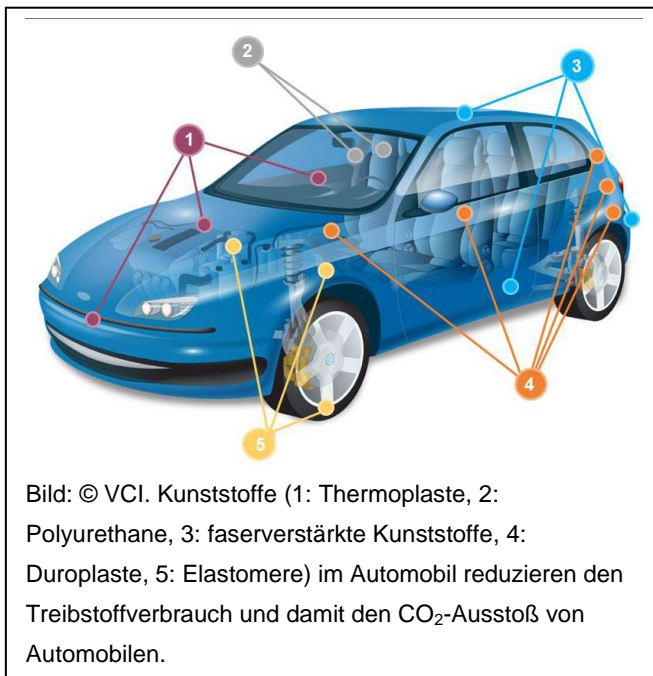


3.3. Nachhaltige Mobilität mit Chemie

Der Autoverkehr hat aufgrund des individuellen Mobilitätsbedürfnisses einen weltweit immer stärker steigenden Anteil an den Treibhausgasemissionen: Rund 18 Prozent der globalen CO₂-Emissionen werden derzeit durch den Straßenverkehr verursacht. Es ist deshalb von entscheidender Bedeutung für den Klimaschutz, Mobilität so effizient wie möglich zu machen. Dafür gibt es zwei Lösungsansätze: Automobile mit Verbrennungsmotor so weiterzuentwickeln, dass sie möglichst wenig Treibstoff verbrauchen, oder die Elektromobilität voranzutreiben. Zu beiden Ansätzen liefert die Chemie wichtige Beiträge.



LEICHTBAUMATERIALIEN FÜR SPARSAME AUTOMOBILE

Rund 90 Prozent des Primärenergieverbrauchs eines Fahrzeuges entfällt im Wesentlichen auf den Treibstoffbedarf. Deshalb gilt es, den Treibstoffverbrauch zu reduzieren. Je leichter ein Fahrzeug ist, umso weniger Energie braucht es zur Fortbewegung, gleichgültig ob es einen Verbrennungs- oder einen Elektromotor hat.

Deshalb haben Leichtbauteile das größte Potenzial, den Spritverbrauch zu senken. Die Chemie spielt hier eine wichtige Rolle. Aus der Chemie kommen die Kunststoffe bzw. faserverstärkten Kunststoffe, mit denen sich die deutlich schwereren

Werkstoffe Metall und Glas ersetzen lassen. Zudem erhöhen Kunststoffe die Designfreiheit. Sie ermöglichen Fahrzeuggestaltungen, die sich mit Metall nicht erreichen lassen. Kunststoffe kommen in der Karosserie, im Fahrzeuginneren und im Motorraum zum Einsatz. Ihr Anteil am Gesamtgewicht der Fahrzeuge beträgt heute bis zu 15 Prozent.

Kunststoffe verringern das Gewicht einzelner Bauteile um bis 30 zu 50 Prozent. 100 Kilogramm weniger Gewicht sparen im Durchschnitt bis zu 0,2 Liter Sprit auf 100 Kilometer. Gemessen an den rund 41 Millionen Pkws in Deutschland sind das pro gefahrene 100 Kilometer rund 8,2 Millionen Liter. Das entspricht einer Vermeidung von rund 19.000 Tonnen CO₂. Wie sich der verstärkte Einsatz von Kunststoffen auswirken kann, zeigte auch ein großes Chemieunternehmen anlässlich der Hannover Messe 2008 am Beispiel eines Mittelklassewagens. Das ursprünglich 1.360 Kilogramm schwere Auto wurde um 371 Kilogramm leichter. Der CO₂-Ausstoß verminderte sich um 32 Prozent auf 103 g/km, der Spritverbrauch sank durch den Gewichtsverlust um rund ein Drittel von 5,7 Litern auf magere 3,9 Liter auf 100 Kilometer.

KLEBSTOFFE REDUZIEREN DAS FAHRZEUGGEWICHT

Schon lange tragen Hochleistungsklebstoffe im Automobilbau dazu bei, das Gewicht zu reduzieren und damit den Kraftstoffverbrauch zu verringern und CO₂-Emissionen zu vermeiden. Sogenannte Versteifungsklebstoffe werden an Schweißnähten eingesetzt. Sie versteifen die Karosserie erheblich und ermöglichen den Einsatz dünnerer Bleche. Strukturklebstoffe ermöglichen auch den Einsatz von Kunststoffen im Verbund mit Metall. Dadurch kann sich das Gewicht gegenüber dem Stahlteil um 20 bis 25 Prozent verringern – bei höherer Steifigkeit und besserem Crash-Verhalten.

TREIBSTOFFZUSÄTZE VERRINGERN DEN VERBRAUCH

Zusätze im Kraftstoff, sogenannte Additive, sind ein anderes Beispiel, wie Chemieprodukte den Treibstoffverbrauch verringern: Die Additive sorgen in Benzinmotoren für eine bessere Verbrennung und helfen, Ablagerungen im Einlasssystem zu verhindern. Dadurch sinkt der Treibstoffverbrauch um bis zu 2 Prozent. Damit verbunden ist wiederum eine Minderung von Kohlendioxidemissionen. Durch den Zusatz von solchen Additiven zum Kraftstoff konnten alleine in Deutschland in 2004 mehr als 1,4 Millionen Tonnen CO₂ eingespart werden. Außerdem verbessern Additive die Fließfähigkeit von Motor- und Getriebeölen bei niedriger Temperatur, wodurch ebenfalls der Kraftstoffverbrauch sinkt.



© frogfisch / Fotolia. Zusätze in Treibstoffen sorgen für eine bessere Verbrennung und senken den Verbrauch.

REIFEN SIND SPRITSPARER

Zwischen 20 und 30 Prozent des Treibstoffverbrauchs sind auf die Reifen zurückzuführen, und 24 Prozent der CO₂-Emissionen eines PKW gehen auf das Konto der Reifen. Eine große Rolle spielen dabei der Rollwiderstand und die Luftdichtigkeit eines Reifens. Mithilfe moderner Synthekautschuke, Additive und Füllstoffe konnte der Rollwiderstand in den letzten Jahren immer weiter reduziert werden. Ein um 30 Prozent reduzierter Rollwiderstand kann den Spritverbrauch auf 100 Kilometer um einen halben Liter reduzieren. Damit verringert sich auch der CO₂-Ausstoß auf 100 Kilometer um 1,2 Kilogramm. Studien zufolge ließen sich weltweit bis zu 20 Milliarden Liter Kraftstoff einsparen und damit bis zu 50 Millionen Tonnen CO₂ vermeiden, wenn alle Autos mit diesen „grünen Reifen“ fahren würden. Haben Reifen zu wenig Luftdruck, führt das zu erhöhtem Spritverbrauch. Von der Chemie speziell entwickelte Industrieruße, die zu den Grundbausteinen moderner Reifen gehören,



© fotomek / Fotolia. Moderne Synthekautschuke und Industrieruße in Reifen mindern den Spritverbrauch.

machen ihn besonders luftdicht. Die Ruße halten den Luftdruck um bis zu 50 Prozent länger auf dem optimalen Level.

ELEKTROMOBILITÄT

Einen weiteren Schub erhält der ohnehin bestehende Trend zum Leichtbau durch Fahrzeuge mit Elektroantrieb. Diese erzeugen beim Fahren selbst keine Emissionen. Stammt der Strom aus erneuerbaren Energien, sind mit Elektroautos überhaupt keine CO₂-Emissionen verbunden. Die Elektromobilität ist deshalb ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Mobilität der Zukunft. Die Beiträge der Chemie sind hier vielfältig: Sie liefert nicht nur Leichtbaumaterialien, sondern auch die wesentlichen Bestandteile für Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen sowie Wärmemanagementsysteme.

ELEKTROCHEMIE PUR: BATTERIEN UND BRENNSTOFFZELLEN

Herzstück des Elektromotors in Vollelektro- oder Hybridfahrzeugen ist die Lithium-Ionen-Batterie. Sie muss langlebig, sicher und zuverlässig sein, eine hohe Energie- und Leistungsdichte aufweisen sowie viele Lade- und Entladezyklen für hohe Reichweiten durchhalten. Bis vor wenigen Jahren war die Schwachstelle des Lithium-Ionen-Akkus der Batterieseparator, der nicht ausreichend hitzebeständig war und im Extremfall explodieren konnte. Ein keramischer Separator aus der Chemie hält Temperaturen von rund 700 Grad Celsius aus und sorgt so für die nötige Sicherheit. Auch das Material für die Anode und Kathode (Plus- und Minuspol) sowie die Elektrolytflüssigkeit in den Batterien stammen aus der Chemie. Bei der Elektrolytflüssigkeit handelt es sich um eine stromleitende Flüssigkeit in den Batterien, die in der Regel aus Wasser besteht, das gezielt mit Salzen, Säuren und Laugen versetzt ist. Die chemische Industrie arbeitet daran, die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Batterien mithilfe von Kohlenstoffröhrchen (Carbon Nanotubes, CNT) zu erhöhen. Außerdem forscht sie an neuen Batteriegenerationen wie die Lithium-Schwefel- oder die Lithium-Luft-Batterie. Auch Brennstoffzellen, die Energie für den Antrieb des Fahrzeugs elektrochemisch aus Wasserstoff gewinnen, funktionieren nicht ohne wesentliche Beiträge aus der Chemie. Sie stellt Katalysatoren und Elektrolytflüssigkeiten bereit. Auch das Herzstück der Brennstoffzelle, die sogenannte Membran-Elektroden-Einheit (MEA) stammt aus der Chemie. Sie besteht aus Anoden, Kathode und einer beschichteten Polymer-Membran.



Bild: © Tom-Hanisch.de / Fotolia. Nicht nur die Batterie für Elektroautos stammt aus der Chemie, ebenso die Leichtbaumaterialien sowie die Technologien für das Energiemanagement im Fahrzeug.

ELEKTROAUTOS LEICHTER MACHEN

Eine der Voraussetzungen dafür, dass man möglichst weit mit einer Batterieladung fahren kann, ist das Gewicht. Auch hier gilt: je leichter das Fahrzeug, desto geringer

der Energieverbrauch. Als weitere Herausforderung kommt hinzu, dass das gegenwärtig noch hohe Gewicht der Batterie von mehreren hundert Kilogramm ausgeglichen werden muss. Deshalb arbeiten Automobil- und Chemieindustrie intensiv zusammen, um das Gewicht der Fahrzeuge zu reduzieren und so die Reichweite der Batterien zu erhöhen. Leichtbaumaterialien aus Kunststoff bzw. faserverstärkten Kunststoffen (Harze) aus der Chemie spielen auch hier eine ganz wesentliche Rolle. Insbesondere durch den verstärkten Einsatz von Carbonfasern, ebenfalls aus der Chemie, lässt sich das Fahrzeuggewicht beträchtlich reduzieren. Das Augenmerk liegt dabei darauf, aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen vor allem große und schwere Bauteile wie Türen, die Fahrgastzelle und das Chassis fertigen zu können. Je nach Automobil ergibt das eine Gewichtseinsparung von etwa 100 bis 150 kg pro Chassis.

ENERGIEMANAGEMENT IM ELEKTROAUTO

In Elektroautos soll die Energie der Batterie vor allem zum Fahren zur Verfügung stehen. Deshalb ist es wichtig, dass möglichst wenig Energie für andere Anwendungen wie Heizung und Klimatisierung oder Beleuchtung benötigt wird.

Anders als beim Verbrennungsmotor entsteht im Elektroauto keine Abwärme, die zum Heizen des Fahrzeuginnenraums im Winter genutzt werden kann. Stattdessen muss die Batterie die Energie für die Heizung bereitstellen, was zu Lasten der Reichweite geht. Außerdem verliert das Fahrzeug über die Oberfläche und Fenster im Winter Wärme. Im Sommer hingegen heizt es sich über dieselben Flächen auf.

Damit im Winter die Wärme nicht so schnell über die Oberfläche aus dem Auto entweicht und sich das Fahrzeug im Sommer nicht so schnell aufheizt, arbeitet die Chemie an Wegen, das Fahrzeug zu dämmen, ähnlich wie Häuser und Kühlschränke. Neuartige Hochleistungsschäume sorgen dafür, dass beispielsweise ein zwei bis drei Zentimeter dicker Schaum die gleiche Dämmwirkung hat wie ein 10 Zentimeter starker, konventioneller Hartschaum. Aufgrund dieser geringen Stärke lassen sich die Dämmstoffe fast überall im Fahrzeug einsetzen.

Ein neuartiger Polymerfilm, der wie eine Folie auf eine Glas- oder Kunststoffscheibe aufgetragen wird, reflektiert mehr als 40 Prozent der Infrarotstrahlen des Sonnenlichts. Der Innenraum bleibt kühler, so dass die Klimaanlage weniger beansprucht werden muss. Ein anderer Ansatz sind Scheiben aus Polycarbonat (PC), die mit speziell für diesen Kunststoff entwickelte Farben eingefärbt sind, die einen großen Teil der Infrarotstrahlung des Sonnenlichts herausfiltern, so dass sich der Innenraum des Fahrzeugs bei Sonnenschein nicht so stark aufheizt. Zwar können Glasscheiben auch eingefärbt werden, allerdings nur in begrenzten Standardtönen, während bei der Kunststoffvariante die Farbpalette breit gestreut ist. Hinzukommt, dass Scheiben aus dem Kunststoff eine ungefähr fünffach niedrigere Wärmeleitfähigkeit haben als Glas und deshalb bessere Wärmedämmeigenschaften haben.

Ein anderer Weg, die Sonnenwärme im Sommer draußen zu lassen, sind Farbpigmente im Lack. Während helle Farben von Natur aus einen Großteil der Infrarotstrahlung des Sonnenlichts reflektieren, absorbieren dunkle Oberflächen das auftreffende Sonnenlicht und wandeln es in Wärme um. Mit speziellen Pigmenten im Lack lässt sich die Wärmeaufnahme von dunklen Farben etwa halbieren. Auf der Lackoberfläche reduziert sich die Temperatur um bis zu 20 Grad Celsius, und um ca. vier Grad im Fahrzeuginnenraum.