

Weltraumschrott: Gefahr für die nachhaltige Nutzung des Weltraums

- Kommunikations- und Erdbeobachtungssatelliten in erdnahen Orbits sind von großer Bedeutung für unser alltägliches Leben.
- Die Zahl der Satelliten und Schrottobjekte in diesen Orbits nimmt rapide zu. Derzeit gibt es geschätzt ca. 40.000 Schrottobjekte, die größer als 10 cm sind.
- Kollisionen können die Zahl der Schrottobjekte exponentiell erhöhen.

Seit dem ersten von Menschen ins All geschickten Sputnik-Satelliten 1957 hat die Nutzung des Weltalls stark zugenommen. Heute sind Satellitendienste für Kommunikation, Navigation, Wettervorhersagen und Erdbeobachtung unentbehrlich. Es befinden sich ca. 10.000 aktive Satelliten in erdnahen Umlaufbahnen (400 – 2.000 km Höhe). Durch Megakonstellationen¹ hat sich ihre Anzahl in den letzten drei Jahren stark erhöht. Ein Nebeneffekt ist Weltraumschrott: Raketenoberstufen und ausgediente Satelliten kreisen weiter um die Erde und fragmentieren. Die Verweildauer dieser Objekte beträgt je nach Bahnhöhe mehrere Hundert Jahre, bevor sie in der Erdatmosphäre verglühen. Aktuell gibt es geschätzt 40.000 Schrottobjekte größer als 10 cm und ca. eine Million Objekte größer als 1 cm. Diese können bei

Kollisionen aktive Satelliten zerstören, da sie sich mit enormen Geschwindigkeiten bewegen.

In einigen Orbithöhen, z. B. solchen, die für die Erdbeobachtung wichtig sind, droht durch Kollisionen ein exponentielles Wachstum der Anzahl der Schrottobjekte, bekannt als Kessler-Syndrom². Deswegen wird der Betrieb von Satelliten aufwändiger. Alle Objekte größer als 10 cm müssen überwacht und die Bahn Daten regelmäßig neu bestimmt werden, um Kollisionen zu vermeiden. In Deutschland ist das Weltraumlagezentrum³ dafür verantwortlich. Es gibt auch Warnungen heraus vor möglichen Trümmerauftritten auf der Erde. Zuletzt traf Ende März 2024 ein Trümmerteil ein Haus in Florida⁴.

Für eine nachhaltige Nutzung des Weltraums müssen drei große Themenfelder adressiert werden:

Datenlage: Die Erfassung aller Objekte im Weltraum muss verbessert werden. Dies erfolgt durch Radarstationen⁵ und (laser-)optische Sensoren⁶. Ein aktueller Gesamtkatalog erfordert internationale Zusammenarbeit.

Allgemeingültige Regelungen: Die Vorschriften zur Nutzung des Weltraums müssen den aktuellen Entwicklungen angepasst werden. Beispielsweise sollten inaktive Satelliten innerhalb von fünf



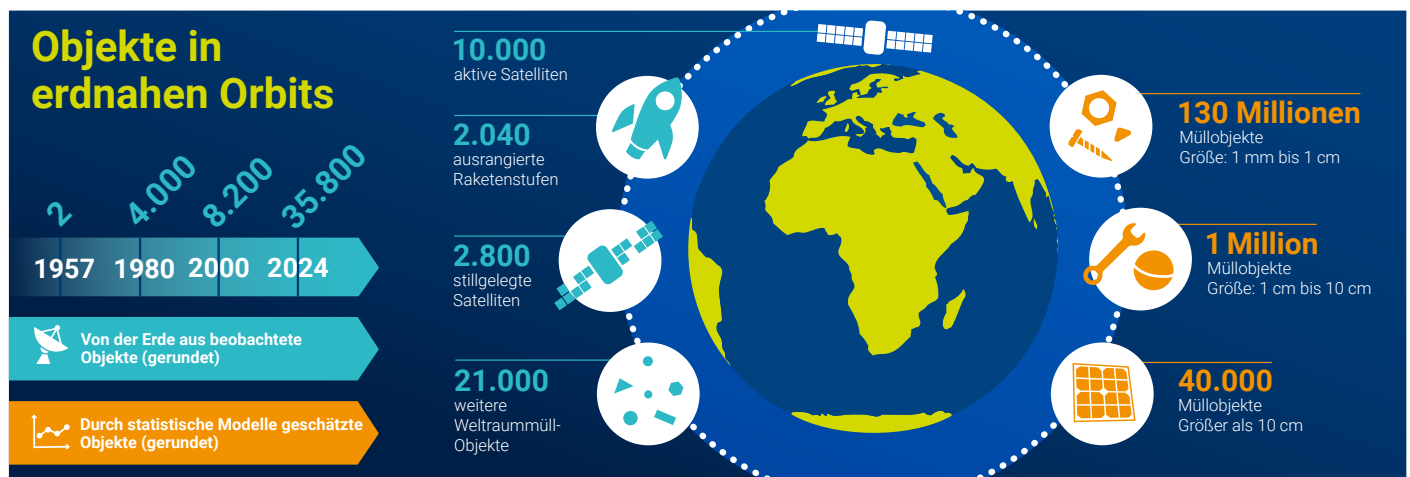
„Die nachhaltige Nutzung des Weltraums erfordert eine verbesserte Kenntnis der Situation im All, neue internationale Nutzungsregeln und die Entwicklung von

Technologien zur Reduktion von Weltraumschrott.“

Klaus Richter, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft

Jahren aus dem Orbit entfernt werden. Die ESA mit dem Clean Space Programm⁷ und die UN mit dem UN-COPUOS Programm⁸ sind in diesem Bereich Vorreiter.

Schrottreduktion: Verfahren zur Reduktion von Weltraumschrott müssen entwickelt und getestet werden. Hierbei wird zwischen dem Entfernen großer Objekte mittels unbemannter Satellitenmissionen⁹ und Methoden für kleinere Objekte unterschieden. Eine neue NASA-Studie untersucht die Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit verschiedener Methoden¹⁰, wobei das Abbremsen von Objekten mithilfe von Lasern besonders vielversprechend ist. Deutschland hat in diesem Bereich großes Potenzial dank seiner hervorragenden Forschungsinstitute und der Industrie im Bereich der Lasertechnik.



Die Anzahl der Objekte in erdnahen Orbits steigt stetig an¹¹. Auf diesen Umlaufbahnen befinden sich die meisten Objekte im Weltraum, darunter auch häufig Satelliten und Raumstationen. Datenquelle: European Space Agency (ESA)¹², Stand: Juni 2024

Deutsche **Physikalische** Gesellschaft

Die Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V. (DPG), deren Tradition bis in das Jahr 1845 zurückreicht, ist die älteste nationale und mit rund 55.000 Mitgliedern auch die größte physikalische Fachgesellschaft weltweit. Sie versteht sich als Forum und Sprachrohr der Physik und verfolgt als gemeinnütziger Verein keine wirtschaftlichen Interessen. Die DPG unterstützt den Gedankenaustausch innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit Tagungen und Publikationen. Sie engagiert sich in der gesellschaftspolitischen Diskussion zu Themen wie Nachwuchsförderung, Chancengleichheit, Klimaschutz, Energieversorgung und Rüstungskontrolle. Sie fördert den Physikunterricht und möchte darüber hinaus allen Neugierigen ein Fenster zur Physik öffnen.

In der DPG sind Wissenschaftler:innen, Studierende, Lehrkräfte, in der Industrie tätige oder einfach nur an Physik interessierte Personen ebenso vertreten wie Patentanwältinnen oder Wissenschaftsjournalisten. Gegenwärtig hat die DPG acht Nobelpreisträger in ihren Reihen. Weltberühmte Mitglieder hatte die DPG immer schon. So waren Albert Einstein, Hermann von Helmholtz und Max Planck einst Präsidenten der DPG.

Die DPG finanziert sich im Wesentlichen aus Mitgliedsbeiträgen. Ihre Aktivitäten werden außerdem von Bundes- und Landesseite sowie von gemeinnützigen Organisationen gefördert. Besonders eng kooperiert die DPG mit der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung.

Die DPG-Geschäftsstelle hat ihren Sitz im Physikzentrum Bad Honnef in unmittelbarer Nähe zur Universitäts- und Bundesstadt Bonn. Das Physikzentrum ist nicht nur ein Begegnungs- und Diskussionsforum von herausragender Bedeutung für die Physik in Deutschland, sondern auch Markenzeichen der Physik auf internationalem Niveau. Hier treffen sich Studierende und Spitzenwissenschaftler:innen bis hin zum Nobelpreisträger zum wissenschaftlichen Gedankenaustausch. Auch Lehrkräfte reisen immer wieder gerne nach Bad Honnef, um sich in den Seminaren der DPG fachlich und didaktisch fortzubilden.

In der Bundeshauptstadt Berlin ist die DPG ebenfalls präsent. Denn seit ihrer Vereinigung mit der Physikalischen Gesellschaft der DDR im Jahre 1990 unterhält sie dort das Magnus-Haus. Dieses 1760 vollendete Stadtpalais, das den Namen des Naturforschers Gustav Magnus trägt, ist eng mit der Geschichte der DPG verbunden: Aus einem Gelehrntreffen, das hier regelmäßig stattfand, ging im Jahre 1845 die „Physikalische Gesellschaft zu Berlin“, später die DPG hervor. Heute finden hier Kolloquien und Vorträge zu physikalischen und gesellschaftspolitischen Themen statt. Gleichzeitig befindet sich im Magnus-Haus Berlin auch das historische Archiv der DPG.

Deutsche Physikalische Gesellschaft e. V.

Geschäftsstelle Tel.: 02224 / 92 32 - 0
Hauptstraße 5 E-Mail: physikkonkret@dpg-physik.de
53604 Bad Honnef Web: www.dpg-physik.de

Fußnoten und Quellen:

1. Megakonstellationen bestehen aus einigen 1.000 Satelliten, die in einer definierten Bahnhöhe kreisen und für Kommunikationszwecke wie satellitengestützte Internetverbindungen genutzt werden. Bereits im Orbit befindliche Beispiele sind Starlink oder OneWeb, weitere mit mehr als 10.000 Satelliten sind in Planung. Die von diesen Satelliten ausgesandten Funksignale stören bereits die Radioastronomie, siehe Physikkonkret Nr. 68.
2. Donald Kessler et al. „Collision frequency of artificial satellites: The creation of a debris belt“, Journal of Geophysical Research 83, 2637-2646 (1978).
3. Das Weltraumlagezentrum in Uedem wird gemeinsam vom Weltraumkommando der Bundeswehr und der Raumfahrtagentur des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR e. V.) betrieben und ist für den Schutz der deutschen zivilen und militärischen Satelliten verantwortlich. Neben der Beobachtung der Weltraumlage ist es auch für Warnungen beim Wiedereintritt von Objekten und für die Beobachtung des Weltraumwetters zuständig.
4. <https://www.space.com/object-crash-florida-home-iss-space-junk-nasa-confirms>
5. Das von Fraunhofer FHR entwickelte German Experimental Space Surveillance and Tracking Radar (GESTRA) ist ein neues Radarsystem zur Überwachung der Weltraumlage, <https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2023/04/gestra-vollstaendige-betriebsdemonstration-geglueckt>
6. Das Institut für Technische Physik des DLR betreibt in Empfinger das größte europäische Teleskop zur Charakterisierung von Weltraumschrott, https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2022/03/20220720_dlr-weiht-johannes-kepler-observatorium-ein
7. ESA Clean Space, https://www.esa.int/Space_Safety/Clean_Space/The_Challenge
8. United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/topics/space-debris/index.html>
9. ESA Clearspace Mission, Launchdatum 2026 https://www.esa.int/Space_Safety/ClearSpace-1
10. NASA Studie „Cost and Benefit of Orbital Debris Remediation“, 2023, https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/otps_-_cost_and_benefit_analysis_of_orbital_debris_remediation_-_final.pdf
11. Objekte im erdnahen Orbit, Datenquelle: United States Space Force (2023), <https://ourworldindata.org/grapher/low-earth-orbits-objects>
12. ESA - Space Environment Statistics <https://sdup.esoc.esa.int/discosweb/statistics/>

Die DPG dankt ihrem Autor Prof. Thomas Dekorsy vom DLR-Institut für Technische Physik in Stuttgart.