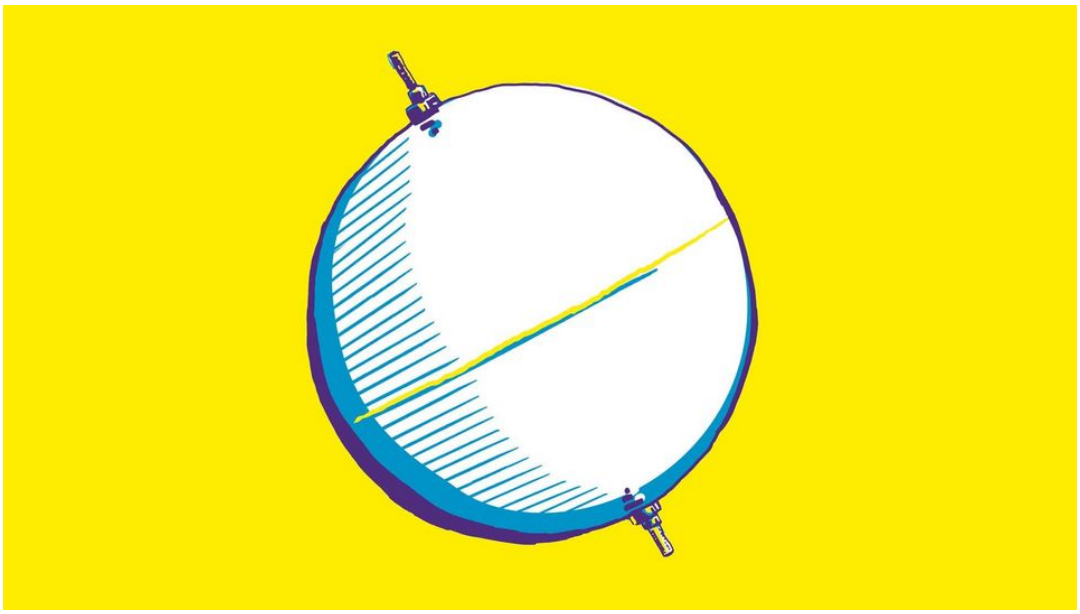
GABRIEL PANKOW

Laser (über)All: 5 TRUMPF Anwendungen für die Raumfahrt

Zurzeit sausen etwa 8.000 Satelliten im Orbit um die Erde. Und jährlich kommen rund 2.000 neue Satelliten hinzu. Auch die Zahl an Raketenstarts soll bis 2030 auf 200 steigen. In der Raumfahrt steckt also viel Geld, das jetzt an diejenigen Firmen geht, die die richtigen Bearbeitungsfertigkeiten besitzen. Zum Beispiel eine der Top 5 Space-Laseranwendungen von TRUMPF.

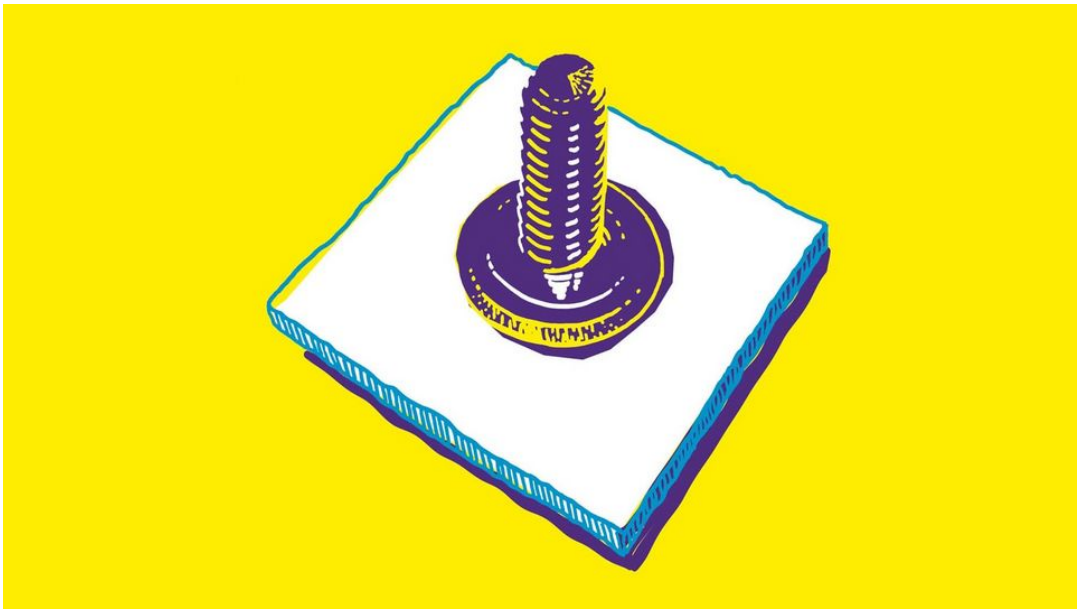
1. Extremes Dichtschweißen



Dichtgeschweißter Kugeltank

Dass Laser exakt und ultrazuverlässig dichtschweißen können, haben sie zuerst bei Herzschrittmachern bewiesen, später bei E-Autobatterien. Auch die Raumfahrt macht sich jetzt das gesammelte Prozess-Know-how zunutze und schweißt Edelstahl, Alu, Titan und Superlegierungen wie Inconel. Hauptgründe sind die hohe Geschwindigkeit des Verfahrens von manchmal mehreren Metern pro Minute und die sauberen Nähte dank sensor-optimiertem Energieeintrag. Zum Standard steigt das Laserdichtschweißen dort auf, wo es besonders wichtig ist: bei Raketentanks. Wenn Techniker entdecken, dass diese auch nur die kleinste Menge Treibstoff durchlassen, muss das Team den Raketenstart abblasen. Entdeckt das Leck niemand, kommt es zur Katastrophe beim Starten der Triebwerke. Darum gehen Raumfahrtunternehmen lieber per Laser auf Nummer sicher.

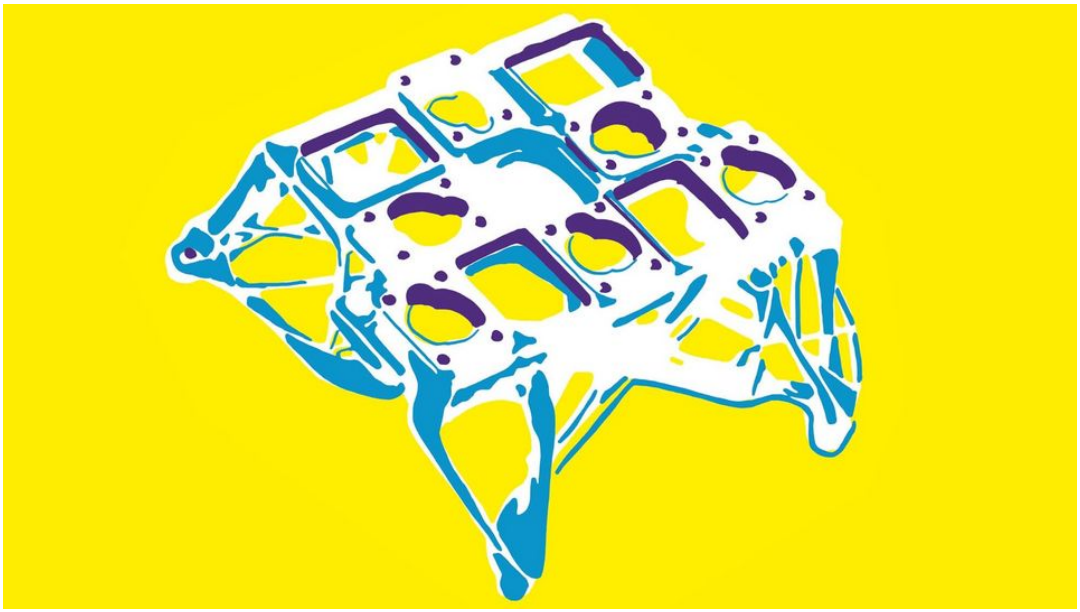
2. Ungleiche Verbindungen



Direktverbindung Kunststoff-Metall

Ultrakurzpulslaser sind beim Schweißen so fein in der Energiedosierung, dass sie auch ungleiche Materialien bruchsicher und gasdicht fügen. Zum Beispiel Glas und Metall. Diese Kombis sind besonders interessant für optische Komponenten an Satelliten und vielleicht auch mal für Fenster von Raumstationen. Topargument für diese Laserverbindung ist, dass sie direkt ist. Das heißt, es braucht keine umständlichen Schraubverbindungen oder temperaturanfällige Klebstoffe –die beide auch Gewicht mit sich bringen. Die NASA hat eine ultrakurzpulsgeschweißte Verbindung aus Glas und Invar, einer Speziallegierung, schon geprüft und plant ihren Einsatz. In vielen Fällen sind direkte Verbindungen mit Glas und einem anderen Material oder Glas-Glas-Verbindungen die einzige Möglichkeit, Glas im Weltall überhaupt einzusetzen. Auch Direktverbindungen mittels Kurzpulslasern von kohlenstofffaserverstärkten Thermoplasten und anderen Kunststoffen mit Metall ersetzen immer öfter klassische Schraubverbindung.

3. Gedruckte Strukturbauteile



Kamerahalter für Satelliten

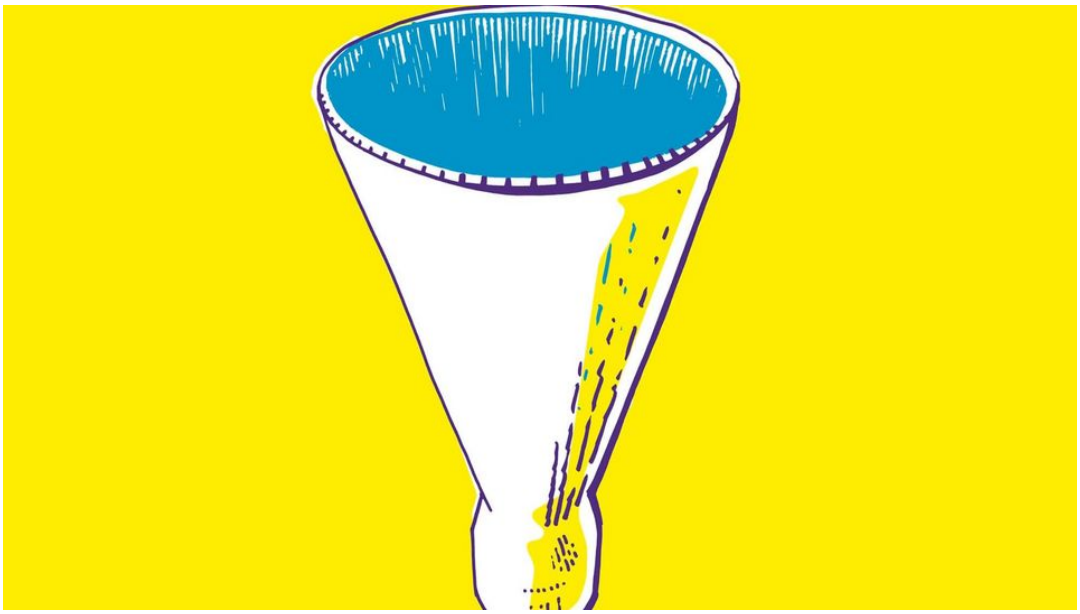
Jedes Kilo, das nicht da ist, macht den Flug ins All billiger. Für Raketen, weil sie mehr Nutzlast hochkriegen, wenn sie weniger wiegen. Und auch für die Nutzlast selbst wird das Ticket günstiger, wenn sie weniger auf die Waage bringt. Dies war der Hauptgedanke, als Unternehmen anfingen, Strukturbauteile, wie etwa Kamerahalterungen, zu drucken: So wenig Material wie möglich verwenden und nur entlang der reinen Funktionalität aufbauen. Inzwischen ist auch klar, dass die Designrevolution die Bauteile nicht nur leichter, sondern sogar stabiler macht, weil bessere Konstruktionen möglich sind. Und zuletzt: Die Herstellung per 3D-Druck ist –besonders bei temperaturfesten Superlegierungen wie Inconel – am Ende deutlich günstiger als klassische mechanische Verfahren wie Drehen. In der Raumfahrt führen eigentlich fast alle Wege zum 3D-Drucker.

4. Satellitenkommunikation

Laser-Datenübertragung

Die Datenübertragung im All läuft bald über Lasersignale. Niedrig fliegende LEO-Satelliten rasen mit rund 7,8 Kilometern pro Sekunde (!) um den Erdball. Für eine stabile Datenverbindung reicht es also nicht, Kontakt zu nur einem LEO-Satelliten zu haben, denn der ist schon bald über einem anderen Kontinent. Es kommt auf das Netzwerk an. Die LEO-Satelliten sollen sich künftig per Laser austauschen: ein Laser-Infostrahl im Flug über tausende Kilometer hinweg. Auch der Austausch Orbit-Erde wird bald auf Laser umgestellt, denn die Laser haben eine bis zu hundertmal höhere Datenübertragungsrate als Funkwellen. Gute Nachrichten, denn der Bedarf an Datenaustausch steigt ja rasant durch Streaming, KI-Cloud-Computing, Internet of Things und viele weitere datenbasierte Dienste. Auch nützlich: Ein lasergestützter Datentransfer ist aus physikalischen Gründen abfangsicher – ein Spionageversuch würde sofort entdeckt. Schon heute funktioniert die Laserübertragung Satellit-Satellit und Satellit-Erde bei Hightech-Militärsatelliten. Experten schätzen, dass sich die Technologie in zehn Jahren auch bei kommerziellen Netzwerken durchsetzt.

5. Triebwerke und Thruster additiv fertigen (auch Kupfer!)



Bimetallische Raketendüse

Raketentriebwerke und Thruster- kleine Triebwerke, die Sonden oder Satelliten ausrichten, bremsen oder beschleunigen –brauchen innenliegende Kühlkanäle für den Treibstoff, damit sie funktionieren. Bei Mini-Thrustern geht schon allein wegen der geringen Wandstärke nichts anderes als additive Fertigung und auch bei den größeren gibt es nicht Günstigeres. Per Laserauftragsschweißen gelingen auch größere Strukturen mit innenliegenden Kanälen wie etwa Triebwerksdüsen. Zusätzlicher Clou: Das Verfahren ist bimetallfähig und baut die gewünschten Metalle je nach Funktion auf. Im Falle der Düse etwa Kupfer innenliegend für den optimalen Wärmefluss und außenliegend eine starke Inconel-Schicht für die Stabilität.

GABRIEL PANKOW
SPRECHER LASERTECHNIK