



## WUNDER – Wissenschaftliche Untersuchung der Entstehungsmechanismen von Weltraumrückständen

Jedes Jahr finden etwa 10 orbitale Fragmentierungsereignisse (Kollisionen und Explosionen) von menschengemachten Objekten, wie Satelliten, Raketenstufen usw. im Erdorbit statt. Dabei entstehen jeweils tausende bis zehntausende von Fragmenten größer als 1 cm welche anschließend das Risiko für weitere kritische orbitale Fragmentierungen erhöhen. Schlimmstenfalls wird langfristig dadurch das sogenannte Kessler-Syndrom ausgelöst, welches den kaskadenartigen Anstieg des Kollisionsrisikos durch die zunehmende Anzahl von freigesetzten Fragmenten beschreibt.

Damit aktive Satelliten und Raumstationen



*Simulierte Fragmente der Kollision zwischen den Satelliten Iridium 33 und Kosmos 2251.  
Quelle: Institut für Raumfahrtsysteme (IRAS), TU Braunschweig*

weiterhin ihre wichtigen Dienstleistungen für uns und die Erde (Internet, GPS, Wettervorhersagen, Klimaforschung, Fernsehen, Katastrophenschutz usw.) erbringen können, ist es wichtig, nach einem neuen Fragmentierungsereignis abschätzen zu können, welche Satelliten inwiefern davon betroffen sind und ob mit zusätzlichen nötigen Kollisionsausweichmanövern bzw. Treibstoffverbräuchen zu rechnen ist. Dafür wird am Institut für Raumfahrtsysteme der TU Braunschweig u.a. im Rahmen des Projekts WUNDER

an der Modellierung und Simulierung von Fragmentierungen geforscht.

Das Hauptziel dieses vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt finanzierten Vorhabens ist die wissenschaftliche Weiterentwicklung und Verbesserung von Modellen für orbitale Fragmentierungen. Dies erfolgt unter Zuhilfenahme von neuen Daten und Erkenntnissen aus einem breiten Feld der Raumfahrt. Dabei geht es nicht nur um Daten von orbitalen Kollisionen und Explosionen an sich aber auch um die Erkenntnisse von Hochgeschwindigkeits-Kollisionstests am Boden, beispielsweise vom Fraunhofer Ernst Mach Institut. Die Relativgeschwindigkeiten bei orbitalen Kollisionen sind mit circa 7 km/s bis 15 km/s etwa 20- bis 40-mal so hoch, wie die einer Pistolenkugel und damit nur schwer nachzubilden. Jedoch reichen bereits wenige Kilometer pro Sekunde aus, um die zerstörerische Kraft von Zentimeter kleinen Objekten aufzuzeigen. Im Orbit sorgen diese energiereichen Ereignisse dafür, dass die Trümmerteile von Fragmentierungen auf unterschiedliche Bahnen befördert werden und somit einen großen räumlichen Bereich beeinflussen können.



*Einschlagkrater einer 1,2 cm Aluminiumkugel mit 6,8 km/s in einen massiven Aluminiumblock.  
Quelle: ESA*

Ein weiterer wichtiger Aspekt, neben der Physik von orbitalen Fragmentierungen,

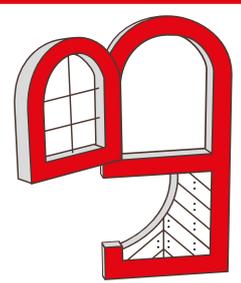
ist die Qualität der Datenlage. Nach einem neuen Fragmentierungsereignis im Erdorbit können nicht direkt alle Fragmente vom Boden aus detektiert und katalogisiert werden. Es kann Wochen über Monate bis hin zu Jahren dauern, bis die meisten Trümmerteile katalogisiert wurden. Darüber hinaus ist es trotz einer Verbesserung und Weiterentwicklung der Detektionstechnologien aktuell kaum möglich, orbitale Objekte kleiner als wenige Zentimeter vom Boden aus zu detektieren und deren Bahn zu bestimmen. Dies liegt an dem großen Abstand von mehreren 100 km bis 1000 km zwischen den üblichen Bahnhöhen von Weltraumobjekten und der Erdoberfläche. In Zukunft können diese Detektionsmöglichkeiten beispielsweise durch Beobachtungssysteme im Orbit und Lasermessmethoden vom Boden aus verbessert werden. Diese und weitere neue Quellen von Daten, wie neue Bodentests und detaillierte Analysen von historischen Fragmentierungsereignissen, tragen zur Verbesserung der Modellierungs- und Simulationsmöglichkeiten und somit der langfristigen Gewährleistung eines sicheren Raumfahrtbetriebs bei. Das Institut für Raumfahrtsysteme der TU Braunschweig ist neben der Modellierung und Simulierung der Weltraumrückständeumgebung auch in dem Bereich von Beobachtungssystemen, Satellitentechnik, Additive Fertigung im All und Antriebssystemen sehr aktiv und leistet dabei insgesamt einen signifikanten Beitrag zur Verhinderung und Minderung der Weltraummüllproblematik.

Institut für Raumfahrtsysteme (IRAS), TU Braunschweig

# GmbH

rgärten ■ Überdachungen

mente.com | [www.mj-baelemente.com](http://www.mj-baelemente.com)



**mj-baelemente GmbH**