

## Weltraummüll: Allmende Universum?

Seit Beginn der Raumfahrt ist ein regelrechter Wettlauf um die Nutzung des Weltraums entbrannt. Während Unternehmen wie Project Kuiper, Starlink, Telesat oder OneWeb darauf abzielen, ganze Satellitenflotten<sup>1</sup> – auch „Megakonstellationen“ genannt – ins All zu schießen, machen Wohlhabende mit Raketen von SpaceX oder Blue Origin Weltraumausflüge. Bislang ist das Weltall eine globale Allmende, d. h. ein Gut, das nicht (leicht) exklusiv nutzbar ist und um dessen Nutzung Rivalität herrscht. Während es bereits Verhandlungen und Vereinbarungen zum Abbau von Rohstoffen im Weltall gibt (siehe Thema [Bergbau im All](#)), wird die Problematik des Weltraummülls erst langsam in ihrer Tragweite sichtbar.<sup>2</sup>

Beim Start eines Raumflugkörpers fällt Müll an: Oberstufen,<sup>3</sup> Verbindungselemente, abgeplatzte Lackteile oder Isolierstücke, aber auch ausgediente Satelliten, die funktionsunfähig als Weltraumschrott zurückbleiben. Gegenwärtig befinden sich mehr als 20.000 katalogisierte Objekte im All; werden auch Objekte im Zentimeterbereich berücksichtigt, sind es über 900.000.<sup>4</sup> 70 % der Trümmer befinden sich in der niedrigen Erdumlaufbahn (Low Earth Orbit) zwischen 500 und 1.000 km und ein großer Teil davon verglüht im Lauf der Jahre in der Erdatmosphäre. Doch kleine Teile, die bei Kollisionen von Satelliten<sup>5</sup> oder bei Explosionen, z. B. durch Antisatellitenwaffen-Tests, in höheren Umlaufbahnen (zwischen 1.000 und 20.000 km) entstehen, sind sehr problematisch.<sup>6</sup> Durch die Zunahme an Satelliten steigt das Risiko von Beinahe-Kollisionen;<sup>7</sup> jedes weitere Schadensereignis hinterlässt vielzählige Kleinteile, was wiederum das Kollisionsrisiko erhöht (diese Annahme exponentieller Steigerung von Weltraumschrott durch Kollisionen nennt man auch „Kessler-Effekt“<sup>8</sup>).

Wie werden wir in Zukunft mit Weltraummüll umgehen? Gegenwärtig wird bereits an Zukunftstechnologien zur Weltraumreinigung geforscht. Dazu zählen bspw. autonome Systeme zum Einfangen von Weltraummüll (Farivarnejad et al. 2021), polarisierte Laser, um Weltraummüll zu steuern (Peltoniemi et al. 2021) oder eine europäische Mission,<sup>9</sup> die gleich mehrere Weltraummüllsammelmethoden, wie Harpune, Netz und Segel, testen

---

<sup>1</sup> Bis zu 60 Satelliten pro Raketenstart.

<sup>2</sup> [nature.com/articles/d41586-018-06170-1](https://www.nature.com/articles/d41586-018-06170-1).

<sup>3</sup> Teil der Rakete, der die Nutzlast, z.B. Satelliten oder Passagiere, beinhaltet und dessen Hülle im Weltraum verbleibt.

<sup>4</sup> [sdo.esoc.esa.int/environment\\_report/Space\\_Environment\\_Report\\_latest.pdf](https://sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf).

<sup>5</sup> Z. B. die Kollision zweier Kommunikationssatelliten in 2009; siehe Brumfiel (2009).

<sup>6</sup> [esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Germany/Was\\_ist\\_Weltraummuell](https://esa.int/Space_in_Member_States/Germany/Was_ist_Weltraummuell).

<sup>7</sup> [futurezone.at/science/starlink-satellit-crash-kollision-weltraum-orbit-spacex-weltraumschrott/401479528](https://futurezone.at/science/starlink-satellit-crash-kollision-weltraum-orbit-spacex-weltraumschrott/401479528).

<sup>8</sup> Benannt nach dem US-amerikanischen Astronomen Donald J. Kessler, siehe Kessler/Cour-Palais (1978).

<sup>9</sup> Z. B. die 15 Millionen Euro Mission „RemoveDEBRIS“, siehe [nature.com/articles/d41586-018-06674-w](https://www.nature.com/articles/d41586-018-06674-w).

will. Ob allein technische Lösungen ausreichen, um das Weltall vom Müll zu befreien, bleibt fraglich und auch die Kosten der Technologieentwicklung sind hoch. Einen anderen Ansatz verfolgt die ÖAW, die auf Beobachtung und Erkennung von Objekten im Weltall setzt.<sup>10</sup> Diese validierten, präzisen und zeitnahen Weltraumüberwachungsdaten ermöglichen z. B. Kollisionsvermeidungsmanöver und damit Weltraummüllprävention. Auch künstlerische Unterfangen zielen auf die kreative Auseinandersetzung mit der Frage „Was tun mit 8,1 Millionen Kilo Weltraumschrott?“ und generieren Zukunftsideen, wie bspw. eine Weltraumschrott-Sammelinitiative für WeltraumtouristInnen, ein Weltraummuseum für Raumschiffreste oder die Errichtung eines Riesenpfeils aus Weltraumschrott, der auf die Erde zeigt.<sup>11</sup>

Anfang 2021 riefen die Staats- und Regierungschefs der G7-Staaten alle Länder auf, beim „Aufräumen im All“ mitzumachen, und initiierten in Kooperation mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) die Entwicklung eines Bewertungsschemas für nachhaltige Weltraumnutzung („Space Sustainable Rating“ SSR).<sup>12</sup> Während man sich durch die zukünftige Veröffentlichung der Nachhaltigkeitsbewertungen positive Wirkungen etwa durch angepasste Versicherungsbeiträge oder nachhaltige Förderbedingungen erhofft, bleibt die Teilnahme am Schema freiwillig. Erfahrungen auf der Erde haben gezeigt, dass dem Müllproblem ohne verbindliche Regularien und transparente Sammelsysteme, d. h. passende Infrastruktur, nicht beizukommen ist. Gerade Österreich mit seiner internationalen Vorreiterrolle in der Raumfahrt,<sup>13</sup> seinen exzellenten Köpfen<sup>14</sup> und innovativen Einrichtungen und Betrieben<sup>15</sup> könnte eine international verbindliche, TÜV-artige Nachhaltigkeitszertifizierung von Raumflugkörpern einfordern und mithilfe eines Foresight-Prozesses zukünftige Rahmenbedingungen dafür explorieren, um die Allmende Universum auch für zukünftige Generationen nutzbar und sauber zu hinterlassen.

## Zitierte Literatur

- Brumfiel, G., 2009, Kaputnik chaos could kill Hubble, *Nature*, <https://doi.org/10.1038/457940a>.
- Farivarnejad, H., et al., 2021, Fully Decentralized Controller for Multi-Robot Collective Transport in Space Applications, *2021 IEEE Aerospace Conference (50100)*, 6-13 March 2021.
- Peltoniemi, J. I., et al., 2021, Steering reflective space debris using polarised lasers, *Advances in Space Research* 67(6), 1721-1732.

<sup>10</sup> [oeaw.ac.at/iwf/forschung/forschungsgruppen/satellite-laser-ranging/weltraumschrott](https://oeaw.ac.at/iwf/forschung/forschungsgruppen/satellite-laser-ranging/weltraumschrott).

<sup>11</sup> [faz.net/aktuell/wirtschaft/me-convention/was-man-mit-weltraumschrott-anfangen-kann-16384444.html](https://faz.net/aktuell/wirtschaft/me-convention/was-man-mit-weltraumschrott-anfangen-kann-16384444.html); [studioroosegaard.net/project/space-waste-lab](https://studioroosegaard.net/project/space-waste-lab).

<sup>12</sup> [weforum.org/projects/space-sustainability-rating](https://weforum.org/projects/space-sustainability-rating).

<sup>13</sup> Zur Rolle Österreichs in der europäischen Raumfahrt siehe [esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Austria/Oesterreich\\_im\\_Weltraum](https://esa.int/Space_in_Member_States/Austria/Oesterreich_im_Weltraum).

<sup>14</sup> Österreich stellt seit 2021 den Generaldirektor der ESA.

<sup>15</sup> [austria-in-space.at/de/](https://austria-in-space.at/de/); [esa.int/Space\\_in\\_Member\\_States/Austria/Partner\\_der\\_Raumfahrt\\_in\\_Oesterreich](https://esa.int/Space_in_Member_States/Austria/Partner_der_Raumfahrt_in_Oesterreich).