sehe ich keinen Grund, warum das enden sollte. Jeder wird den Antrieb wählen, der für seine Anwendung am besten passt. Und da wird weiterhin ein erheblicher Anteil verbrennungsmotorisch sein – fast immer hybridisiert. Allerdings hängt das stark von der Regulierung ab. Heute bewertet die EU-Flottenverordnung nur die Emissionen am Auspuff – nicht die CO₂-Vorkette, also das, was wir Well-to-Tank nennen. Das führt zu einer



„Der Kraftstoff ist der Schlüssel beim Klimaschutz.“

Asymmetrie: Während die Renewable Energy Directive erneuerbare Kraftstoffe berücksichtigt, fallen sie in der Flottenregulierung durchs Raster. Würden Fahrzeuge mit CO₂-neutralen Kraftstoffen gleichgestellt, könnten sie wie Elektrofahrzeuge anerkannt werden – und sofort zum Klimaschutz beitragen.

Welche Rolle spielen erneuerbare Kraftstoffe dabei? Sie sind der Schlüssel. Entscheidend ist nicht der Motor, sondern die Vorkette des Energieträgers. Wenn wir fossilen Kohlenstoff durch Kohlenstoff aus regenerativen Quellen ersetzen, entsteht ein geschlossener Kreislauf. Das wirkt sofort – im gesamten Bestand.

Sind E-Fuels oder HVO ohne technische Anpassungen nutzbar?

Wir haben am KIT bewusst den Begriff „reFuels“ verwendet, um all diese Kraftstoffe zusammenzufassen – egal, ob sie auf erneuerbarem Strom, biogenen Quellen oder Reststoffen basieren. Entscheidend ist: Sie liegen innerhalb der Kraftstoffnormen und sind damit sofort in der gesamten Bestandsflotte nutzbar. Das gilt nicht nur für Pkw, sondern auch für Schienenfahrzeuge, Schiffe oder Flugzeuge. Es ist kein Entweder-oder, sondern ein Sowohl-als-auch: All diese Pfade tragen zusammen zur Defossilisierung bei.

Ab 2035 dürfen Pkw am Auspuff kein CO₂ mehr emittieren. Ist es sinnvoll, nur auf den Tailpipe-Ansatz zu schauen?

Nein. Aus wissenschaftlicher Sicht ist dieser Rahmen zu klein. Die Flottenregulierung betrachtet nur die Emission am Auspuff, nicht aber die Vorkette. Die Renewable Energy Directive tut es, die Flottenregulierung nicht. Das ist eine Asymmetrie, die Probleme verschiebt, statt löst. Wenn ich direkt oder indirekt CO₂ aus der Atmosphäre entnehme und es in den Kreislauf zurückführe, habe ich im besten Fall ein geschlossenes System. Physisch wird es nie 0,0 sein, aber es ist ein entscheidender Beitrag.

Und was bedeutet das für den Vergleich zwischen Elektroautos und Verbrennern mit erneuerbaren Kraftstoffen?

Batterieelektrische Fahrzeuge sind nicht CO₂-frei, sie schneiden teilweise kaum besser ab als moderne Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor oder Hybride. Versorge ich einen Verbrennungsmotor mit erneuerbaren Kraftstoffen, sind deren Werte im Vergleich sogar besser. Und das Entscheidende: Die Wirkung tritt sofort ein, im gesamten Bestand. Natürlich gibt es Idealfälle bei E-Autos, etwa wenn jemand eine eigene Photovoltaik-Anlage auf dem Dach hat und damit sein Auto lädt. Aber realistisch sind die meisten Haushalte ans Netz angeschlossen. Diese Systemrealität wird oft ausgeblendet. Besonders deutlich wird der Vorteil bei Hybriden: Sie profitieren von beiden Seiten – elektrischer Effizienz im Kurzstreckenbetrieb und erneuerbaren Kraftstoffen auf langen Strecken. Damit schneiden sie in realistischen Ökobilanzen oft besser ab als gedacht.

Braucht es eine Überarbeitung der EU-Flottenverordnungen?

Unbedingt. Wenn wir die realen Emissionen senken wollen, müssen wir die Vorketten einbeziehen. Dann können wir alle Technologien dort einsetzen, wo sie am meisten bewirken – batterieelektrisch in der Stadt, flüssige Kraftstoffe auf langen Strecken. Fahrzeuge, die mit CO₂-neutralen Kraftstoffen betrieben werden, sollten genauso anerkannt werden wie Elektrofahrzeuge.

Droht durch die nächste Stufe der Verschärfung der CO₂-Flottenziele in 2030 ein de-facto-Verbrennerverbot schon vor dem Jahr 2035?

Ja, faktisch läuft es darauf hinaus. Hersteller können physisch nicht erreichbare Werte nur dadurch erfüllen, dass sie viele batterieelektrische Fahrzeuge zulassen, die mit null Gramm zählen, oder durch Pooling mit anderen Herstellern. Das führt zu einer Quersubventionierung: Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren finanzieren indirekt die E-Fahrzeuge.

Wie wirken sich diese Vorgaben auf die langen Entwicklungszyklen der Automobilindustrie aus?

Das ist ein entscheidender Punkt. Die Automobilindustrie plant in langen Zyklen: von der Flottenplanung über Modellreihen bis hin zu konkreten Fahrzeugen. Jede Neuentwicklung muss erprobt und freigegeben werden – Kunden erwarten absolute Verlässlichkeit. Wenn klar ist, dass der Verbrennungsmotor in Europa keine Zukunft hat, wird nicht mehr investiert. Schon heute sehen wir: In Europa wird kaum noch vorentwickelt, während in Asien und den USA Hybrid- und Verbrennertechnologien weiter beschleunigt werden. Die Physik lässt sich dabei nicht ändern: Egal mit welchem Antrieb, es gibt Anwendungsfälle, die Kraftstoffe brauchen – und wenn Europa diese Entwicklung stoppt, wird sie anderswo vorangetrieben.

Warum fordern inzwischen auch OEM mehr Technologieoffenheit?

Weil es nicht um den Motor an sich geht, sondern um die Regulierung. Entscheidend ist, dass derzeit nur der CO₂-Wert am Auspuff zählt. OEM und Verbände kritisieren, dass klimaneutrale Kraftstoffe dadurch nicht anerkannt werden. Würden Fahrzeuge, die ausschließlich mit erneuerbaren Kraftstoffen betrieben werden, als eigene Klasse bilanzierbar, ließe sich das 0-Gramm-Ziel auch ohne reinen Elektrozwang erreichen. Wenn Fahrzeuge mit erneuerbaren Kraftstoffen anerkannt würden, hätten wir realen Klimaschutz. Genau deshalb fordern mittlerweile auch die Hersteller Technologieoffenheit.

Schadet der „all electric“-Kurs der EU der deutschen Automobilwirtschaft?

Ja. Unsere Ingenieurkompetenzen werden nicht berücksichtigt. Und es ist auch nicht der Kurs, der zur maximalen Treibhausgasreduktion führt. Wir brauchen Wettbewerb der Technologien unter vergleichbaren Rahmenbedingungen.

Andere Weltregionen setzen nicht auf ein Verbrennerverbot. Wie gehen sie vor?

Japan, China oder die USA betrachten die gesamte Kette, nicht nur den Auspuff. China setzt auf unterschiedliche Fahrzeugklassen, Japan auf parallele Technologien. Europa hat sich sehr speziell aufgestellt – und nicht unbedingt auf dem effizientesten Weg. Die EU-Regulierung folgt den IPCC-Vorgaben, die länderspezifisch bilanzieren. Die EU-Regulierung folgt den Vorgaben des Pariser Abkommens und den Bilanzierungsrichtlinien des IPCC. Diese Logik ist länderspezifisch und führt bei global gehandelten Energieträgern zu erheblichen Verschiebungen. Hier gibt es Handlungsbedarf. Am Ende setzen sich weltweit die technisch besten Systeme durch.

