

Das von Edag auf dem Genfer Autosalon im März 2015 sowie auf der Internationalen Automobilausstellung IAA im September 2015 in Frankfurt präsentierte Concept Car „Edag Light Cocoon“ ist ein visionärer Ansatz eines kompakten Sportwagens mit einer umfassend bionisch optimierten und generativ gefertigten Fahrzeugstruktur, die mit einer Außenhaut aus wetterbeständigem Textil und variablem Lichtdesign kombiniert wird. (Bildquelle: Edag)



# NextGen Spaceframe

## verbindet Leichtbau und Flexibilität

Automobilhersteller sind aktuell gefordert, die zunehmende Anzahl an Antriebskonzepten und Energiespeichersystemen in Fahrzeugstrukturen zu integrieren. Die Karosserien von morgen, speziell im Hinblick auf alternative Antriebsysteme in variantenintensiven Kleinserien, müssen nicht nur leichter, sondern vor allem hochflexibel konzipiert werden. Die Folge ist eine steigende Anzahl an Fahrzeugderivaten, die nach anpassungsfähigen und wirtschaftlich zu fertigenden Karosseriekonzepten verlangen. Die Additive Fertigung könnte in absehbarer Zeit ganz neue Wege offerieren, wie das Technologiebeispiel der funktionsintegrierten, bionisch optimierten Fahrzeugleichtbau-Struktur in flexibler Fertigung von den Unternehmen Edag, BLM, LZN und Concept Laser zeigt.

Das Edag Concept Car „Light Cocoon“ ist ein kompakter Sportwagen mit einer bionisch gestalteten und generativ hergestellten Fahrzeugstruktur, überzogen mit einer Außenhaut aus wetterbeständigem Textil. Der Edag Light Cocoon wurde im März 2015 auf dem Genfer Autosalon und im September 2015 auf der Internationalen Automobilausstellung IAA in Frankfurt präsentiert – und soll aus Designersicht polarisieren und bestehende Denkmuster in der Fahrzeugkonzeption aufbrechen: Die Karosseriestruktur greift bionische Muster auf und überführt sie in eine leichte Karosseriestruktur. Ein Concept Car, das nachhaltige Wege aufzeigt und gleichzeitig das technologische Potenzial der Additiven Fertigung verkörpert.

### Technologiebeispiel NextGen Spaceframe

In einem Gemeinschaftsprojekt zeigten die Edag Engineering GmbH in Wiesbaden (D), die Laser Zentrum Nord GmbH in Hamburg (D), die Concept Laser GmbH in Lichtenfels (D) und die BLM Group in Cantù (IT) mit dem bionisch optimierten, hybrid gefertigten Spaceframe eine neue Perspektive auf, wie ein wandelbares und flexibel zu fertigendes Karosseriekon-



Technologiebeispiel NextGen Spaceframe: funktionsintegrierte, bionisch optimierte Fahrzeugleichtbaustruktur in flexibler Fertigung. Das bionisch optimierte, generativ-hybrid gefertigte Space-Frame-Konzept zeigt eine neue Perspektive auf, wie ein wandelbares und extrem flexibles Produktionskonzept für laststufengerecht ausgelegte Karosserien realisiert werden könnte. (Bildquelle: Edag)



zept realisiert werden kann, um die zunehmende Fahrzeugvarianz durch die Vielzahl von Antriebsvarianten und Laststufen beherrschbar zu machen. Kombiniert werden generativ hergestellte Karosserieknoten und intelligent bearbeitete Profile. Die Knoten können dank generativer Fertigung hochflexibel

und multifunktional gestaltet werden, um z. B. unterschiedliche Fahrzeugvarianten ohne zusätzliche Werkzeug-, Betriebsmittel- und Anlaufkosten „on demand“ produzieren zu können. Als Verbindungselemente dienen Profile aus Stahl. Auch diese können durch unterschiedliche Wandstärken und →

### Hintergrundinfos zu den Gemeinschaftsprojektanten Concept Laser, Edag, LZN und BLM

Die Concept Laser GmbH zählt wie kaum ein anderes Unternehmen zu den Pionieren und wesentlichen Impulsgebern des pulverbettbasierten Laserschmelzens mit Metallen. Technologietreiber ist dabei das patentierte LaserCusing®-Verfahren – auch 3D-Metalldruck genannt – das seit über 15 Jahren die Additive Fertigung von 3D-Bauteilen von einer Rapid-Technologie zu einer industriellen Serienfertigung entwickelte.

Die Edag Engineering GmbH entwickelt als unabhängiger Entwicklungspartner der Automobilindustrie serienreife Lösungen für die Mobilität der Zukunft. Die Entwicklung von Fahrzeugen, Derivaten, Karosserien, Modulen und den Produktionsanlagen gehört ebenso zum Leistungsspektrum wie der Modell-, Prototypenbau und die Fertigung von Werkzeugen und Karosseriesystemen.

Als Kompetenzzentrum für Lasertechnologien versteht sich die Laser Zentrum Nord GmbH (LZN) als Bindeglied zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung. Die Forschungs-, Entwicklungs- sowie Beratungsaktivitäten umfassen die gesamte Prozesskette von der Machbarkeitsanalyse bis hin zum qualitätsgesicherten Bauteil. Die Bauteile werden aus Titan, Stahl, Edelstahl, Aluminium und Verbundwerkstoffen nach dem Leitmotiv „Engineering in Light – Photonic Solutions for Resource Efficient Products“ entwickelt bzw. optimiert und realisiert.

Die BLM Group sieht sich als weltweit führender Hersteller von Rohrbearbeitungs-Automatisierungssystemen für 2D- und 3D-Laserschneiden, Sägen, Biegen, Umformen und Messungen. In den Slogans „We are Tube“ und „All in One“ kommen BLM-Fachkenntnisse und die langjährige Erfahrung in der Fertigung von Rohrteilen zum Ausdruck. Das Ziel von BLM ist es, die Prozesse für Kunden aus allen Branchen einfach und kostengünstig zu gestalten.



Die NextGen Spaceframe Knoten können durch generative Fertigung hoch funktionsintegriert gestaltet werden. Verkettet wird die laseradditive Fertigung mit dem Profilieren sowie dem Biegen und der Endenbearbeitung von Profilen mittels Laser. Zugrunde liegt hierbei ein Laststufenkonzept mit jeweils punktgenau in der CAE ausgelegten Karosserievarianten und maßgeschneiderten, generativ gefertigten Knotenstrukturen. (Bildquelle: Edag)

Geometrien ganz individuell den vorgegebenen Laststufen angepasst werden.

### Der NextGen Spaceframe im Detail

Beim NextGen Spaceframe handelt es sich um eine Kombination von generativ gefertigten 3D-Knoten und intelligent bearbeiteten Profilen aus Stahl. Die Knoten können vor Ort für die jeweilige Variante „Just in Sequence“ (JIS) hergestellt werden, ebenso wie die Profile, die zunächst durch 3D-Biegen und anschließend durch 2D- und 3D-Laserschneidverfahren in die gewünschte Form und Länge gebracht werden.

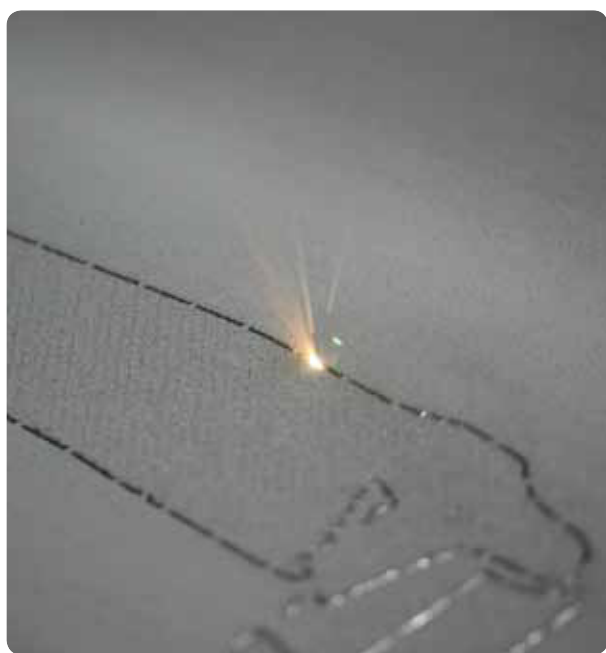
Im Fokus steht das Fügen einzelner Bauteile zu einer Hybridstruktur, um topologieoptimierte Strukturen herzustellen, wie sie aktuell noch nicht möglich sind. Zum Einsatz kommt das Laserschweißen, das sich durch filigrane Schweißnähte und geringe Wärmeeinbringung auszeichnet. Geschweißt werden die

Bauteile mittels Kehlnaht am Überlappstoß. Geometrische Grundlage dafür ist die komplett umlaufende Einschuhung der Profile, die durch 3D-Vermessung der Profile auch „on demand“ mittels Additiver Fertigung angefertigt wird. Diese Verbindung ermöglicht das umlaufende Schweißen für eine große Anbindungslänge bei einer gleichzeitig guten Vorpositionierung der Bauteile. Die Profile werden automatisch durch den Knoten ausgerichtet und fixiert. Genutzt wird ein Scheibenlaser mit robotergeführter Optik. Zudem sind die angewandten Lasertechniken zur Herstellung von Profilen und Knoten in der Montage hochgradig automatisierbar.

Das Konzept bietet in Bezug auf die Kostenstruktur der Fertigung und einer möglichen Zeiteinsparung hohe Potenziale. Die additiv gefertigten Knoten können entsprechend jeder Laststufe angepasst werden, z. B. durch zusätzliche versteifende Elemente bei hohen

Lastanforderungen. Damit wird jede Variante gewichts- und funktionsoptimal ausgeführt. Die Hybridbauweise überbrückt mit den Profilen die geforderten Distanzen der Struktur, während die Knoten zur Verbindung der Profile dienen. Beide Elemente wurden im CAE/CAD optimiert und erfüllen die Anforderungen einer Karosseriestruktur.

Im vorliegenden Fall übernahm die Edag Engineering GmbH neben der koordinierenden Funktion die Erarbeitung und Optimierung des Spaceframe-Konzeptes, die Laser Zentrum Nord GmbH das Laserschweißen, die BLM Group das 3D-Biegen und Laserschneiden und die Concept Laser GmbH die Additive Fertigung der Knoten. Nur das interdisziplinäre Zusammenspiel der sich ergänzenden Partner und die hohe Kompetenz der einzelnen Technologiespezialisten in ihren Fachdisziplinen erlaubte die erfolgreiche Umsetzung des Projektes.



**oben** Additive Herstellung der NextGen Spaceframe Knoten auf einer X line 1000R von Concept Laser (Bauraum: 630 x 400 x 500 mm<sup>3</sup>).  
(Bildquelle: Concept Laser)

**rechts** Das Nachfolgemodell der X line 1000R, die X line 2000R von Concept Laser (Bauraum: 800 x 400 x 500 mm<sup>3</sup>), ausgestattet mit zwei Lasern à 1 kW.  
(Bildquelle: Concept Laser)



## Fertigung der additiv hergestellten NextGen Spaceframe Knoten

Der LaserCusing-Prozess von Concept Laser generiert Bauteile schichtweise direkt aus 3D-CAD-Daten. Die Methode erlaubt die Produktion von komplexen geometrischen Bauteilen ohne Werkzeug. Es können Bauteile erzeugt werden, die mit konventioneller Herstellung nur sehr schwer oder unmöglich zu fertigen sind. Bei dieser Konzeption können die Knoten im konventionellen Stahlguss nicht hergestellt werden. Um einen fehlerfreien Aufbau sicherstellen zu können, ist an Flächen mit einem Winkel  $< 45^\circ$  zur Bauplattform eine Supportstruktur vorzusehen. Neben einer reinen Stützfunktion nimmt der Support vor allem Eigenspannungen auf und verhindert einen Verzug der Bauteile. Aufgrund der komplexen Knotengeometrie ist eine saubere Supportaufbereitung die Grundlage einer erfolgreichen Produktion. Nach der Supportaufbereitung wird

das Bauteil virtuell in einzelne Schichten geschnitten. Nach dem Datentransfer auf die LaserCusing-Anlage werden die entsprechenden Prozessparameter zugewiesen und der Bauprozess gestartet.

Gefertigt werden die Knoten auf einer X line 1000R-Anlage von Concept Laser, die den entsprechenden Bauraum (630 x 400 x 500 mm<sup>3</sup>) für solche Projekte aufweist und mit einem 1 kW-Laser arbeitet. Einen größeren Bauraum beim pulverbettbasierten Laserschmelzen mit Metallen weist nur die neue X line 2000R (800 x 400 x 500 mm<sup>3</sup>), ebenfalls von Concept Laser, auf, die zudem mit 2 x 1 kW-Lasern ausgestattet ist.

### Fazit

Das Spaceframe-Konzept vereint die Vorteile der Additiven Fertigung wie Flexibilität und Leichtbaupotenzial mit der Wirtschaftlichkeit bewährter konventioneller Profilbauweisen. In bei-

den Technologien spielt der Laser die zentrale Rolle. Die topologieoptimierten Knoten ermöglichen einen derzeit maximalen Leichtbau und einen hohen Grad an Funktionsintegration. Sowohl die Knoten als auch die Profile können ohne Zusatzaufwand auf neue Geometrien und Lastanforderungen angepasst werden. Sie bieten so die Möglichkeit, jedes einzelne Teil laststufengerecht auszulegen, und nicht wie bisher, die Dimensionierung der Bauteile an der größten Motorisierung bzw. Laststufe auszurichten. Der Grundgedanke ist also eine Knoten-Profil-Bauweise, die optimal auf die Anforderung der Modellvariante abgestimmt werden kann. Das Ergebnis zeigt eine lastpfadoptimierte Spaceframe-Struktur. Durch den Einsatz vorrichtungs- und werkzeugarmer Verfahren können zukünftig alle Karosserievarianten wirtschaftlich und mit höchstmöglicher Flexibilität gefertigt werden.

■ [www.concept-laser.de](http://www.concept-laser.de)