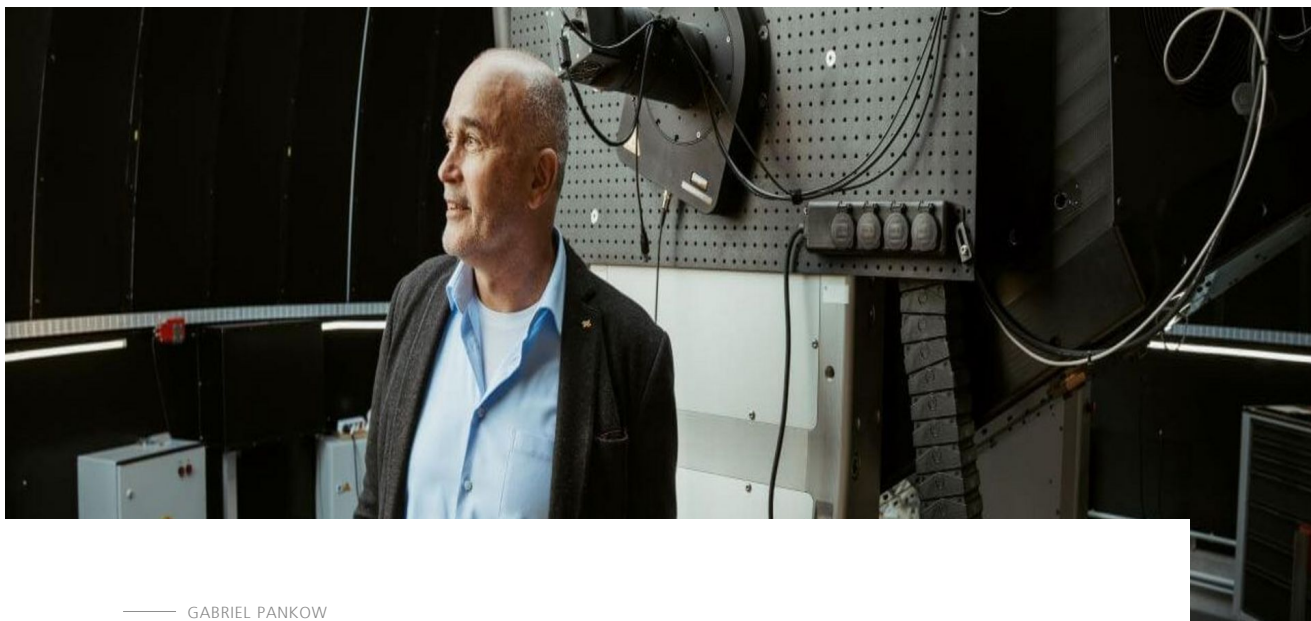




— GABRIEL PANKOW

Laser místo provizoria: „Nalezli jsme řešení pro šrot v kosmickém prostoru“

Na oběžné dráze je těsně s veškerým šrotem v kosmickém prostoru. A někdo by měl něco vynalézt, aby se do budoucna zabránilo kolizím se satelity a kosmickými stanicemi. Wolfgang Riede chce problém řešit s lasery. V podstatě je to zcela jednoduché.

Pane Riede, jak velký je problém na oběžné dráze?

Riede: V současné době je velký asi jako 1,5 Eiffelovy věže. Tak velký objem hmoty nemanévrovatelného šrotu krouží permanentně kolem Země, totiž asi 13.000 tun. Protože je oběžná dráha stále více a stále rychleji naplňována satelitní infrastrukturou, počítáme s tím, že se celková hmota šrotu a satelitů do roku 2030 – tedy pouze během pěti let! – zdvojnásobí nebo dokonce ztrojnásobí.

Co vlastně je šrot v kosmickém prostoru?

Riede: Obsahuje částice od velikosti zrnka písku až po opravdu velké objekty: Sestává především asi z 50 velkých objektů jako jsou odhozené stupně raket z 68. let historie letů do vesmíru, například také obrovský satelit Envisat k pozorování Země od Evropské kosmické organizace ESA, který v roce 2012 z nevysvětlitelných důvodů selhal. Dále také mnoho malých rozbitých satelitů. K tomu ještě asi 40.000 malých úlomků o velikosti více než deset centimetrů, které můžeme sledovat ze Země. Kromě toho mnoho milionů malých úlomků, o kterých většinou ani nevíme, kde jsou.

To se stupni raket a s rozbitými satelity je jasné. Ale odkud pochází všechny malé odpadové díly?

Riede: Příčiny jsou jak nekontrolované tak také kontrolované kolize: Mnoho z nich pochází od takzvaných antisatelitních testů. Američané a sověti si chtěli ve studené válce vzájemně dokázat, že satelity mohou sestřelit raketou. To se děje i dnes. V roce 2007 sestřelila Čína jeden ze svých satelitů, v roce 2021 Rusko. Obě exploze zanechaly na oběžné dráze ohromné spousty trosek.

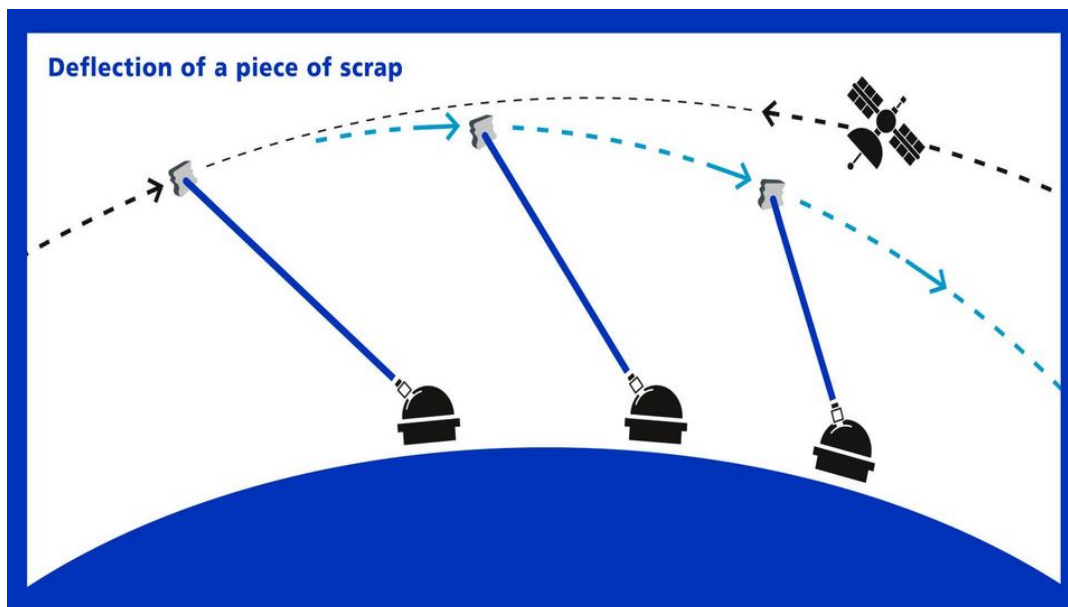
No dobře, tam nahoře je spousta místa ...

Riede: Místo ano, ale díly jsou v pohybu a obíhají kolem Země rychlostí až 28.000 kilometrů za hodinu – krátce objasněno: To je téměř osm kilometrů za sekundu! Každý úlomek ve své vlastní oběžné dráze, nelétají synchronně vedle sebe, jak je třeba známo o prstencích Saturnu, ale jeden přes druhý. Kromě toho díly rotují a stále tím mírně mění svou oběžnou dráhu. Tak se stane, že se Mezinárodní kosmická stanice ISS nebo jeden z mnoha fungujících satelitů dostane na kolizní kurz s jedním úlomkem šrotu. Když do sebe narazí, uvolní se nesmírná energie, kterou na Zemi téměř nedokážeme vytvořit. Odborníci v oblasti laserové





techniky s těmito hodnotami budou schopni něco dokázat: Jedna částice o průměru jednoho milimetru – tedy nepatrná – vyvine při kolizi na oběžné dráze energii 70 joule na čtvereční milimetr – ohromné množství! Krátce: Zasažené satelity budou proraženy nebo durchschlagen nebo se hned úplně rozpadnou. Hodnoty mnoha milionů Euro budou ztraceny, infrastruktura, kterou na Zemi používáme, bude poškozena. To je ten problém.



SCÉNÁŘ: Odpadový díl na oběžné dráze se dostane na kolizní kurz se satelitem a hrozí, že ho poškodí nebo poničí. Ze Země deset za sebou zapojených pozemních stanic ozámkuje odpadový díl a odchýlí jeho dráhu letu, takže satelit zůstane ušetřen.

Uf, a co se dá proti tomu dělat?

Riede: Dvě možnosti: Když předvídáme kolizi, musí se satelit vyhnout. ISS to dělá téměř stále. Ta je ale dotankována, satelity ne. U satelitů je množství vyhýbacích manévrů omezené, a každý je na úkor celkové životnosti, stojí tedy spoustu peněz. Za druhé stále existují odklízecí kosmické mise, při kterých odpadové díly o polovinu velikosti jsou zasaženy ramenem robota a takzvaně vymrštny dolů do atmosféry, aby tam shořely. To je drahé a pro většinu odpadových dílů to nepřipadá v úvahu. Vidíte: Oba postupy jsou pouze provizorní. Co potřebujeme, je skutečné řešení!

A Vy jste našli správné řešení?

Riede: Myslím že ano. Laser Momentum Transfer, námi láskyplně nazývaný laserové postrkování. Náš tým u Německého centra pro letectví a kosmonautiku, DLR, vypracoval koncepci, jak to funguje. A princip je skutečně snadné pochopit: Fotony v laserovém svétle vyvinou tlak, takzvaný světelný tlak. Ten je malý. Ale u obíhajícího odpadového dílu na oběžné dráze může udělat rozhodující rozdíl. Když ho zepředu trefíme výkonným laserem, zbrzdíme ho. Když ho trefíme zezadu, popoženeme ho. To má následující smysl: Když brzdí, klesá. Když zrychluje, stoupá. A tak můžeme ze Země jednoduše postrkovat kolizní dráhu.

Bude v tom ale háček!

Riede: Potřebujeme ne jednu laserovou stanici, nýbrž deset. Rozdělené po celé zemské kouli.

Kvůli čemu to tak je?

Riede: Světelný tlak je prostě nízký. Můžeme rychlost odpadových dílů změnit pouze o deset mikrometrů za sekundu. To znamená, musíme na něj dlouho mířit, abychom dosáhli efektu. Představte si, cílový objekt se objeví na horizontu, potom máme při rychlosti přeletu osm kilometrů za sekundu asi deset minut vizuální kontakt, než na druhé straně opět zmizí. Ale my ho nemůžeme ozámkovat hned když se objeví na horizontu, neboť tehdy je úhel plochý a paprsek by procházel skrz velmi mnoho vzdušného prostoru. My ale smíme použít pouze vzdušný prostor, který je zablokován pro civilní dopravu, a to může být jen určitý poloměr kolem pozemní stanice. Tedy počkáme, až se přiblíží. Potom musíme objekt trefit buď zepředu nebo



zezadu, poněvadž ho chceme buď zbrzdit nebo popohnat. Tím se znovu zkrátí časový úsek na polovinu a my dosáhneme skutečné doby trvání kontaktu jen dvou až tří minut. To je příliš málo pro skutečné vychýlení. Postup funguje pouze tehdy, když je deset pozemních stanic zapojeno za sebou a po dobu trvání deseti přeletů ozařují objekt. Takzvaná laserová štafeta.



Když všechno půjde optimálně, za pět let poskytneme důkaz funkčnosti.

Wolfgang Riede, laserový fyzik a vedoucí oddělení pro aktivní optické systémy na Institutu pro technickou fyziku u Německého centra pro letectví a kosmonautiku ve Stuttgartu

Rozumím. Ale jak chcete tu malou věc na oběžné dráze vůbec trefit?

Riede: To není problém. Pracujeme v oblasti kosmonautiky již velmi dlouho s extrémně přesným laserovým procesem pro takové vzdálenosti. Například, abychom takové odpadové díly nejdříve vůbec detekovali. Je něco jiného, co bude ještě složitější.

V čem to tedy vězí?

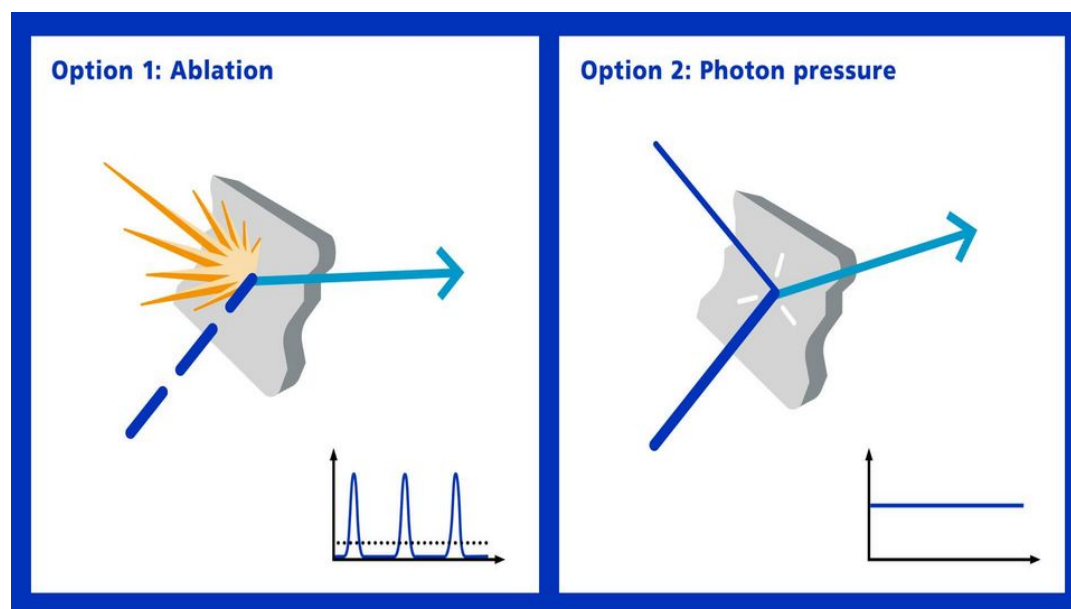
Riede: Jak dlouho předem lze kolizi přesně prognostikovat. To vůbec není snadné. Tak jako u počasí je to tím obtížnější, čím dále do budoucnosti se má předvídat. Naše stanice by ale potřebovaly několik dnů náběh. Na tomto problému pracujeme.

Povedlo se již někdy laserové postrkování?

Riede: Ještě jsme to opravdu nevyzkoušeli; to je ale normální u kosmického projektu. Podívejte, na doplnění k pozemním stanicím jsou potřeba dva satelity v konstelaci – to znamená, že pracují společně, aby během ozařování byl efekt měřen a nám hlášen. Satelity ještě neexistují.

Tak je to všechno pouze teoretické ...

Riede: Vůbec ne! Po pravdě řečeno jsem sám překvapen, jak se náš DLR projekt právě rozbíhá. ESA se toho ujala a pověřila nás designem pozemní stanice. TRUMPF Scientific Lasers máme jako partnery pro zdroj paprsku. Když všechno půjde optimálně – financování, výstavba, volba pozemních stanic – za pět let poskytneme principiální důkaz funkčnosti. Dobře, pravděpodobně všechno nebude probíhat optimálně. Ale my zde přesto hovoříme o předpokládaném období až do realizace.



Vlevo: Pulzní laserový paprsek zasáhne objekt tak tvrdě, že vytvoří plazmový praporek, který ho odkloní. Výhoda: Stačí jeden přelet objektu, doba rozbití je tedy kratší. Nevýhoda: Existuje nebezpečí, že se objekt rozlomí a z jednoho nebezpečného odpadového dílu vznikne více dílů šrotu.

Vpravo: Kontinuální laserový paprsek využívá tlak fotonů k mírnému postrčení objektu z



dráhy. Výhoda: Neexistuje riziko, že se objekt rozpadne. Nevýhoda: Je potřeba až deset přeletů objektu, aby efekt byl dostatečný. Doba rozbohu je tedy delší.

Jak si vysvětlujete najednou tak značný zájem o Váš projekt?

Riede: Jak bylo řečeno: Lidstvo bude infrastrukturu na oběžné dráze masivně budovat, například jako zdroj pro mobilní internet, viz satelitní síť Starlink. Problém šrotu tomu stojí v cestě a bude tendence ořady horší – právě kvůli budování, při kterém se opět vyskytuje nový odpad. Je tedy brzy potřeba řešení.

Kdo má laserové postrkování platit?

Riede: Rozboh uskutečňují nyní členské země ESA svými příspěvky. Ale na konci již existuje plán, Laser Momentum Transfer nabízet na trhu jako službu: pro privátní firmy, organizace nebo státy, které chtějí chránit svou orbitální infrastrukturu. Když aktéři pochopí, jaké hodnoty jsou ve hře, mělo by být financování k realizaci technologie nejmenším problémem. Mimo jiné máme v Německu nyní poprvé ministerstvo, které má v názvu kosmonautiku, takže také očekáváme národní politickou podporu.



GABRIEL PANKOW
MLUVÍ PRO LASEROVOU TECHNIKU

