

# Klein, aber oho!

Es soll nicht mehr kosten als ein Kleinwagen und mit einer Batterieladung mindestens 100 Kilometer weit fahren können: Forscher an der TUM entwickeln ein preisgünstiges Elektroauto, das so manchen Mitbewerbern überlegen ist. Damit demonstriert die Hochschule ihre theoretische wie praktische Kompetenz in einer der entscheidenden Zukunftsaufgaben, der Elektromobilität



Foto: Lehmann

**Link**

[www.mute-automobile.de](http://www.mute-automobile.de)





**Ergonomie:** Im Gegensatz zu konventionellen Autos, bei denen die Ferse des Fahrers als Fixpunkt festgelegt ist, wurde für MUTE das Auge des Fahrers gewählt. Die Pedale werden verstellbar gestaltet, der Fahrersitz ist variabel in der Höhe

Foto: Lehmann

**Konsequenter Leichtbau:** Für MUTE benutzen die Ingenieure leichte Werkstoffe und sparen Material. Die Karosserie des Prototyps besteht aus einem tragenden Rahmen aus Aluminium, auf den die Außenhaut aus kohlefaserverstärktem Kunststoff montiert wird



Foto: Herdégatt, TUM



Foto: Heddergott, TUM

**Die erste Ausfahrt:** Zunächst testeten die Forscher mit dem Versuchsträger ohne Aussenhaut auf diversen Probefahrten, ob die am Computer errechneten Fahreigenschaften auch in der Realität vorhanden waren – mit großem Erfolg

**Verstärkter Kunststoff:** Auf dieser Strick-Spinnmaschine fertigen Ingenieure Teile aus Kohlefasern, die anschließend mit Kunststoff vergossen werden. Sie vereinigen höchste Festigkeit mit geringem Gewicht und dienen so auch der Sicherheit der Insassen

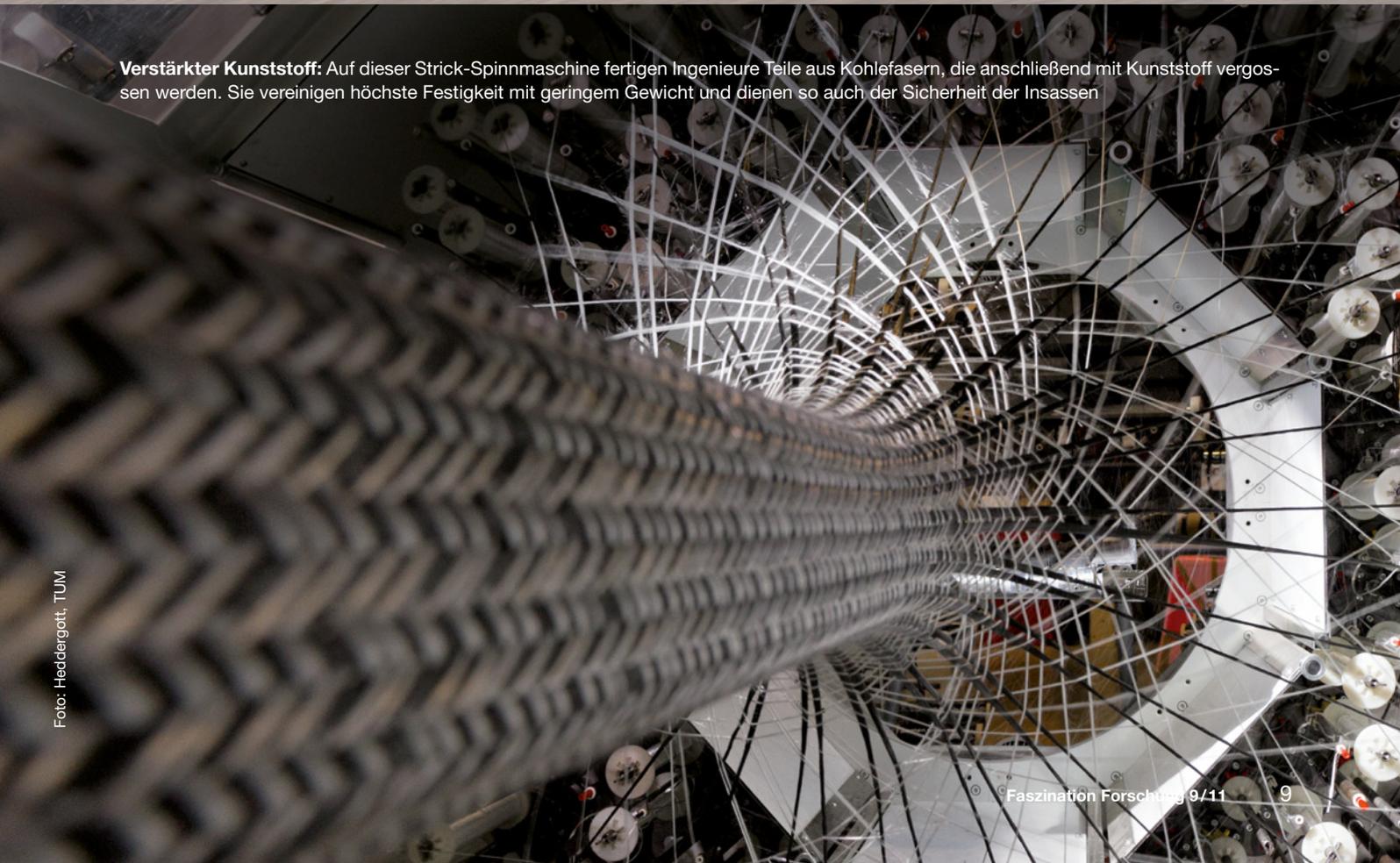
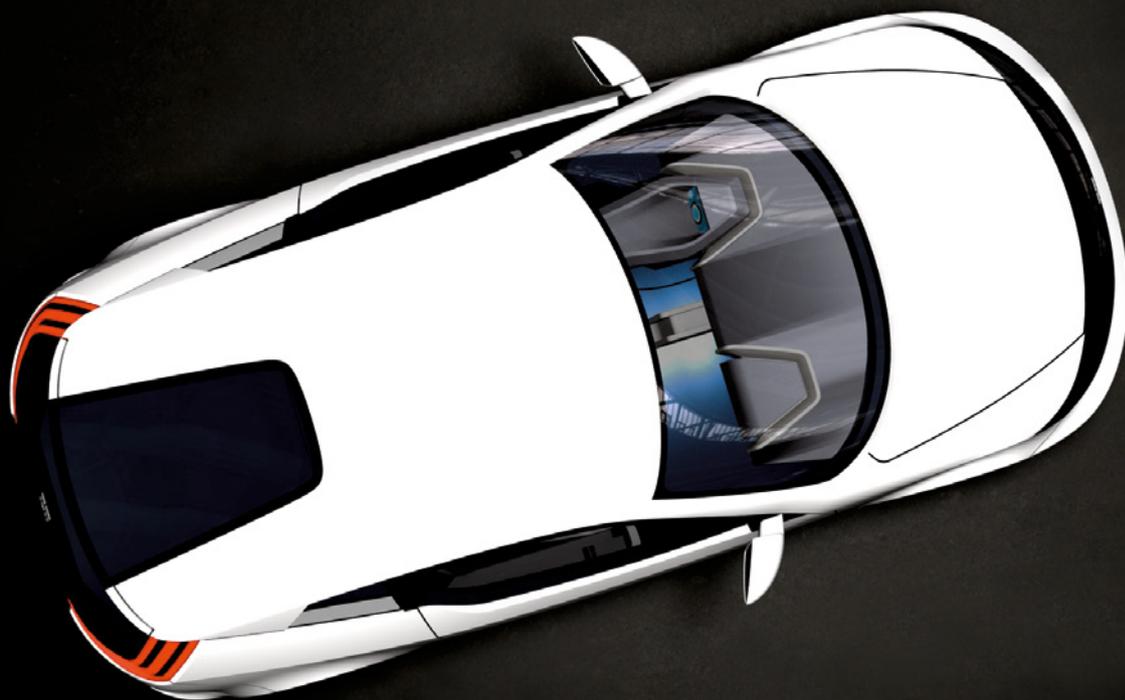


Foto: Heddergott, TUM



Fotos: Lehmann

**MUTE beim „Tanken“:** Er muss maximal 3,5 Stunden an der Steckdose hängen, dann ist seine Lithium-Ionen-Batterie wieder voll, und er kann erneut 100 Kilometer weit fahren. Das Auto hat eine schnittige Form mit kleiner Stirnfläche und erreicht so einen  $c_w$ -Wert von nur 0,27

**D**er erste öffentliche Auftritt von MUTE erinnerte stark an das Märchen vom hässlichen Entlein: Da kurvte im Sommer ein seltsames Gefährt mit grauschwarzer, primitiver Beplankung über eine oberbayerische Teststrecke. Das unscheinbare Äußere war Tarnung: Niemand sollte das damals noch streng geheime Elektroauto der TUM erkennen können. Erst auf der Internationalen Automobil-Ausstellung IAA im September zeigte sich der Prototyp als schöner weißer Schwan in seiner schnittigen Außenhaut.

„Das Interesse der Medien, der Fachleute und auch des Publikums war überwältigend“, berichtet Prof. Markus Lienkamp, Inhaber des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik und Leiter des Projekts. „Ich glaube, wir spielten auf der IAA ein bisschen die Rolle des Robin Hood. Alle suchten auf der Messe nach einem Kleinen, der neben den konventionellen Riesen in der Automobilindustrie etwas Pfiffiges zu bieten hat.“

Und das konnten die TUM Forscher in der Tat. Mit MUTE (engl. für „der Leise“) haben sie einen agilen, sportlichen Zweisitzer für den Regionalverkehr geschaffen. Dabei ging es jedoch nicht einfach darum, ein neues Auto zu bauen, das anstelle eines (lauten) Benzinmotors einen (leisen) Elektroantrieb hat. Die Aufgabe

ist viel weiter gefasst: „Elektromobilität ist eine der großen gesellschaftlichen Zukunftsaufgaben“, sagt TUM Präsident Wolfgang A. Herrmann. „Die TUM stellt sich mit MUTE der Aufgabe, grundsätzlich Neues zu denken und viele verschiedene Disziplinen zu verbinden. Eine Universität, die wie unsere den Anspruch auf Exzellenz erhebt, muss der Gesellschaft und Industrie vorangehen, nur dann wird sie ihrer gesellschaftlichen Verantwortung gerecht.“

### **Nicht teurer als ein Kleinwagen**

Und Markus Lienkamp betont: „Alles an diesem Auto ist neu. Das kann kein einzelner Lehrstuhl leisten, deshalb arbeiten hier 21 Lehrstühle der TUM zusammen.“ Man hat sich darauf geeinigt, ein kleines, leichtes Elektrofahrzeug mit einem Lithium-Ionen-Akku für eine garantierte Reichweite von 100 Kilometern zu entwickeln, das Platz für zwei Personen plus zwei Gepäckstücke bietet. Bei Bedarf dient eine Zink-Luft-Batterie als sogenannter Range-Extender zur Ausdehnung der Reichweite, eine Art „Reserve“-Batterie. Der Wagen soll eine maximale Geschwindigkeit von 120 Kilometern pro Stunde erreichen, 15 Kilowatt – also gut 20 PS – Leistung haben und nicht mehr kosten als ein Kleinwagen. ▷

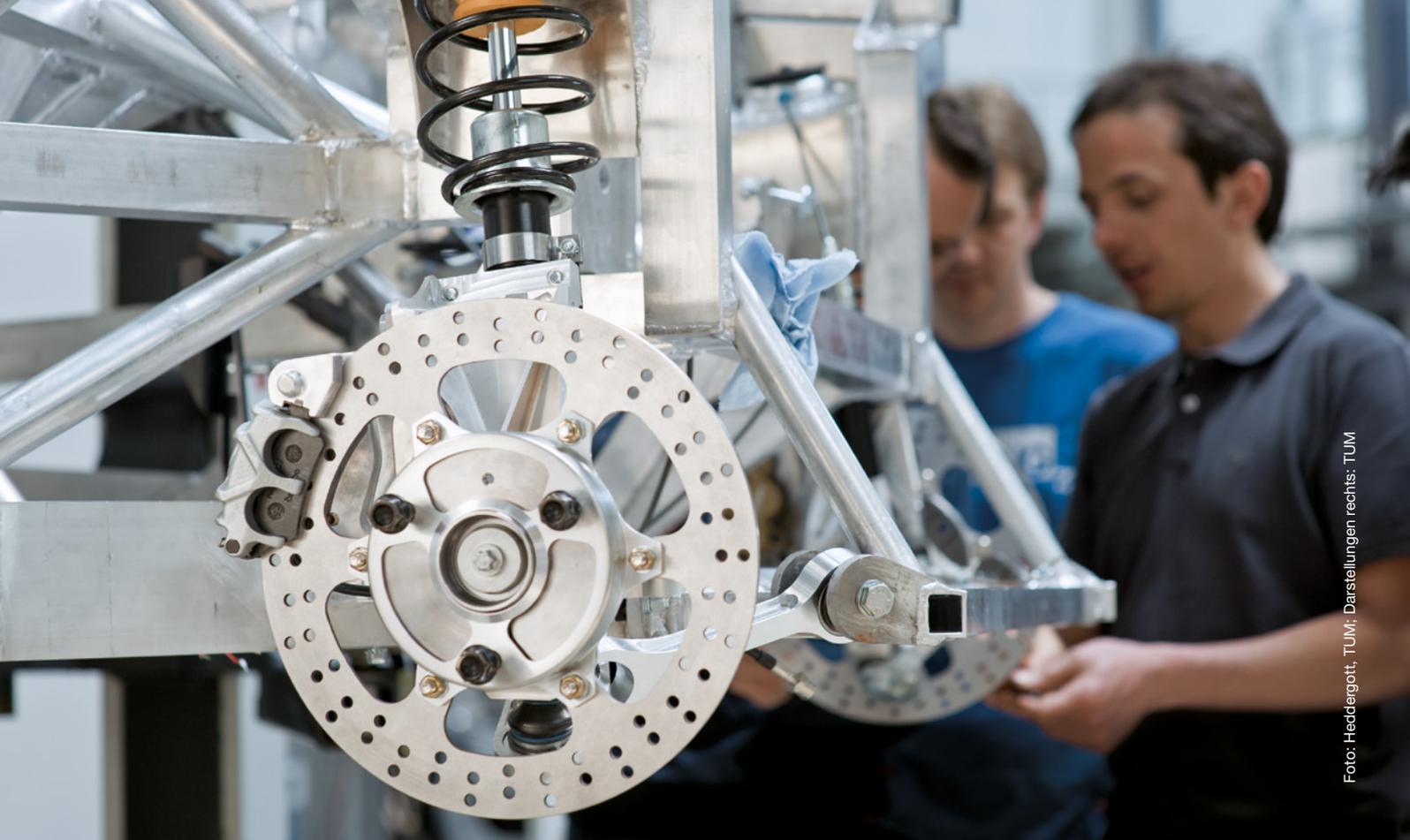


Foto: Heddergott, TUM; Darstellungen rechts: TUM

**Sicheres Bremsen:** Um Energie zurückzugewinnen, wird beim MUTE gebremst, indem der Elektromotor als Generator geschaltet wird. Ist aus Sicherheitsgründen stärkeres Bremsen erforderlich, werden die Scheibenbremsen der Vorderräder mit hinzugenommen

Besonders wichtig war die Vorgabe, dass er für den Regional- und Stadtverkehr in Mitteleuropa alltagsgeeignet sein muss, auch im Winter. Die ersten Fahrttests bestätigten die an unzähligen Computersimulationen ausgetüftelte Auslegung des Autos. Besonders auffällig sind die schmalen Reifen des MUTE. Sie minimieren den Rollwiderstand und sorgen damit für eine größere Reichweite. Um dem Fahrzeug trotzdem ein gutes Kurvenverhalten zu geben, haben die Ingenieure dafür gesorgt, dass das Zusammenspiel von Federung, Dämpfung und Kinematik der Achse so ausgelegt wird, dass für die Querdynamik das Ergebnis optimal ist. So zeigte sich, dass der MUTE-Versuchsträger, eine Eins-zu-eins-Kopie des Autos ohne Karosserie, den Elchtest besser bestand als mancher herkömmliche Mittelklasse-Pkw.

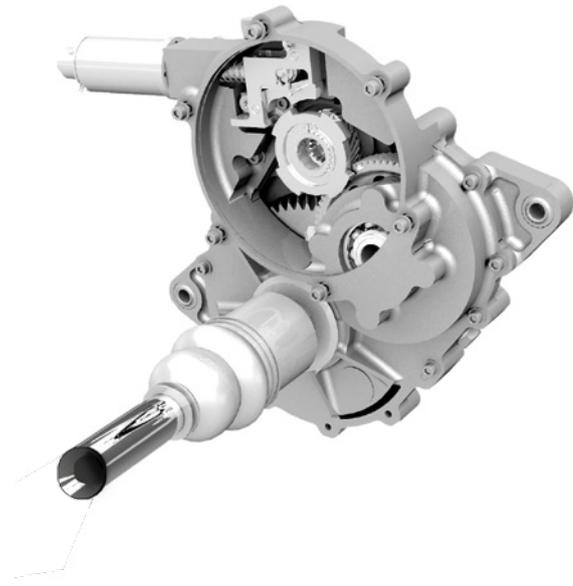
Ein Auto, das elektrisch betrieben wird, muss seine Energie, gespeichert in Akkus, mitführen, und bei den geringen Energiedichten heutiger Speichersysteme geht das schnell ins Gewicht. So entfallen bei einem Gesamtgewicht von 500 Kilogramm rund 100 Kilogramm auf die Batterien. „Für ein Elektrofahrzeug ist ein geringes Gewicht essenziell“, sagt Markus Lienkamp. „Mehr Gewicht erfordert mehr Akkuleistung

für die gleiche Reichweite und verursacht damit höhere Kosten. Mehr Gewicht heißt auch weniger Dynamik bei gleicher Leistung. Wir wollen aber ein Auto, das bezahlbar ist und Spaß macht beim Fahren.“

### **Batterie im Wohlfühlbereich**

Im MUTE-Projekt hat man sich für den Einsatz von Lithium-Ionen-Batterien entschieden, wie sie auch in Laptops zu finden sind. „1200 dieser Zellen schalten wir zusammen“, sagt Andreas Jossen, Professor für Energiespeichertechnik an der TUM. „Das ganze Paket wird dann am sichersten Ort im Auto eingebaut, nämlich vor der Hinterachse hinter den Sitzen.“ Es wird luftgekühlt, denn die Batterien haben einen „Wohlfühlbereich zwischen 20 und 40 Grad“, und ohne Kühlung würden sie sich schnell auf bis zu 60 Grad erhitzen, eine Temperatur, bei der sie nur eine sehr kurze Lebensdauer hätten.

Experten an Jossens Lehrstuhl untersuchen anhand numerischer Simulationen, wie man die Kühlung am besten gestaltet, damit sie auch an einem heißen Sommertag ausreicht. „Die Batterien haben einen Wirkungsgrad von etwa 90 Prozent, das heißt, ein Zehntel ihrer Energie geht als Wärme verloren“, so



**Akku und Getriebe:** Aus 1200 Zellen besteht die Lithium-Ionen-Batterie für die Energieversorgung des MUTE (links). Der Antriebsstrang (rechts) arbeitet mit Torque-Vectoring. Ein kleiner Zusatzmotor zwischen den Hinterrädern verteilt das Drehmoment elektronisch gesteuert auf diese

Jossen. Das ist zwar etwa so viel, wie ein handelsüblicher Toaster erzeugt, aber zur Heizung des Fahrzeugs dennoch weitaus zu wenig. Damit die Passagiere auch im Winter nicht frieren müssen, erhält das MUTE-Fahrzeug eine CO<sub>2</sub>-neutrale Verbrennungsheizung mit Bioethanol. Das ist die kostengünstigste und leichteste Lösung.

1200 Batteriezellen müssen natürlich ständig überwacht und so gesteuert werden, dass sie die optimale Leistung erbringen. Außerdem will der Fahrer wissen, wie weit er noch kommt, bis er die Batterie wieder aufladen muss. Und er will über Störungen informiert werden, damit er im Fall eines Falles rechtzeitig eine Werkstatt aufsuchen kann. Diese Aufgabe übernimmt das sogenannte Batteriemanagement. Es handelt sich dabei um ein System, das ständig den Zustand der Zellen überwacht und, aufbauend auf den gemessenen Werten, das weitere Vorgehen ermittelt.

Es kann beispielsweise unterschiedliche Ladezustände der Zellen ausbalancieren und so immer maximale Leistung und Energie bereitstellen. Gleichzeitig übernimmt es die Kommunikation mit dem Energiemanagement des Fahrzeugs. Es übergibt diesem zum

Beispiel Prognosen zur Reichweite und Grenzwerte sowohl für die Antriebsregelung als auch für den Ladebetrieb und erlaubt so eine möglichst gute Einbindung in das Fahrzeugsystem. Der Fahrer kann jederzeit an seiner Instrumententafel ablesen, wie weit er noch fahren kann, bis er die Batterie wieder aufladen muss.

#### **Vorsorge für Unfälle**

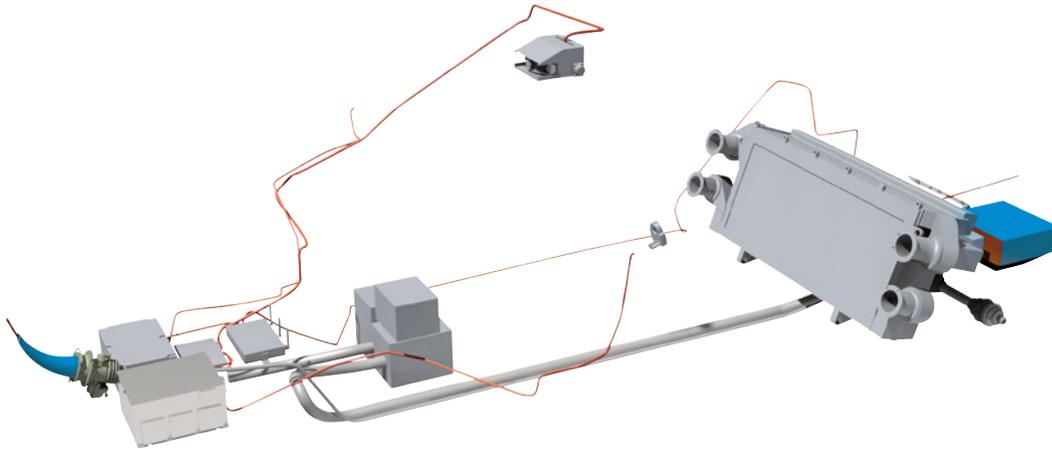
Aber auch für Notfälle sorgt das Energiemanagement vor: Über Leistungsschalter ist es in der Lage, die Batterie abzuschalten. Dies könnte nötig sein, falls einzelne Zellen sich überhitzen, einen internen Kurzschluss erleiden oder falls andere Fehler vorliegen. Oder bei einem Unfall. Dann muss gewährleistet sein, dass die Batterie nicht in Flammen aufgeht und keine Spannung an der Karosserie liegt, damit Rettungskräfte das Auto gefahrlos öffnen können. Entsprechende Sensoren sorgen dafür.

Neben der Lithium-Ionen-Batterie, die den eigentlichen Fahrbetrieb gewährleistet, soll jedes MUTE-Auto noch einen sogenannten Range-Extender erhalten. Dabei handelt es sich um eine zusätzliche Batterie auf Zink-Luft-Basis, die ganz vorn im Fahrzeug ▶



**Schmale Reifen:** Sie minimieren den Rollwiderstand und sorgen damit für eine größere Reichweite. Um dem Fahrzeug trotzdem ein gutes Kurvenverhalten zu geben, haben die Ingenieure Federung, Dämpfung und Kinematik der Achse optimal ausgelegt

Foto: Heddergott, TUM; Darstellung rechts: TUM



**Die elektrische Anlage:** Der Lithium-Ionen-Akku hinter den Rücksitzen garantiert eine Reichweite von 100 Kilometern. Bei Bedarf dient eine Zink-Luft-Batterie ganz vorn im Auto als sogenannter Range-Extender, als Reserve-Batterie. Vorn ist auch der Ladestutzen

sitzen soll. „Drei Vorteile bietet diese Kombination“, erläutert Andreas Jossen. „Erstens hat man ein Reservesystem, falls die Hauptbatterie einmal streiken sollte. Zweitens braucht der Fahrer nun keine Angst mehr zu haben, dass seine Batterie leer ist, bevor er ankommt, denn er kann im Notfall die zweite Batterie zuschalten. Und drittens wollen wir ein neues System des ‚Tankens‘ erproben: Man wird – so ist jedenfalls die mittelfristige Planung – aus diesen Batterien das verbrauchte Materialgemisch ablassen und neues nachfüllen können. Also eine Art mechanisches Betanken.“ Zink-Luft-Batterien eignen sich dafür. Außerdem sind sie preisgünstig, sicher und umweltfreundlich. Als Range-Extender, die nur im Ausnahmefall zum Einsatz kommen, sind sie ideal. Gleichzeitig dienen sie als zusätzliches Crash-Element im Falle eines Unfalls.

### Konsequenter Leichtbau

Um den benötigten Akku so klein wie möglich zu halten, sollte das Auto sehr leicht sein, denn je schwerer ein Fahrzeug ist, desto mehr Energie ist nötig, um es zu bewegen. Die Ingenieure schwören deshalb auf konsequenten Leichtbau, benutzen leichte Werkstoff-

fe und sparen Material, wo es nur möglich ist. Am Lehrstuhl für Leichtbau der TUM wurde inzwischen die Karosserie des MUTE-Prototyps entwickelt: Sie besteht aus einem tragenden Rahmen aus Aluminium, der mit einer Außenhaut aus kohlefaserverstärktem Kunststoff beplankt wird. In der Serienfertigung soll dann wegen der geringeren Herstellungskosten die Außenhaut aus Aluminium bestehen.

### Crashboxen für die Sicherheit

Trotz des niedrigen Gewichts muss aber die Sicherheit der Insassen gewährleistet sein. Hier setzen Ingenieure am Lehrstuhl für Carbon Composites auf sogenannte geflochtene Crashboxen aus Faserverbundmaterial. Bei einem Zusammenstoß bekommen sie nicht wie Metall Beulen und Falten und vernichten dadurch Energie. „Hier tritt vielmehr eine Kombination aus unterschiedlichen Versagensformen auf, die man im Allgemeinen als ‚Crushen‘ bezeichnet“, sagt Olaf Rüger. „Das Crashrohr wird, von vorn beginnend, zermahlen, und es verbleiben nur Faserreste und Staub.“ Jeder kennt die Bilder spektakulärer Unfälle aus der Formel 1, bei der die Fahrer unverletzt völlig demolierten Autos entsteigen. Der Vergleich zwischen den Materialien zeigt, warum: Wäh- ▷



Foto: Heddergott, TUM; Grafik rechts: edum resapp

**Auf der IAA:** Das Interesse am MUTE auf der Internationalen Automobil-Ausstellung 2011 war groß, sowohl vonseiten der Medien als auch von Fachleuten und Messebesuchern. Hier stellt TUM Präsident Wolfgang A. Herrmann den Wagen der Presse vor

rend Stahl- und Aluminiumbauteile zwischen 15 und 25 Kilojoule pro Kilogramm Masse aufnehmen können, schaffen Faserverbundwerkstoffe 70 bis 100 Kilojoule. „Das im Rahmen des MUTE-Projekts entwickelte Elektrofahrzeug wird mit solchen Crashboxen ausgerüstet, um dem leichten Fahrzeug eine hohe passive Sicherheit zu geben“, so Rüger.

Die ersten Fahrtests zeigten, dass die Simulationen auf dem Computer das Verhalten des Fahrzeugs sehr gut vorhersagten. „In der Praxis hat der MUTE die vorausberechneten Werte sogar noch übertroffen“, sagt Michael Graf, der die Fahrdynamik entwickelt und anschließend die Tests gefahren hat. Das gilt auch für die Auslegung des aktiven Torque-Vectoring-Differenzials. Hierbei wird über eine kleine, in das Differenzial eingebaute Elektromaschine die Kraft ideal auf die beiden Hinterräder verteilt. Insbesondere beim Bremsen in Kurven kann damit doppelt so viel Energie zurückgewonnen werden wie ohne Torque-Vectoring. Gleichzeitig wird das Auto sehr viel agiler und sicherer. So spürt der Fahrer den fahrdynamischen Nachteil durch die schmalen Reifen kaum.

Wann immer es geht, wird beim MUTE gebremst, indem der Elektromotor als Generator geschaltet wird. Die so

erzeugte elektrische Energie wird dann wieder in die Batterie eingespeist. Ist ein stärkeres Bremsen erforderlich, werden durch die elektronische Fahrdynamikregelung (Elektronisches Stabilitäts-Programm, ESP) auch die Scheibenbremsen der Vorderräder mit hinzugenommen. „Der MUTE erreicht durch ESP und Torque-Vectoring ein hohes Sicherheitsniveau“, so Michael Graf. „Er gehört in puncto Fahrdynamik zum oberen Viertel der derzeitigen Mittelklassefahrzeuge und zeigt ein absolut gutmütiges Fahrverhalten.“ Selbst bei Lastwechsel in Kurven lässt sich das Fahrzeug sicher beherrschen, und ein Übersteuern ist einfach abzufangen.

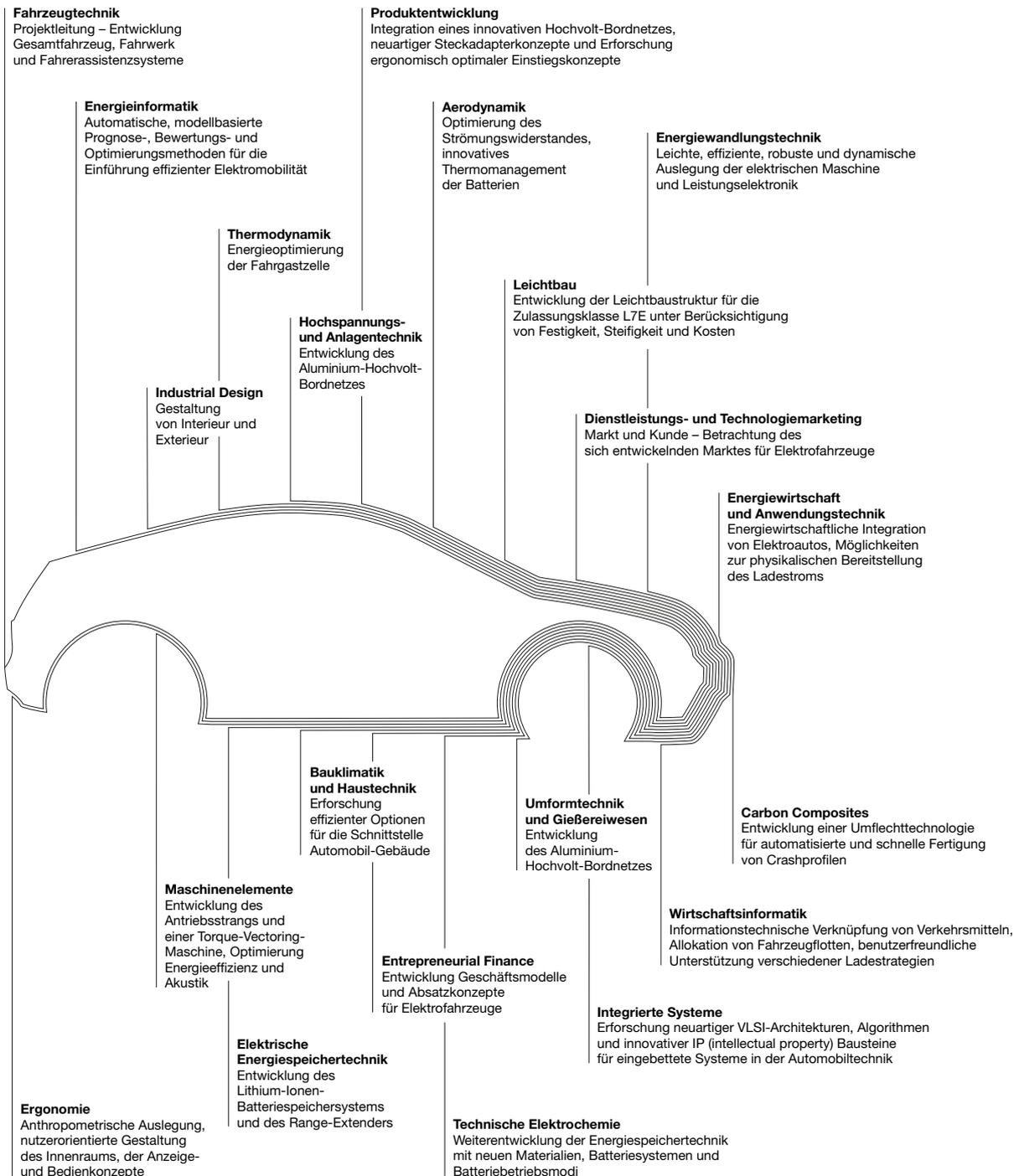
### **Das Auge als Fixpunkt**

Dem absoluten Zwang zum Leichtbau stehen neue Freiheiten gegenüber. Da ein elektrischer Antrieb viel kompakter ist als ein Benzinmotor, bleibt Raum für neue Gestaltung, etwa im Innenraum. Normalerweise wird in Autos bei der Auslegung der Fahrgastzelle der Aufsattpunkt der Ferse als fester Körperpunkt definiert, da es schwierig wäre, Gas-, Kupplungs- und Bremspedal variabel zu gestalten. Deshalb muss sich der Rest der Bedienelemente nach diesem Fixpunkt richten, etwa Fahrersitz, Lenkrad, Instrumententafel und Rück- ▷

MUTE vereint Innovationen aus Wissenschaft und Forschung

Das Elektrofahrzeug MUTE ist eines der größten Forschungsprojekte, das die Technische Universität München je gestemmt hat: 21 Lehrstühle, Fachgebiete und Forschungsgruppen haben zusammengearbeitet. Von ersten Markt- und Bedarfsanalysen über Finanzierungskonzepte bis zur Entwicklung des Fahrzeug-

konzepts war es schon ein weiter Weg. Noch anspruchsvoller waren schließlich die Entwicklung, der Bau und das Design des kompletten Fahrzeugs mit zahlreichen neuen Ideen, die in ungezählten Arbeitsstunden mit vielen Nachtschichten zusammengeführt wurden.





**Auf dem Rollenprüfstand** am Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik musste sich MUTE in der Entwicklungsphase vielen Tests unterziehen, bis die Ingenieure mit der Leistung von Antrieb und Bremse zufrieden waren

spiegel. Für extrem große oder kleine Personen kann es da mitunter zu Schwierigkeiten kommen, beispielsweise kann die Sicht eingeschränkt sein.

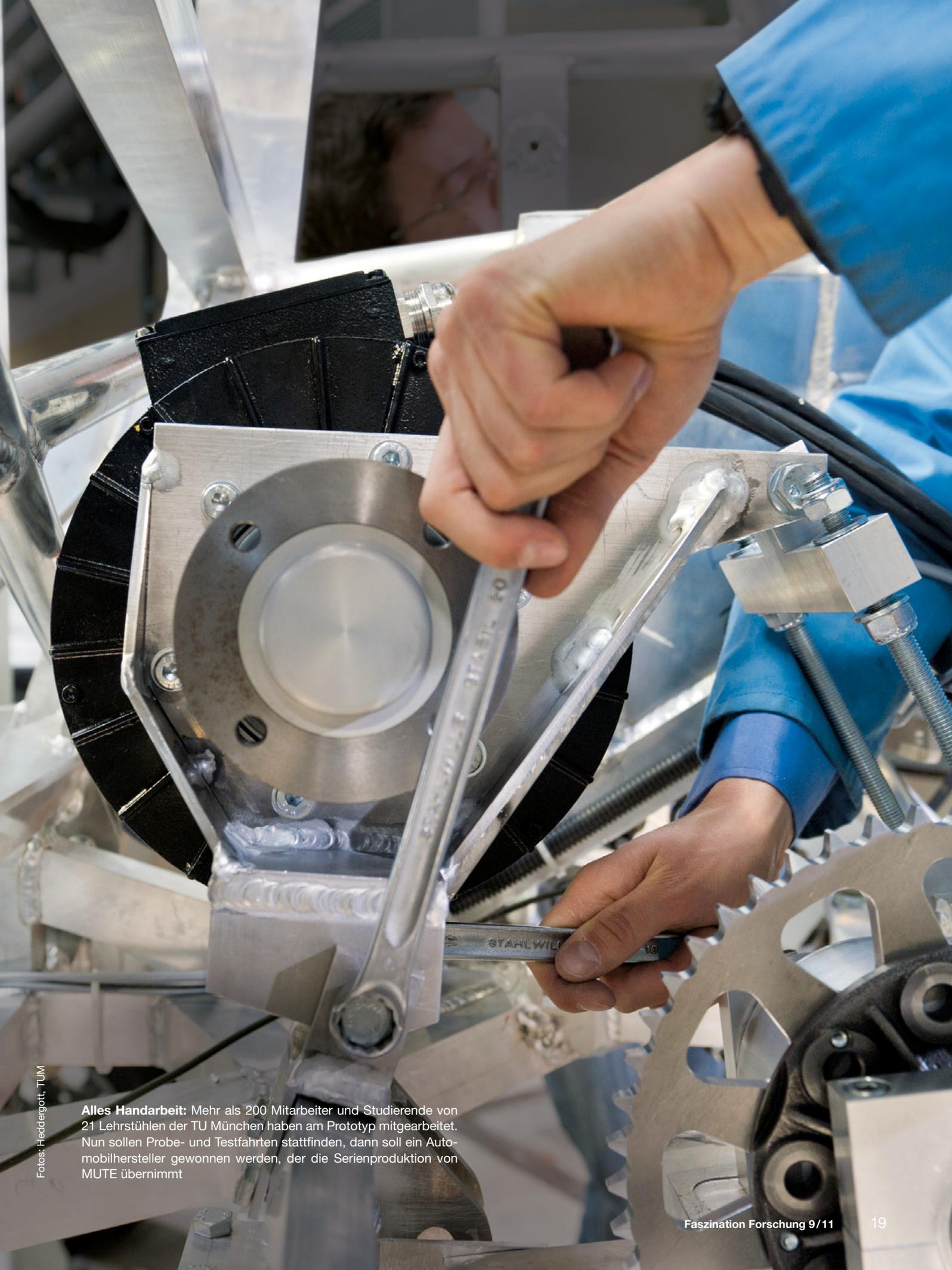
Da man im MUTE-Fahrzeug großen Wert auf das Thema Sicherheit legt, haben sich die Forscher hier für ein anderes Konzept entschieden, bei dem das Auge des Fahrers als Fixpunkt festgelegt wird. Das führt dazu, dass nun die Pedalerie verstellbar gestaltet werden muss, der Fahrzeugsitz hingegen muss nur noch variabel in der Höhe sein. So gut wie alle Fahrergrößen finden damit in einer komfortablen Haltung im Auto Platz. „Bedienelemente wie Radio, Klimaanlage oder Navigationsgerät müssen bei diesem Konzept ebenfalls verstellbar sein“, sagt Florian Kremser vom Lehrstuhl für Ergonomie. „Aus diesem Grund steuern wir die meisten elektronischen Funktionen über ein zentrales Touch-Display.“ Auch diese Komponenten berechneten und erprobten die Forscher zunächst virtuell, bevor sie die Daten für den Bau festlegten.

### **Immer noch Skepsis bei den Verbrauchern**

Obwohl dieses Fahrzeug die Verbraucherwünsche für ein Stadtauto sehr gut erfüllt, haben die Marktforscher am Lehrstuhl für Dienstleistungs- und Technologiemark-

keting der TUM herausgefunden, dass die Skepsis der Verbraucher gegenüber Elektroautos noch sehr hoch ist. „Der Automobilindustrie, insbesondere der deutschen, ist es in den vergangenen Jahrzehnten gelungen, den Automobilkauf emotional aufzuladen“, sagt Marcus Zimmer. „Die Schneller-stärker-größer-schwerer-Maxime erschwert den Zugang zum Kunden mittels rationaler Argumentation.“

Zwar erfüllt das spezifische Nutzenprofil des MUTE-Fahrzeugs bereits den objektiven Mobilitätsbedarf eines Großteils der deutschen Bevölkerung. So müsste eine Reichweite von 100 Kilometern für die meisten Nutzer locker reichen, denn der Durchschnittsbürger fährt nur gut 39 Kilometer am Tag (das entspricht 14.360 Kilometern im Jahr). Auch die Ladezeit von 3,5 Stunden sollte kein Hindernis darstellen, da ein Durchschnittsauto 22 Stunden am Tag nicht fährt, sondern steht. Tatsächlich wird die Elektromobilität insgesamt als positiv wahrgenommen – meist weiß der Kunde Umweltfreundlichkeit und niedrigere Kosten fürs Tanken zu nennen. Doch es gibt noch diffuse Befürchtungen wie die „Reichweiten-Angst“. Insgesamt ergibt sich daraus eine Zurückhaltung, die durch gezielte Maßnahmen aufgelöst werden muss, um der Elektromobilität ▶



**Alles Handarbeit:** Mehr als 200 Mitarbeiter und Studierende von 21 Lehrstühlen der TU München haben am Prototyp mitgearbeitet. Nun sollen Probe- und Testfahrten stattfinden, dann soll ein Automobilhersteller gewonnen werden, der die Serienproduktion von MUTE übernimmt



**Das Pluszeichen als Symbol:** Der MUTE ist ein elegantes und sportliches Auto, in dessen Karosserie auf der Rückseite ein Pluszeichen integriert ist. Es setzt sich optisch aus dem Heckfenster und den Rückleuchten zusammen. Das zugehörige Minuszeichen vorn wird gebildet von den Scheinwerfern mit einem Band dazwischen. Damit wollen die Designer der Elektromobilität auch formalästhetisch Rechnung tragen

den Weg in die Massen Anwendung zu ebnet. Zimmer und seine Kollegen haben sich deshalb das Ziel gesetzt, MUTE nicht als eine Ansammlung von Einschränkungen erscheinen zu lassen, sondern seine Vorteile herauszustreichen, etwa die Möglichkeit zu ökologisch und ökonomisch bewusster Mobilität. So sahen das auch viele Besucher auf der IAA. Gleichzeitig fragten viele nach Studienmöglichkeiten an der TUM. Damit hatte MUTE auch noch den Seiteneffekt, dass es eine gute Werbung für die Münchner Hochschule darstellt. Bleibt noch die Frage des Preises. Denn das schönste und beste aller Autos wird nicht massenhaft gekauft werden, wenn es zu teuer ist. Deshalb haben die Entwickler von MUTE von Anfang an darauf geachtet, die Herstellungskosten niedrig zu halten. Alles in allem gesehen, soll das Fahrzeug nicht mehr als 350 Euro pro Monat kosten. Wahrscheinlich werden die Kostenrechnungen in Zukunft ohnehin ganz anders als heute laufen, und so sind verlässliche Preise und Vergleiche momentan nicht möglich. Denn die Branche ist im Umbruch: So steht zunehmend Leasen statt Kaufen im Vordergrund, und für Elektrofahrzeuge gibt es unterschiedliche Varianten, etwa dass das Fahrzeug gekauft und die Batterie geleast wird.

Entwickelt haben das Konzept MUTE mehr als 200 Mitarbeiter und Studierende von 21 Lehrstühlen der TUM, die im Wissenschaftszentrum Elektromobilität von TUM.Energy zusammengeschlossen sind. Das Energy-Netzwerk bündelt die in 100 Lehrstühlen und Forschungsgruppen an acht Fakultäten vorhandenen langjährigen Forschungsaktivitäten zu Energiethemen und Elektromobilität zu einem Kompetenzzentrum mit internationaler Strahlkraft. Es stellt Versuchsinfrastruktur, zentrale Prüfstände und Möglichkeiten zum Aufbau gemeinsamer Prototypen zur Verfügung und ist Andockstelle für nationale und internationale Kooperationen mit Forschungsstellen in Industrie und Wissenschaft.

Die Vision der beteiligten Forscher ist es, dass eines Tages ein Automobilhersteller MUTE in Serie produziert und das Fahrzeug auf den Markt bringt. „Aber bis dahin ist noch viel zu tun“, sagt Markus Lienkamp. „Nur gutes Aussehen allein reicht nicht. Ein Hersteller wird sich erst dann überzeugen lassen, wenn das Auto auch hervorragende Fahreigenschaften hat. Daran werden wir in den nächsten Monaten feilen, alle Komponenten intensiv erproben und in einen Zustand versetzen, sodass alle sagen: Wow, das fährt sich ja total gut.“

*Brigitte Röthlein*



**SIEMENS**

## Das Auto hat eine lange Geschichte. Und seine Zukunft hat gerade begonnen.

Deutschland geht neue Wege. Mit Antworten für nachhaltige Mobilität.

Der Bedarf an Mobilität wächst und damit der Ausstoß von CO<sub>2</sub> – insbesondere in den städtischen Ballungsräumen. Jeden Tag pendeln 40 Millionen Deutsche zur Arbeit, zwei Drittel mit dem Auto. Die Antwort der Verkehrsplaner sind ganzheitliche Konzepte, die alle Verkehrsmittel intelligent vernetzen. Dabei wird das Auto auch künftig eine wichtige Rolle spielen. Nur wird es klimafreundlicher.

1 Million Elektroautos sollen nach den Plänen der Bundesregierung bis 2020 auf unseren Straßen fahren. Und unsere Städte sauberer und lebenswerter machen. Die Voraussetzungen dafür werden zurzeit an vielen Orten geschaffen.

Siemens arbeitet in Feldversuchen in Berlin, Erlangen und München an Ladesäulen, Bezahlssystemen und dem elektrischen Antrieb für das Auto von morgen. Und an einem Stromnetz, das ermöglicht, die Batterien von Elektroautos als Speicher für erneuerbare Energien aus Wind und Sonne zu nutzen. So verbessern Elektroautos selbst dann das Klima, wenn sie in der Garage stehen.

Die Antworten für die Mobilität der Zukunft sind da. Und die Zeit für neue Wege ist jetzt. Denn die Welt von morgen braucht unsere Antworten schon heute.

[siemens.com/answers](http://siemens.com/answers)