GABRIEL PANKOW

# Laser istället för en tillfällig åtgärd: "Vi har hittat lösningen för rymdskrot"

**Det börjar bli ont om plats i omloppsbanan på grund av allt rymdskrot. Någon borde verkligen uppfinna något för att förhindra framtida kollisioner med satelliter och rymdstationer. Wolfgang Riede vill lösa detta med lasrar. Egentligen är det ganska enkelt.**

**Herr Riede, hur stort är problemet i omloppsbanan?**

Riede: För närvarande ungefär lika stort som ett och ett halvt Eiffeltorn. Detta är mängden icke-manövrerbart skrot som permanent kretsar kring jorden, nämligen cirka 13 000 ton. I takt med att omloppsbanan alltmer och snabbare fylls med satellitinfrastruktur förväntar vi oss att den totala massan av skrot och satelliter kommer att fördubblas eller till och med tredubblas till år 2030 – alltså om bara fem år!

**Vad är egentligen rymdskrot?**

Riede: Det varierar från storleken på ett sandkorn till riktigt stort: Det består först och främst av cirka 50 stora objekt, såsom övergivna raketsteg från 68 års rymdfartshistoria, till exempel även den enorma jordresurssatelliten Envisat från Europeiska rymdorganisationen ESA, som av oförklarliga skäl helt enkelt slutade fungera 2012. Sedan finns det många små trasiga satelliter. Dessutom finns det ungefär 40 000 små bitar som är större än tio centimeter som vi kan spåra från jorden. Och det finns miljontals mindre delar, som vi inte ens vet var de flesta av dem finns.

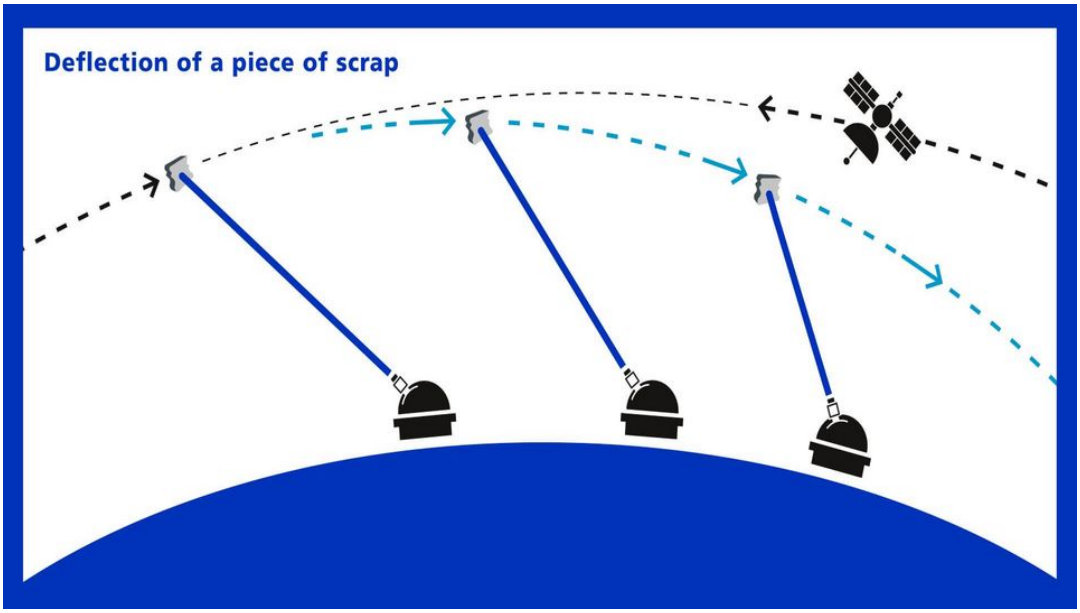
**Att det finns raketsteg och trasiga satelliter låter rimligt. Men varifrån kommer alla dessa små skrotbitar?**

Riede: Orsakerna är både okontrollerade och kontrollerade kollisioner: många härrör från så kallade antisatellittester. Under kalla kriget ville amerikanerna och sovjeterna bevisa för varandra att de kunde skjuta ner satelliter med raketer. Detta händer även idag. År 2007 sköt Kina ner en av sina satelliter; år 2021 gjorde Ryssland detsamma. Båda explosionerna lämnade enorma skräpmoln i omloppsbanan.

**Tja, det finns gott om plats där uppe ...**

Riede: Det finns gott om plats, men delarna är i rörelse och rör sig runt jorden med en hastighet på upp till 28 000 kilometer i timmen – för att sätta det i perspektiv: det är nästan åtta kilometer i sekunden! Varje del befinner sig i sin egen omloppsbana; de flyger inte synkront sida vid sida, som Saturnus ringar, utan snarare i ett vilt virrvarr. Dessutom roterar delarna och ändrar därmed ständigt sin bana. Därför händer det att den internationella rymdstationen (ISS) eller någon av de många fungerande satelliterna hamnar på kollisionskurs med ett vrak. När de kolliderar frigörs en enorm mängd energi, som

vi knappast kan återskapa på jorden. Lasertekniker kommer att förstå dessa värden: En partikel med en diameter på en millimeter – alltså pytteliten – utvecklar en energi på 70 joule per kvadratmillimeter vid en kollision i omloppsbanan – det är väldigt mycket! Kort sagt: De satelliter som träffas slås antingen i två delar eller förstörs helt. Värden värda miljontals euro går förlorade, och den infrastruktur vi använder på jorden skadas. Det är problemet.




SCENARIO: En skrotdel i omloppsbanan hamnar på kollisionskurs med en satellit och hotar att skada eller förstöra den. Från jorden bestrålar tio seriekopplade markstationer, skrotdelen och styr om dess bana, vilket skonar satelliten.

**Oj, och vad kan man göra åt detta?**

Riede: Två möjligheter: Om vi förutser en kollision måste satelliten undvika den. ISS gör detta nästan konstant. Den får dock bränsle, vilket inte satelliterna får. Satelliter har ett begränsat antal undanmanövrar, och var och en minskar deras totala livslängd, vilket kostar mycket pengar. För det andra finns det regelbundna upprensningsrymduppdrag där medelstora skrotdelar grips tag av en robotarm och så att säga slungas ner i atmosfären så att de brinner upp där. Det är dyrt och inte ens ett alternativ för de flesta skrotdelar. Som ni ser är båda metoderna bara tillfälliga åtgärder. Vi behöver en riktig lösning!

**Och har ni hittat rätt lösning?**

Riede: Jag tror det. Laser Momentum Transfer, vi kallar det för laserputtning. Vårt team på tyska flyg- och rymdcentrum (DLR) har utvecklat ett koncept för hur detta fungerar. Och principen är verkligen lätt att förstå: Fotonerna i laserljuset utövar tryck, det så kallade ljustrycket. Det är lågt. Men med en skrotdel i rasande fart i omloppsbanan kan det göra en avgörande skillnad. Om vi träffar den framifrån med en kraftfull laser, saktar vi ner den. Om vi träffar den bakifrån, knuffar vi den framåt. Anledningen till detta är följande: Om den saktar ner sjunker den. Om den accelererar, stiger den. Och på så vis kan vi från jorden helt enkelt knuffa ut den ur kollisionskursen.

**Det måste finnas en hake!**

Riede: Vi behöver inte en laserstation utan tio. Fördelade över hela världen.

**Vad beror det på?**

Riede: Ljustrycket är helt enkelt lågt. Vi kan bara ändra skrotdelarnas hastighet med tio mikrometer per sekund. Det betyder att vi måste sikta länge för att uppnå någon effekt. Tänk dig att målobjektet dyker upp vid horisonten; sedan, med en flyghastighet på åtta kilometer per sekund, har vi ungefär tio minuters visuell kontakt innan det försvinner igen på andra sidan. Men vi kan inte rikta ljuset mot det så fort det dyker upp vid horisonten, för då är vinkeln flat och strålen skulle färdas genom ett stort luftrum. Vi får dock bara använda luftrum som är stängt för civil trafik, och som bara får vara inom en viss radie runt markstationen. Så vi väntar tills det närmar sig. Då måste vi träffa föremålet antingen framifrån eller bakifrån,

eftersom vi antingen vill bromsa det eller knuffa det framåt. Således halveras tidsperioden igen, och vi får en kontakttid på endast två till tre minuter. Det räcker inte för en riktig omlänkning. Förfarandet fungerar bara om tio markstationer är seriekopplade och bestrålar objektet under tio passeringar. En lasersäsong, kan man säga.

> **Om allt går perfekt kan vi tillhandahålla bevis på funktionalitet om fem år.**
>
> Wolfgang Riede, laserfysiker och chef för avdelningen för aktiva optiska system vid institutet för teknisk fysik vid tyska flyg- och rymdcentrum i Stuttgart

**Jag förstår. Men hur ska man ens kunna träffa den här lilla saken i omloppsbanan?**

Riede: Det är inget problem. Vi har arbetat med extremt exakta lasermetoder över sådana avstånd inom rymdfärd under mycket lång tid. Till exempel för att ens upptäcka sådana skrotdelar. Det är något annat som kommer att bli knepigt.

**Vad är det mer som är haken?**

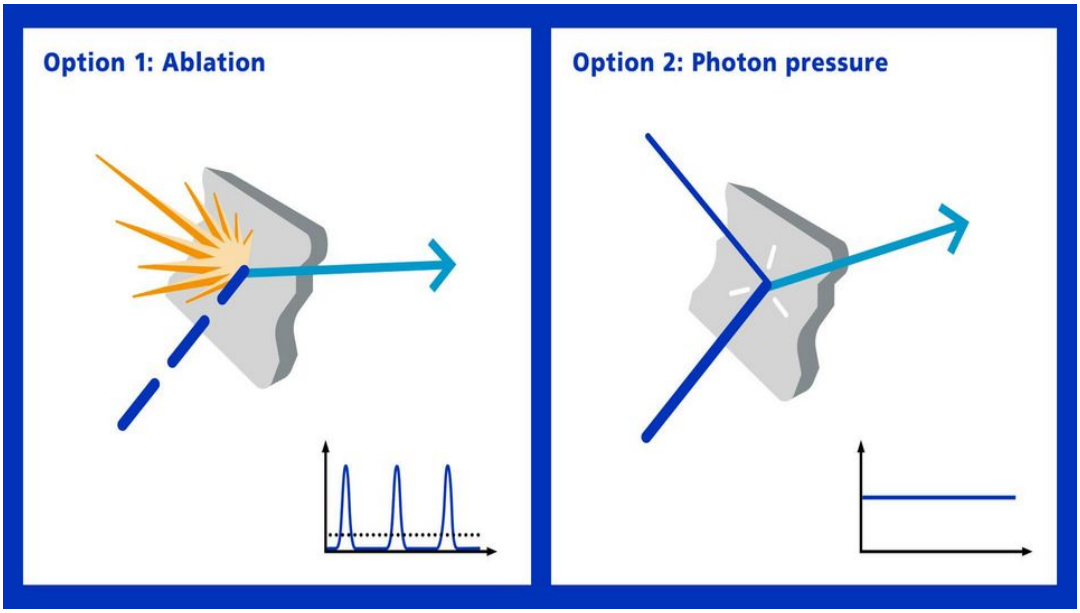
Riede: Hur långt i förväg en kollision med säkerhet kan förutsägas. Det är nämligen inte enkelt. Precis som med vädret blir det svårare ju längre in i framtiden man vill blicka. Våra stationer skulle behöva några dagars ledtid. Vi jobbar på det här problemet.

**Har laserputtningen fungerat hittills?**

Riede: Vi har aldrig provat det i verkligheten; men det är normalt för ett rymdprojekt. Du förstår, förutom markstationerna behövs två satelliter i en konstellation – det vill säga, de arbetar tillsammans – för att mäta effekten under bestrålningen och rapportera den till oss. Dessa satelliter finns ännu inte.

**Då är allt bara teoretiskt ...**

Riede: Inte alls! Ärligt talat är jag själv förvånad över hur snabbt vårt DLR-projekt tar fart. ESA har tagit på sig uppgiften och gett oss i uppdrag att designa en markstation. Vi har säkrat TRUMPF Scientific Lasers som partner för strålkällan. Om allt går perfekt – finansiering, bygge, val av markstationer – kan vi tillhandahålla det grundläggande beviset på funktionalitet om fem år. Okej, allt kommer förmodligen inte att gå perfekt. Men vi talar fortfarande om en överskådlig tidsram fram till implementeringen.




Till vänster: En pulsad laserstråle träffar objektet så hårt att det skapar en plasmaflagga som avleder den. Fördel: Det räcker med en passering över objektet, vilket förkortar ledtiden. Nackdel: Det finns risk att objektet går sönder och förvandlar en farlig skrotdel till flera.
Till höger: En kontinuerlig laserstråle använder fotontrycket för att försiktigt putta objektet ur

kurs. Fördel: Det finns ingen risk att objektet splittras. Nackdel: Det krävs upp till tio passeringar över objektet för att effekten ska vara tillräcklig. Ledtiden är därför längre.

**Vad tror du det plötsliga ökade intresset för ditt projekt beror på?**

Riede: Som sagt: Mänskligheten kommer att massivt utöka infrastrukturen i omloppsbanan, till exempel som en källa för mobilt internet, se satellitnätverket Starlink. Skrotproblemet är ett hinder och tenderar att bli avsevärt värre – just på grund av expansionen, som i sin tur genererar nytt avfall. Alltså krävs snart en lösning.

**Men vem ska betala för laserputtningen?**

Riede: ESA:s medlemsstater bidrar till detta. Men i slutändan är planen att erbjuda Laser Momentum Transfer som en tjänst på marknaden: för privata företag, organisationer eller stater som vill skydda sin orbitala infrastruktur. Om alla aktörer förstår de värden som står på spel, borde finansieringen av teknologins implementering vara ett endast litet problem. Sist men inte minst har vi nu för första gången i Tyskland ett ministerium för rymdresor, så vi förväntar oss även nationellt politiskt stöd.

**GABRIEL PANKOW**
TALESPERSON LASERTEKNIK