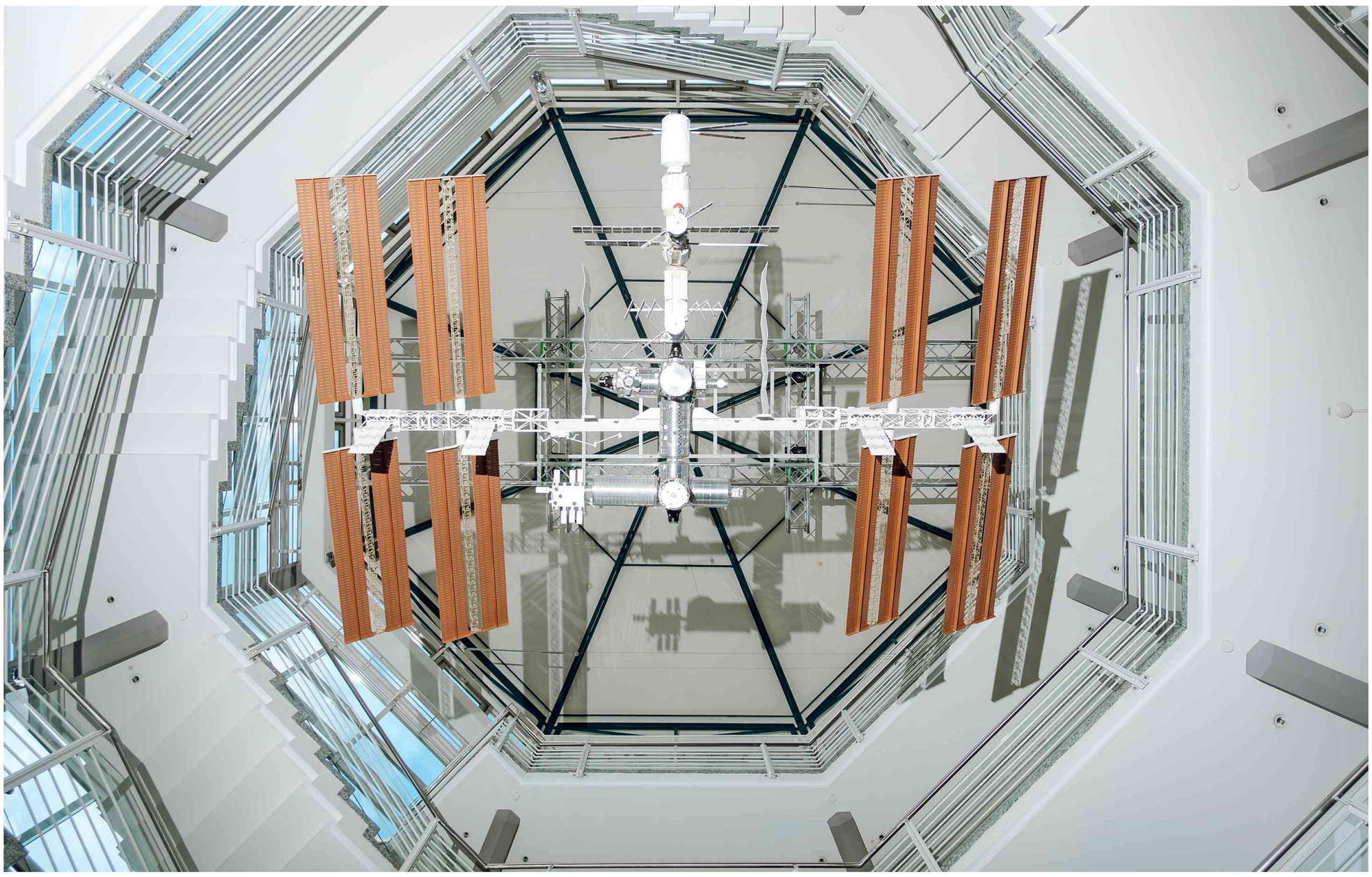

Die ISS: Bei der ESA hängt sie als Modell.
Fotos Ilkay Karakurt

Das Ende der Unendlichkeit?

Weltraumschrott ist ein Problem. Holger Krag, Koordinator bei der ESA, will es lösen – aus seinem Büro in Darmstadt.

Von Nikolas Holl

Zuerst fällt den Ingenieuren an diesem Tag im Kontrollraum auf, dass einer der Solargeneratoren zu wenig Energie liefert. Dann die Flugbahn, sie hat sich leicht verändert. Auch die Ausrichtung des Satelliten ist nicht mehr dieselbe. Aber warum? Der Satellit Sentinel-1A umkreist die Erde in einer Höhe von etwa 700 Kilometern. Es wird keine Windböe gewesen sein. Als man nach tagelanger Deduktion endlich ein Puzzle aus physikalischen und mathematischen Daten zusammengefügt hat, sind zwei Dinge klar. Erstens, dass die Auffälligkeiten auf ein bestimmtes Ereignis zurückgehen. Und zweitens, dass Holger Krag und sein Team gerufen werden müssen: das Büro für Raumfahrtrückstände der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) in Darmstadt, die Experten für Weltraumschrott.

Vor zehn Jahren hätte Krag noch erklären müssen, warum der Schrott im All und vor allem seine rasante Vermehrung ein gravierendes Problem ist. Ende August 2016 aber war das Thema schon längst angekommen. Große Kollisionen zwischen Satelliten und alten Trägerraketen hatten auf der ganzen Welt für Beachtung gesorgt. Als Krag damals in den Kontrollraum trat, wusste er noch nicht, für wie viel Aufsehen der jüngste kleine Satellitenschlenker im All sorgen würde. Schnell erkannte sein Team die Ursache der veränderten Flugbahn von Sentinel-1A: ein kleines Loch in einer der Solarplatten, nicht größer als drei Millimeter.

Der von Weltraumschrott verursachte Einschlag hatte neuralgische Punkte des Satelliten knapp verfehlt, war aber aus noch einem anderen Grund an einer günstigen Stelle aufgetreten. Er lag im Blickfeld einer Kamera. Es war das erste Mal, dass die Auswirkungen von einer Kollision mit Weltraumteilchen aufgenommen werden konnten. Es war klar zu erkennen: Ein Splitter, so groß wie eine Bleistiftspitze, hatte im Solarflügel eine Delle mit 40 Zentimeter Durchmesser hinterlassen, etwa der Größe einer Familienpizza. Dieser Einschlag hatte den Satelliten in der Größe eines kleinen Lastwagens in eine andere Umlaufbahn befördert. Immerhin ist Sentinel-1A noch funktionstüchtig. Krag weiß, dass die meisten Kollisionen nicht so glimpflich ablaufen und dass ein Stück Schrott, nur ein paar Zentimeter größer, den Satelliten zertrümmert hätte. Aus zwei Objekten im All werden schnell Tausende Teile Weltraumschrott. Krag befürchtet, dass sich diese Masse auf diese Weise exponentiell vermehren wird.

Schon als Kind habe er durch sein Teleskop in den Himmel geschaut, erzählt der Achtundvierzigjährige. Die Menschheit hatte da die Grenze in die Unendlichkeit, wie er es nennt, schon längst überschritten. Der Wettlauf ins All während des Kalten Krieges hatte den Weltraum bereits zu einem politischen Territorium gemacht. Mittlerweile haben private Unternehmen das All als Wirtschaftsraum entdeckt. Die Zahl der Missionen steigt stetig – und damit die Gefahr für die knapp 20 Satelliten der ESA, die Krag vor rasenden Trümmern im Orbit schützen muss. Der Weltraumschrott könne die gesamte Raumfahrt lahmlegen, warnt Krag, und das für Jahrhunderte. Für ihn ist klar: „Das wäre eine Katastrophe."

Krag ist seit dem Vorfall mit Sentinel-1A befördert worden. Er hat mittlerweile ein weiträumiges Büro, mit eigenem Konferenztisch. An der Wand hängt ein Whiteboard mit mathematischen Formeln und Zahlen. In einem Schreibtischfach liegt ein Meteorit auf einem Stapel Dokumente. Der ist etwa so groß wie ein Döner, aber so schwer wie eine Bowlingkugel und eignet sich gut als Briefbeschwerer, bis er irgendwann einen Platz in einer der vielen Vitrinen im ESA-Gebäude in Darmstadt findet.

Krag ist nun Programmleiter für Weltraumsicherheit. Neben dem Weltraumschrott ist er auch noch für das Weltraumwetter und für die Asteroidengefahr zuständig. Inzwischen muss er niemanden mehr von der Gefahr durch Weltraumrückstände überzeugen. „Die Annahme, dass der Weltraum unendlich ist, die ist falsch." Holger Krag lehnt sich in seinem Stuhl zurück, hebt eine Fernbedienung von dem ovalen Konferenztisch auf und imitiert damit eine Trägerrakete. Erst startet sie senkrecht, dann macht sie einen Bogen, und schließlich tritt sie waagerecht in die imaginäre Erdumlaufbahn ein. „Wir gehen nicht in die tiefen Weiten des Alls, wir nutzen den Raum direkt über der Erdoberfläche." Dieser Raum wird Low Earth Orbit genannt, oder LEO, und liegt in einer Höhe zwischen 200 und 1000 Kilometern. In dieser Höhe zieht die Schwerkraft Objekte gerade noch an, aber nur so viel, dass sie in einer Art perpetuellem freien Fall um die Erde kreisen – und das in Geschwindigkeiten von etwa 30 000 Kilometern in der Stunde. Die überwiegende Mehrzahl der Satelliten und auch die ISS befinden sich im LEO. „Das ist die Entfernung Hamburg–München", sagt Krag, „richtig weit weg ist das gar nicht."

Holger Krag: Leiter des Büros für Raumfahrtrückstände bei der ESA in Darmstadt

Die Satelliten im LEO erforschen den Weltraum, sie verbinden unsere Satellitentelefone, vermitteln GPS-Daten, überwachen das Wetter und warnen vor Naturkatastrophen. Oder, sofern es sich um militärische Satelliten handelt, senden Bilder, die, wie in diesen Tagen, Aufschluss geben über kriegerische Handlungen. Sie haben außerdem das Loch in der Ozonschicht entdeckt und das Ausbleichen der Korallen. In der Zukunft sollen sie alle Menschen auf dem Planeten mit dem Internet verbinden. Es zirkulieren etwa 7800 von ihnen im LEO, nur etwa 5000 davon sind funktionstüchtig. Die anderen sind bloße Klumpen aus Metall, in der Größe von Lastwagen, die für immer die Erde umkreisen. Bis sie – und das ist Krags große Sorge – aufeinandertreffen.

„Es wird eine Kettenreaktion befürchtet, eine Kollisionskaskade, wenn man so will", sagt Krag. Der Erste, der vor einer Kettenreaktion warnte, war der NASA-Astronom Donald J. Kessler im Jahr 1978. Seine Theorie: Irgendwann könnten die Kollisionen von Weltraumrückständen einen Dominoeffekt einleiten. Jeder Zusammenprall könne Tausende von weiteren Trümmerteilen erzeugen, die Tausende weitere Kollisionen verursachen und so weiter – bis der Low Earth Orbit einem Minenfeld gleicht. Ein solches Szenario würde unsere Weltrauminfrastruktur komplett zerstören, neue Satelliten würden bei Eintritt in die Atmosphäre direkt an einer Wolke aus rasenden Splittern zerschellen. Der Orbit würde sich endgültig vor der Menschheit verschließen. Der Traum von der Unendlichkeit wäre vorbei.

Doch im Jahr 1978 war es noch zu keiner nennenswerten Kollision gekommen. Die Theorie bekam einen Namen, „Kessler-Syndrom", sie blieb aber eine Theorie. Das war sie auch noch, als Holger Krag auf sie stieß, als sein Professor an der Universität Braunschweig ihm vorschlug, über das Thema Weltraumrückstände seine Doktorarbeit zu schreiben. Er habe gezögert. „Das Thema klang so fürchterlich akademisch und nach Nische." Er habe Angst gehabt, für immer als Exot zu gelten. Doch seither habe sich vieles verändert, sagt Krag, „und einige der schlimmsten Befürchtungen, die theoretisch waren damals, die haben sich heute bewahrheitet".

Den großen Wendepunkt beim Thema Weltraumrückstände habe er im Jahr 2009 erlebt. Der inaktive sowjetische Satellit Kosmos kollidierte frontal mit dem aktiven kommerziellen Satelliten Iridium. „Das war das Ereignis, das wachgerüttelt hat." Er habe sich zwar bestätigt gefühlt, es sei aber kein befriedigendes Gefühl gewesen. Und als der Schock abschwoll, ging es erst so richtig los. „Die resultierende Trümmerwolke war in unmittelbarer Nähe unserer Satelliten."

Sein Team habe auf einmal das Doppelte an Ausweichmanövern koordinieren müssen. Krag musste eine Analyse des Vorfalls anfertigen, versuchen, den Crash zu verstehen. Gleichzeitig musste er vor die Presse treten, erklären, was passiert war und was das bedeute. Und das zu einer Zeit, in der im Büro für Raumfahrtrückstände nur zwei Personen arbeiteten. „Das war heftig", erinnert sich Krag. Spätestens nach der Kollision von Kosmos und Iridium wurde klar, dass das „Kessler-Syndrom" keine abwegige Theorie mehr war – und dass die Kettenreaktion bereits angefangen hatte. „Man darf sich die Kettenreaktion aber nicht so vorstellen, dass sich innerhalb von zwei, drei Sekunden alles zerlegt", sagt Krag. Vielmehr werde der Abstand großer Kollisionen immer kleiner. Jeder Vorfall beschleunige das „Kessler-Syndrom". Und jeder neue Satellit, der ins All geschossen werde, erhöhe die Wahrscheinlichkeit für einen Vorfall.

Jedes Teil ein Risiko: eine ESA-Animation der Rückstände im All

Allein seit dem Jahr 2020 wurden fast 3000 Satelliten in den Orbit gebracht. Mehr als die Hälfte aller Satelliten im LEO gehören Privatunternehmen. Geschäftsideen reichen von Megasatellitenkonstellationen für eine weltumspannende Internetversorgung bis hin zu Weltraumtourismus. Space X, das Raumfahrtunternehmen des Milliardärs Elon Musk beispielsweise, möchte in den kommenden Jahren 42 000 weitere Satelliten in den Orbit schicken.

Die Satelliten sind dabei laut Krag nicht das größte Problem. Es seien die Trägerraketen. Diese haben nur eine Aufgabe: den Satelliten ins All schießen. Sie bleiben dann im LEO. „Das da drüben ist ein Stück Weltraumschrott." Holger Krag zeigt auf eine Glasvitrine, in der ein etwa 30 Zentimeter langer zylindrischer Gegenstand liegt. Es sei ein Trümmerteil einer missglückten Raumfahrtmission und sei irgendwo im Dschungel von Französisch-Guayana geborgen worden. Das zerkratzte Stück Metall hat den Weltraum nie gesehen, doch es passt gut in Krags Arbeitsstätte, das Büro für Raumfahrtrückstände.

Von hier werden etwa 30 000 Teile Weltraumschrott nachverfolgt. Das sind aber nur größere Trümmerstücke und inaktive Satelliten. Schätzungsweise 330 Millionen kleine Schrapnelle bewegen sich unsichtbar im LEO, wie auch die Bleistiftspitze, die damals den Satelliten Sentinel-1A traf. Sie sind ein Produkt aus den Explosionen und Kollisionen von Trägerraketen, Satelliten und größeren Trümmern. Gerade die will Krag jetzt beseitigen – mit einer Weltraum-Müllabfuhr.

Zusammen mit dem Start-up Clear Space will Krag von 2025 an die ersten Satelliten abschleppen. Das Prinzip dabei ist recht einfach. Der von Clear Space entwickelte „Abschleppwagen", wie die ESA ihn nennt, soll sich dem Schrottteil im Orbit nähern, es mit seinen Roboterarmen einfangen und in eine sehr niedrige Umlaufbahn bringen, damit es innerhalb kurzer Zeit in der Atmosphäre verglüht. Dieser Einsatz allein reicht Krag aber nicht. „Es braucht internationale Gesetzgebung." Trägerraketen müssten so gebaut werden, dass sie gar nicht erst Rückstände produzierten, und wenn sie es doch täten, müsse es zur Auflage werden, alle Schrottteile zu beseitigen. So werde sich, hofft Krag, ein Markt bilden für Firmen wie Clear Space.

Für Projekte wie dieses unterstützen die Mitgliedstaaten der ESA Krags Abteilung mit 430 Millionen Euro. Krag sieht darin ein Symbol der Anerkennung. „Das ist das Highlight meiner Laufbahn", sagt er. „Früher habe ich mich als der Rufer im Wald verstanden." Jetzt habe er endlich die Mittel, etwas zu tun, aber auch die Verantwortung. Die Millionen, die er von der ESA bekommt, stammen von Steuerzahlern, der Erfolgsdruck ist groß. „Das ist belastend. Aber mit der Zeit gewöhnt man sich daran, man lernt, dass man es beherrschen kann." Zum Ausgleich fährt Krag Fahrrad oder spielt Klavier. „Das ist eine wunderbare Selbsttherapie. Da vergisst man alles." Das All fasziniere ihn. „Man wird nie fertig sein, den Weltraum zu erkunden." Krag schaut abends manchmal durch sein Teleskop zu Hause in Darmstadt, und dann freut er sich sogar, wenn er ein Stück Weltraumschrott erkennt.