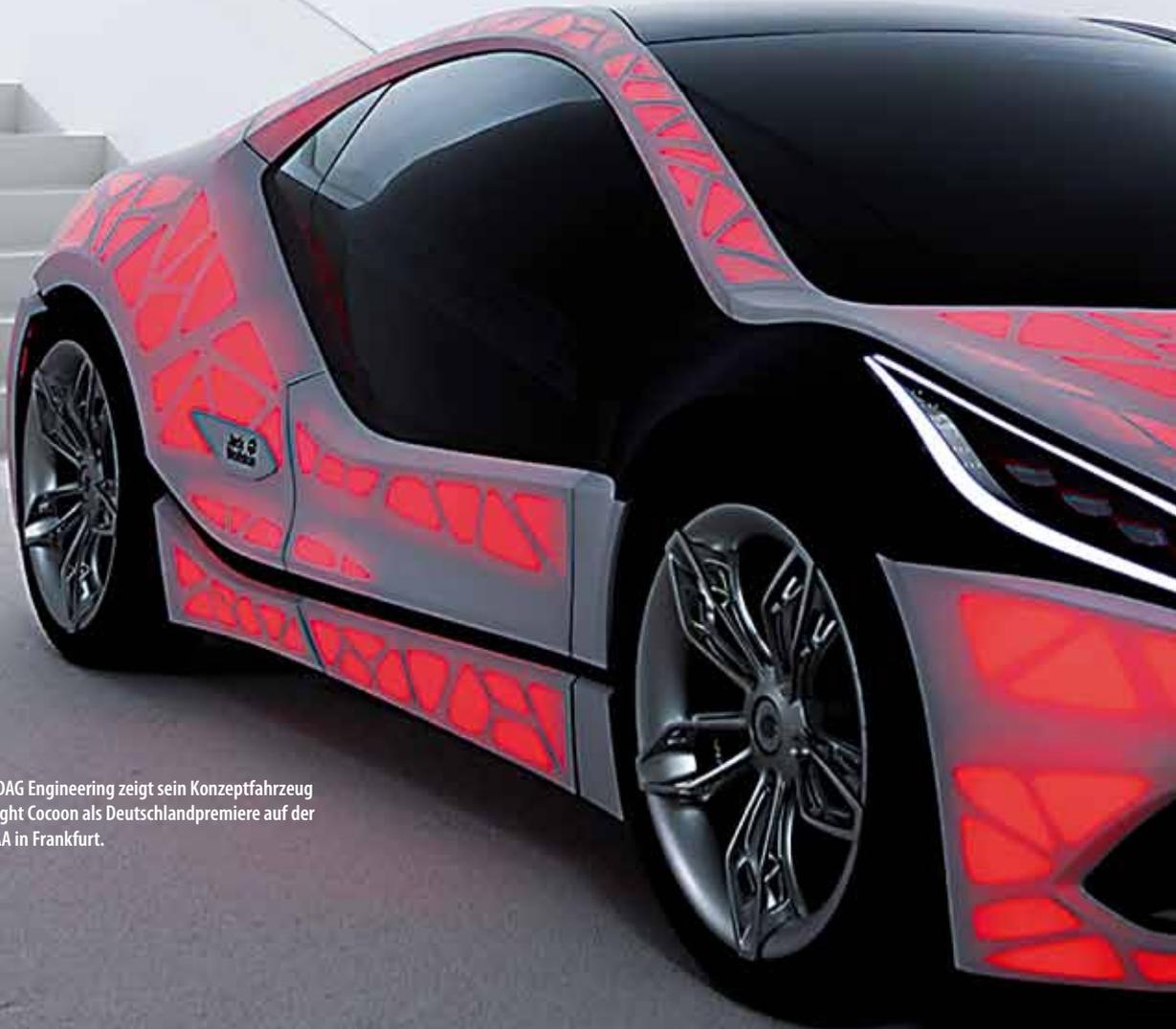




Die Leichtigkeit des Drucks

Leichtbau in der Elektromobilität

Ein Raunen ging durch die Branche, als die Firma Local Motors aus Phoenix, Arizona vor gut einem Jahr den Strati das erste Mal auf die Straße schickte. Viele der insgesamt nur 49 Komponenten des Fahrzeugs wie Chassis, Rahmen, Außenkarosserie und einige Teile des Interieurs waren innerhalb von 44 Stunden dem 3D-Drucker entsprungen. Die mechanischen Komponenten, elektrischer Antriebsstrang und Verkabelung stammten von Renaults Twizy. Doch welche Chancen hat diese Fertigungstechnologie in der Automobilindustrie?



EDAG Engineering zeigt sein Konzeptfahrzeug Light Cocoon als Deutschlandpremiere auf der IAA in Frankfurt.



Bild: LocalMotion



4

Bild: MCity

1 Das EDAG Konzeptfahrzeug Light Cocoon zeigt, wie bionische Strukturen den Leichtbau einfach in die Automobilindustrie bringen kann. Die Karosserie wurde einem Pflanzenblatt nachempfunden und nicht als geschlossene Fläche entworfen, sondern als intelligent verzweigtes Skelett mit robustem Stoffhautüberzug.

2 Um autonome Fahrzeuge zu entwickeln, schließen sich Universitäten zusammen. Die LoCo genannten smart Karts dienen etwa dazu, Routenplanungen für Flottenfahrzeuge und Anforderungen an die Logistik zu erforschen.

3 Der LM_SF_01 ist das Ergebnis einer neuen Fahrzeugplattform für elektrische Sportwagen.

4 Im Juli 2015 eröffneten Ann Arbor MCity in den USA werden autonom fahrende Autos getestet. Das Testgelände erweckte bereits das Interesse von Apple.

Fragt man Local Motors, dann ergibt sich ein vollkommen neuer Ansatz. Ziel der Firma ist es, gemeinsam mit einer wachsenden Community aus Hobby-Innovatoren und professionellen Designern umweltfreundliche und nachhaltige Fahrzeuge zu entwickeln.

Diese laufen zukünftig nicht vom Band, sondern werden kundennah in dezentralen, Micosites genannten Werkstätten montiert. Sogenannte BAAM (Big Area Added Manufacturing)-Maschinen, sechs mal zweieinhalb Meter lange und gut eineinhalb Meter hohe große Brüder von 3D-Druckern, fertigen vor Ort die benötigten Teile aus karbonfaserverstärktem ABS-Verbundmaterial mit einer Druckgeschwindigkeit von etwa 20 Kilogramm pro Stunde. Kostenpunkt der Maschine: etwa eine Million Euro. Gearbeitet wird nach dem DDM (Direct Digital Manufacturing)-Konzept, bei dem die Daten direkt aus dem Cloud-basierten CAD-Tool, in diesem Fall OnShape, an die Maschine geliefert werden. Fahrzeuge wie der Strati sollen zukünftig innerhalb von 24 Stunden gefertigt sein. Bei Verkauf durch Local Motors erhalten Entwickler je nach eingebrachtem Aufwand eine anteilige Vergütung.

Auf der Community-Seite im Web sind zahlreiche Wettbewerbe und Projekte zu finden. Bei der Urban Mobility Challenge: Berlin 2030 im Sommer dieses Jahres gewann eine Idee für einen smarten Elektro-Mini-Bus. Jüngster Coup neben der Entwicklung einer Fahrzeugplattform für elektrische Sportwagen wie den LM_SF_01 ist die Zusammenarbeit mit Universitäten zu autonomen Fahrzeugen. Die LoCo genannten Smart Karts dienen beispielsweise der Universität von Michigan dazu, Präferenzen und Erwartungen von Fahrern zu erforschen oder Routenplanungen für Flottenfahrzeuge und Anforderungen an die Logistik zu untersuchen. Getestet wird in Ann Arbor MCity, einem im Juli 2015 eröffneten, eigens für autonom fahrende Fahrzeuge eingerichteten, halbstaatlichen Testgelände, das bereits starkes Interesse seitens Apple geweckt hat. Doch nicht nur in den USA werden Schlagzeilen zum 3D-Druck im Automobilbereich gemacht.

Vorbild Natur

EDAG Engineering zeigt mit dem aktuellen Konzeptfahrzeug EDAG Light Cocoon (Deutschlandpremiere zur IAA), wie bionische Strukturen das Streben nach Leichtigkeit unterstützen können. Dem Vorbild eines natürlichen Pflanzenblattes nachem-





Bild: TU München



Bild: EVX Ventures

pfunden, wurde die Karosserie nicht als geschlossene Fläche entworfen, sondern vielmehr als hybrides Zusammenspiel eines intelligent verzweigten Skeletts und robustem Stoffhautüberzug. Die Trägerstruktur beschränkt sich allein auf die Linien der gesamten Außenfläche, die für Torsions- und Biegesteifigkeit im Fall von statischer und dynamischer Belastung relevant sind, um Stabilitätsvorgaben einhalten zu können. Mit Aluminium könnte so eine Gewichtseinsparung um 25 Prozent erzielt werden.

Die wetterbeständige und elastische Außenhaut, ein dreilagiger, 19 Gramm pro Quadratmeter leichter Polyester-Jersey-Stoff, stammt vom Outdoor-Spezialisten Jack Wolfskin. Die hybride

Struktur aus Skelettkarosserie und Textilbespannung lässt damit auch neue Spielarten in der Beleuchtung zu, die dem Kunden sein ganz eigenes Lichtdesign bieten. Die Wahl der Wunschfarbe kann ganz der Tagesstimmung angepasst werden.

Das im Segment eines Audi TT oder BMW Z-4 angesiedelte Light Cocoon ist für rein elektrische Antriebe ausgelegt. Ein 185 Kilowatt starker Motor an der Hinterachse liefert 380 Newtonmeter und würde das 1250 Kilogramm schwere Fahrzeug in sechs Sekunden aus dem Stand auf 100 Stundenkilometer beschleunigen. Ein 59 Kilowattstunden starkes Batteriepack sorgt für etwa 350 Kilometer Reichweite. Zusätzlich könnte, bei Reduzierung der Batteriegröße,

ke NEXT hakt nach

Vier Fragen an Professor Werner Bick

1 Welche Chancen sehen Sie im automobilen Leichtbau für 3D-Druck?

Der große Vorteil von 3D-Druck liegt vorrangig in der gestalterischen Freiheit des Konstrukteurs und der Kombination aus komplexem Design und niedrigem Gewicht. Allerdings wird der Einsatzbereich aufgrund der aktuell verfügbaren und rentablen Geräte auf maximale Bauteilgrößen von etwa 500x500x500 mm begrenzt, wobei mittlerweile auch schon Anlagen mit noch größeren Arbeitsbereichen angeboten werden. Zusätzlich begrenzt die vergleichsweise hohe Fertigungszeit – bei großen und sehr komplexen Bauteilen können es im Extremfall schon einmal 48 Stunden pro Stück sein – den Einsatz auf niedrige Stückzahlen. Bei Massenerstellern können das Fahrzeugbaureihen mit einer Take Rate von weniger als einem Prozent sein wie etwa die M-Reihe bei BMW. Luxusmarken wie Ferrari oder Lamborghini hingegen könnten das Verfahren sogar für einzelne Teile über alle Fahrzeuge hinweg einsetzen.

2 Welche Bauteile eignen sich Ihrer Meinung nach für diese additive Fertigung?

Neben dem Prototypenbau sind am ehesten Bauteile in Kleinserien-Mengen geeignet, durch deren gewichtsoptimierte Gestaltung die ungefederten Massen am Fahrzeug reduziert werden können, wie zum Beispiel Achsaufhängungen. Aber auch Motorlager und Verbindungsstücke im Chassis können durchaus geeignet sein. Ebenso eignet sich der 3D-Druck zur Herstellung selten benötigter Ersatzteile, aber auch für den Formen- und Werkzeugbau. Die Größe solcher 3D-Druckbauteile liegt bei maximalen Kantenlängen von circa 500 mm und wird durch das Preis-Leistungsverhältnis der heute verfügbaren Drucker begrenzt. Die Hersteller solcher Geräte sehen die Weiterentwicklung als

einen evolutionären Prozess bei dem in nächster Zeit keine disruptiven Technologiesprünge erwartet werden.

3 Welche Materialarten bieten sich vorzugsweise für den 3D-Druck an?

Wurde früher standardmäßig auf Kunststoffe wie Polyamid gesetzt, so können heute die unterschiedlichsten Materialien wie Magnesium, Titan, Stahl, Karbon oder auch Legierungen zum Einsatz kommen. Im Flugzeugbau wird zum Teil eine Nickel-Legierung für extrem wärmefeste Triebwerksteile verwendet, die bei der Brennkammer-Reparatur zum Einsatz kommen und die Effizienz der Turbine steigern

4 Welche Anwendungsbeispiele haben sich bereits bewährt und wie weit ist die Industrie bei diesem Thema?

Viele Branchen fangen erst an, sich mit dem Thema 3D-Druck auseinanderzusetzen, obwohl es streng genommen kein komplett neues Verfahren ist, sondern eher eine Fortsetzung von Stereo-Lithografie oder Laser-Sintern. Am weitesten fortgeschritten sind zwei Branchen. Erstens der Flugzeugbau, da hier signifikante Gewichtseinsparungen erzielt werden können. Für den Airbus A320 wurde eine Triebwerksabdeckung mit einem um 65 Prozent leichteren Gewicht hergestellt. Zweitens die Medizintechnik, die bei vielen Produkten wie Hüft- und Kniegelenken oder Zahnersatz einen sehr hohen Individualisierungsgrad hat. Interessanterweise hat auch die Life-Style-Branche das Thema entdeckt, da dem Wunsch des Kunden nach Unterstreichung der Persönlichkeit mit individuellen Schmuckkreationen nachgekommen werden kann.



Professor Werner Bick, ROI Management Consulting

Bild: ROI Management Consulting



(Ganz links) Im Projekt TUM Create haben Entwickler aus 20 unterschiedlichen Nationen das Elektrotaxi Eva entwickelt, speziell für tropische Megacities. Der Kompaktwagen mit Steilheck ist 4,32 Meter lang, 1,79 Meter breit, und 1,68 Meter hoch. Eva wurde bereits auf der Straße erprobt.

(Links) Das australische Unternehmen EVX Ventures hat sich zur Aufgabe gemacht, ein Solarstrom-betriebenes Fahrzeug zu entwickeln, das sich immer selbst mit Solarenergie und Strom versorgt.

ein Range Extender auf Basis der Brennstoffzellentechnologie integriert werden, um eine Reichweite von 500 Kilometern zu erzielen. Das Fahrzeugkonzept soll zeigen, wie die Autobranche der steigenden Anzahl von Varianten mit unterschiedlichen Antrieben und Ausstattungen flexibel und wirtschaftlich Herr werden könnte.

Per 3D-Druck hergestellte multifunktionale Karosserieteile können mit konventionell gefertigten Profilen zur jeweils benötigten Geometrie verbunden werden. Unterschiedliche Fahrzeugvarianten ließen sich so ohne zusätzlichen Kostenaufwand bedarfsgerecht produzieren. Bei einzelnen Komponenten im Fahrzeug lässt sich über Leichtbaukonzepte sogar die Hälfte des heutigen Gewichts einsparen.

EDAG zeigt dies am Beispiel eines hybriden Leistungselektronik-Gehäuses. Das Kühlelement unterhalb der Platine wird per selektivem Laserschmelzen (SLM) gefertigt. Das bietet Möglichkeiten im Design, die mit konventionellen Verfahren nicht realisierbar sind. So wurden über zusätzlich in die Kühlrippen integrierte Kühlkanäle deutlich höhere Kühlleistungen erreicht.

EVA im Tigerstaat

Eine Leistung ganz anderer Art, von der sich manch Automobilkonzern ein Rippchen herausschneiden könnte, hat ein 30-köpfiges Team mit Unterstützung von 40 Studenten in Singapur vollbracht. Die aus 20 unterschiedlichen Nationen stammenden Experten vom Projekt TUM Create – ein gemeinsames Forschungsprojekt der Technischen Universität München und der Nanyang Technological University – haben ein Elektrotaxi namens Eva entwickelt, das speziell auf die Anforderungen von tropischen Megacities zugeschnitten ist. Der seit Herbst 2011 entwickelte Kompaktwagen mit Steilheck ist 4,32 Meter lang, 1,79 Meter breit, 1,68 Meter hoch und wurde bereits auf der Straße erprobt.

Reichweite und Ladegeschwindigkeit waren die wesentlichen Herausforderungen des Projekts. Um Gewicht zu sparen, besteht die Fahrgastzelle fast ausschließlich aus karbonfaserverstärktem Polymer (CFRP). Die Motorhaube ist aus glasfaserverstärktem Kunststoff, um Funksignale durchzulassen. Das Auto bringt bei gleicher Stabilität 150 Kilogramm weniger auf die Waage als vergleichbare Stahlkonstruktionen und wiegt insgesamt eineinhalb Tonnen, von denen ein Drittel dem Stromspeicher geschuldet ist.

Über ein eigens entwickeltes Schnellladesystem erhält die Batterie innerhalb von nur 15 Minuten wieder Kapazität für 200 Kilometer. Da das Taxi zum größten Teil für den Stadtverkehr Singapurs gedacht ist und außerhalb davon maximal 90 Stundenkilometer zulässig sind, wurde der Elektromotor auf 60 Kilowatt



Mit einzelnen Leichtbaukomponenten lässt sich viel Gewicht sparen. Das zeigt EDAG mit seinem hybriden Leistungselektronik-Gehäuse.

Leistung beschränkt. Der Vorderradantrieb mit einem Drehmoment von 223 Newtonmetern beschleunigt das Fahrzeug in zehn Sekunden aus dem Stand auf 100 Stundenkilometer, maximal sind 111 Stundenkilometern drin.

Wichtiger als hohe Geschwindigkeiten waren jedoch Effizienz und Komfort. Deshalb haben die Forscher eine Zonenklimaanlage entwickelt, bei der die Kühlung für jeden Sitz im Fahrzeug separat vom Taxigast selbst über dessen Smartphone regelbar ist. Eine Übertragung des Konzepts auf andere tropische Megacities mit Anpassungen auf lokale Gegebenheiten wie etwa eine Heizung wäre jederzeit denkbar.

Eva wurde vollständig lokal entwickelt und gebaut. Dies unterstreicht die Schlagkraft, die kleine, flexible Expertenteams gegenüber den großen gewachsenen Strukturen der Industrie haben. Innovative Automobilhersteller können sich das zunutze machen, denn TUM Create ist offen für Partnerschaften. Auf dem fünften Kontinent sorgt inzwischen ein weiteres, aus studentischer Initiative entstandenes Projekt für Aufmerksamkeit.

Unter der Sonne Australiens

Das sich selbst versorgende Auto als Perpetuum Mobile klingt wie der Traum aller nachhaltig denkenden Mobilisten. Doch EVX Ventures hat sich keiner geringeren Vision verschrieben. Das junge Unternehmen aus dem sonnenverwöhnten Melbourne verfügt über geballte Erfahrung bei hochperformanten solarstrombetriebenen Elektrofahrzeugen, denn die Entwickler haben als Teil des Aurora Solar Car Teams bereits an zahlreichen Solarrennen weltweit teilgenommen. Unterstützt wird EVX bei dem Projekt von einem Entwicklerteam der Swinburne University of Technology.

Der Immortus genannte aerodynamische Sportwagen verspricht unbegrenzte Reichweite an sonnigen Tagen. Das klingt fast zu gut, um wahr zu sein. Doch schaut man sich die Technik und Randbedingungen an, könnte sich hinter dem Immortus eine kalorienarme Sahneschnitte der modernen Fortbewegung verbergen.

Das fünf Meter lange, zwei Meter breite und gut ein Meter hohe Fahrzeug soll gerade einmal 250 Kilogramm auf die Waage bringen. Erreicht wird dies über einen Ultraleichtbaurahmen aus herkömmlichen Karbonfaserrohren, die über Anschlussstücke aus dem 3D-Drucker verbunden sind. Angetrieben von zwei Radnabenmotoren mit je 20 Kilowatt Maximalleistung an den Hinterrädern und versorgt von Solarzellen auf dem Dach sowie einer 10 kWh starken Batterie soll das Fahrzeug bei Geschwindigkeiten um die 85 Stundenkilometer rund 550 Kilometer weit kommen. Von null auf 100 geht es in unter sieben Sekunden, gedeckelt wird bei 150 Stundenkilometern. Strahlender Sonnenschein und ein Wirkungsgrad von anständigen 22 Prozent sollen ausreichen, um die Motoren allein über die insgesamt sieben Quadratmeter umfassende Solarmodulfläche auf Dach und Karosserie zu versorgen. Bei entschleunigten Geschwindigkeiten bis zu 60 Stundenkilometern wird die Batterie dabei komplett auf die Ersatzbank verbannt.

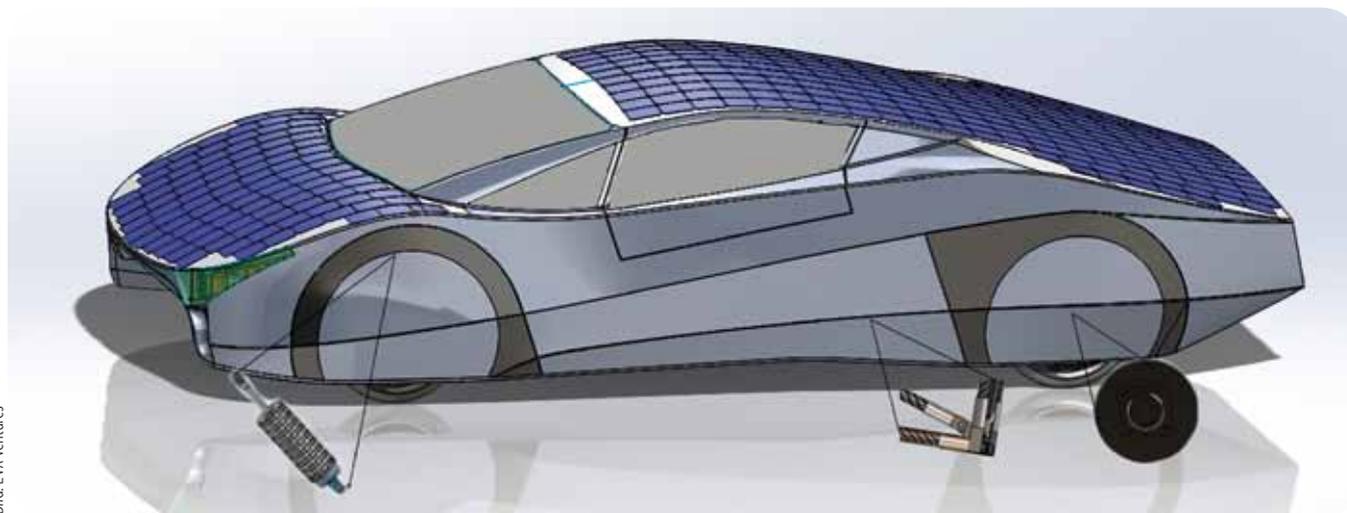
Für den kleinen Geldbeutel ist der aktuell geschätzte Preis von 332.000 Euro (AU\$ 500.000) des Immortus jedoch nichts. Allerdings soll auch nur eine Kleinserie aufgelegt werden, bei der die einzelnen Modelle dank 3D-Drucks je nach Wohnsitz des Kunden von der Werkstatt des Vertrauens vor Ort entstehen. Print on Demand sozusagen. Auf Kunden- und Investorenfang geht EVX mit einer reduzierten Version im November bei der Automesse SEMA in Las Vegas. Der als Zweisitzer konzipierte und auf Fahrspaß ausgelegte Sportwagen bietet ähnlich dem Tesla Roadster nur Platz für leichtes Handgepäck.

Doch wer braucht bei Sonne satt schon mehr als Zahnbürste, Handtuch und eine gute Lektüre? Man darf gespannt bleiben, wie sich die Vision in die Wirklichkeit umsetzen lässt.

hei ■

Autorin

Britta Muzyk, freie Autorin für *ke NEXT*



Der Solarsportwagen Immortus verspricht laut Hersteller EVX Ventures eine unbegrenzte Reichweite an sonnigen Tagen. Das Fahrzeug ist fünf Meter lang, nur ein Meter hoch und wiegt 250 Kilogramm. Angetrieben wird er von zwei Radnabenmotoren mit 20 kW Maximalleistung, Solarzellen auf dem Dach und einer 10 kWh starken Batterie.

Bild: EVX Ventures