

Motoren: Politische Diskussion über die »richtige« Antriebsart ist verfehlt

TUD-Experten befragt: Prof. Günther Prokop, TUD-Institut für Automobiltechnik, plädiert dafür, Betrügerien beim Hersteller nicht einer Motortechnologie anzulasten

Wie sieht die Zukunft der Verbrennungsmotoren und alternativer Antriebstechnologien aus? Für das UJ befragte Gertraud Schäfer den Motorfachmann und geschäftsführenden Direktor des Instituts für Automobiltechnik Dresden, Prof. Günther Prokop.

UJ: Prof. Prokop, am Institut für Automobiltechnik Dresden wird sehr intensiv zu unterschiedlichsten Aspekten der Kraftfahrzeugtechnik geforscht, unter anderem auch zur Thematik der Verbrennungsmotoren und alternativer Antriebstechnologien wie zum Beispiel zu Batterien für Elektromobilität. Wie sehen Sie aus Ihrer wissenschaftlich-technischen Sicht die derzeitige gesellschaftliche und politische Diskussion zum Dieselmotor?

Prof. Günther Prokop: In der Diskussion zum Themenkomplex um automobilen Antriebstechnik werden nach meinem Empfinden mehrere nicht zusammengehörige Aspekte unzulässig miteinander vermischt. Offenbar geschieht dies auch von durchaus sachkundigen politischen Meinungsträgern. In den Motiven muss vermutet werden, dass mit gezielt unscharfen Aussagen oder gar unrichtigen Argumenten die öffentliche Meinung manipulativ beeinflusst werden soll. In der politischen Diskussion geht dabei vor allem um die drei Themenbereiche Stickoxid-Ausstoß, Feinstaubbelastung und Ausstoß von Kohlendioxid. Um sachlich richtige politische Entscheidungen zu ermöglichen, dürfen diese jedoch in ihren Wirkweisen und Auswirkungen nicht miteinander vermischt werden.



Prof. Günther Prokop. Foto: privat

Widmen wir uns als erstes dem Stickoxid-Ausstoß. Durch den sogenannten Dieselskandal mussten wir als Bürger erfahren, dass Dieselfahrzeuge zum Teil die gültigen Stickoxid-Grenzwerte in nicht unerheblichem Maße überschreiten.

Aus Sicht des Ingenieurs und Wissenschaftlers muss ich feststellen, dass die Einhaltung der gültigen Stickoxid-Grenzwerte bei modernen Diesel-Motoren mit dem heutigen Stand der Technik problemlos möglich ist. Daraus folgt, dass offenbar bei der Entwicklung und Absicherung durch die Hersteller nicht sauber gearbeitet oder sogar betrogen wurde. Dabei sind diese Versäumnisse kein Mangel der Diesel-Technologie an sich. Es ist heute durchaus möglich, Dieselmotoren so herzustellen, dass sie »sauber« im Sinne der gegenwärtig gültigen Grenzwerte arbeiten. Das muss von den Ingenieuren zuverlässig umgesetzt und von der Gesellschaft mit Konsequenz eingefordert werden. Deswegen die Technologie Diesel- oder Verbrennungsmotor einschränken zu wollen, ist daraus nicht ableitbar.

Ein weiteres Themenfeld sprachen Sie mit der Feinstaubbelastung an.

Bei der aktuellen Diskussion um mögliche Fahrverbote in Städten, zum Beispiel in Stuttgart oder München, geht es vor allem um die Feinstaubbelastung. Etwa 14 Prozent der jährlichen Feinstaubbelastung ist in Deutschland laut Bundesumweltamt an den Straßenverkehr einschließlich Abrieb von Reifen, Bremsen, Straßen, der ja nahezu unabhängig von der Antriebsart entsteht, zurückzuführen. Der weitaus größere Teil, nämlich 86 Prozent, wird demnach durch die Industrie, Elektrizität und Fernheizwerke, Landwirtschaft, die privaten Haushalte und von anderen Verkehrsträgern erzeugt. Dabei gilt zu beachten, dass im Straßenverkehr Feinstaub neben der Verbrennung in Dieselmotoren wesentlich durch Abrieb von Reifen und Bremsen (6 Prozent des Gesamtanstoßes) anfällt. Das heißt, auch wenn der Feinstaub-Ausstoß durch den Einbau geeigneter Filtersysteme in Diesel-Pkw weitgehend eliminiert werden kann, bleibt das Problem des Reifens,

Brems- und Straßenabriebs bestehen. Letzterer betrifft alle Fahrzeuge, auch die mit Benzin- und Elektromotoren. Es ist also nicht abzuleiten, dass Fahrverbote für Diesel-Pkw die Feinstaubbelastung merklich senken würden. Eher müssten industrielle Verarbeitungsprozesse und Holzöfen in Privathaushalten reduziert oder mit entsprechenden Filtertechnologien versehen werden.

Als Drittes sprachen Sie den Ausstoß von Kohlendioxid an, der nach heutiger Auffassung hauptsächlich mit dem Thema Treibhausgas und Klimaschutz verknüpft ist.

Das ist richtig. Die Reduktion der Kohlendioxid-Konzentration in der Luft ist ein vordringliches Thema, da die damit einhergehende Klimaerwärmung ein globales und derzeit nicht beherrschtes Phänomen darstellt. Bezogen auf das Automobil ist das dafür entscheidende Kriterium die Bilanz über den kompletten Lebenszyklus. Es gilt also nicht nur den momentanen Ausstoß von Kohlendioxid beim Fahren zu berücksichtigen, sondern den gesamten Prozess von der Herstellung eines Fahrzeuges mit allen Komponenten über die Nutzung bis hin zur Entsorgung. Damit ist ein Zusammenhang auf Fahrzeugtriebtriebe die Frage nach der Energiebilanz bei der Herstellung und Entsorgung von Batterien im Raum. Ebenso muss der zugrunde gelegte Energiemix bei der Stromerzeugung in die Berechnung einfließen. Derzeit wird davon ausgegangen, dass unter Berücksichtigung dieser Faktoren Elektrofahrzeuge leicht bessere Kohlendioxid-Bilanzen aufweisen als Fahrzeuge mit Diesel- bzw. Benzinmotor. Das Niveau von mit Methan (CNG) betriebenen Fahrzeugen wird jedoch nicht erreicht. Wir können davon ausgehen, dass die Weiterentwicklungen der regenerativen Energieerzeugung diese Bilanz zugunsten des Elektroantriebs verschieben werden. Gleichmaßen werden sich allerdings auch alternative Kraftstoffe in hoher Geschwindigkeit weiter entwickeln. Es ist zu erwarten, dass anwendbare Technologien, die im industriellen Maßstab einsetzbar sind, in nicht allzu ferner Zukunft zur Verfügung stehen werden. Damit könnten auch Verbrennungsmotoren eine geschlossene Kohlendioxid-Bilanz aufweisen.

Nach Aussagen des Bundesumweltministeriums gehen seit 1985 die Konzentrationen von Stickoxid und Feinstaub, ebenso wie die von Ozon in der Luft kontinuierlich zurück. Ist demnach die Luftqualität in deutschen Städten besser als ihr Ruf?

Sieht man sich diese Entwicklung an, dann kann diese Aussage durchaus bestätigt werden. Schauen wir uns jedoch die von der Europäischen Union festgelegten Grenzwerte an, dann ist die Luftqualität noch nicht gut genug. Diese Grenzwerte werden regelmäßig überschritten. Die Anstrengungen zur Luftreinhaltung müssen also weitergehen. Zu drastischen, die Lebensumstände weiter Bevölkerungsteile einschränken Maßnahmen besteht jedoch derzeit kein Anlass, vor allem wenn nicht alle Auswirkungen in ihrer Gesamtheit wie zum Beispiel Produktions- und Entsorgungsprozesse durchdacht und betrachtet werden.

Kommen wir noch einmal zurück zu Kraftfahrzeugen und den damit verbundenen Antriebstechnologien. In der gegenwärtigen Diskussion geht es vorrangig um die Gegenüberstellung der Fahrzeuge mit Diesel-, Benzin- oder Elektromotor. Welche Vor- und welche Nachteile im gesamtwirtschaftlichen und -gesellschaftlichen Kontext sehen Sie bei den verschiedenen Antriebstechnologien aus Ihrer ingenieurwissenschaftlichen Perspektive?

Beginnen wir beim Elektromotor. Elektrisch betriebene Fahrzeuge besitzen in der Regel leise Antriebsmotoren und sind lokal emissionsfrei, sowohl im Hinblick auf Abgase als auch Lärm. Geringe Reichweiten, lange Ladezeiten, hohe Kosten, hoher Gewichts- und Volumenbedarf der Batterie schränken jedoch die praktische Nutzbarkeit ein. Batterien als Speicherstechnologie sind zum derzeitigen Stand der Technik bei der Lagerung und im Überbrücken von Crashfall ein größeres Sicherheitsrisiko als Tankanlagen in Pkw. Zur Herstellung heutiger Batteriesysteme sind seltene Rohstoffe



Luftgütemessstation auf der Bergstraße. Foto: UJ/Geise

erforderlich, deren Vorkommen begrenzt ist. Darüber hinaus ist die Entsorgung der Batterien im industriellen Maßstab nicht gelöst.

Wenn wir uns als zweites dem Benzinmotor oder -antrieb anschauen, müssen wir feststellen, dass Benzin der fossile Kraftstoff mit dem höchsten Kohlendioxid-Ausstoß pro Energieeinheit ist. Heutige Benzinmotoren weisen im Vergleich zu Dieselmotoren schlechterer Wirkungsgrade auf. Bei vergleichbarer Abgasqualität ist der zur Abgasreinigung nötige technische Aufwand verglichen mit dem Dieselmotor jedoch geringer. Die Reichweite eines Fahrzeuges mit Benzinmotor kann wegen der hohen Energiedichte des Kraftstoffs und der kurzen Betankungsdauer als praktisch unendlich angesehen werden. Mit der zunehmenden Verbreitung synthetischer Kraftstoffe nimmt der Kohlendioxid-Ausstoß in der Gesamtbilanz ab. Werden im Grenzfalle ausschließlich regenerativ hergestellte synthetische Kraftstoffe verwendet, kann der bilanzierte Kohlendioxid-Ausstoß nahezu vollständig eliminiert werden.

Betrachten wir als drittes den Dieselmotor, so können diese feststellen, dass vieles, zum Beispiel zur Reichweite und zur Gesamtbilanz des Kohlendioxids, ähnlich wie beim Benzinmotor zu bewerten ist. Der Wirkungsgrad von Energieumwandlung und Kohlendioxid-Ausstoß pro Energieeinheit sind jedoch gegenüber dem Benzinmotor deutlich verbessert. Demgegenüber steht, dass aufgrund des höheren technischen Aufwands zur Abgasreinigung höhere Kosten entstehen.

Bei der Diskussion um Elektromobilität und insbesondere im Hinblick auf die durch die Bundesregierung und die Automobilindustrie eingeführten Kaufprämien werden auch Fahrzeuge mit Plug-in Hybridantrieb berücksichtigt. Wie ist diese Antriebstechnologie zu beurteilen?

Plug-in Hybridantriebe im Zusammenhang mit Benzin- und Dieselmotoren sind technisch sehr aufwändig und mit hohen Kosten verbunden. Diese Antriebstechnologie erlaubt einen kurzzeitigen lokal emissionsfreien Betrieb des Fahrzeuges, verbunden mit den hohen Reichweiten des Verbrennungsmotors. Großer Bauraumbedarf und hohes Gewicht schränken jedoch die Nutzbarkeit ein. Es sind kleinere Energieersparungen möglich, da beim Plug-in Hybrid Elektro- und Verbrennungsmotoren zu meist im jeweils günstigsten Betriebsbereich gefahren werden können.

Auf unseren Straßen fahren auch einige mit Erd- oder Autogas betriebene Fahrzeuge. Deren Vor- und Nachteile werden aber weniger öffentlich diskutiert und bestimmen nicht vordergründig das Kauf- und Nutzungsverhalten. Wie sind diese Kraftstoffe in Bezug auf ihren

Wirkungsgrad und ihre Schadstoffemission zu beurteilen?

Erdgas (CNG; Methan) und Autogas (LPG; Butan, Propan) können in herkömmlichen Verbrennungsmotoren verwendet werden. Mit Autogas betriebene Fahrzeuge emittieren in etwa so viel Kohlendioxid wie mit Diesel betriebene Motoren. Erdgas kann auch biologisch hergestellt werden, dann sprechen wir von Bio-Erdgas, das einen geschlossenen Kohlendioxid-Kreislauf bildet und deshalb nahezu klimaneutral ist. Heute angebotenes Erdgas enthält etwa 20 Prozent Bio-Erdgas. Gegenüber Benzin als Brennstoff ergibt sich daraus ein Kohlendioxid-Vorteil von etwa 35 Prozent. Feinstaub wird bei Verwendung beider Kraftstoffarten nahezu gar nicht emittiert. Die Stickoxid-Emissionen sind gegenüber Benzin- und Dieselantrieben deutlich reduziert.

Bei der Diskussion um die Frage, welche Antriebsart in 10 bis 20 Jahren führend sein wird, steht auch die Brennstoffzellentechnologie im Raum. Wie sehen Sie deren Perspektiven?

Brennstoffzellenantriebe verbinden die Vorteile der beiden oben beschriebenen Antriebsarten mit der faktisch unendlichen Reichweite der Verbrennungsmotoren, indem die Energiezufuhr ins Fahrzeug nicht durch die Ladung einer Batterie, sondern durch Betankung mit Wasserstoff oder Methan erfolgt. Der zuverlässige Betrieb der Brennstoffzellen im erforderlichen engen Temperaturfenster ist derzeit jedoch unter den Restriktionen der Großserie nicht zu akzeptablen Kosten beherrschbar. Kostentreiber sind darüber hinaus seltene Metalle als Werkstoffe für die erforderliche Membrane. Zu beachten ist außerdem, dass der für die Brennstoffzelle verwendete Wasserstoff (oder das Methan) regenerativ erzeugt werden müssen, um eine entsprechend positive Bilanz im Hinblick auf den Kohlendioxid-Ausstoß zu erreichen. Kann dies nicht gewährleistet werden, ist wegen der ungünstigen Wirkungsgrade der Vorverarbeitungsprozesse die Kohlendioxidbilanz – auch verglichen mit Benzin – sehr ungünstig.

Sie sind Inhaber der Professur für Kraftfahrzeugtechnik und erforschen insbesondere Gebrauchseigenschaften von Fahrzeugen und betrachten damit das Gesamtfahrzeug. Welche Gesichtspunkte müssen bei der Entwicklung von zukunftsfähigen Antriebskonzepten und -technologien berücksichtigt werden?

Da die Entwicklung von Fahrzeugen keinem Selbstzweck dient, sondern deren Gebrauchseigenschaften im Vordergrund durch die Nachfrage am Markt bestimmt werden, sollten folgende Punkte unbedingt berücksichtigt werden. Ein erster Stelle stehen die Funktions- und Gebrauchssicherheit und damit

die Unfallsicherheit. Aus Sicht der Herstellungskosten und damit verbunden der durch den Nachfrager akzeptierten Preise müssen moderne Antriebstechnologien in Massenproduktion mit vertretbarem Ressourcenverbrauch und entsprechend vertretbaren Kosten realisierbar sein. Hinzu kommt die Berücksichtigung der Anforderungen, die die jeweiligen Komponenten einer Antriebstechnologie an den Bauraum stellen und inwieweit das Gesamtgewicht des Fahrzeuges seine Fahreigenschaften beeinflusst. Zu beachten ist darüber hinaus, dass auch unter extremen Umwelt- und Nutzungsbedingungen (Kälte, Hitze, Vibration) alle Fahrzeugfunktionen zuverlässig arbeiten.

Aus Sicht der Fahrzeughalter können natürlich Lebensdauer und Alterung des Fahrzeuges beziehungsweise seiner Komponenten nicht unberücksichtigt bleiben. Die Nutzer erwarten, dass unabhängig von der Antriebstechnologie der Komfort und die gewohnte Nutzbarkeit erhalten bzw. im Sinne der technologischen Weiterentwicklung verbessert werden. Es ist nicht davon auszugehen, dass hier Einschränkungen akzeptiert werden.

Was könnte also die Lösung sein?

Die erforderliche differenzierte Betrachtung der Sachlage legt nahe, dass es keine Antriebsart gibt, die für alle denkbaren Einsatzbereiche eine optimale Lösung darstellt. Offenbar hängt die optimale Antriebsart von den Spezifika der Anwendung ab. Eine Diskussion, in der versucht wird, eine Antriebstechnologie zu Lasten anderer zu fördern, erscheint demnach nicht zielführend. Vielmehr müssen unterschiedliche Einsatzfelder für Fahrzeuge definiert und in ihren Spezifika beschrieben werden, die jeweils optimale Antriebsart ist durch sachkundige Ingenieure anwendungsspezifisch festzulegen. Eine politische Diskussion über die »richtige« Antriebsart ist verfehlt. Technisch konkrete Lösungsbestandteile könnten beispielsweise sein:

- Kurzfristige regulatorische Maßnahmen zur Sicherstellung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten. Dort, wo gegen gültige Gesetze verstoßen wird, haben die Fahrzeughersteller eine Nachrüst- und Nachweispflicht zur bedingungslosen Einhaltung der Grenzwerte.
- Möglichst hoher Anteil batterieelektrischer Fahrzeuge dort, wo feste Fahrpläne mit relativ kurzen Fahrstrecken auf begrenztem Gebiet einhergehen. Meist ist hier eine große Anzahl an Beschleunigungs-/Brems- sowie Start-/Stopp-Vorgängen enthalten. Die Anforderungen an lokale Emissionsfreiheit (Schadstoff, Lärm) sind zum Beispiel im Liefer- und Zustelldienst, städtischen öffentlichen Nahverkehr oder in der städtischen Versorgung hoch.
- Bis auf Weiteres ein weiterhin hoher Anteil an Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor im Überlandverkehr (Personen und Güter). Eine möglichst kurzfristige und weitgehende Umrüstung auf Erdgasantrieb (CNG) und alternativ – jedoch mit geringeren Effekten – auf Kohlendioxid-Bilanz – auch auf Autogas ist erstrebenswert. Gleichzeitig ist die Entwicklung synthetischer Kraftstoffe (E-Methan) voranzutreiben.
- Die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf die Schiene als Mittelfristprojekt.
- Eine Aufzählung möchte ich als erste Sammlung von Vorschlägen verstanden wissen, die ausschließlich aus inhaltlichen Erwägungen abgeleitet wurden. Sicher sind andere oder weitere vertretbare Schlüsse möglich, die ebenso zu diskutieren wären.
- Auf Basis einer solchen themenbasierten Diskussion sind viele Lösungsvorschläge möglich und auch nötig, um die Diskussion um unsere Mobilität wieder sachlich und zielorientiert zu gestalten und letztlich die anstehenden Herausforderungen zu lösen.
- Die sich ergebenden Optimierungsszenarien werden weitgehend nicht spektakulär oder visionär sein, aber eine deutliche Verbesserung der städtischen Lebensqualität zur Folge haben.

Die Fragen stellte Gertraud Schäfer.