



DREIECKS-BEZIEHUNG

Der Worldcupper Linus Erdmann hat mit einem Hamburger Ingenieur eine ultraleichte, depowerbare Bar ohne störende Tampen in der Mitte entwickelt. Ihre Pulley Bar 2.0 kommt zum Teil aus dem 3D-Drucker und basiert auf den Gesetzen der Bionik. Ein Werkstattbesuch

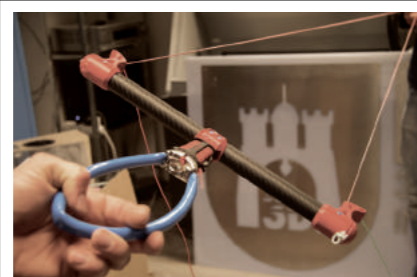
Ein nüchterner Bürokomplex im Norden Hamburgs. Im Erdgeschoss riecht es nach Polyester, an der Tür steht „Surfboard-Reparatur Hamburg“. Daher weht der Wind. Doch hier werden nicht nur Kite-, Surf- oder Windsurfboards klassisch mit Harz und Fasermatten wieder in Form gebracht. Hier steht auch ein 3D-Drucker. Und der kann Formen kreieren so komplex, wie sie sonst nur Mutter Natur imstande ist zu erschaffen. Bionik nennt man das, mehr dazu im Infokasten. Es begrüßt Malte Fürstenberg, hauptberuflich Projektleiter bei Airbus und nebenberuflich 3D-Drucker. Der 27-jährige Windsurfer druckt mit seinem Geschäftspartner und einem achtköpfigen Team aus Designern und Konstrukteuren unter dem Namen „Richtig Druck“ Prototypen komplexer Bauteile für die Industrie oder Mini-Büsten und 3D-Modelle für den Privatverbrauch wie etwa von Bullis – alles auf Wunsch auch vollfarbig

und ohne nachträgliche Lackierung. Ihr Motto: „Wir machen deine Idee greifbar.“

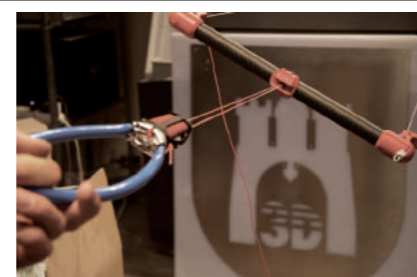
AN DER BAR KAM DIE IDEE ZUR 3D-BAR

Der Hamburger Kiteprofi Linus Erdmann stößt dazu. Der Deutsche Meister von 2014 kennt Malte von Airbus, wo Linus, dessen

Vater auch bei Airbus arbeitet, ein Praktikum im Composite Technology Center in Stade absolviert hat. Dort sind die Verbundwerkstoff-Spezialisten des Flugzeugbauers beheimatet, die meisterlich mit Karbon und ja, auch mit 3D-Druckern hantieren. Die Idee zu ihrem Barkonzept kam Linus und Malte ganz passend in einer



ANGEPOWER: Der Dauerzustand herkömmlicher Pulley Bars. Um die CiteTec-Bar im voll angepowerten Zustand nicht zu nah am Körper zu haben, muss ein großer Chickenloop verwendet werden. Der erleichtert zudem das schnelle Einhängen nach der Landung



GEDEPOWER: Auch wenn die Umleitung durch das Bar-Innere einem auf den ersten Blick etwas anderes vorgaukeln möchte, bleibt die Länge der Flugleinen konstant. Lediglich die Steuerleinen werden durch das Nach-oben-Schieben länger



ENTWICKLUNGSPHASE: Die Bolzen, mit denen die Bar-Enden und das Mittelstück am Karbonholm befestigt werden, fungieren im Bar-Innere gleichzeitig als Umlenkrollen



RECHNERARBEIT: Malte demonstriert die Topographie-Optimierung, aus der die bionische Form der Bar-Enden resultiert

Bar. An einem Abend mit viel Bier kreisten die Gedanken vom Hundertsten ins Tausendste und blieben beim ersten gemeinsamen Projekt hängen: einer Bar, bei der die mittig laufenden Depowertampen dreiecksförmig über eine Umlenkrolle (Pulley) umgeleitet werden. Dieses Bar-Konzept kam bereits Anfang der Nullerjahre auf. Pulley Bars fanden hauptsächlich Anklang unter Wakestylern, die damit eine Bar ähnlich einer Wakeboard-Hantel erhielten und bei Handpasses den Holm leichter greifen konnten. Linus spricht aus Erfahrung: „Ich habe schon oft die Finger gequetscht beim Griff zwischen die beiden Depowertampen oder bin an ihnen beim Umgreifen mit der Hand abgeprallt.“

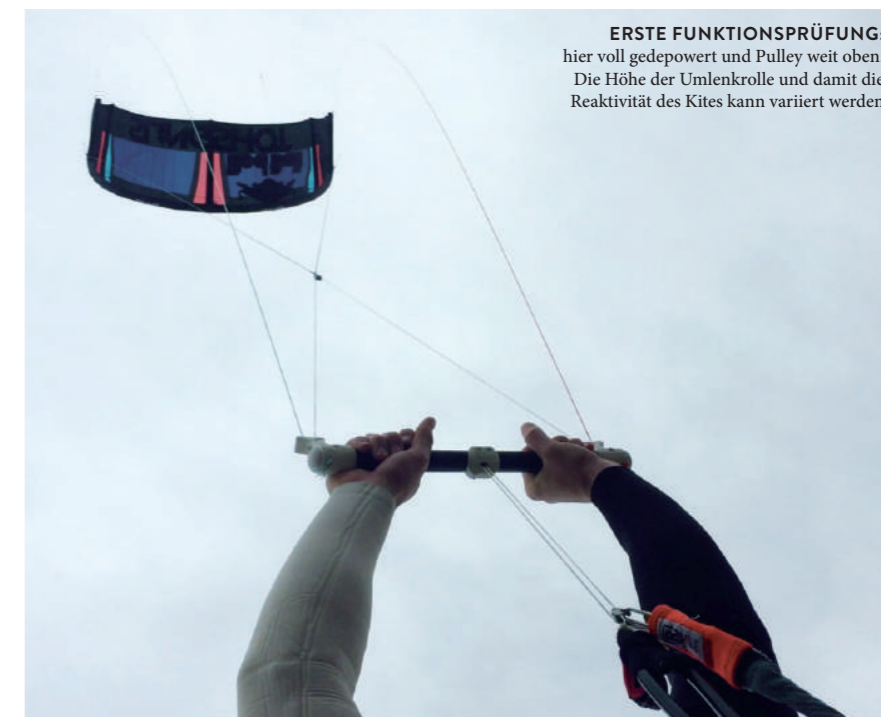
INTERN UMGELEITETE DEPOWER

Die Ur-Pulley-Bar aber hat einen großen Nachteil: Sie besitzt keinen Depowerweg. Der Kite kann nicht mehr unmittelbar durch Hochschieben, sondern nur über Ziehen des Adjuster entkräftet werden. Hier kommt die Bier-Idee ins Spiel, sie ist einfach wie genial. Der sonst mittig sitzende Depowertampen wird über ein Dreieck zunächst nach außen und von da im Holm-Innere ähnlich einem verborgener Bautenzug im Fahrrad jeweils über kleine Umlenkrollen zu der Adjusterklemme auf dem Chickenloop umgeleitet. Die Bar-Enden und der Mittelteil kommen aus dem 3D-Drucker, die Karbonrohre für den Barholm werden speziell von einem Luftfahrtzulieferer angefertigt. Warum es unbedingt 3D-Druck sein muss, erklärt Malte: „Diese drei Bauteile sind topologieoptimiert. Ein Programm errechnet aufgrund der angreifenden Kräfte, wie viel Material tatsächlich an welcher Stelle nötig ist. Daraus ergibt sich eine bionische Form mit komplexen Hinterschnidungen, die ultraleicht ist und mit einem anderen Verfahren nicht umzusetzen wäre.“ CiteTec haben Linus und Malte ihre Bar getauft. Für Linus, der

schon einige Prototypen getestet hat, liegen die Vorteile auf der Hand: „Das ist die erste Pulley Bar mit Depower-Funktion. Mit ihr verreißt man den Kite nicht mehr so schnell, da man die Bar exakt mittig greifen kann.“ Malte fügt eine Eigenschaft an, die auch Freerider freuen dürfte: „Der Karbonholm und die Teile aus dem 3D-Drucker wiegen zusammen nur 110 Gramm. Daraus resultiert ein geringes Massenträgheitsmoment, das das Lenken gegenüber herkömmlichen Bars wesentlich erleichtert.“

WEITERE 3D-PROJEKTE

Linus und Malte sind ganz in ihrem Element und berichten von einem weiteren 3D-Projekt, an dem sie momentan arbeiten. Für ein großes Architekturbüro haben sie die Elbphilharmonie eingescannt, um ein originalgetreues Modell mit dem 3D-Drucker anfertigen zu können. Das Einscannen hat Linus mit einer Drohne übernommen, der sogar eine Art Teamfahrer für den chinesischen Drohnen-Hersteller „Yuneec“ ist. Mit



ERSTE FUNKTIONSPRÜFUNG: hier voll gedepowert und Pulley weit oben. Die Höhe der Umlenkrolle und damit die Reaktivität des Kites kann variiert werden



HOHE DRUCKKUNST: In den bionischen Bar-Enden ist der Kanal gut zu erkennen, durch den die Depowerleine ins Bar-Innere gelangt



CLEAN: Auf Barbelag wird verzichtet. Die Sichtkarbon-Oberfläche soll ausreichend Grip liefern



SCHICHTENPRINZIP UND BIONIK: DIE GEHEIMNISSE DES 3D-DRUCKS



Bionische Bar-Enden aus der Prototypenphase



Die fertigen Teile aus dem 3D-Drucker

Es kann zwischen drei wesentlichen Druckverfahren unterschieden werden. Alle basieren auf dem Aufbauprinzip (additive Fertigung) und mit allen können komplexe bionische Formen gefertigt werden, wie sie in der Natur vorkommen. Bionik ist die Methodik, aus biologischen Mechanismen bestmögliche Lösungen für technische Probleme abzuleiten. Im Fall der Bar-Enden geht es darum, ein

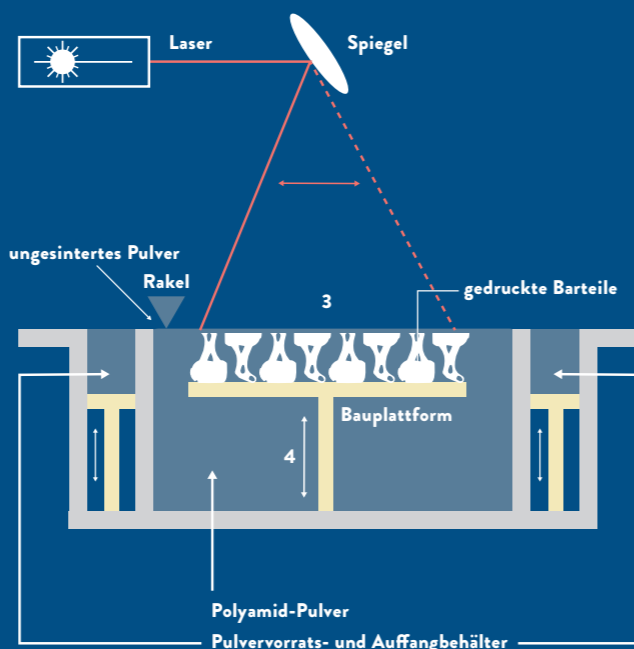
möglichst leichtes aber stabiles Bauteil zu erhalten. Im Zuge der Entwicklung haben es Linus Erdmann und Malte Fürstenberg bei einigen Prototypen auf die Spitze getrieben (siehe Foto) und gezeigt, was 3D-Druck in punkto Bionik kann: möglich sind selbst überlappende Verästelungen, bei der jede Fräse den Drehwurm bekommen und sich in den eigenen Fräsarm schneiden würde.

Beim **Schmelzschnittverfahren**, wie man es von 3D-Druckern für den Hausgebrauch kennt, wird das Werkstück in dünnen, meist 0,1 Millimeter Ebenen aus geschmolzenem Kunststoff aufgebaut. Von unten nach oben, Schicht für Schicht. Solche Geräte gibt es bereits für gut 500 Euro zu kaufen. Damit lassen sich jedoch noch keine robusten Gegenstände wie Ersatzteile fertigen, die hohen Belastungen standhalten müssen.

Diese Einschränkung gilt auch für das **Pulverdruckverfahren**, bei dem das Werkstück ebenfalls aus dünnen Schichten erwächst, diese jedoch aus Pulver aus Gips und Kunstharzen bestehen. Nachdem auf der Werkfläche das Gipspulver zu einer dünnen, ebenen Schicht ausgelegt ist, wird es mit dem Gemisch aus Bindemittel und Farbe an den richtigen Stellen verklebt. Anschließend wird die Werkfläche ein kleines Stück abgesenkt und der Prozess wiederholt sich. Es ist das einzige Verfahren, mit dem Modelle im vollen Far-

bumfang (390.000 Farben) hergestellt werden können.

Das **Laser-Sinter-Verfahren** kommt bei den Bauteilen der Pulley Bar von CiteTec zum Einsatz. Der große Vorteil: selbst „belastbare“ Werkstücke aus hochfestem Kunststoff können gedruckt werden. Die auch selektives Laser-Sintern genannte Methode ähnelt dem Pulverdruckverfahren stark, unterscheidet sich aber im Ausgangsmaterial und dem Verfestigen der Schichten. Das Werkstück wird Schicht für Schicht aus Polyamid-Pulver zu einem dreidimensionalen Objekt aufgebaut und von einem UV-Laser punktuell kurz vor den Schmelzpunkt gebracht (siehe Grafik). Die Pulverpartikel verbinden sich, der Kunststoff härtet aus. Nach jeder Schicht wird die Bauplattform abgesenkt und der Prozess wiederholt sich, bis das Werkstück fertig ist. Dessen Oberfläche kann anschließend eingefärbt oder angeschliffen und lackiert werden.



- 1 Pulver wird mit Rakel verteilt
- 2 Laser fährt Schnittfläche ab
- 3 Pulver schmilzt bei Kontakt mit Laser
- 4 Bauplattform senkt sich um 0,15 mm pro Schicht

einem leistungsstarken Modell sammelte er Datensätze in Form von Fotos aus zig verschiedenen Perspektiven, die von einem Superrechner zu einem 3D-Gittermodell zusammengefügt wurden. Damit füttert Malte dann seinen industriellen 3D-Drucker. Wie das gehen soll? 3D-Drucker sind nicht gerade bekannt dafür, große Modelle ausspucken zu können. „Wir drucken Stück für Stück und verkleben die Teile zu einem großen Ganzen. Unser Drucker kann sogar Farbe auftragen“, führt Malte stolz aus.

SCHMUCKSTÜCK IN KLEINSERIE

Zurück an die Bar. Das Vorserienmodell liegt sehr gut in der Hand, die Verarbeitung

macht einen professionellen Eindruck und auch das Depowern funktioniert, wenn auch noch etwas stockend. In der fertigen Kleinserien-Variante laufe das geschmeidiger, werfen Linus und Malte beinahe unisono ein. Der Preis für die komplette Bar mit individueller Leinenlänge soll zwischen 600 und 800 Euro liegen. In Planung ist eine Karbon-Kevlar-Variante, dazu sollen die Bar-Breite und der Holmdurchmesser variiert werden können. Auch die Farben der Bar-Enden und der Leinendurchführung sollen frei wählbar sein. Auf Barbelag wird verzichtet, Grip soll sich einstellen, sobald die Sichtkarbon-Oberfläche von Wasser benetzt wird. Fotos in die USA an seinen Sponsor Slingshot hat Linus bereits

geschickt. Interesse ist da, viel größer aber ist die Nachfrage von Linus Profikollegen. Beim ersten Tourstopp der World Kite League in El Gouna stieß er mit seiner Pulley Bar 2.0 auf reges Interesse. Die beiden wissen aber auch, dass es wohl kaum ein Produkt für den Massenmarkt werden wird. Obwohl, sogar eine Safety soll es geben. Sie wird an der Depowerleine befestigt und soll wie eine herkömmliche Frontleinen-Safety funktionieren.

Weitere Informationen zu dem Projekt gibt es unter:

www.facebook.com/richtigdruck
www.richtig-druck.de