



Metis

Studie

New Space

Nr. 37 | September 2023

Metis Studien geben die Meinung der Autor*innen wieder. Sie stellen nicht den Standpunkt der Bundeswehr, des Bundesministeriums der Verteidigung oder der Universität der Bundeswehr München dar. Metis Studien richten sich an die politische Praxis. Sie werten Fachliteratur, Reports, Presstexte sowie Hintergrundgespräche mit Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Ministerien und Denkfabriken aus. Auf Referenzen wird verzichtet. Rückfragen zu Quellen können per Email an die Autor*innen gerichtet werden.

Institut für
Strategie & Vorausschau

Zusammenfassung

Durch Kommerzialisierung, Privatisierung, Digitalisierung, Miniaturisierung und neue Kooperationsformate zwischen privaten und staatlichen Akteuren tritt das Weltraumzeitalter in eine neue Phase ein. Die Triebfedern hinter dieser

„New Space“ genannten Entwicklung sind primär ökonomisch, aber die Implikationen reichen darüber weit hinaus. Die vorliegende Studie beleuchtet zentrale ökonomische, politische und verteidigungspolitische Aspekte.

New Space

Raumfahrt und Raumfahrtindustrie sind im Wandel. Der für diese neue Ära genutzte Begriff „New Space“ meint vor allem das Entstehen von Unternehmen und Kooperationsformaten, die innovative Ansätze und Technologien nutzen, um die Parameter der bisherigen, staatlich unternommenen Raumfahrt durch Kommerzialisierung und Privatisierung zu verschieben. Möglich wird dies vor allem durch effizientere Startsysteme, die die Kosten pro Kilogramm Nutzlast senken und so einen kostengünstigeren Zugang zum Weltraum ermöglichen. Ziele sind die breitere Nutzung von Satelliten und Satellitenkonstellationen, die Entwicklung neuer Trägersysteme und Raumfahrzeuge sowie generell die Förderung einer neuen, querschnittlichen Branche mit wirtschaftlichem Zukunftspotenzial.

Ökonomie

Neue Werkstoffe und Produktionsverfahren – wie etwa Automatisierung und Rührreißschweißen (*friction-stir-welding*) – ermöglichen heute die schnellere und kostengünstigere Produktion von leichteren, zuverlässigen, teils wiederverwendbaren Raketenteilen. Die Kosten, um ein Kilogramm Nutzlast in einen niedrigen Erdorbit¹ zu befördern, sind seit 1957 kontinuierlich gesunken; seit 2005 hat sich dieser Trend noch einmal beschleunigt (vgl. Abb. 1).

¹ Ein niedriger Erdorbit ist eine Umlaufbahn, die sich relativ nahe an der Erdoberfläche befindet – normalerweise in einer Höhe von 160–1000 Kilometern.

Vergleicht man die US-amerikanische Delta E aus den 1960er Jahren mit der gegenwärtig genutzten Falcon Heavy von SpaceX, dann liegt zwischen beiden pro Kilogramm Nutzlast ein Kostenfaktor von über 100 (Delta E 177900 \$/kg vs. Falcon Heavy 1500 \$/kg). Das Unternehmen SpaceX ist, nicht zuletzt durch das Ausbringen des Starlink-Satellitennetzwerk, bei der Zahl der Starts weltweit mit sehr großem Abstand führend (vgl. Abb. 2). Auch mit Blick auf die in den Orbit transportierte Masse ist SpaceX Spitzenreiter. Miniaturisierung ermöglicht kleinere Satelliten oder Konstellationen vieler solcher kleiner Satelliten wie im Falle von Starlink, womit ein neues Geschäftsfeld für Mini- und Micro-Launcher sowie Air-Launch-Systeme, also Raketen mit Nutzlasten von wenigen hundert Kilogramm, entstanden ist.

Den ersten Interessenschwerpunkt der New Space Ökonomie bildet der Erdorbit samt Nutzung von Satelliten und -konstellationen. Die Geschäftsmodelle im niedrigen sowie geostationären Orbit berühren zahlreiche Branchen, die von weltraumbasierten Diensten profitieren – dazu zählen beispielsweise Kommunikations- und Erdbeobachtungsdienste, die Land- und Forstwirtschaft, der Energiesektor, Logistikunternehmen, Versicherungen, der Finanzsektor oder auch die Baubranche. Auch Klimamonitoring, Katastrophenhilfe und Umweltschutz sowie nicht zuletzt Planungs- und Verwaltungsbehörden profitieren von erschwinglicheren Möglichkeiten der Erdbeobachtung. Die Kosten für hochaufgelöste Satellitenbilder, licht- oder radarbasiert, sinken kontinuierlich. Sie ermöglichen, etwa in Kombination mit KI-gestützter Mustererkennung, mächtige neue Werkzeuge zur automatischen Bilddatenauswertung.

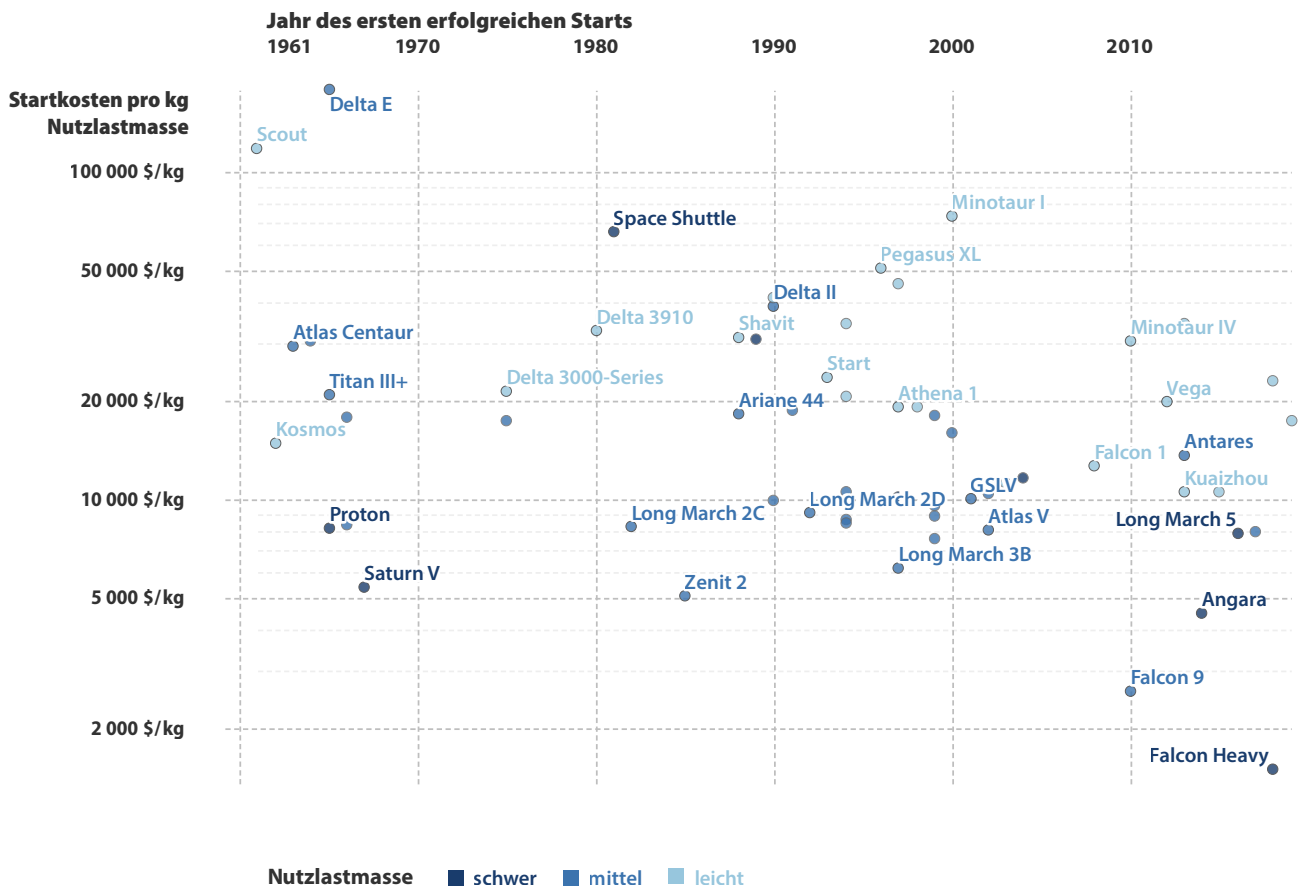


Abb. 1 Kosten für den Start eines Kilogramms Nutzlastmasse in einen niedrigen Erdborbit (Daten inflationsbereinigt) | Quelle: CSIS Aerospace Security Project (2022), Our World in Data. CC BY. Siehe auch Thomas G. Roberts: „Space Launch to Low Earth Orbit: How Much Does It Cost?“, Aerospace Security, 01.09.2022

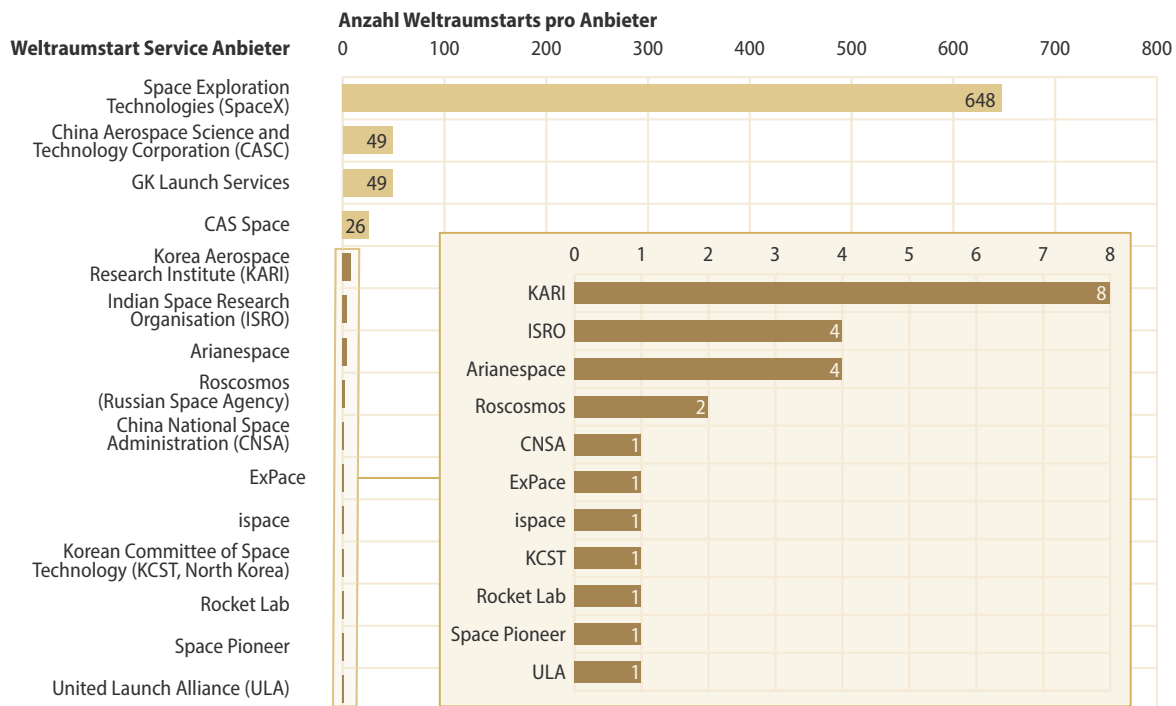
Laut BDI haben bereits heute 76% der deutschen New-Space-Unternehmen Kunden außerhalb der Raumfahrtindustrie, deren mit Abstand größtes Geschäftsfeld weltweit Satellitendaten sind. Die kommerzielle Raumfahrtindustrie weist dabei, Stand 2022, ein Gesamtvolumen von über 350 Mrd. US-Dollar auf (vgl. Abb. 3).

Im Rahmen von New Space entstehen also Unternehmen, die nicht ausschließlich staatliche Kunden haben, so dass die Marktmechanismen von Angebot und Nachfrage vermehrt greifen. Neben sinkenden Kosten sind mithin Kooperations- und Dienstleistungsformate ein weiteres Erkennungsmerkmal von New Space. (Selbige sind im Raumfahrtgeschäft natürlich nicht ganz neu. Es gab sie schon zu den Hochzeiten der „klassischen“, staatlichen Raumfahrt. Schon für das Apollo-Programm der NASA waren dementsprechend einzelne US-amerikanische Unternehmen die Zulieferer – so etwa Grumman für die Mondlandefähre). Aktuell setzt so etwa das NASA CLPS-Programm (*Commerical Lunar Payload Program*) darauf, nur noch bestimmte Bedarfe für Nutzlasttransporte zum Mond auszuschreiben, um die dann eine ganze Reihe von

Unternehmen konkurrieren. Dazu zählt zusätzlich zu einer Reihe kleinerer Firmen erneut vor allem SpaceX mit dem Starship.

New Space zieht Risikokapital an. Dass dementsprechend auch nicht alle privaten Weltraumunternehmungen von Erfolg gekrönt sind, zeigt das prominente Beispiel Virgin Orbit, ein auf den Start von Kleinsatelliten ausgerichteter Ableger der ursprünglich für Weltraumtourismus gegründeten Gesellschaft Virgin Galactic, der im Jahr 2023 insolvent wurde. Das Unternehmen SpinLaunch, das mittels eines gewaltigen Katapults plant, Raketen umweltfreundlich in große Höhen zu schleudern, von wo aus sie nur noch eine kleine Raketenstufe benötigen, um mit ihrer Nutzlast den Orbit zu erreichen, ist ein Beispiel für ein laufendes New Space Wagnis mit noch offenem Ausgang.

Der Mond ist ein zweiter Schwerpunkt der erstarken staatlichen und privaten Raumfahrtbestrebungen, ebenfalls getrieben von ökonomischen Interessen. Mit dem Artemis Programm will die NASA gemeinsam mit internationalen Partnern Roboter und Menschen zum Mond sowie auf dessen Oberfläche bringen.



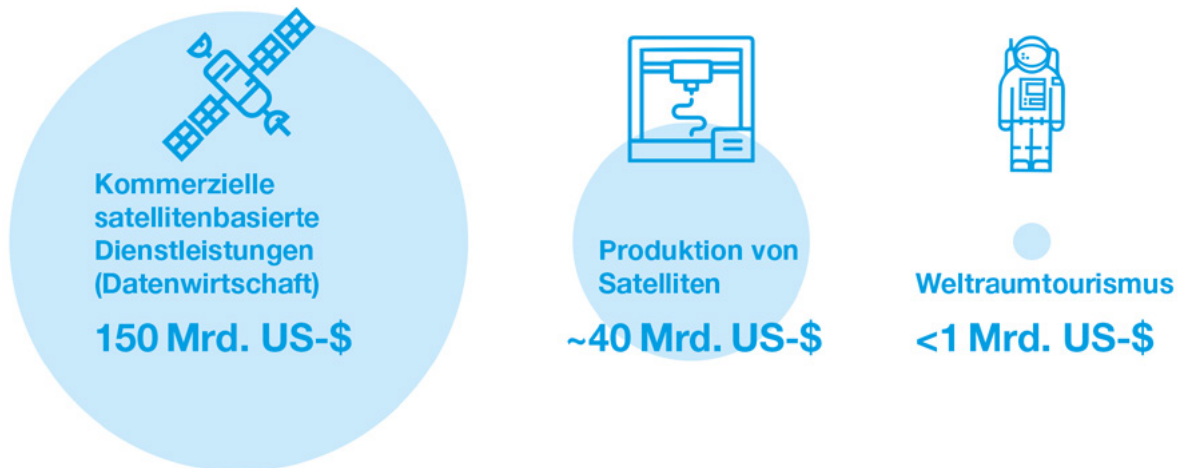
Gestartete Raumfahrzeuge, unabhängig vom Betriebsstatus

Abb. 2 Weltraumstarts im 2. Quartal 2023 | Quelle: Bryce Tech Briefing: Global Orbital Space Launches Q2 2023. https://brycetech.com/reports/report-documents/Bryce_Briefing_2023_Q2.pdf

Teil dieser Planungen ist auch das Lunar Gateway, eine permanente Station im Mond-Orbit, die als Kommunikationsrelais, Forschungseinrichtung und Kurzzeitaufenthaltsort dienen soll. Insgesamt sind aktuell weltweit Mondmissionen – darunter vor allem Landungen von Rover – in dreistelliger Zahl geplant. Kommerzielle Interessen erstrecken sich dabei unter anderem auf im Regolith enthaltene Rohstoffe wie Silizium, Aluminium, Kalzium, Eisen, Magnesium und seltene Erden, auf Wassereis zur in-situ Treibstoffproduktion (mittels Aufspaltung in Wasserstoff und Sauerstoff durch Elektrolyse und anschließende Verflüssigung) sowie Helium-3 zur Nutzung in potenziellen zukünftigen Fusionsreaktoren – kurz: die Voraussetzungen für eine sich selbst erhaltende Weltraumökonomie, eine permanente menschliche Präsenz auf dem Mond sowie die Weiterreise zum Mars. Besonderes Augenmerk liegt auf der Südpolarregion des Mondes. Die russische Mission Luna-25 dorthin scheiterte im August 2023, während Indien (im zweiten Anlauf) mit Chandrayaan-3 am 23. August 2023 Erfolg hatte – was Indien nach den USA, Russland und China zum vierten Land macht, dem eine sanfte Mondlandung gelang. Japan startete Anfang September 2023 eine Sonde. Die erste private Mondmission, der Versuch des japanischen Unternehmens ispace einen Rover zu landen, scheiterte im April 2023.

Ein dritter, allerdings bisher noch perspektivischer Schwerpunkt ökonomisch getriebener New Space Aktivität ist der Weltraumbergbau. Gern wird in diesem Zusammenhang auf Beispiele von erdnahen Asteroiden verwiesen, die Metalle im Wert von vielen Milliarden Euro enthalten. Insgesamt sind Schätzungen zufolge bis zu 17.000 solche Asteroiden in Reichweite aktueller Raketentechnologie. Die technischen Herausforderungen sind nichtsdestotrotz immens und das Geschäftsmodell wackelig, wie das prominente Scheitern von Planetary Resources Inc., das nicht nur die Ausbeutung von Asteroiden, sondern gleich den Aufbau von Treibstofftankstellen versprach, verdeutlicht.

Weltraumbergbau, -tourismus oder -müllbeseitigung: nicht alle (kommerziellen) Aktivitäten, die im Weltraum stattfinden können oder dies bereits tun, sind vom Weltraumvertrag (*Outer Space Treaty*) aus dem Jahr 1967 abgedeckt. Vieles ist nicht oder zumindest nicht bindend und ausgestattet mit entsprechenden Rechtsprechungsinstanzen verregelt. Dort wo internationales Recht gilt, erlaubt die Kombination aus zweideutigen Formulierungen und fehlenden Präzedenzfällen Streit um auslegungsfähige Artikel – wovon sowohl Staaten als auch Unternehmen längst weidlich Gebrauch machen.



Die gesamte kommerzielle Raumfahrtindustrie beläuft sich heute auf > 350 Mrd. US-\$

Quelle: Space Foundation; Northern Sky Research, öffentliche Presse; McKinsey Analyse

Abb. 3 *NewSpace Made in Germany – Handlungsempfehlungen für eine ambitionierte Agenda* | Quelle: BDI 2022: <https://bdi.eu/publikation/news/new-space-made-in-germany-handlungsempfehlungen>; Verwendet mit freundlicher Genehmigung des BDI

Artikel II und VI des Weltraumvertrags – in Kombination gelesen mit dem Mondvertrag – verbieten so etwa die nationale Inbesitznahme von Himmelskörpern und verpflichten die Vertragsstaaten zur Genehmigung und Aufsicht der von ihrem Territorium ausgehenden privaten Weltraumaktivitäten. Dies kann jedoch aus Sicht privater Unternehmen so ausgelegt werden, dass zumindest einer privatwirtschaftlichen Ressourcenextraktion im Weltraum rechtlich nichts im Wege steht – vergleichbar mit dem Fischfang auf der hohen See. Kurz: Die Ausgestaltung der New Space Ära ist im Fluss und politisch wie rechtlich umstritten.

Astropolitik

Der amorphe Begriff der Geopolitik beschreibt ein Puzzle aus Geografie, Klima, Handelsrouten, Machtbalancen und anderen erdgebundenen Parametern. Analog dazu ist der Begriff der Astropolitik der Versuch, einen Analyserahmen aufzuspannen, der Distanzen, technische Fähigkeiten und ökonomische Interessen in – sowie Zugangsmöglichkeiten zu – Erdorbit und Weltraum inkludiert. Astropolitik bleibt dabei der Anziehungskraft der Machtverhältnisse und Konfliktlinien auf der Erde unterworfen.

Die USA investieren mit großem Abstand am meisten in die Raumfahrt – ungefähr das fünffache Chinas. Die EU wiederum gibt nur etwa ein Fünftel Chinas aus, womit sie im internationalen Wettbewerb noch hinter Russland und Japan liegt (siehe Abb. 4). Hinzu kommen Abhängigkeiten, die der EU nach dem russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine, durchaus vergleichbar mit den Abhängigkeiten

von russischem Erdgas, schmerzhaft vor Augen geführt wurden. Da auch die russische Raumfahrtagentur Roskosmos im Rahmen von Sanktionen von westlichen Partnern isoliert wurde, endete die Kooperation, wodurch schlagartig Soyuz-Flüge für mittlere Lasten wegfielen. Weil sich zudem der Erststart der Ariane 6 für schwere Lasten verzögert und die leichte Trägerrakete Vega-C mit Problemen bei der Zuverlässigkeit kämpft, steckt Europa in einer „Launcher-Krise“. Dies auch, weil Fähigkeiten im Bereich Mini- und Micro-Launcher sowie bei wiederverwendbaren Raketen fehlen.

Im Rahmen ihres Artemis Programms riefen die USA 2020 die Artemis Accords ins Leben, mit denen sie die Entwicklung des Weltraumrechts vorantreiben wollen. Es handelt sich dabei um ein nicht bindendes Abkommen, dem sich inzwischen 29 Unterzeichnerstaaten angeschlossen haben, um am Artemis Programm der USA teilzuhaben (siehe Abb. 5).² Seit Mitte September 2023 zählt auch Deutschland dazu.

Die Artemis Accords reifizieren und kodifizieren einerseits zahlreiche bekannte und unumstrittene Prinzipien des bestehenden Weltraumrechts, wie friedliche, nachhaltige und verantwortungsbewusste Nutzung, Transparenz,

² „The Artemis Accords. Principles for Cooperation on the Civil Exploration and Use of the Moon, Mars, Comets, and Asteroids for Peaceful Purposes“, <https://www.nasa.gov/specials/artemis-accords/img/Artemis-Accords-signed-13Oct2020.pdf>.

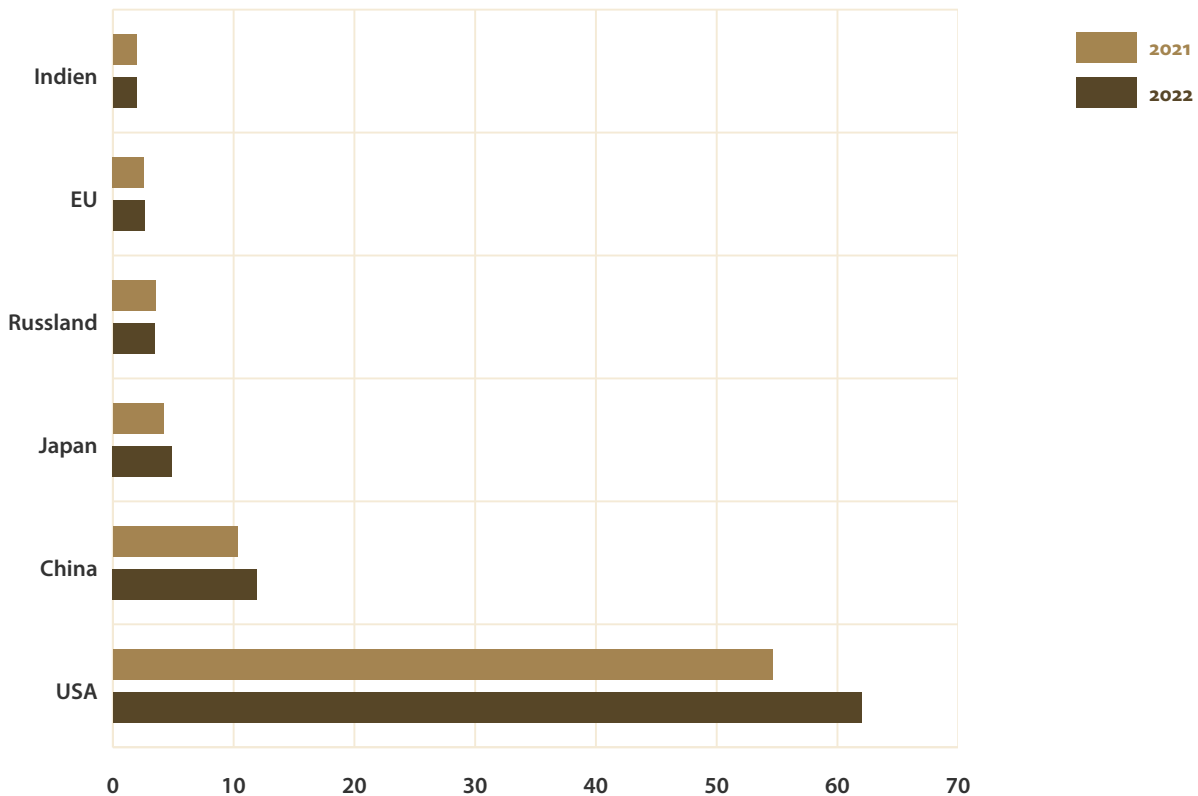


Abb. 4 Ausgaben für Weltraumprogramme im Vergleich in Milliarden USD, eigene Zusammenstellung, Stand: Dezember 2022 | Quelle: Statista

Interoperabilität, Nothilfe etc., werden aber andererseits auch kritisiert als Versuch der USA, die eigene Interpretation des bestehenden Weltraumrechts, insbesondere mit Blick auf den Mond, hegemonial durchzusetzen. Die Chance auf eine breite multilaterale Einigung würde mit den Artemis Accords zugunsten von nationalen Regeln, etwa im oben bereits angesprochenen Bereich des Weltraumbergbaus, geopfert.³

International stellen sich China und Russland dem Abkommen entgegen, das sie als eine von kommerziellen Interessen (der USA) geprägte Kolonialisierung des Weltalls verurteilen. China hat mit seinen Plänen für eine Mondbasis (*International Lunar Research Station, ILRS*) ein Alternativkonzept vorgelegt und damit bisher Russland, Pakistan, Venezuela, Südafrika und die Vereinigten Arabischen Emiraten zu Interessensbekundungen oder Kooperation bewegt.

Die multilateralen Regulierungsbemühungen auf Ebene der Vereinten Nationen (VN) – etwa im *Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS)*, das

eigentlich Regelungen für eine nachhaltige und friedliche Weltraumnutzung entwickeln soll, kommen unterdessen nur schleppend voran. VN-Foren sehen sich zudem seit der Invasion Russlands in der Ukraine vermehrt aggressivem russischem Blockadeverhalten ausgesetzt. Die *Open-ended working group on reducing space threats through norms, rules and principles of responsible behaviours* bei den VN in Genf konnte im September 2023 weder ihren formalen Abschlussbericht noch einen simplen Tätigkeitsbericht verabschieden – Russland erhielt bei seiner Obstruktion von nur wenigen Staaten Unterstützung, darunter China, Venezuela und der Iran. Einer Regierungsexpertengruppe, ebenfalls angesiedelt bei der VN-Abrüstungskonferenz in Genf, die Regelungen zur Verhinderung eines Wettübens im Weltraum (*Prevention of an Arms Race in Outer Space, PAROS*) diskutiert, wird ab Ende 2023 Russland vorsitzen. Substanzielle Ergebnisse sind in der aktuellen „Rüstungskontrollezeit“⁴ auch dort nicht zu erwarten.

³ Laut Raumfahrtstrategie strebt die Bundesregierung ein nationales Weltraumgesetz an.

⁴ Siehe „Zeitenwende: Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine und seine Implikationen“, Metis Studie Nr. 31 (November 2022).



Abb. 5 Unterzeichnerstaaten der Artemis Accords | Quelle: NASA, Stand: September 2023

Vorschläge, die in Genf durchaus große internationale Mehrheiten auf sich versammeln könnten, werden wohl bis auf Weiteres keinen Niederschlag in internationalen Dokumenten finden. Dazu zählt etwa die Konkretisierung der Genehmigungs- und Aufsichtspflichten aus Artikel VI des Weltraumvertrags oder auch ein breit geteiltes, verbindliches Verbot des Testens und Nutzens von Anti-Satellitenwaffen (ASAT).

Kinetische ASAT-Tests in Form von aufsteigenden Raketen haben bisher die USA (2006), China (2007), Indien (2019) und Russland (2021) durchgeführt. Der von ASAT verursachte Weltraumschrott gefährdet Satelliten, die internationale Raumstation ISS und den Zugang zu bestimmten Umlaufbahnen – und zwar im Extremfall für lange Zeit. Eine wachsende Zahl von Staaten (darunter die USA, Kanada, Neuseeland, Japan, das Vereinigte Königreich und seit August 2023 sämtliche Mitgliedsstaaten der EU) gehen vor diesem Hintergrund seit 2022 zumindest die politische Selbstverpflichtung ein, auf zerstörerische *Direct Ascent*-ASAT-Tests mit Raketen zu verzichten. Auch ohne ASAT-Aktivitäten drohen allerdings im niedrigen Erdorbit Kollisionen und Gefahren durch Trümmer,⁵ da

in den weiteren Jahren weitere Megakonstellationen (in Größenordnungen von bis zu 100 000 zusätzlichen Satelliten, sowohl privat als auch staatlich) entstehen werden. Laut der *Space Environment Statistics* der ESA (Stand: 12. September 2023) liegt die Anzahl der Trümmerobjekte, die regelmäßig von Weltraumüberwachungsnetzen erfasst und katalogisiert werden können, bei etwa 34 000. Die geschätzte Anzahl von Kollisionen seit Beginn des Weltraumzeitalters beträgt bereits mehr als 640.

Starlink hat demonstriert, wie wichtig *First Mover Advantage* bei der Konkurrenz um Flugbahnen sowie von der ITU zugewiesenen Frequenzen ist, was einen unregulierten Wettlauf und schließlich die Überfüllung des niedrigen Erdorbits als Folge wahrscheinlich erscheinen lässt – also das Gegenteil einer nachhaltigen Nutzung des Weltraums.

In Summe lässt sich festhalten, dass sich zwei Blöcke abzeichnen, die, mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen auf private und staatliche Raumfahrt, zunehmend um die Aufteilung des Orbits und die Entwicklung zukünftigen Weltraumrechts konkurrieren. Umgekehrt proportional dazu schwinden die Aussichten auf die multilaterale Ausgestaltung des Weltraums als Allmende.

⁵ Zum in diesem Zusammenhang befürchteten Kessler Syndrom, siehe „Sicherheitspolitische Dimensionen der Weltraumnutzung“, Metis Studie Nr. 13 (August 2019), 3–4.

Verteidigung⁶

Die sicherheits- und verteidigungspolitische Relevanz des Weltraums als fünfter Dimension neben Land, Luft, See und Cyberraum liegt auf der Hand. Deutschland ist, wie andere Nationen auch, auf den freien Zugang zum Weltraum und seine friedliche und nachhaltige Nutzung angewiesen. Die Nationale Sicherheitsstrategie schreibt der Dimension Weltraum folgerichtig eine wachsende Bedeutung für Deutschlands Sicherheit im Rahmen der Landes- und Bündnisverteidigung zu und kündigt an, deutsche Weltraumfähigkeiten auszubauen, um die Umsetzung des Strategischen Kompass der EU sowie der EU-Weltraumstrategie für Sicherheit und Verteidigung (*European Space Strategy for Security and Defence*, EU SSSD) voranzutreiben.⁷ Dazu gehören die Verbesserung des eigenen Weltraumlagebilds, um so einen Beitrag zur Abschreckung und Verteidigung im Rahmen von EU und NATO leisten zu können, das Erhöhen der Resilienz der eigenen Weltrauminfrastruktur sowie die Schaffung von Ersatzkapazitäten. Auch eine eigenständige Weltraumsicherheitsstrategie für Resilienz und militärische Handlungsfähigkeit wird in der Nationalen Sicherheitsstrategie angekündigt, ebenso wie die Absicht, sich für die internationale Ordnung im Weltraum einsetzen zu wollen.

Am Beispiel ASAT lassen sich die Bedeutung und Besonderheiten zweier mit Blick auf den Weltraum zentraler sicherheitspolitischer Konzepte – Abschreckung und Dual Use – veranschaulichen.

In den letzten zwei Jahrzehnten haben potenzielle Gegner ein breites Spektrum an kinetischen und nicht-kinetischen Mitteln entwickelt, um Weltraumfähigkeiten zu stören oder zu vernichten. Die sich jüngst verschärfenden Spannungen zwischen den Großmächten haben der Frage nach dem Umgang mit diesen Entwicklungen neue Dringlichkeit verliehen.

Resilienz – durch Redundanz, Härtung, Stealth, Abwehrmechanismen, kurz: *Deterrence by Denial* – spielt deswegen in NATO- und EU-Schlüsseldokumenten⁸ eine prominente Rolle, weil einer Abschreckungspraxis im Sinne von *Deterrence by Punishment*, also mittels glaubwürdiger Androhung hoher Kosten durch Vergeltungsakte,

im Weltraum, dem Cyberraum nicht unähnlich, Grenzen gesetzt sind. Neben der Herausforderung, überhaupt ausreichende *Space Situational Awareness* zu besitzen, um Bedrohungen zu erkennen, stellt sich vor allem das Problem der Attribution, ohne die Vergeltungsdrohungen notgedrungen ins Leere laufen.

Verkompliziert wird das Weltraumlagebild, weil alle Objekte mit der Fähigkeit, auf Systeme im Erdorbit einzuwirken – gleich in welcher Form, ob durch Cyberattacken, einfaches Rammen oder auch Manipulieren mit Greifarmen, Mikrowellen, Lasern oder chemischen Substanzen – als ASAT-Waffe gebraucht werden können. Einige können allerdings zugleich in der friedlichen Weltraummüllbeseitigung dienlich sein. Kategoriale, objektorientierte Rüstungskontrollansätze haben es im Lichte dieses Dual-Use-Problems deswegen ebenfalls schwer. Verhaltensbasierte Ansätze müssen an ihre Stelle treten,⁹ und Transparenz ist die einzige Möglichkeit, Vertrauen zu schaffen oder zumindest nicht weiter erodieren zu lassen.¹⁰

Die Cyber-Attacke auf das Viasat KA-SAT Netz zu Beginn des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine unterstreicht die Bedeutung von Redundanz. Der Ausfall rief SpaceX in Person von Elon Musk auf den Plan, der dem Hilfesuch der Ukraine nachkam und Starlink als Ersatz anbot – wenn gleich eine militärische Nutzung dieser Konstellation eigentlich gegen die Nutzungsbedingungen des Unternehmens verstößt. Ungewöhnlich ist dabei auch, dass SpaceX direkt mit der ukrainischen Regierung in Austausch trat, also anders als im Falle der restlichen Unterstützung für das angegriffene Land an der Administration in Washington vorbei. Es bleibt zudem im Raum der Spekulation, ob Musk sich des Dual-Use-Charakters des eigenen Produkts zu Beginn nicht gewahr war oder vielmehr die Lieferung eine gezielte PR-Aktion darstellte, die den militärischen Nutzen von Starlink belegen sollte. Mit Star Shield brachte Musk jedenfalls 2022 ein dezidiert militärisches SpaceX-Produkt ins Spiel, eine zweite Konstellation, die exklusiv von der US-Regierung genutzt werden soll. Ein erster Vertrag mit der US Space Force wurde Ende September 2023 geschlossen.

Das Beispiel Starlink in der Ukraine demonstriert auch den immensen Nutzen satellitenbasierter Fähigkeiten zur Kommunikation und Aufklärung in der Kriegsführung, insbesondere mit Blick auf Einsatzführung. Starlink wurde in der zweiten Hälfte des Jahres 2022 zum essenziellen technischen „Schmiermittel“, das der ukrainischen Seite erlaubte, mit kommerziellen Drohnen gewonnene Aufklärungsinformationen rasch an die eigene Artillerie weiterzugeben und damit die eigene *Kill Chain* zu beschleunigen.

⁶ Siehe „Sicherheitspolitische Dimensionen der Weltraumnutzung“, Metis Studie Nr. 13 (August 2019).

⁷ Die von der Bundesregierung in der Nationalen Sicherheitsstrategie angekündigte Weltraumsicherheitsstrategie ist noch in der Entstehungsphase.

⁸ Seit dem NATO-Gipfel in Brüssel 2021 betrachtet die NATO Angriffe auf Allianzmitglieder im, aus dem oder in den Weltraum hineinwirkend als potenziell relevant unter Artikel 5. Die NATO *Overarching Space Policy* (Absatz 11) weist Resilienz eine gesteigerte Bedeutung für die Abschreckungskapazität des Bündnisses zu. Auch die EU SSSD hebt besonders auf die Resilienz und den Schutz von Weltrauminfrastruktur ab.

⁹ Siehe „Konventionelle Rüstungskontrolle und neue Technologien“, Metis Studie Nr. 20 (September 2020).

¹⁰ Siehe „Zeitenwende: Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine und seine Implikationen“, Metis Studie Nr. 31 (November 2022).

Die Diskussionen um einzelne von westlicher Seite gelieferte oder verweigerte Waffensysteme verschleiern bisweilen, dass in Wahrheit Starlink das einzige technische Artefakt ist, dem man noch am ehesten die Qualität eines „Gamechangers“ für die Ukraine zugestehen kann.

Weltraumbasierte Fähigkeiten in den Bereichen Überwachung, Aufklärung, Führung und Kommunikation wirken also als mächtige militärische Multiplikatoren. Dass mit Starlink der kommerzielle Zugang zu breitbandiger kostengünstiger Kommunikation weltweit, die Fähigkeiten staatlicher Militärs übertreffend, in den Händen eines einzelnen, teils erratisch agierenden Mannes liegt, der die Nutzung von Starlink nach Belieben ermöglichen wie einschränken kann, führte ab 2022 zu intensivem Nachdenken nicht nur in Washington. Die Lehre aus der privaten Monopolisierung kritischer Weltrauminfrastrukturen ist: Es hat aus sicherheitspolitischer Perspektive Tücken, wenn der Staat in der New Space Ära nur noch als Kunde auftritt, der Dienste einkauft. Hoheitliche Aufgaben erfordern bisweilen das Vorhalten hoheitlicher Fähigkeiten.

Neben dem Satellitennavigationssystem Galileo und der Erdbeobachtung durch Copernicus plant die EU deswegen mit IRIS2 (*Infrastructure for Resilience, Interconnection and Security by Satellites*) eine Weltrauminfrastruktur, vorrangig für Regierungsorganisationen. IRIS2 soll mittels einer Satellitenkonstellation schnellen Internetzugang bieten, ab 2024 in Betrieb gehen und 2027 voll einsatzfähig sein.

Handlungsempfehlungen

Dass nach dem aktuellen Haushaltsentwurf für das deutsche Weltraumprogramm 2024 mit gut 15% weniger (ca. 314 Mio. EUR), geplant wird, passt nicht zum Ambitionsniveau, das einschlägige Schlüsseldokumente vorgeben.

Für den Geschäftsbereich BMVg gilt, wie im Rahmen der Zeitenwende insgesamt, dass ein „Weiter so“ keine Option ist, weswegen, auch trotz knapper Mittel, neue, schnellere Prozesse und Formate gesucht und erprobt werden müssen.¹¹ Im Einzelnen sollten die folgenden Handlungsfelder adressiert werden:

- Laut Nationaler Sicherheitsstrategie sollen Forschungseinrichtungen und private Akteure verstärkt in die deutsche Weltraumsicherheitsarchitektur einbezogen werden; die neue Raumfahrtstrategie kündigt einen Space-Innovation Hub an. Das erfordert das Entwickeln und Erproben neuer, agilerer Kooperationsformate zwischen Bundeswehr und (Raumfahrt-)Industrie im Sinne kürzerer Innovationszyklen – der europaweite Wettbewerb für Launcher, den die neue Raumfahrtstrategie der Bundesregierung als Schlüsselprojekt
- vorsieht, könnte hierbei, ergänzend zur bereits laufenden Micro-Launcher Förderung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), ein Baustein sein.
- Analog zu einem von der US Space Force angekündigten Strategiedokument sollte das BMVg Leitlinien für zivil-militärische kommerzielle Kooperation in Friedenszeiten erlassen, um einfach, schnell und rechtssicher kommerzielle Dienste nutzen zu können. Als Blaupausen für die Anforderungen und Pflichten, die zukünftig Verträgen mit Industriepartnern zu Grunde gelegt werden sollten, können außerdem die Kriterienkataloge herangezogen werden, die aktuell für das EU Space Surveillance and Tracking (EU SST) entwickelt werden.
- Die nächste Ausbaustufe des SATCOMBw-Kommunikationssystems muss der Bundeswehr eine eigene, breitbandige Kommunikationsfähigkeit bieten, um nicht auf kommerzielle Anbieter angewiesen zu sein und die in der NATO angestrebte Multi Domain Integration (mit dem Ziel der Joint all Domain Command and Control) verlässlich leisten zu können sowie eine angemessene taktische Nutzung von unbemannten Systemen¹² und abstandsfähigen Präzisionswaffen gewährleisten zu können. Auch Vernetzungslösungen zwischen SATCOMBw und IRIS2 gilt es zu prüfen. Zugleich gilt es im Sinne der Resilienz Prozeduren einzuüben für den Ernstfall, in dem diese Kapazitäten nur noch eingeschränkt zur Verfügung stehen und priorisiert werden muss oder diese gänzlich ausgefallen sind. Das Bewahren der Operationsfähigkeit im Bewusstsein der eigenen Weltraum-Abhängigkeit ist Teil von *Space Domain Awareness*.
- Nicht zuletzt mit Blick auf militärische Anwendungen muss Deutschland eigene, schnelle und flexible Startmöglichkeiten für Nutzlasten etablieren, um einen unabhängigen Zugang zum Weltraum zu erhalten, auszubauen und eigene weltraumgestützte Fähigkeiten abzusichern. Diese *Responsive Space Capability* sorgt dafür, dass innerhalb weniger Tage oder Stunden Nutzlasten gestartet und Ausfälle kompensiert werden können. Unter anderem mit dem „Kompetenzzentrum für Reaktionsschnelle Satellitenverbringung“ des DLR werden hier die ersten Schritte bereits gegangen. Eine mobile Startplattform Deutschlands in der Nordsee, die auch europäischen Partnern offen stünde, erscheint vor diesem Hintergrund für kleine Nutzlasten zweckmäßig.
- Die Bundeswehr muss mittel- und langfristig ihre Weltraum-Fähigkeiten so weiterentwickeln, dass die eigene kritische Weltrauminfrastruktur überwacht und – ohne das Erzeugen von Weltraumschrott – vor (kinetischen, elektromagnetischen und Cyber-) Einwirkungen durch Dritte geschützt werden kann.

¹¹ Siehe „Zeitenwende: Der russische Angriffskrieg auf die Ukraine und seine Implikationen“, Metis Studie Nr. 31 (November 2022).

¹² Siehe „Unbemannte Systeme: Rüstung, Kontrolle und Rüstungskontrolle“, Metis Studie Nr. 28 (Juni 2022).

IMPRESSUM**Herausgeber**

Metis Institut
für Strategie und Vorausschau
Universität der Bundeswehr München
Web: metis.unibw.de
X (ehem. Twitter): @metis_institut

Autor

PD Dr. Frank Sauer
metis@unibw.de

Creative Director

Christoph Ph. Nick, M. A.
zum-staunen.de

Bildnachweis

Titel: SpaceX auf Unsplash

ISSN-2627-0587

Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitungen 4.0 International zugänglich.

