

GABRIEL PANKOW

Laser statt Notnagel: „Wir haben die Lösung für Weltraumschrott gefunden“

Es wird eng im Orbit mit dem ganzen Weltraumschrott. Und irgendwer sollte mal was erfinden, um künftig Kollisionen mit Satelliten und Raumstationen zu vermeiden. Wolfgang Riede will das mit Lasern lösen. Ganz einfach sei das, im Prinzip.

Herr Riede, wie groß ist das Problem im Orbit?

Riede: Derzeit etwa anderthalb Eiffeltürme groß. So viel Masse an nicht manövrierbarem Schrott kreist permanent um die Erde, nämlich rund 13.000 Tonnen. Da der Orbit immer weiter und immer schneller mit Satelliten-Infrastruktur gefüllt wird, rechnen wir damit, dass sich die Gesamtmasse von Schrott und Satelliten bis 2030 – also in nur fünf Jahren! – verdoppeln oder gar verdreifachen wird.

Was ist überhaupt Weltraumschrott?

Riede: Das reicht von Sandkorngröße bis richtig groß: Er besteht zunächst aus rund 50 großen Objekten wie etwa abgeworfenen Raketenstufen aus 68 Jahren Raumfahrtgeschichte, zum Beispiel auch der riesige Erdbeobachtungssatellit Envisat der europäischen Weltraumorganisation ESA, der 2012 aus ungeklärten Gründen einfach den Geist aufgab. Dann noch zahlreiche kleine kaputte Satelliten. Hinzu kommen etwa 40.000 kleine Teile von mehr als zehn Zentimetern Größe, die wir von der Erde aus tracken können. Außerdem Abermillionen kleinere Teile, von denen wir meistens nicht einmal wissen, wo sie sind.

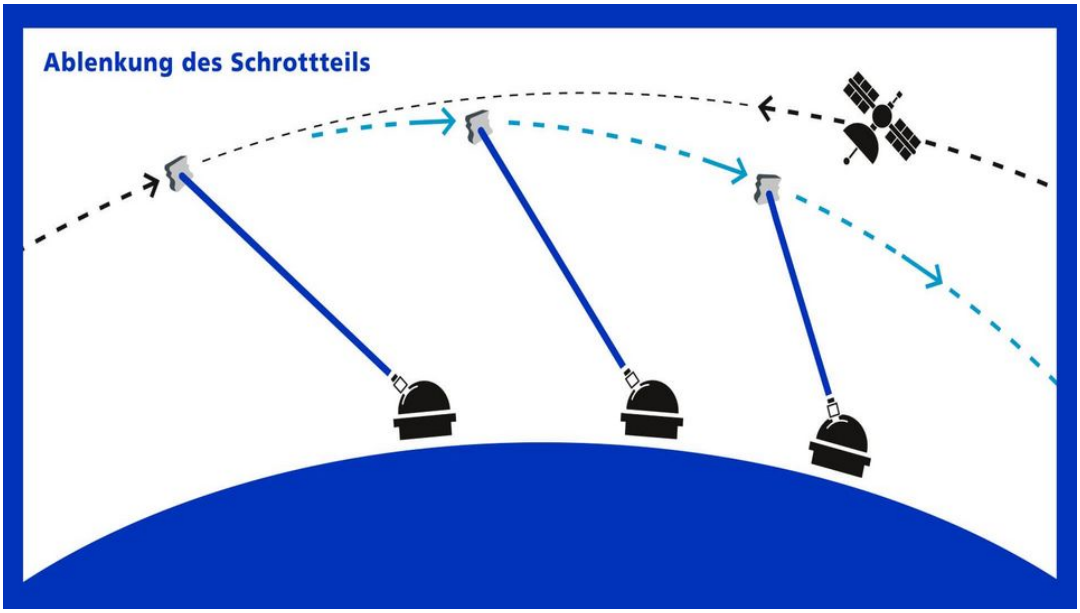
Das mit den Raketenstufen und den kaputten Satelliten leuchtet ein. Aber wo kommen die ganzen kleinen Schrottteile her?

Riede: Die Ursachen sind sowohl unkontrollierte als auch kontrollierte Kollisionen: Viele stammen von sogenannten Antisatellitentests. Die US-Amerikaner und die Sowjets wollten sich im Kalten Krieg gegenseitig beweisen, dass sie Satelliten per Rakete abschießen können. Das passiert auch heute noch. 2007 schoss China einen seiner Satelliten ab, 2021 Russland. Beide Explosionen hinterließen riesige Trümmerwolken im Orbit.

Nun gut, da oben ist ja viel Platz …

Riede: Platz schon, aber die Teile sind ja in Bewegung und rasen mit einer Geschwindigkeit von bis zu 28.000 Kilometern pro Stunde um die Erde – kurz zur Verdeutlichung: Das sind fast acht Kilometer pro Sekunde! Jedes Teil in seiner eigenen Umlaufbahn, die fliegen ja nicht synchron nebeneinanderher, wie man es vielleicht von den Ringen des Saturn kennt, sondern

wild durcheinander. Außerdem rotieren die Teile und ändern dadurch immer leicht ihre Umlaufbahn. So passiert es, dass die Internationale Raumstation ISS oder einer der vielen funktionierenden Satelliten auf Kollisionskurs mit einem Schrottstück kommen. Treffen die aufeinander, wird eine immense Energie freigesetzt, die können wir auf der Erde kaum nachstellen. Lasertechniker werden mit diesen Werten etwas anfangen können: Ein Teilchen mit einem Durchmesser von einem Millimeter – also winzig – entwickelt bei einer Kollision im Orbit eine Energie von 70 Joule pro Quadratmillimeter – eine Menge! Kurz: Die getroffenen Satelliten werden durchschlagen oder zerbersten gleich ganz. Werte von Abermillionen Euro gehen verloren, die Infrastruktur, die wir auf der Erde nutzen, wird beschädigt. Das ist das Problem.



SZENARIO: Ein Schrottteil im Orbit gerät auf Kollisionskurs mit einem Satelliten und droht, ihn zu beschädigen oder zu zerstören. Von der Erde aus bestrahlen zehn hintereinandergeschaltete Bodenstationen das Schrottteil und lenken seine Flugbahn ab, sodass der Satellit verschont bleibt.

Uff, und was kann man dagegen tun?

Riede: Zwei Möglichkeiten: Wenn wir eine Kollision voraussehen, muss der Satellit ausweichen. Die ISS macht das quasi ständig. Die wird aber auch nachgetankt, die Satelliten nicht. Bei Satelliten ist die Menge an Ausweichmanövern begrenzt, und jedes geht zulasten der Gesamtlebensdauer, kostet also richtig Geld. Zweitens gibt es immer wieder Reinemach-Weltraummissionen, bei denen halbgroße Schrottteile per Roboterarm gegriffen und sozusagen in die Atmosphäre nach unten geschleudert werden, damit sie dort verglühen. Das ist teuer und kommt für die meisten Schrottteile gar nicht infrage. Sie sehen: Beide Verfahren sind nur Notnägel. Was wir brauchen, ist eine richtige Lösung!

Und Sie haben die richtige Lösung gefunden?

Riede: Ich glaube schon. Laser Momentum Transfer, von uns liebevoll Laserschubsen genannt. Unser Team beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR, hat ein Konzept erarbeitet, wie das funktioniert. Und das Prinzip ist wirklich einfach zu verstehen: Die Photonen im Laserlicht üben Druck aus, den sogenannten Lichtdruck. Der ist gering. Aber bei einem rasenden Schrottstück im Orbit kann es den entscheidenden Unterschied machen. Wenn wir es per Hochleistungslaser von vorne treffen, bremsen wir es ab. Wenn wir es von hinten treffen, schieben wir es an. Das hat folgenden Sinn: Bremst es, sinkt es. Beschleunigt es, steigt es. Und so können wir es von der Erde aus einfach aus der Kollisionsbahn schubsen.

Die Sache wird doch einen Hacken haben!

Riede: Wir brauchen nicht eine Laserstation, sondern zehn. Über den Erdball verteilt.

Woran liegt das?

Riede: Der Lichtdruck ist eben niedrig. Wir können die Geschwindigkeit der Schrottteile nur um zehn Mikrometer pro

Sekunde verändern. Das heißt, wir müssen lange draufhalten, um einen Effekt zu erzielen. Stellen Sie sich vor, das Zielobjekt erscheint am Horizont, dann haben wir bei einer Überfluggeschwindigkeit von acht Kilometern pro Sekunde etwa zehn Minuten Sichtkontakt, bis es auf der anderen Seite wieder verschwindet. Aber wir können es nicht schon anstrahlen, wenn es am Horizont auftaucht, denn dann ist der Winkel flach und der Strahl ginge durch sehr viel Luftraum. Wir dürfen aber nur Luftraum verwenden, der für zivilen Verkehr gesperrt ist, und das kann dann nur ein bestimmter Radius um die Bodenstation herum sein. Also warten wir, bis es näher kommt. Dann müssen wir das Objekt entweder von vorne oder von hinten treffen, denn wir wollen es ja entweder bremsen oder anschubsen. Somit halbiert sich die Zeitspanne erneut und wir landen bei tatsächlich nur zwei bis drei Minuten Kontaktdauer. Das ist zu wenig für eine echte Ablenkung. Das Verfahren funktioniert nur, wenn sich zehn Bodenstationen hintereinanderschalten und zehn Überflüge lang das Objekt bestrahlen. Eine Laserstaffel sozusagen.

> **Wenn alles optimal läuft, bringen wir in fünf Jahren den Funktionsnachweis.**
>
> Wolfgang Riede, Laserphysiker und Leiter der Abteilung für Aktive Optische Systeme am Institut für Technische Physik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Stuttgart

Verstehe. Aber wie wollen Sie dieses kleine Ding im Orbit überhaupt treffen?

Riede: Das ist kein Problem. Wir arbeiten in der Raumfahrt schon sehr lange mit extrem genauen Laserverfahren über solche Distanzen. Zum Beispiel, um solche Schrottteile überhaupt erst zu detektieren. Es ist etwas anders, das noch knifflig wird.

Woran hakt's denn noch?

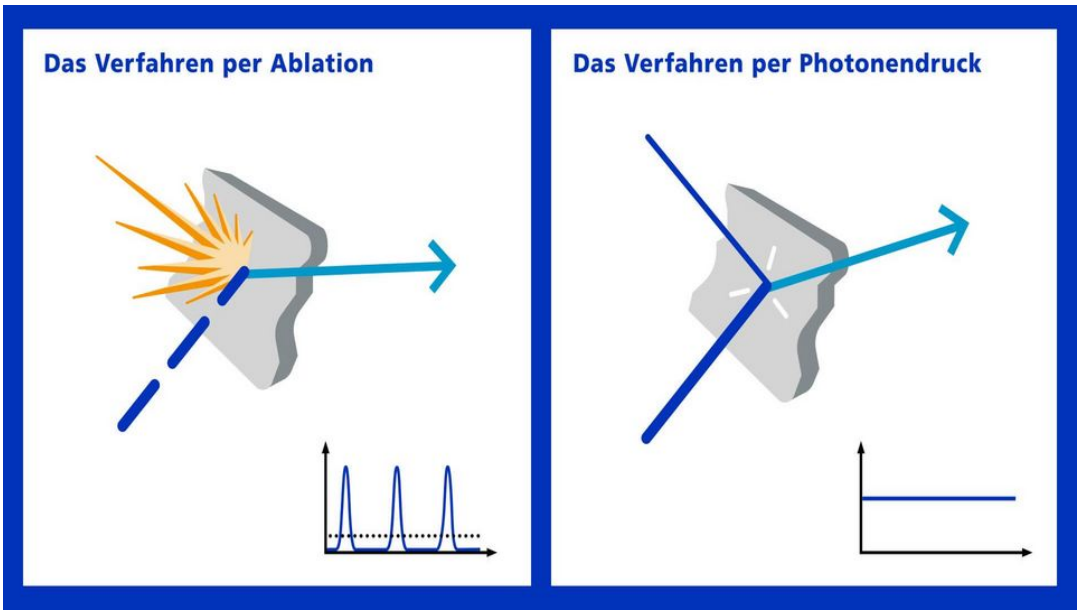
Riede: Wie weit im Voraus man eine Kollision präzise prognostizieren kann. Das ist nämlich nicht leicht. Wie beim Wetter wird es schwieriger, je weiter man in die Zukunft blicken will. Unsere Stationen bräuchten aber ein paar Tage Vorlauf. An diesem Problem sind wir dran.

Hat das Laserschubsen denn schon einmal geklappt?

Riede: Wir haben es noch nie in echt versucht; das ist aber normal für ein Raumfahrtprojekt. Sehen Sie, zusätzlich zu den Bodenstationen braucht es zwei Satelliten in Konstellation – das heißt, sie arbeiten zusammen –, um während der Bestrahlung den Effekt zu messen und uns zu melden. Diese Satelliten gibt es noch nicht.

Dann ist das ja alles nur theoretisch …

Riede: Überhaupt nicht! Ehrlich gesagt bin ich selbst überrascht, wie unser DLR-Projekt gerade an Fahrt aufnimmt. Die ESA hat sich dem angenommen und uns mit dem Design einer Bodenstation beauftragt. TRUMPF Scientific Lasers haben wir als Partner für die Strahlquelle gewonnen. Wenn alles optimal läuft – Finanzierung, Bau, Auswahl der Bodenstationen –, bringen wir in fünf Jahren den prinzipiellen Funktionsnachweis. Gut, wahrscheinlich wird nicht alles optimal laufen. Aber wir reden hier trotzdem über einen überschaubaren Zeitraum bis zur Realisierung.



Links: Ein gepulster Laserstrahl trifft das Objekt so hart, dass er eine Plasmafahne erzeugt, die es ablenkt. Vorteil: Es reicht ein Objektüberflug, die Vorlaufzeit ist also kürzer. Nachteil: Die Gefahr besteht, dass das Objekt zerbricht und aus einem gefährlichen Schrottteil mehrere werden.
Rechts: Ein kontinuierlicher Laserstrahl nutzt den Druck der Photonen, um das Objekt sanft aus der Bahn zu schubsen. Vorteil: Es besteht kein Risiko, dass das Objekt zerbirst. Nachteil: Es braucht bis zu zehn Objektüberflüge, damit der Effekt ausreicht. Die Vorlaufzeit ist also länger.

Wie erklären Sie sich denn das plötzlich so heftige Interesse an Ihrem Projekt?

Riede: Wie gesagt: Die Menschheit wird die Infrastruktur im Orbit massiv ausbauen, zum Beispiel als Quelle für mobiles Internet, siehe das Starlink Satellitennetzwerk. Das Schrottproblem steht dem im Wege und wird tendenziell um Größenordnungen schlimmer – eben wegen des Ausbaus, bei dem wiederum neuer Müll anfällt. Also braucht es bald eine Lösung.

Wer soll denn für das Laserschubsen bezahlen?

Riede: Den Anschub machen jetzt die Mitgliedsländer der ESA durch ihre Beiträge. Aber am Ende ist es schon der Plan, den Laser Momentum Transfer als Dienstleistung auf dem Markt anzubieten: für private Firmen, Organisationen oder Staaten, die ihre orbitale Infrastruktur schützen möchten. Wenn alle Akteure begreifen, welche Werte auf dem Spiel stehen, sollte die Finanzierung zur Umsetzung der Technologie das geringste Problem sein. Nicht zuletzt haben wir in Deutschland nun erstmals ein Ministerium, das die Raumfahrt im Titel trägt, sodass wir auch national politischen Rückenwind erwarten.



GABRIEL PANKOW
SPRECHER LASERTECHNIK