

# Ein Weltraumbahnhof in Deutschland – Potenziale und Risiken eines unabhängigen Zugangs zum Weltraum

Themenkurzprofil Nr. 70 | Tobias Hungerland • Marlène de Saussure | Juni 2024

Seit Ende der 2010er Jahre hat das Vorhaben, einen unabhängigen Weltraumzugang im deutschen Hoheitsgebiet zu schaffen, an Dynamik gewonnen. Ein eigener Weltraumbahnhof – ein Start- und Landeplatz für Satellitenträgerraketen – ermöglicht es einer Nation, auch ohne Rückgriff auf fremde Raumfahrtinfrastruktur Experimente und Missionen im All durchzuführen, etwa in den Bereichen der Kommunikations- und Geolokalisierungstechnologien, Internetversorgung, Big Data und Erdbeobachtung. Eine solche Raumfahrtinfrastruktur ist verhältnismäßig rar (insgesamt gibt es 35 Weltraumbahnhöfe weltweit, davon zwei auf europäischem Boden, in Schweden und Französisch-Guayana), sodass sie Deutschland (und Europa) ausgeprägte technologische Souveränität, Wettbewerbsfähigkeit und geopolitische Unabhängigkeit gewähren würde. Bezüglich der Bau- und Betriebsbedingungen weist der deutsche Kontext besondere Merkmale auf: Da Flugbahnen von Trägerraketen zum Schutz von zivilen Infrastrukturen und Bevölkerung meist über unbewohnte Gebiete verlaufen, soll im dicht besiedelten Deutschland ein mobiler Offshore-Raketenstartplatz für kleine Trägerraketen und Kleinsatelliten entstehen. Die German Offshore Spaceport Alliance treibt das entsprechende Vorhaben im vorgesehenen Gebiet an der Küste von Bremen/Bremerhaven voran. Die Allianz kollaboriert mit einer intersektoralen Akteurslandschaft, u.a. bestehend aus dem Cluster AviaSpace Bremen, dem Bundesverband der Deutschen Industrie, verschiedenen deutschen Raumfahrtunternehmen – Rocket Factory Augsburg, Hylmpulse, ISAR Aerospace, Stratbyrd Consulting – sowie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Mit einem Haushaltsbeschluss und einem Volumen von 2 Mio. Euro kommunizierte die Bundesregierung 2023 ihre Unterstützung des Projekts. Die Entstehung eines mobilen Raketenstartplatzes auf deutschem Territorium birgt sozioökonomische Potenziale im Sinne von Arbeitsmarktentwicklung sowie Fachkräftesicherung und -qualifizierung. Außerdem können vielversprechende Mög-

lichkeiten für Forschung und Exploration, technologische Entwicklung, geopolitische Strategie sowie internationale Zusammenarbeit mit der Entwicklung des Startplatzes einhergehen. Gleichwohl müssen Umweltauswirkungen von Bau und Betrieb der Raumfahrtinfrastruktur sowie entsprechende Maßnahmen wie Naturschutz und Emissionskontrolle berücksichtigt werden. Zudem steht ein deutsches Weltraum- bzw. Raumfahrtgesetz zur Regelung von Haftungs- und Sicherheitsfragen derzeit noch aus.

## Hintergrund und Entwicklungsstand

Die German Offshore Spaceport Alliance (GOSA), ein Joint Venture der Unternehmen Tractebel DOC Offshore, OHB SE, BLG Logistics, MediaMobil Communication GmbH, Harren Group und Lampe & Schwartze KG, schlossen sich 2017 zusammen,<sup>1</sup> um den ersten mobilen Raketenstartplatz für Deutschland zu errichten (IAA 2022; Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa 2020; Stamminger et al. 2022). Damit soll ein von dominierenden Weltraumnationen unabhängiger Zugang zum Weltraum in Deutschland ermöglicht werden. Überlegungen zu einem Weltraumbahnhof in Deutschland gehen zurück auf eine Initiative des Bundesverbandes der Deutschen Industrie e.V. (BDI 2019), der zunächst 2019 die „Berliner Weltraumerklärung“ veröffentlicht hatte und im Jahr darauf in einer Publikation ausführlicher über das geplante Vorhaben berichtete (BDI/DVV griephan 2020).

Insgesamt gesehen kann ein Weltraumbahnhof als Katalysator für technologische Innovationen auf verschiedenen Ebenen fungieren. Im Bereich der Kommunikations- und Geolokalisierungstechnologien bietet er eine Testumgebung zur Optimierung von Satellitenkommunikationssystemen

<sup>1</sup> Bereits 2017 wurde die GOSA gegründet, um die Entwicklung und den Betrieb eines Startplatzes in der Nordsee umzusetzen. Öffentlich wurde das Vorhaben allerdings erst 2020 bekanntgegeben.

und zur Verbesserung der Genauigkeit von Positionierungsdiensten. Für die Entwicklung von Navigationstechnologien, insbesondere für autonomes Fahren, ermöglicht der Weltraumbahnhof die Validierung neuer Methoden und Systeme durch den Zugang zu präzisen Satellitendaten und die Möglichkeit, verschiedene Szenarien zu simulieren und zu testen. In Bezug auf Big-Data-Anwendungen liefern Satellitendaten vom Weltraumbahnhof eine Fülle von Informationen, die für verschiedene Zwecke genutzt werden können, darunter Umweltüberwachung, Ressourcenmanagement und Wettervorhersage. Des Weiteren bietet ein Weltraumbahnhof eine Plattform für die Erdbeobachtung und die kontinuierliche Verfügbarkeit von Daten. Satellitenstartdienste ermöglichen die regelmäßige Erfassung hochauflösender Bilder und Daten, die für die Überwachung von Umweltveränderungen, Naturkatastrophen und städtischen Entwicklungen von entscheidender Bedeutung sind.

Weltraumbahnhöfe sind Einrichtungen zum Start von Trägerraketen und Raumfahrzeugen in den Weltraum bzw. in verschiedene Erdumlaufbahnen sowie ggf. der Landung nach Rückkehr. Der erdnahe Weltraum soll insbesondere für den Aufbau von Megakonstellationen<sup>2</sup> wie Starlink<sup>3</sup> genutzt werden, mit denen eine satellitengestützte Internetversorgung ermöglicht werden soll, u.a. in Gebieten ohne landbasierte Infrastrukturen für Internetzugang. Weltraumbahnhöfe bestehen in der Regel aus Startrampen, Kontrollzentren, Montagegebäuden sowie anderen notwendigen Infrastrukturen (z.B. Treibstoffbereitstellung). Üblicherweise sind Weltraumbahnhöfe auf spezifische Anforderungen von Raumfahrtmissionen ausgelegt, die sich aus dem Standort, der verfügbaren Infrastruktur und Größe ergeben (ESPI/BCG 2023, S.50). Weltweit gibt es 35 aktive Weltraumbahnhöfe (Go Astronomy o.J.), ein Großteil davon in den USA (Bryce Tech o.J.). Die Etablierung eigener, nationaler Raketenstartplätze wird allerdings seit einigen Jahren u.a. auch in Großbritannien, Schweden, Norwegen und Portugal verfolgt (Bechtold 2023; TAB 2020, S.48).

Bei dem in Deutschland geplanten Vorhaben handelt es sich nicht um einen Weltraumbahnhof im eigentlichen Sinne, sondern vielmehr um einen mobilen Startplatz für kleine Trägerraketen. Daher wird im Folgenden von Startrampe bzw. Startinfrastruktur oder Startplatz gesprochen, da es sich bei dem Vorhaben um einen eingegrenzten spezifischen Anwendungsbereich handelt.

### **Merkmale der geplanten Startinfrastruktur in Deutschland** *Benötigte Technologien für Bau und Betrieb*

Die in Deutschland geplante Startinfrastruktur ist das Zusammenspiel dreier technologischer Komponenten: eine

mobile Startrampe, die Trägerrakete sowie die von der Trägerrakete beförderte Nutzlast.

Grundsätzlich kommen nur bestimmte Standorte für Startinfrastrukturen infrage, von denen aus Trägerraketen verschiedene Erdumlaufbahnen erreichen können. Um beispielsweise Astronauten in eine erdnahe Umlaufbahn zur Internationalen Raumstation (ISS) zu befördern, bedarf es einer großen Trägerrakete, die für den Transport von Menschen zertifiziert ist und bei ihrem Start mit Unterstützung der Erdrotation abheben kann. Daher sind Weltraumbahnhöfe wie das europäische Raumfahrtzentrum Guayana bei Kourou in Französisch-Guayana, auf denen Starts in verschiedene Umlaufbahnen wirtschaftlich durchgeführt werden können, üblicherweise in Äquatornähe gelegen. An solchen Standorten ist die Rotationsgeschwindigkeit der Erde am höchsten, sodass die Trägerrakete beim Start weniger Treibstoff benötigt, um eine spezifische Erdumlaufbahn zu erreichen (Albat 2019, S.204 ff.; Stamminger et al. 2022, S.3). Für derartige Vorhaben ist die geplante Startinfrastruktur in Deutschland allerdings nicht geeignet und auch nicht vorgesehen.

Die Flugbahnen von Trägerraketen führen nach dem Start üblicherweise über unbewohnte Gebiete, in der Regel Gewässer oder unbewohnte Landesteile, um im Falle eines Unfalls das Risiko für Schäden an zivilen Infrastrukturen und der Bevölkerung zu minimieren (Albat 2019, S.204). Da Deutschland überwiegend dicht besiedelt ist, kommen für einen Startplatz nur Gebiete in Küstennähe bzw. das offene Meer infrage. Ein Startplatz im offenen Meer kann auf zweierlei Weise realisiert werden. Einerseits lässt sich eine fest verankerte Plattform, ähnlich wie eine Bohrinsel oder eine Offshore-Windanlage, für den Start von Raketen nutzen. Andererseits könnten Raketen von mobilen Startplätzen, z.B. von speziell dafür vorgesehenen Schiffen, gestartet oder eventuell auch wieder gelandet werden (Pariße et al. 2022).

Bei dem von der GOSA geplanten Vorhaben soll das umgebaute Schwergutschiff „Combi Dock I“ zum Einsatz kommen. Seine Bauweise ermöglicht die Beladung über eine im Heck eingebaute Rampe, über die Frachten mit einem Gewicht von bis zu mehreren tausend t an Bord gerollt werden können (Vessel Finder o.J.). Zusätzlich verfügt das Schiff über drei Hebekräne, die zusammen 700 t heben können (Stamminger et al. 2022, S.4). Das Schiff soll im „Entenschnabel“, einem Bereich nordwestlich von Bremerhaven innerhalb der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) zum Einsatz kommen (Borchert 2023; Stamminger et al. 2022, S.4). Beladen werden soll das Schiff in Bremerhaven mit einer Launch Box, einem mobilen System, das die Trägerrakete einschließlich ihrer Nutzlast in einer horizontalen Position sowie die Startsysteme umfasst. Während des Transports zum eigentlichen Zielort für den Raketenstart ist die Launch Box an Bord des Schiffes gesichert und vor den Witterungsbedingungen geschützt (Stamminger et al. 2022, S.5). Erst bei Erreichen des Zielorts wird die Trägerrakete betankt, die Launch Box geöffnet und die Startrampe in eine vertikale Position gebracht.

2 Als Megakonstellationen werden Flotten bzw. Schwärme von mehreren (zehn)tausenden Kleinsatelliten bezeichnet, die im erdnahen Weltraum um die Erde kreisen.

3 Starlink ist eine Konstellation von Tausenden von Satelliten, die in einer Höhe von etwa 550 km die Erde umkreisen und den gesamten Globus abdecken; <https://www.starlink.com/> (13.6.2024).



Bei den für ein derartiges Startsystem infrage kommenden Trägerraketen handelt es sich um Mikrolauncher bzw. Klein(st)trägerraketen, die Nutzlasten bis zu 1,5 t, teilweise bis zu 2 t, in erdnahe Umlaufbahnen<sup>4</sup> von 160 bis 2.000 km Höhe befördern können (Kulu 2023, S.3). Es gibt zahlreiche unterschiedliche Konzepte für ein- oder zweistufige Mikrolauncher, die verschiedene Profile aufweisen können: Die Nutzung von Fest- oder Flüssigtreibstofftriebwerken, die Verwendung von wiederverwendbaren Komponenten oder die serielle Fertigung von Bauteilen mittels additiver Fertigung sind verschiedene Ansätze, die in mittlerweile weltweit rund 200 Entwicklungsvorhaben verfolgt werden (Kulu 2023, S.4 f.). An deutlicher Dynamik gewinnt die weltweite Entwicklung ab 2008, u.a. befördert durch FuE-Programme in den USA (Kulu 2023, S.4). Auch in Deutschland wird seit 2020 die Entwicklung von Klein(st)trägerraketen staatlich gefördert (DRA o.J.).

Mikrolauncher können unterschiedliche Nutzlasten in Erdumlaufbahnen befördern. Als Nutzlasten kommen vor allem kleine Satelliten infrage, die zu Erdbeobachtungs- und Telekommunikationszwecken eingesetzt werden können (DRA o.J.). Diese lassen sich gemäß ihrer Masse weiter unterteilen, z.B. in Kleinsatelliten bis 1,2 t, Minisatelliten von 200 bis 600 kg, Mikrosatelliten zwischen 11 und 200 kg, Nanosatelliten zwischen 1,1 und 10 kg, Picosatelliten zwischen 0,1 und 1 kg sowie Femtosatelliten, die weniger als 100 g wiegen können. Die Miniaturisierung und serielle Fertigung von Bauteilen für Satelliten führten zu einer sehr dynamischen Entwicklung im Bereich Kleinsatelliten, sodass heute rund 7.500 Satelliten (Union of Concerned Scientists 2005) die Erde umkreisen. Es wird geschätzt, dass diese dynamische Marktentwicklung weiter voranschreitet und künftig eine steigende Zahl von Satelliten in den Anwen-

dungsfeldern Erdbeobachtung sowie Telekommunikation in niedrigen Erdumlaufbahnen aktiv sein werden.

#### *Merkmale und Einsatzbereiche von kleinen Trägerraketen und Kleinsatelliten*

Die vorgesehene Lage der deutschen Startinfrastruktur bietet ein begrenztes Anwendungsspektrum, das sich aus der möglichen Startkapazität – Trägerraketen und Nutzlasten – sowie den erreichbaren Erdumlaufbahnen ergibt. Der von der GOSA geplante Raketenstartplatz soll den vertikalen Start<sup>5</sup> von kleinen Trägerraketen in sonnensynchrone<sup>6</sup> und polare<sup>7</sup> Umlaufbahnen ermöglichen (Stamminger et al. 2022, S.3 f.). Diese Trägerraketen sind für den Transport von üblicherweise kleinen Satelliten mit einer Masse von bis zu 1,5 t konzipiert. Auf diesen Umlaufbahnen können Wetter- und Erdbeobachtungssatelliten Messungen der Erdoberfläche und Atmosphäre durchführen. Aufgrund der jeweiligen Bahneigenschaften eignen sich diese Mess- und Beobachtungsdaten besonders gut für die Erforschung jahreszeitlicher Veränderungen des Klimas, da stets gleichbleibende Streifen der Erdoberfläche erfasst und über einen längeren Zeitraum miteinander verglichen werden können (Lexikon der Fernerkundung o.J.a u. o.J.b).

Die kleinen Trägerraketen werden teilweise bereits von deutschen Unternehmen entwickelt, wie die Spectrum-Rakete des Raumfahrt-Start-ups Isar Aerospace.<sup>8</sup> Besonderes Merkmal dieses Objekts ist seine Produktion durch 3-D-Druck, welche Unabhängigkeit gegenüber Zulieferern sowie unmittelbare Optimierung der Produkte und beschleunigte Fertigung ermöglicht. Allerdings konnte keines der Vorhaben bislang einen erfolgreichen Start vorweisen (Magenheim 2023).

Kleinsatelliten sind eine spezielle Klasse von Satelliten, die im Vergleich zu herkömmlichen Modellen eine geringere Größe aufweisen – obwohl es keine einheitliche Definition für ihre Größe gibt – sowie typischerweise weniger als 500 kg wiegen. Ihre geringe Größe und ihre Leichtigkeit machen sie kostengünstiger in der Entwicklung, Herstellung und beim Start. Es werden oft standardisierte, kostensparende Technologien verwendet, um einen sehr viel kürzeren Zeitraum vom Projektbeginn bis zum Start in den Weltraum

<sup>4</sup> Es gibt unterschiedliche Kriterien, nach denen Mikrolauncher kategorisiert werden können. So lassen sich Kleinsträger, die Nutzlasten bis zu 500 kg transportieren können, von Kleinträgern unterscheiden, die Nutzlasten bis zu 2.000 kg befördern können (Kulu 2023, S.3).

<sup>5</sup> Alternative Startkonzepte sind der horizontale Start einer Trägerrakete, die zunächst von einem geeigneten Flugzeug auf eine spezifische Flughöhe transportiert wird. Die Startinfrastrukturen am Boden ähneln daher denen von Flughäfen (im Vergleich siehe hierzu den Weltraumbahnhof Rostock-Laage; Kaltenhäuser et al. 2020).

<sup>6</sup> Bei sonnensynchronen Erdumlaufbahnen handelt es sich um Umlaufbahnen, die konsistente wissenschaftliche Erdbeobachtungen ermöglichen, da ein Satellit, der sich auf einer solchen Umlaufbahn befindet, den Äquator jeden Tag ungefähr zur gleichen Ortszeit überquert und der Winkel zwischen Erdoberfläche und Sonne relativ konstant bleibt (Lexikon der Fernerkundung o.J.b).

<sup>7</sup> Als polare Umlaufbahnen werden Erdumlaufbahnen bezeichnet, bei denen Satelliten mit einer starken Neigung gegenüber der Äquatorebene die Polarregionen überqueren. Bei einer ungefähren Umlaufdauer von 100 Minuten können pro Tag 14 Erdumläufe durchgeführt werden (Lexikon der Fernerkundung o.J.a).

<sup>8</sup> <https://www.isaraerospace.com> (13.6.2024)

zu gewährleisten. Zudem können sie modular aufgebaut sein, was die Integration und Anpassung verschiedener Nutzlasten ermöglicht.

Kleinsatelliten werden häufig für die Erdbeobachtung eingesetzt, z.B. bei Umweltveränderungen, im Katastrophenmanagement oder in der Landwirtschaft. Darüber hinaus werden sie für verschiedene Kommunikationszwecke verwendet, wie die Bereitstellung von Internetzugang in entlegenen Gebieten oder die Unterstützung von Anwendungen im Bereich des Internets der Dinge. Kleinsatelliten dienen auch als Plattformen für die Demonstration neuer Technologien und Konzepte im Weltraum, z.B. Solarzellentechnologie, Antriebssysteme oder autonome Navigation. Sie finden Anwendung in der wissenschaftlichen Forschung, insbesondere in der Astronomie, Physik, Biologie und den Materialwissenschaften. Zudem werden sie zunehmend in (Aus-)Bildungsprogrammen eingesetzt, um Student/innen praktische Erfahrungen in der Raumfahrttechnik und Satellitenentwicklung zu ermöglichen. Insgesamt bieten Kleinsatelliten eine kostengünstige und flexible Möglichkeit, eine Vielzahl von Anwendungen im Weltraum durchzuführen, und haben das Potenzial, die Art und Weise der Satellitennutzung grundlegend zu verändern.

### Treiber und Schlüsselakteure für die Entwicklung eines unabhängigen Zugangs zum Weltraum

In Deutschland werden die Entwicklung der Startinfrastrukturen sowie der Betrieb durch das GOSA vorangetrieben. Am vorgesehenen Standort Bremen bzw. Bremerhaven sind die Landesregierung – Die Senatorin für Wirtschaft, Häfen und Transformation – bzw. ggf. der Cluster aus Wirtschaft, Forschung und Bildung AviaSpace Bremen wesentliche öffentlich-politische bzw. verwaltungstechnische Akteure.<sup>9</sup> Im wirtschaftlichen Sektor ist der Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI) als Befürworter von Initiativen mit ökonomischem Potenzial für den Wirtschaftsstandort Deutschland ein wichtiger Mitstreiter. Aus dem Bereich der Entwicklung, Produktion und Beratung kommen deutsche Raumfahrtunternehmen wie Rocket Factory Augsburg<sup>10</sup>, HyImpulse, ISAR Aerospace, OHB, Tractebel DOC Offshore, MediaMobil, Harren Group und Raumfahrtberatungen wie Stratbyrd Consulting hinzu. Schließlich vervollständigen das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) als Forschungs- und Entwicklungseinrichtung sowie die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR die Akteurslandschaft rund um das Thema unabhängiger Weltraumzugang bzw. mobiler Startplatz in Deutschland.

Im internationalen Vergleich unterscheiden sich vor allem die institutionelle europäische Raumfahrt mit Schwerpunkt auf die Ermöglichung von Raumfahrtforschungsmissionen und (zwischen)staatlicher Finanzierung durch die Europäische Weltraumorganisation (ESA) wie die Entwicklung von Ariane-Raketen oder der Vega-Rakete einerseits und die nationale kommerzielle Raumfahrt mit industriepolitischem

Fokus und privaten Anbietern wie SpaceX in den USA andererseits. Der weltweite Markt für Startdienstleistungen (und ihre Kommerzialisierung) soll wachsen (SpaceTec Partners o.J.) und stellt eine attraktive Wirtschaftsbranche für deutsche Unternehmen wie Isar Aerospace, Rocket Factory Augsburg, HyImpulse usw. dar.

### Nationale Raumfahrtstrategie, Sicherheitsaspekte und Finanzierung

Der Zugang zum Weltraum ist ein Thema, das bereits seit dem Ende der 2000er Jahre rege diskutiert wird: Seit 2008 verzeichnet die weltweite Raumfahrtindustrie eine kontinuierliche Nachfragesteigerung nach Startkapazitäten für Erdbeobachtungs-, Fernerkundungs- und Kommunikationssatelliten (Satellite Industry Association 2023). Prognosen zufolge wird dieser Trend auch in Zukunft anhalten, da die Rolle von Satellitensystemen in Bereichen wie Umweltüberwachung, Telekommunikation und Navigation weiter an Bedeutung gewinnt (Weissflog 2023).

Wenn Kommunikations- und auch Navigationssysteme zunehmend von weltraumbasierten Infrastrukturen abhängig sind, dann stellt die Störung solcher Systeme ein Risiko für eine emergente kritische Infrastruktur dar (BSI 2022; Schulze 2023). Satelliten werden also zum möglichen Ziel von (Cyber-)Angriffen, sei es durch Hacking, kinetische oder nicht kinetische Aktionen (BSI 2022). Dem Schutz von Satelliten bzw. weltraumbasierten Infrastrukturen wird eine zunehmende Bedeutung beigemessen, wie beispielsweise auch die Bundesregierung (2023, S.37 ff.) in der Nationalen Raumfahrtstrategie anerkennt. Laut diesem Beschluss wird die Bundesregierung Ziele und Maßnahmen für Schutz, Verteidigung und Resilienz, u.a. durch die Förderung militärischer Handlungsmöglichkeiten, im Weltraum in einer Weltraumsicherheitsstrategie definieren. Mit der hybriden Kriegsführung Russlands in der Ukraine änderte sich die Einschätzung der Bedrohungslage dahingehend, dass die Gefahrenabwehr und der Schutz weltraumbasierter Infrastrukturen ebenso bedacht werden müssen wie auch der Aufbau unabhängiger Infrastrukturen, wie es beispielsweise in der Vergangenheit mit dem europäischen Satellitennavigationssystem GALILEO geschehen ist. Die Einrichtung von GALILEO soll eine Reduzierung der Abhängigkeit vom US-amerikanischen System GPS bezwecken.

Der Haushaltsbeschluss der deutschen Bundesregierung im September 2023 beinhaltet die Absicht, das Vorhaben eines mobilen Startplatzes für Trägerraketen in Deutschland mit 2 Mio. Euro bis 2025 zu fördern (Freund 2023; Sürig 2023). In der medialen Berichterstattung über den entsprechenden Haushaltstitel „Infrastruktur für den Start einer Trägerrakete von einem Schiff im deutschen Hoheitsgebiet“ wurden im Herbst 2023 die ersten Raketenstarts in der deutschen Nordsee für 2024 angekündigt (NDR Info 2023; OHB 2023; Parsonson 2023). Dabei geht es allerdings um suborbitale Testflüge. Die Mikrolauncher deutscher Unternehmen sind gegenwärtig noch in der Entwicklung und nicht einsatzbe-

9 <https://www.bremen-innovativ.de/luft-raumfahrt> (13.6.2024)

10 <https://www.rfa.space> (13.6.2023)



reit. Die jüngsten aus dem Haushaltsbeschluss resultierenden Entwicklungen wie auch die mögliche Ressortansiedlung der geplanten Mittel sind aktuell jedoch noch unklar.

## Gesellschaftliche und politische Relevanz

### Sozioökonomische Potenziale und Umweltauswirkungen

Die Einrichtung einer mobilen Startinfrastruktur für Träger- und Nutzerraketen bringt unterschiedliche technische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen mit sich, die sich auf die Einordnung der politischen Relevanz des Themas auswirken. Aus ökonomischer Sicht stellt sie Entwicklungschancen für die Region und das Land dar, erfordert aber auch eine eingehende Analyse der Kosten-Nutzen-Relation im Hinblick auf ihre Entwicklung, Errichtung und den Betrieb. Ebenso soll das wirtschaftliche Potenzial des Vorhabens, wie die Schaffung von Arbeitsplätzen, die Anziehung von Investitionen und die Förderung der Raumfahrtindustrie insgesamt, berücksichtigt werden. Vor diesem Hintergrund sind sicherlich die Prognosen eines jährlichen Zuwachses des Marktes für weltraumbasierte Anwendungen um 7,4 % relevant bzw. beachtenswert (BDI/Roland Berger 2023). Die Implementierung eines solchen Systems könnte nicht nur die Effizienz und Flexibilität von Weltraumoperationen verbessern, sondern auch als Katalysator für wirtschaftliche Entwicklung und Innovation dienen. Sowohl für die regionale Bevölkerung als auch für interregionale oder internationale Interessierte stellt das Vorhaben neue Bildungs- und Qualifizierungsmöglichkeiten sowie die potenzielle Gewinnung und Sicherung von Fachkräften im Bereich Raumfahrttechnologie dar. Durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze in den Bereichen Technik, Logistik und Betrieb sowie die Anziehung von Investitionen könnte der mobile Startplatz dazu beitragen, das Wachstum-

spotenzial der Raumfahrtindustrie weiter zu erschließen und die Wettbewerbsfähigkeit auf globaler Ebene zu stärken.

Der Bau und der Betrieb einer deutschen Raketenstartplattform erfordern zudem eine sorgfältige Bewertung ihrer potenziellen Umweltauswirkungen, um einen ausgewogenen Ansatz zwischen wirtschaftlicher Entwicklung und dem Umweltschutz zu gewährleisten. Zu berücksichtigen sind etwa potenzielle Schäden an Ökosystemen, Luft- und Wasserverschmutzung sowie der Energieverbrauch während des Betriebs der Plattform. Eine Identifikation von Maßnahmen zur Minimierung und Kompensation möglicher negativer Auswirkungen könnte helfen, Umweltbelastungen zu reduzieren und einen nachhaltigen Betrieb zu ermöglichen. Maßnahmen könnten die Implementierung von Technologien zur Emissionskontrolle und Abfallentsorgung, die Einrichtung von Naturschutzgebieten oder die Renaturierung betroffener Gebiete umfassen. Relevante Aspekte stellen auch die Raketenstarts selbst und die Emission von Treibstoffen dar. Hier gilt es, entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu treffen, um potenzielle negative Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren (ÖAW-ITA/ KIT-ITAS 2023).

### Strategische und technologische Souveränität

Die Schaffung einer unabhängigen Raketeninfrastruktur stellt aus politischer Sicht eine relevante Option für Deutschland und Europa dar, um eine weltraumstrategische und technologische Souveränität zu postulieren und zu etablieren. Ein Raketenstartplatz im deutschen Hoheitsgebiet würde eine unmittelbare Kontrolle des eigenen Weltraumzugangs sowie eine Reduzierung der bislang ausgeprägten Abhängigkeit von anderen Nationen oder Organisationen bedeuten. Eine eigene Startinfrastruktur könnte Deutschland außerdem eine aktivere Rolle in der wissenschaftlichen For-

schung und Weltraumexploration ermöglichen und zugleich den Zugang zu Raumfahrttechnologien, Experimenten und Missionen erleichtern, die speziell auf die Bedürfnisse der deutschen Wissenschaft und Forschung zugeschnitten sind. Schließlich könnten ein eigener Startplatz und der Zugang zum Weltraum Deutschland die engere Raumfahrtzusammenarbeit mit anderen Ländern ermöglichen.

Unterstützende Forderungen im Sinne eines deutschen Weltraumzugangs wurden u.a. seitens einiger Bundestagsfraktionen formuliert, u. a. mit dem Hinweis auf das vielversprechende Zusammenspiel aus Grundlagenforschung, angewandter Forschung, Hightechfirmen und internationalen Partnerschaften, das die Entwicklung eines Startplatzes für Kleinsatelliten in Deutschland verkörpert (Deutscher Bundestag 2023a u. 2023b; Olk 2023). In weiteren politischen Äußerungen wurde deutlich, dass das Engagement des Staates von entscheidender Bedeutung für die Realisierung eines Vorhabens wie dem Aufbau einer Raketenstartplattform ist, darunter die finanzielle Unterstützung sowie die Zusicherung einer garantierten Inanspruchnahme von Starts. Betont wird zugleich die Notwendigkeit, die rechtlichen Rahmenbedingungen klar zu definieren, einschließlich umweltrechtlicher Prüfungen sowie der Sicherstellung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit des Projekts (Deutscher Bundestag 2022a). Die Bundesregierung (2022) hebt zudem hervor, dass die Einrichtung eines mobilen Raketenstartplatzes privatwirtschaftlicher Natur ist. Es obliegt daher jedem kommerziellen Betreiber, ein marktfähiges Angebot zu entwickeln und sämtliche regulatorischen Vorgaben einzuhalten. Dies schließt die Prüfung möglicher Nutzungskonkurrenzen in der Nordsee mit Windenergie mit ein. In Anbetracht dieser Anforderungen besteht die Möglichkeit, dass eine solche Infrastruktur auch außerhalb Deutschlands errichtet wird, sollte die Einhaltung dieser Bedingungen nicht gewährleistet sein (Bundesregierung 2022).

Hinzu kommt eine derzeit noch ungeklärte rechtliche Lage aufgrund eines fehlenden eigenen Weltraumgesetzes und somit eine Barriere für Unternehmen, Startdienstleistungen in Deutschland anzubieten bzw. derartige Dienstleistungen nachzufragen. Eng verknüpft mit der Entwicklung eines nationalen Raketenstartplatzes ist daher die Forderung nach einem nationalen Raumfahrtgesetz (Deutscher Bundestag 2022b). Ein solches Gesetz war bereits im Koalitionsvertrag der vorherigen Regierung vereinbart, ist aber bislang nicht entwickelt worden. Ein nationales Weltraumgesetz sollte u.a. Haftungsfragen klären bzw. Rechtssicherheit dahingehend schaffen, inwieweit Unternehmen Risiken tragen und sich versichern müssen (etwa bei Unfällen) und welche Risiken der Staat trägt. Die EU-Kommission kündigte ein europäisches Weltraumgesetz für den Sommer 2024 an, das einen zukunftsfähigen Rechtsrahmen mit Schwerpunkt auf Cybersicherheit festlegen wird (Hartmann 2024).

Aus geopolitischer Sicht stellt sich auch die Frage, welche Potenziale und Risiken ein deutscher Weltraumzugang bzw.

ein nationales Weltraumgesetz für den Wettlauf zum All mit globalen Großmächten wie den USA und China bedeuten würden – oder auch mit Blick auf Schweden, Schottland, Portugal und Frankreich, die bereits Startmöglichkeiten für kleine Trägerraketen aufbauen bzw. über diese verfügen. Schließlich bedingt die erhebliche Dynamik des Marktfelds und der Forschung und Entwicklung im Raumfahrtsektor unsichere Planungsparameter für eine solche Infrastruktur, die sich möglicherweise als Nischenangebot erweisen könnte, das international nur begrenzt konkurrenzfähig ist und ggf. subventioniert werden muss.

---

## Mögliche vertiefte Bearbeitung des Themas

Das Kurzprofil sowie die weiterführende Literatur ermöglichen einen umfassenden Überblick über die wesentlichen Komponenten, den jeweiligen Entwicklungsstand und die damit einhergehenden Herausforderungen des Vorhabens. Bisher steckt die Umsetzung der GOSA-Vision für einen mobilen Raketenstartplatz in der deutschen Nordsee noch in den Anfängen. Zudem sind Aspekte der Haushaltsmittel und des rechtlichen Rahmens noch weitestgehend ungeklärt. Dennoch treibt ein aktives Netzwerk aus privatwirtschaftlichen und öffentlichen Akteuren das konkrete Entwicklungsvorhaben voran. Das Thema findet zudem bereits Eingang in den politischen Diskurs und die Bundesregierung stellte eine signifikante Unterstützung des Projekts in Aussicht. Aktuell sind das Thema und die damit zusammenhängenden technologischen Fortschritte und geopolitischen Gegebenheiten durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Es empfiehlt sich daher, zunächst diese Entwicklungen weiter zu beobachten und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt vertieft zu analysieren – etwa, wenn weitere Ergebnisse sowie neuere Erkenntnisse zum Entwicklungsstand der einzelnen technischen und regulatorischen Komponenten vorliegen.

---

## Literatur

- ▶ Albat, D. (2019): Startinfrastruktur. In: Ley, W.; Wittmann, K.; Hallmann, W. (Hg.): Handbuch der Raumfahrttechnik. München, S.204–211
- ▶ BDI (Bundesverband der Deutschen Industrie e.V.) (2019): Berliner Weltraumerklärung. 8 Handlungsempfehlungen der deutschen Industrie. [https://bdi.eu/media/themenfelder/rohstoffe/publikationen/20191018\\_Position\\_BDI\\_Berliner\\_Weltraumerklaerung.pdf](https://bdi.eu/media/themenfelder/rohstoffe/publikationen/20191018_Position_BDI_Berliner_Weltraumerklaerung.pdf) (13.6.2024)
- ▶ BDI; DVV griephan (2020): Strategische Chance Weltraumbahnhof. griephan Edition 01, <https://bdi.eu/publikation/news/strategische-chance-deutscher-weltraumbahnhof> (13.6.2024)
- ▶ BDI; Roland Berger (2023): Weltraumbeflügeltes Deutschland. Die Bedeutung der Raumfahrt für Deutschlands wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit, Souveränität und Nachhaltigkeitsziele. <https://issuu.com/bdi-berlin/>

- docs/20231018\_studie\_roland\_berger\_bdi\_weltraumbe fl\_gel (13.6.2024)
- ▶ Bechtold, F. (2023): Das sind Europas neue Weltraumbahnhöfe. futurezone.at, <https://futurezone.at/science/europa-spaceport-raketenstart-satelliten-schottland-schwe-den-norwegen-cornwall/402293897> (13.6.2024)
  - ▶ Borchert, A.-L. (2023): Weltraumbahnhof in der Nordsee: 2 Raketen sollen im April 2024 starten. Radio Bremen, <https://www.butenunbinnen.de/nachrichten/bremerhaven-raketen-new-space-nordsee-100.html> (13.6.2024)
  - ▶ Bryce Tech (o.J.): Orbital and Suborbital Launch Sites of the World. 22.5.2024, [https://brycetech.com/reports/report-documents/Bryce\\_Launch\\_Sites\\_2024.pdf](https://brycetech.com/reports/report-documents/Bryce_Launch_Sites_2024.pdf) (13.6.2024)
  - ▶ BSI (Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik) (2022): Cybersicherheit für Weltrauminfrastrukturen. Positionierung des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik. [https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Weltrauminfrastrukturen/Cyber-Sicherheit\\_Weltrauminfrastrukturen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Weltrauminfrastrukturen/Cyber-Sicherheit_Weltrauminfrastrukturen.pdf?__blob=publicationFile&v=3) (4.6.2024)
  - ▶ Bundesregierung (2022): Wirtschaftspolitische Halbjahresbilanz des Bundesministers für Wirtschaft und Klimaschutz. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion der CDU/CSU – Drucksache 20/3542–, Deutscher Bundestag, Drucksache 20/3904, Berlin
  - ▶ Bundesregierung (2023): Raumfahrtstrategie der Bundesregierung. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hg.), [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/20230927-raumfahrtstrategie-breg.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/20230927-raumfahrtstrategie-breg.pdf?__blob=publicationFile&v=10) (13.6.2024)
  - ▶ Deutscher Bundestag (2022a): Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 21. März 2022 eingegangenen Antworten der Bundesregierung. Drucksache 20/1184, Berlin
  - ▶ Deutscher Bundestag (2022b): Schriftliche Fragen mit den in der Woche vom 14. November 2022 eingegangenen Antworten der Bundesregierung. Drucksache 20/4515, Berlin
  - ▶ Deutscher Bundestag (2023a): 93. Sitzung. Stenografischer Bericht. Plenarprotokoll 20/93, Berlin
  - ▶ Deutscher Bundestag (2023b): 127. Sitzung. Stenografischer Bericht. Plenarprotokoll 20/127, Berlin
  - ▶ DRA (Deutsche Raumfahrtagentur im DLR) (o. J.): Kleinsatelliten. <https://www.dlr.de/de/ar/themen-missionen/raumfahrttechnologien/satellitentechnik/kleinsatelliten> (13.6.2024)
  - ▶ ESPI (European Space Policy Institute); BCG (Boston Consulting Group) (2023): More than a Space Programme. The Value of Space Exploration to Empower the Future of Europe. <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2023/11/231115-More-than-a-Space-Programme.pdf> (13.6.2024)
  - ▶ Freund, A. (2023): Warum baut Deutschland einen eigenen Weltraumhafen? Deutsche Welle, <https://www.dw.com/de/warum-baut-deutschland-einen-eigenen-weltraumhafen/a-67148277> (13.6.2024)
  - ▶ Go Astronomy (o.J.): Spaceports & Launch Sites. <https://www.go-astronomy.com/space-ports.php> (13.6.2024)
  - ▶ Hartmann, T. (2024): EU-Weltraumgesetz: Erste Details werden bekannt, Euractiv, <https://www.euractiv.de/section/innovation/news/eu-weltraumgesetz-erste-details-werden-bekannt/> (13.6.2024)
  - ▶ IAA (International Academy of Astronautics) (2022): 28th IAA Symposium on Small Satellite Missions 2021. Red Hook
  - ▶ Kaltenhäuser, S.; Klünker, C.; Schmitt, D.-R.; Sippel, M.; Veth, J.; Zimmermann, K.; Lockheed Jr. A.; Strom, J. (2020): Spaceport Concept in Germany. [https://elib.dlr.de/137961/1/IAC-20.D6.3.5.\\_Spaceport\\_Concept\\_Germany.pdf](https://elib.dlr.de/137961/1/IAC-20.D6.3.5._Spaceport_Concept_Germany.pdf) (13.6.2024)
  - ▶ Kulu, E. (2023): Small Launchers – 2023 Industry Survey and Market Analysis. International Astronautical Federation, [https://www.newspace.im/assets/Small-Launchers-2023\\_Erik-Kulu\\_IAC2023.pdf](https://www.newspace.im/assets/Small-Launchers-2023_Erik-Kulu_IAC2023.pdf) (13.6.2024)
  - ▶ Lexikon der Fernerkundung (o.J.a): polare Umlaufbahn. <https://www.fe-lexikon.info/lexikon/polare-umlaufbahn> (13.6.2024)
  - ▶ Lexikon der Fernerkundung (o.J.b): Umlaufbahn. <https://www.fe-lexikon.info/lexikon/umlaufbahn> (13.6.2024)
  - ▶ Magenheimer, T. (2023): Trägerraketen aus Deutschland. An der Schwelle zur Raumfahrt. RND, <https://www.rnd.de/wirtschaft/traegerraketen-aus-deutschland-an-der-schwelle-zur-raumfahrt-VSGDWHY66JBVPNCLMQZHFWEWM.html> (13.5.2024)
  - ▶ NDR Info (2023): Von der deutschen Nordsee ins All: Erste Rakete soll 2024 starten. <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Von-der-deutschen-Nordsee-ins-All-Erste-Rakete-soll-2024-starten,rakete392.html> (13.6.2024)
  - ▶ ÖAW-ITA (Österreichische Akademie der Wissenschaften-Institut für Technikfolgen-Abschätzung); KIT-ITAS (Karlsruher Institut für Technologie-Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse) (2023): Umweltwirkungen der Raumfahrt. [https://www.parlament.gv.at/dokument/fachinfos/zukunftsthemen/145\\_umwelt-raumfahrt.PDF](https://www.parlament.gv.at/dokument/fachinfos/zukunftsthemen/145_umwelt-raumfahrt.PDF) (13.6.2024)
  - ▶ OHB SE (2023): Erste Raketenstarts in der Nordsee für 2024 geplant. German Offshore Spaceport Alliance (GOSA) startet ihre erste Demo-Mission. <https://www.ohb.de/news/erste-raketenstarts-in-der-nordsee-fuer-2024-geplant-gosa-startet-erste-demo-mission> (13.6.2024)
  - ▶ Olk, J. (2023): SPD will Deutschland zum Raketen-Startplatz machen. Handelsblatt, <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/weltraum-spd-will-deutschland-zum-raketen-startplatz-machen/29114386.html> (13.6.2024)
  - ▶ Parisse, M.; Carletta, S.; Panzanaro, M.; Carfagna, G.; Pen-nanech, H.; Sgobbi, D.; Vignola, E.; Teofilatto, P. (2022): Design and experimental testing of a microlaunchers eject system operated from naval platform. 73rd International Astronautical Congress (IAC), Paris, International Astronautical Federation, S. 94-106
  - ▶ Parsonson, A. (2023): German Offshore Spaceport to Host First Launch in Early 2024. European Spaceflight, <https://>

europeanspaceflight.com/german-offshore-spaceport-to-host-first-launch-in-early-2024/ (13.6.2024)

- ▶ Satellite Industry Association (2023): Umsatz der weltweiten Satellitenindustrie von 2008 bis 2022. Statista, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/315532/umfrage/umsatz-der-satellitenindustrie/> (13.6.2024)
- ▶ Schulze, M. (2023): Cyber-Sicherheit im Weltraum. Verwundbarkeiten, Angriffsvektoren und Schutzmaßnahmen. Stiftung Wissenschaft und Politik, SWP-Aktuell Nr. 4, doi:10.18449/2023A04
- ▶ Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Europa (2020): Welt-raumbahnhof in der Nordsee – wie geht es wann mit dem Jahrhundertprojekt weiter? Anfrage für die Fragestunde der Bremischen Bürgerschaft (Landtag). Tischvorlage für die Sitzung des Senats am 15.12.2020. Bremen. [https://www.rathaus.bremen.de/sixcms/media.php/13/20201215\\_Weltraumbahnhof\\_in\\_der\\_Nordsee.pdf](https://www.rathaus.bremen.de/sixcms/media.php/13/20201215_Weltraumbahnhof_in_der_Nordsee.pdf) (13.6.2024)
- ▶ SpaceTec Partners (o.J.): The growing demand for micro-launcher services. <https://www.spacetec.partners/the-growing-demand-for-micro-launcher-services/> (13.6.2024)
- ▶ Stamminger, A.; Birreck, D.; Boehmer, C.; Spalthoff, O.; Felderhoff, H.; Gausepohl, A.; Nil, A.; Rinderle, H.; von der Recke, S. (2022): GOSA – An European Offshore Spaceport for Microlaunchers & Small Satellites. Weekday Session 10: Space Access. SSC22-XI-08. In: Proceedings of the AIAA/USU Conference on Small Satellites. 36th Annual Small Satellite Conference. <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2022/all2022/128/> (13.6.2024)
- ▶ Sürig, D. (2023): Ein Raketenstartplatz wird gefördert. Süddeutsche Zeitung, <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/raumfahrt-startplatz-nordsee-1.6260751> (13.6.2024)
- ▶ TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2020): New Space – neue Dynamik in der Raumfahrt. (Kind, S.; Hungerland, T.; Nögel, L.; Bovenschulte, M.; Ferdinand, J.-P.) TAB-Kurzstudie 1, Berlin
- ▶ Union of Concerned Scientists (2005): UCS Satellite Database. 1.5.2023, <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (13.6.2024)
- ▶ VesselFinder (o.J.): Combi Dock I. <https://www.vesselfinder.com/de/vessels/details/9400473> (13.6.2024)
- ▶ Weissflog, M. (2023): Täglich sollen bis zu 1,5 Tonnen Kleinsatelliten ins All starten. AstroDrom, <https://astrodrom.com/spacenews/taeglich-sollen-bis-zu-1-5-tonnen-kleinsatelliten-ins-all-starten/> (13.6.2024)

Das Horizon-Scanning ist Teil des methodischen Spektrums der Technikfolgenabschätzung im TAB.

**Horizon**  
**SCANNING**

Mittels Horizon-Scanning werden neue technologische Entwicklungen beobachtet und diese systematisch auf ihre Chancen und Risiken bewertet. So werden technologische, ökonomische, ökologische, soziale und politische Veränderungspotenziale möglichst früh erfasst und beschrieben. Ziel des Horizon-Scannings ist es, einen Beitrag zur forschungs- und innovationspolitischen Orientierung und Meinungsbildung des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung zu leisten.

In der praktischen Umsetzung werden im Horizon-Scanning softwaregestützte Such- und Analyseschritte mit expertenbasierten Validierungs- und Bewertungsprozessen kombiniert.

Herausgeber: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB)

Gestaltung und Redaktion: VDI/VDE Innovation + Technik GmbH

Bildnachweise: Robert Michaud/iStock (S.1); 3DSculptor/iStock (S.3); Orxan/AdobeStock (S.5)

ISSN-Internet: 2629-2874